فصل نهم

نشان‌دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌ها

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :

۱ــ طرز کار و کاربرد انواع مختلف نشان‌دهنده‌های دما، فشار و سطح مایع در دستگاه‌های حرارت مرکزی را شرح دهد.

۲ــ طرز کار و کاربرد انواع مختلف کنترل‌کننده‌های دما و سطح مایع در دستگاه‌های حرارت مرکزی را توضیح دهد.

۳ــ طرز کار رله‌های کنترل مشعل‌های گازوئیلی، گازی اتمسفریک و گازی یا هوای تحت فشار بیان کند.

۴ــ مدارهای برق رله‌های کنترل مشعل‌های گازوئیلی، گازی اتمسفریک و گازی با هوای تحت فشار را توضیح دهد.

۹ــ نشان‌دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌ها

برای اطمینان از صحت کار دستگاه‌های مختلف یک سیستم حرارت مرکزی، لازم است که بعضی از کمیت‌های فیزیکی نظیر دما، فشار و سطح در نقاط مختلف سیستم، اندازه‌گیری شود؛ این کار به‌وسیلهٔ وسایلی مانند «ترمومتر»، «فشارسنج» و «سطح‌نما» (که به‌طورکلی آنها را نشان‌دهنده می‌نامند) انجام می‌گردد. برای آنکه دستگاه‌های مختلف سیستم گرم‌کننده، هریک وظیفهٔ خود را به‌طور صحیح انجام دهد، لازم است که :

۱ــ دما، فشار، سطح مایع و جریان مایع در قسمت‌های مختلف سیستم حرارت مرکزی به‌وسیلهٔ کنترل‌کننده‌ها کنترل گردد.

۲ــ رلهٔ مشعل کار صحیح مشعل‌ها را تضمین می‌کند.

۱ــ۹ــ نشان‌دهنده‌ها

وسایلی هستند که کمیت‌های فیزیکی، دما، فشار و سطح مایع را در هر نقطه‌ای از سیستم (که لازم باشد) اندازه‌گیری می‌کنند.

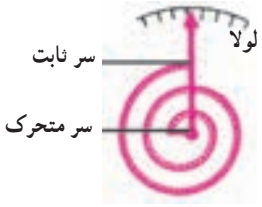
۱ــ۱ــ۹ــ دماسنج‌ها (ترمومترها) : برای اندازه‌گیری درجه حرارت از دماسنج‌ها و یا ترمومترها استفاده می‌شود.

دماسنج غلافی : در شکل ۱ــ۹ یک نوع ترمومتر را که به **ترمومتر غلافی** مشهور است مشاهده می‌کنید. غلاف، روی لوله یا دستگاه نصب می‌شود تا با رساندن حرارت لوله یا دستگاه به مخزن دماسنج، درجه حرارت مشخص شود.

شکل ۱ــ۹

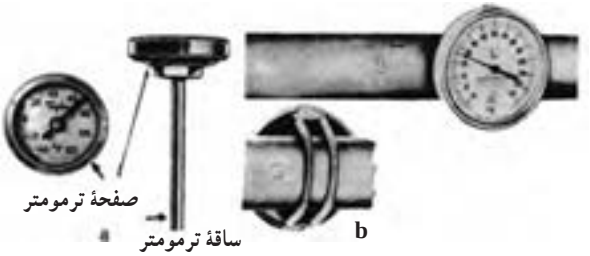
دماسنج بی‌متالی : بعضی از ترمومترها براساس انبساط و انقباض دو فلز غیرهم‌جنس (که انبساط و انقباض طولی آنها بر اثر تغییر دما متفاوت است) کار می‌کنند در ساختمان این دستگاه‌ها از

یک نوار بی‌متال (زوج فلز) شکل ۲ــ۹ استفاده شده است.



شکل ۲ــ۹

نمونه‌ای از ترمومترها در شکل a ــ۳ــ۹ مشاهده می‌شود. که دنبالهٔ فلزی آن درون محل موردنظر قرار می‌گیرد و بعضی از آنها مانند شکل b ــ۳ــ۹ قابل نصب روی لوله است. ترمومتر روی آب‌گرم‌کن‌های خانگی نمونهٔ رایج این دماسنج‌ها است؛ این نوع دماسنج را **ترمومتر بی‌متالی** می‌گویند.



شکل ۳ــ۹

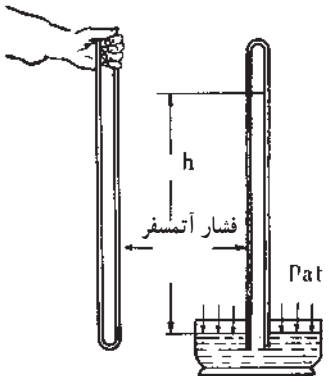
دماسنج با لولهٔ مویی[1] : بعضی دیگر از ترمومترها مانند شکل ۴ــ۹، از یک مخزن[2]، یک لولهٔ مویی و صفحه‌ای به‌همراه یک عقربه تشکیل شده‌اند. داخل مخزن و لولهٔ مویی را معمولاً از جیوه یا گاز پر می‌کنند. دامنهٔ کار نوع جیوه‌ای به«$-39^{\circ}C$» (دمای انجماد جیوه) تا«$357^{\circ}C$» (دمای جوش جیوه) محدود می‌شود. اما نوع گازی آن از دمای«$-260^{\circ}C$» تا حدود«$800^{\circ}C$» ساخته و استفاده می‌شود؛ به این نوع ترمومترها، ترمومتر «دنباله‌دار» نیز گفته می‌شود. در شکل ۴ــ۹چند نوع ترمومتر با لولهٔ مویی نشان داده شده است.

شکل ۴ــ۹ــ چند نوع ترمومتر با لولهٔ مویی

۲ــ۱ــ۹ــ فشارسنج‌ها : برای اندازه‌گیری فشار از وسایلی به نام فشارسنج استفاده می‌گردد.

انواع فشارسنج‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ بارومتر[3] : بارومتر لوله‌ای شیشه‌ای است به طول تقریبی« $80\,cm$» که فشار مطلق هوا را اندازه می‌گیرد. برای این کار، مطابق شکل ۵ــ۹ ابتدا آن را از جیوه پر می‌کنیم، سپس روی تشتکی از جیوه برمی‌گردانیم، خواهیم دید که جیوهٔ داخل لوله کاملاً خارج نمی‌شود و مقداری از آن داخل لوله می‌ماند. عاملی که باعث باقی ماندن جیوه در داخل لوله می‌شود، فشار هوای بیرون (P_{at}) است که به سطح آزاد جیوه وارد می‌شود و می‌توانیم بگوییم



شکل ۵ــ۹

۱ــ Capillary thermometer

۲ــ Bulle

۳ــ Barometer

فشار جو وارد شده بر سطح آزاد جیوه، با فشاری که توسط وزن جیوهٔ داخل لوله وارد می‌شود یکسان است.

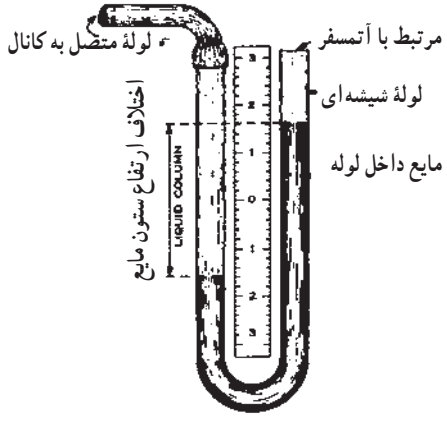
ارتفاع جیوه به فشار جو بستگی دارد. در نقاط هم سطح دریاهای آزاد که فشار جو به‌عنوان فشار استاندارد انتخاب شده است ارتفاع جیوهٔ داخل لوله در «$0^{\circ}C$»، «$76cm.Hg$» معادل «$29/92in.Hg$» است؛ فشاری که این ارتفاع جیوه تولید می کند برابر فشار $1\frac{kP}{cm^2}$ معادل با «$14/7psia$» است بنابراین می توانیم، فشار را با ارتفاع ستون جیوه و یا ستون مایعی دیگر مثل آب بیان کنیم. اگر داخل لوله، به‌جای جیوه از آب استفاده شود، ارتفاع ستون آب داخل لوله در شرایط استاندارد«$10/33m$» خواهد بود. در این حالت طول لوله به‌جای «$80cm$» باید بیش از «$10/33m$»باشد. با توجه به مطلب فوق داریم :

$$\boxed{1at = 76cm.Hg = 10/33m.wc \cong 30in.Hg \cong 34ft.wc \cong 14/7psia \cong 1bar \cong 1\frac{kP}{cm^2}}$$

از رابطه بالا داریم : $\boxed{1psia^{(1)} \cong 2/31ft.wc^{(2)}}$ $\Rightarrow 14/7psia \cong 34ft.ws$

۲ــ مانومتر[3] : مانومتر فشارسنجی است که اغلب برای اندازه‌گیری فشار نسبی مکش دودکش‌ها و فشار هوا در کانال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مانومتر مطابق شکل ۶ ــ۹ از لوله‌ای شیشه‌ای به شکل «U»محتوی جیوه یا الکل و یا آب تشکیل شده است در وسط دارای خط کشی مدرج برحسب سانتی‌متر و یا اینچ است که صفر آن در وسط خط‌کش و تقسیم‌بندی در دو طرف آن گسترش دارد. در حالت عادی که فشار وارد بردو دهانهٔ مانومتر، یکسان است،سطح جیوه در دو شاخه، مقابل صفر قرار گرفته است؛ اگر یک دهانهٔ آن را با شیلنگ به کانال یا لولهٔ مورد آزمایش وصل کنیم، فشار داخل کانال یا لوله بر سطح آزاد مایع شاخهٔ سمت چپ اثر کرده، اختلاف ارتفاع«h» را در دو شاخه ایجاد می کند.



شکل ۶ ــ۹

۳ــ فشارسنج نسبی[4] : فشارسنج نسبی که آن را **فشارسنج بوردون**[5] نیز می‌نامند مطابق شکل ۷ــ۹ از یک لولهٔ خمیدهٔ پهن فلزی که از یک طرف بسته و از طرف دیگر به فشار وسیلهٔ موردنظر برای اندازه‌گیری وصل است، تشکیل شده است.

---

۱ ــ psi=pound per square inch پوند بر اینچ مربع

۲ــ ftwc=foot water column فوت ستون آب

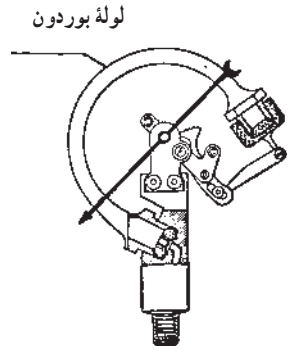
۳ــ Manometer

۴ ــ Pressure gage

۵ ــ Bourdon gage

پ ــ فشارسنج با لوله مویی

ب ــ فشارسنج معمولی



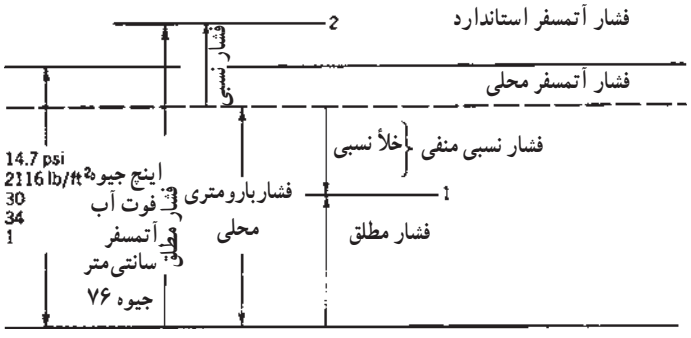
الف ــ ساختمان داخلی فشارسنج

شکل ۷ــ۹ــ فشارسنج‌ها

هنگامی که فشار داخلی افزایش داده می‌شود، لوله (که سعی می‌کند از انحناء خود بکاهد) یک اهرم را که در تماس با یک عقربه است، می‌کشد و در نتیجه باعث حرکت عقربه می‌شود.

هنگامی که فشار داخل و خارج لولهٔ خمیده، یکسان باشد، عقربه عدد صفر را نشان می‌دهد. صفحهٔ فشارسنج ممکن است برحسب هر واحد مناسب مثل پوند براینچ مربع $(psi)\frac{lb_F}{in^2}$، اینچ جیوه (in.Hg)، نیوتن بر متر مربع $(Pa)\frac{N}{m^2}$، کیلوگرم نیرو بر سانتی‌مترمربع $(\frac{kp}{cm^2})\frac{kg_F}{cm^2}$، متر آب (mwc)، سانتی‌متر جیوه (cm.Hg)، بار (bar) و میلی‌بار (m.bar) مدرج شود.

باید اضافه کرد که در ساختمان داخلی فشارسنج فشار را نسبت به نیرویی که به سطح خارجی لولهٔ خمیدهٔ آن وارد می‌شود، یعنی فشار آتمسفر محل، اندازه می‌گیرند. در نمودار ۸ــ۹ مقیاس‌ها و بعضی واحدهای اندازه‌گیری فشار، نشان داده شده است که فشار آتمسفر استاندارد در آن، همان فشار هوا در نقاط هم‌سطح دریاهای آزاد است.



نمودار ۸ــ۹ــ فشار مطلق ــ فشارنسبی ــ فشار محلی

۱ ــ Foot of watercolumn

با توجه به نمودار ۸ــ۹ می‌توان نتیجه گرفت که :

فشار اتمسفر محل + فشار نسبی = فشار مطلق

هم‌چنان که اشاره شد، فشار هوا را با «بارومتر» اندازه می‌گیرند، ولی از یک فشارسنج «بوردون» نیز می‌توان برای این کار استفاده کرد. در این حالت لولهٔ خمیدهٔ فشارسنج را از هوا تخلیه کرده، دهانهٔ آن را می‌بندند، بنابراین لولهٔ خمیده فقط از بیرون تحت تأثیر فشار هوای محل اندازه‌گیری است و بسته به مقدار آن، سر آزاد لولهٔ خمیده حرکت کرده، عقربه را به‌حرکت درمی‌آورد، عقربه هم به نوبهٔ خود روی صفحهٔ فشارسنج، فشار هوا را نشان می‌دهد.

۴ــ ارتفاع‌سنج (هیدرومتر) : در حرارت مرکزی و تهویهٔ مطبوع، برای نشان دادن ارتفاع سطح آزاد آب نسبت به نقطهٔ موردنظر، از یک فشارسنج بوردون [که برحسب متر آب (m.wc) یا اینچ آب (in.wc) درجه‌بندی شده] استفاده می‌کنند. عقربهٔ این فشارسنج تحت تأثیر فشار ستون آب داخل سیستم حرکت می‌کند. با توجه به رابطهٔ فشار در مایعات یعنی «$P = \rho gh$» این فشار نسبت مستقیم و خطی با عمق محل نصب فشارسنج نسبت به سطح آزاد مایع دارد؛ به این دلیل، فشارسنج را برحسب ستون آب، درجه‌بندی می‌کنند تا ارتفاع آب داخل سیستم را نشان دهد.

۵ ــ دماسنج ــ فشارسنج (ترمومتر ــ مانومتر) : وسیله‌ای به‌نام «ترمومتر ــ مانومتر» وجود دارد که در آن از یک ترمومتر بی‌متالی و یک فشارسنج بوردن استفاده شده است، صفحهٔ این وسیله، به دو نیم صفحه تقسیم شده است؛ نیم‌صفحهٔ بالایی مربوط به دماسنج است (که درجه حرارت را نشان می‌دهد) و نیم‌صفحهٔ پایینی مربوط به فشارسنج است (که‌فشار را نشان می‌دهد). این وسیله روی دیگ‌های چدنی و فولادی آب گرم سیستم گرم‌کنندهٔ ساختمان‌ها نصب می‌شود. در شکل **۹ــ۹** چند نوع از این‌ترمومترــ مانومترها نشان داده شده است.

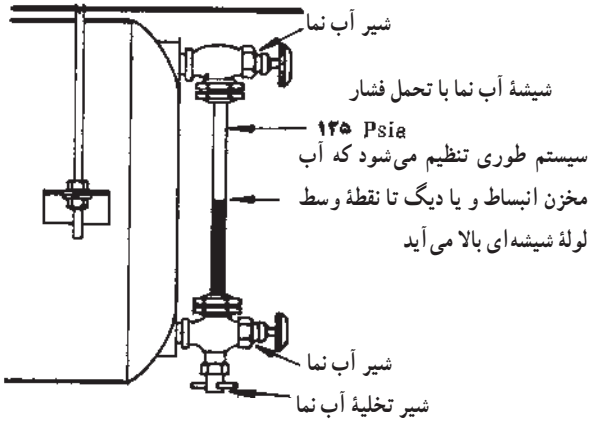
الف ــ ترمومتر ــ مانومتر با لولهٔ مویی

ب ــ ترمومتر ــ مانومتر ساده

شکل ۹ــ۹ــ چند نمونه ترمومتر ــ مانومتر

۳ــ۱ــ۹ــ وسایل نشان‌دهندهٔ سطح مایع : برای دیدن سطح مایعاتی نظیر گازوئیل، آب و ... داخل مخازن، از وسایلی به‌نام «نشان‌دهنده‌های سطح مایع» استفاده می‌کنند که در زیر به شرح هر یک از آنها می‌پردازیم.

ــ آب‌نما : برای نشان دادن سطح آب در دیگ‌های بخار و هم چنین مخازن انبساط بستهٔ بزرگ، از یک لولهٔ شیشه‌ای مانند شکل ۱۰ــ۹، (که بالا و پایین آن توسط دو شیر به دیگ و یا مخزن انبساط وصل است) استفاده می‌شود. لولهٔ آب‌نما از پایین دارای شیر سومی برای تخلیه و یا آزمایش است. در منابع انبساط بسته، به‌جای شیشه از لوله‌های پلاستیکی سخت و شفاف نیز استفاده می‌شود.



شکل ۱۰ــ۹ــ آب نما

سوخت‌نما : برای مشخص نمودن سطح و در نتیجه تعیین مقدار سوخت در مخازن از وسایلی به‌نام سوخت نما استفاده می‌شود که متداول‌ترین نوع آن سوخت‌نمای شناور است.

سوخت نمای شناور : در شکل ۱۱ــ۹ سوخت نمای شناوری نشان داده شده، که در آن یک گوی شناور روی سطح آزاد سوخت داخل مخزن قرار می‌گیرد؛ نخ متصل به شناور مستقیماً با دستگاه اندازه‌گیر (که روی منبع نصب می‌شود) مرتبط است. با بالا و پایین رفتن سطح سوخت، عقربهٔ متأثر از وضعیت شناور، مقدار سوخت داخل مخزن را نشان می‌دهد صفحهٔ دستگاه اندازه‌گیر ممکن است نسبت به حجم مخزن ــ برحسب m^3، Lit، gal ــ و نسبت حجم سوخت به حجم کل منبع (۰، $\frac{۱}{۴}$، $\frac{۱}{۲}$، $\frac{۳}{۴}$ و ۱) و یا ارتفاع سوخت

شکل ۱۱ــ۹ــ سوخت نمای شناور

داخل مخزن، تقسیم‌بندی شده باشد. هر سطح‌سنجی از این نوع باید با توجه به ارتفاع مخزن، تهیه و نصب گردد.

۲ــ۹ــ کنترل کننده‌ها

۱ــ۲ــ۹ــ کنترل کننده‌های دما (ترموستات‌ها) : ترموستات‌ها وسایلی هستند که درجه حرارت هوای داخل ساختمان، دمای آب داخل شبکهٔ سیستم گرم‌کننده و آب گرم مصرفی را کنترل و تنظیم می‌کنند.

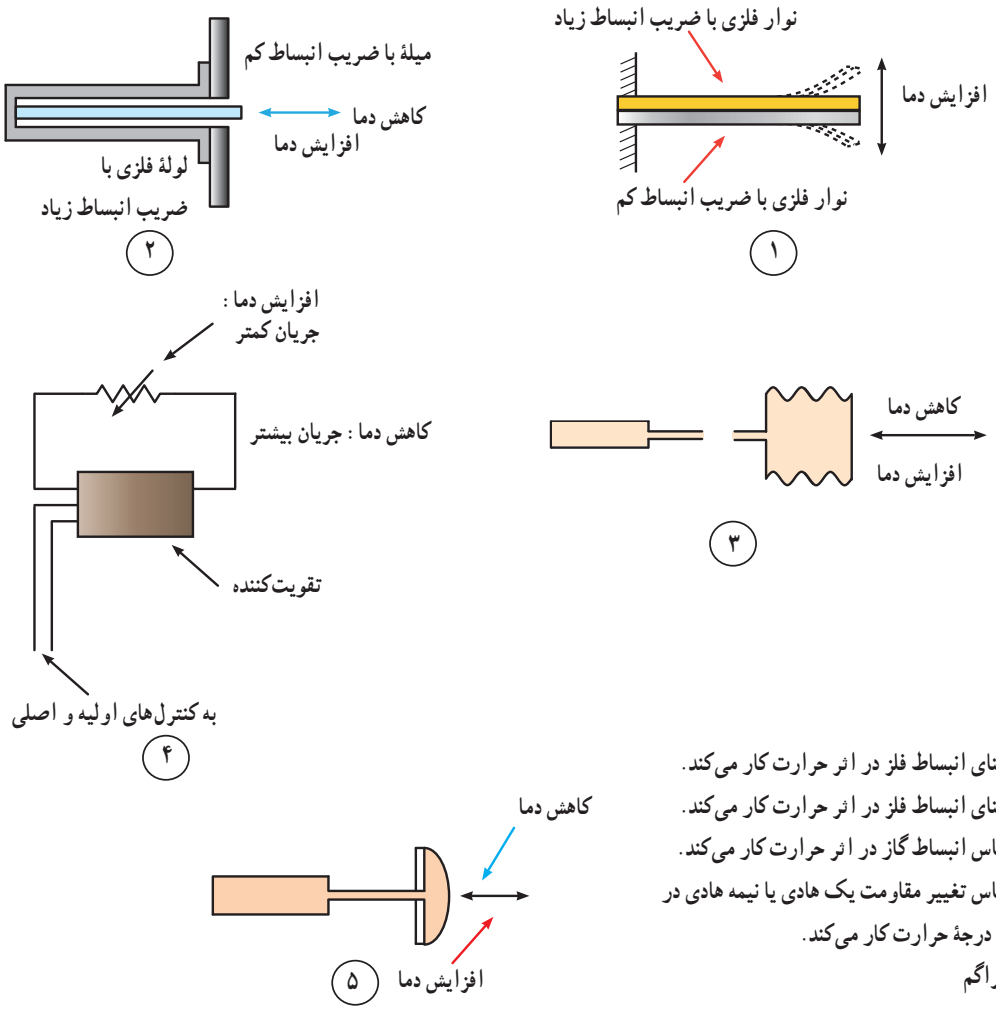
هر ترموستات دارای یک قطعهٔ حساس در مقابل درجه‌حرارت است، که نسبت به تغییر درجه حرارت، عکس‌العمل نشان داده، باعث قطع و یا وصل یک مدار خواهد شد. این قطعهٔ حساس که به آن حس‌کننده[1] گفته می‌شود به شکل‌های :

۱ــ بی‌متالی (نوار دو فلزی)، ۲ــ میله و لوله‌ای، ۳ــ فانوسه‌ای یا بلوزی[2]، ۴ــ مقاومت الکتریکی، ۵ــ هیدرولیکی، وجود دارد.

در شکل ۱۲ــ۹ این پنج نوع «سنسور» نشان داده شده‌اند.

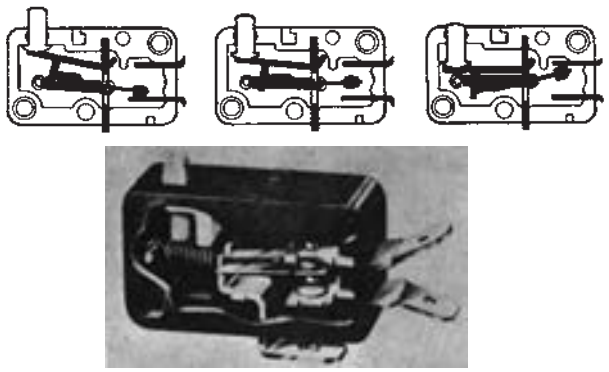
۱ــ Sensor

۲ــ Bellows Type



۱ــ بر مبنای انبساط فلز در اثر حرارت کار می‌کند.
۲ــ بر مبنای انبساط فلز در اثر حرارت کار می‌کند.
۳ــ براساس انبساط گاز در اثر حرارت کار می‌کند.
۴ــ براساس تغییر مقاومت یک هادی یا نیمه هادی در اثر تغییر درجهٔ حرارت کار می‌کند.
۵ــ دیافراگم

شکل ۱۲ــ۹ــ پنج نوع سنسور حساس در مقابل دما



حرکت جزیی حس‌کننده‌های شمارهٔ «۱، ۲، ۳ و ۵» اغلب روی دکمهٔ یک میکروسوئیچ، مانند شکل ۱۳ــ۹ اثر می‌کند و باعث قطع و وصل شدن یک کلید می‌شود[1].

دو سیم متصل به میکروسوئیچ و یا پلاتین‌ها و هم‌چنین دو سیم خروجی از حس‌کنندهٔ شمارهٔ (۴) به طرف کنترل‌های اصلی می‌روند و به آنها فرمان می‌دهند.

شکل ۱۳ــ۹ــ عملکرد میکروسوئیچ در اثر فرمان حس‌کننده‌ها

۱ ــ گاهی حرکت جزیی حس‌کننده‌ها مستقیماً روی پلاتین قطع و وصل ترموستات اثر می‌کند و میکروسوئیچی در کار نیست.

از جمله ترموستات‌های سیستم حرارت مرکزی می‌توان از ترموستات اتاقی[1]، ترموستات دیگ[2] (آکوستات[3]) و ترموستات سطحی[4] (آکوستات جداری) نام برد.

ترموستات‌های فوق، با کاهش دمای هوای اتاق، آب گرم دیگ و آب گرم داخل لولهٔ سیستم حرارت مرکزی، مدار الکتریکی را وصل و پس از رسیدن درجه حرارت به میزان تنظیم شدهٔ روی دستگاه، مدار را باز می‌کنند.

ترموستات اتاقی قطع و وصلی : در شکل ۱۴ــ۹ یک نوع ترموستات اتاقی را مشاهده می‌کنید که در آن برای کنترل دما از یک نوار دو فلزی (بی‌متال) استفاده شده است. این ترموستات‌ها معمولاً دارای اختلاف[5] دمای قطع و وصل از «$\frac{۱}{۲}$» تا «۲» درجهٔ فارنهایت می‌باشند. در بعضی از آنها یک آهن‌رُبای کوچک نیز در پشت نوار دو فلزی (نوار بی‌متالی) قرار می‌گیرد تا عمل قطع و وصل به‌صورت جهشی و آنی صورت گیرد و از سوختن پلاتین‌ها نیز جلوگیری کند.

شکل ۱۴ــ۹ــ نمای داخلی یک ترموستات، با نوار دو فلزی حلقه شده

بعضی از این ترموستات‌ها مجهز به مقاومت الکتریکی (R_n)[6] هستند که انرژی الکتریکی ورودی به این مقاومت، از بیرون توسط یک ساعت و یا یک کلید دستی کنترل می‌شود؛ در طول روز، کلید باز است و مقاومت، حرارتی تولید نمی‌کند؛ در نتیجه ترموستات کار عادی خود را انجام می‌دهد. اما در طول شب انرژی الکتریکی با یک ساعت به‌طور خودکار و یا با زدن کلید دستی به مقاومت R_n می‌رسد و به گرما تبدیل می‌شود؛ این گرما درجه حرارت محفظهٔ ترموستات را به دمایی بالاتر از دمای محل افزایش داده، عمل ترموستات را جلو می‌اندازد و در دمای محلی کمتری سیستم را از کار می‌اندازد.

بعضی ترموستات‌های اتاقی مانند شکل ۱۵ــ۹ به یک ساعت مجهزند که این ساعت ترموستات را در فواصل زمانی معین، به‌طور خودکار تنظیم می‌کند، یک مثال در این مورد استفاده از آن برای به‌دست آوردن دمای کم‌تر در شب و دمای معمولی در طول روز است. این ترموستات دو درجهٔ تنظیم دارد، یکی درجهٔ تنظیم شب (که علامت ماه در بالای آن قرار دارد) و دیگری درجهٔ تنظیم روز (که علامت خورشید در بالایش منظور گردیده است). دامنهٔ کار آن در شب «$۱۲\pm۸^{\circ}C$» و در روز «$۲۰\pm۸^{\circ}C$» است.

۱ــ Room Thermostat

۲ــ Boiler Thermostat

۳ــ Aquastat

۴ــ Surface Thermostat

۵ــ Differential

۶ــ R_n مقاومت داخل ترموستات است.

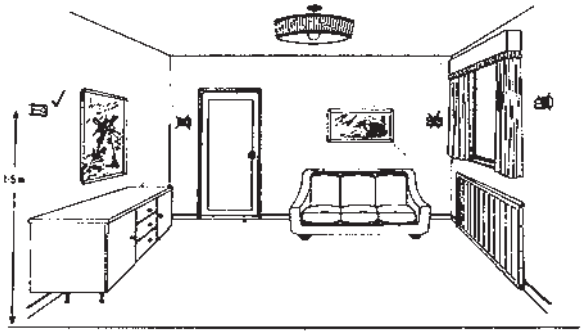
شکل ۱۵ــ۹ــ دو نمونه ترموستات اتاقی ساعت‌دار

در نصب ترموستات‌ها و انتخاب محل نصب آنها، باید دقت کافی به‌عمل آید.

۱ــ ترموستات‌ها نباید در معرض کوران هوا، اشعهٔ آفتاب یا روی دیوارهای خارجی نصب شوند.

۲ــ گرمای وسایل پخش‌کنندهٔ حرارت نباید مستقیماً آنها را تحت تأثیر قرار دهد.

۳ــ دمای محل نصب آنها، تقریباً یک‌نواخت باشد. برای مثال تیغه‌ها و دیوارهای میانی ساختمان جای مناسبی برای این کار است (شکل ۱۶ــ۹).



شکل ۱۶ــ۹ــ محل مناسب نصب ترموستات

۴ــ ترموستات‌ها باید حداکثر در ارتفاع «۱/۵» متری کف اتاق نصب شوند اگر پایین‌تر از این ارتفاع قرار گیرند دقت کنترلشان بیشتر خواهد بود ولی از طرفی در معرض دست‌کاری بچه‌ها و احیاناً برخورد با وسایل خانه می‌شود که تنظیم آنها را به‌هم می‌زنند.

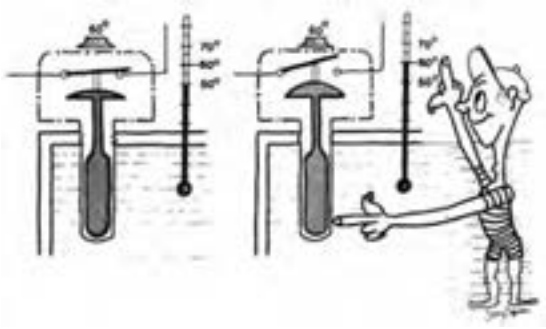
از ترموستات‌های اتاقی برای خاموش و روشن کردن پروانهٔ فن‌کوئل و خاموش و روشن نمودن پمپ سیرکولاسیون سیستم گرم‌کننده استفاده می‌شود.

ترموستات دیگ (آکوستات) : ترموستات دیگ که به آن «آکوستات مستغرق» نیز می‌گویند ــ شکل ۱۷ــ۹ ــ برای تنظیم درجه حرارت مایعات طراحی شده است که از آنها در تأسیسات حرارت مرکزی، برای فرمان دادن به مشعل‌های گازی وگازوئیلی جهت تنظیم درجه حرارت آب دیگ استفاده می‌شود.

قسمت حس‌کنندهٔ اولیهٔ آن از نوع هیدرولیکی ــ شکل ۱۲ــ۹ــ است؛ به همراه این دستگاه غلافی وجود دارد که آن را روی دیگ نصب می‌کنند. آب گرم دیگ در اطراف غلاف و مخزن حس‌کنندهٔ آن داخل غلاف قرار می‌گیرد، برای انتقال بهتر

شکل ۱۷ــ۹ــ ترموستات دیگ

حرارت از آب گرم دیگ به مخزن حس‌کننده، (بالب) معمولاً حد فاصل غلاف و مخزن حس‌کننده را به‌وسیلهٔ مخلوط برادهٔ آلومینیم و گریس پر می‌کنند. مطابق شکل ۱۸ــ۹ هنگامی که درجه حرارت آب داخل دیگ به‌درجه‌حرارت تنظیم شدهٔ روی آکوستات برسد، کلید داخل آکوستات توسط مخزن حس‌کننده قطع می‌شود و مشعل از کار می‌افتد. پس از سرد شدن آب داخل دیگ، مجدداً کلید وصل می‌شود و مشعل کارش را از سر می‌گیرد.



شکل ۱۸ــ۹ــ طرز کار ترموستات دیگ

ترموستات حدّ (آکوستات حدّ) : وجود یک وسیلهٔ کنترل (آکوستات دیگ) در سیستم حرارت مرکزی، ایمنی سیستم و اطمینان بهره‌برداری را تضمین نمی‌کند چون گاهی، سیستم مکانیکی آکوستات دیگ که در ۲۴ ساعت چندین مرتبه مدار را قطع و وصل می‌کند، خراب شده، عمل نمی‌کند، در این صورت با بالا رفتن درجهٔ حرارت آب در دیگ، مشعل خاموش نمی‌شود و با جوش آمدن آب در دیگ، خساراتی به بار خواهد آمد. برای جلوگیری از این عمل، ترموستات دیگری به نام ترموستات «حدّ» بر روی دیگ نصب و در مدار سری با ترموستات دیگ قرار داده می‌شود. درجهٔ تنظیم ترموستات حدّ چندین درجه بالاتر از درجهٔ حرارت ترموستات دیگ است؛ به این دلیل ترموستات یا آکوستات حدّ، همیشه وصل است مگر در زمانی که آکوستات دیگ عمل نکند و درجهٔ حرارت آب داخل دیگ به درجه حرارت تنظیم شده بر روی آکوستات حدّ برسد که در این صورت، این کنترل مشعل را خاموش کرده، از بروز خسارت جلوگیری می‌کند. ترموستات‌های حدّ معمولاً به دو صورت ساخته می‌شوند، یکی ترموستات حدّ بالا[۱] که کاملاً شبیه ترموستات دیگ است.

این دستگاه با درجه حرارت تنظیم شدهٔ بالاتر و یا سرد شدن آب به اندازه‌ای مطمئن، به طور خودکار مشعل را روشن می‌کند. دیگری ترموستات قطع‌کنندهٔ دمای بالا[۲] است که دارای دکمهٔ « ری ست[۳]» است و با پایین آمدن درجهٔ حرارت آب دیگ و رسیدن به درجهٔ مطمئن، با فشار دادن دکمهٔ «ری‌ست» می‌توان مشعل را مجدداً روشن کرد. بنابراین نوع دوّم ترموستات حدّ توصیه می‌شود، چون با خاموش شدن مشعل، فرد مسئول از خرابی آکوستات دیگ مطلع شده، نسبت به تعویض به موقع آن اقدام خواهد کرد.

به جای استفاده از یک آکوستات دیگ و یک آکوستات حدّ به‌طور جداگانه، می‌توان از یک دستگاه ترموستات «دوتایی[۴]» استفاده نمود. دنبالهٔ ترموستات دوتایی که درون دیگ قرار می‌گیرد دارای دو بالب، یکی مربوط به آکوستات معمولی دیگ و دیگری مربوط به آکوستات حدّ می‌باشد. در شکل ۱۹ــ۹ دو نوع ترموستات حدّ و یک نوع ترموستات دوتایی نشان داده شده است.

---

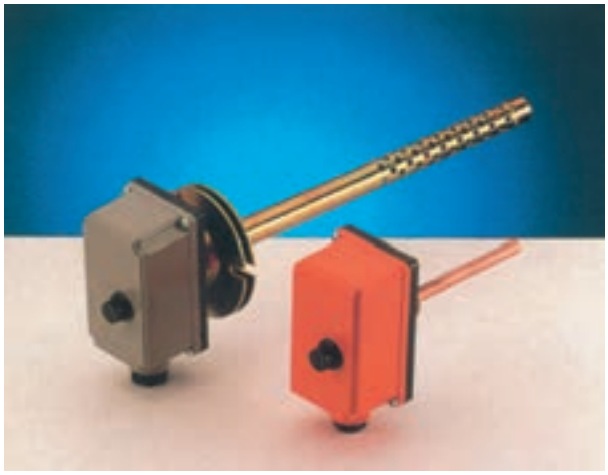
۱ ــ High limit thermostat

۲ ــ High temperature cutout

۳ ــ Reset دوباره در مدار قرار دادن

۴ ــ Dual Thermostat

الف ــ ترموستات دوتایی



ب ــ ترموستات حدّ

شکل ۱۹ــ۹ــ ترموستات حدّ و ترموستات دوتایی

ترموستات جداری (آکوستات جداری) : در شکل ۲۰ــ۹ یک ترموستات و یا آکوستات جداری نشان داده شده است. حس‌گر این ترموستات از نوع نوار دو فلزی (بی‌متالی)ــ شکل ۱۲ــ۹ــ می‌باشد. در ساختمان‌های چند واحدی که نمی‌توان از یک ترموستات اتاقی برای روشن و خاموش کردن پمپ سیرکولاسیون حرارت مرکزی استفاده کرد، آکوستات جداری را بر روی لولهٔ برگشت اصلی شبکهٔ گرم‌کننده، در موتورخانه نصب می‌کنند و به‌وسیلهٔ آن، پمپ حرارت مرکزی را کنترل می‌نمایند.

آکوستات جداری به‌وسیلهٔ فنری که در شکل دیده می‌شود، برروی لوله نصب می‌گردد. باید دقت شود که در محل قرار گرفتن سنسور آکوستات برروی لوله، عایق حرارتی وجود نداشته باشد.

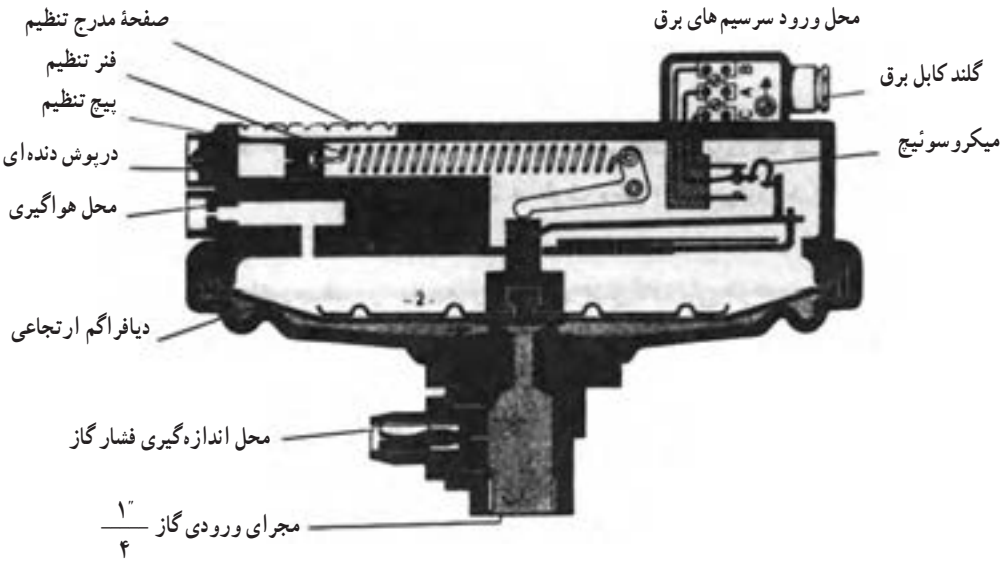
شکل ۲۰ــ۹ــ یک آکوستات جداری

۲ــ۲ــ۹ــ کنترل‌کننده‌های فشار : کنترل‌کننده‌های فشار وسایلی هستند، که به‌وسیلهٔ آنها می‌توان فشار سیّال را در یک دستگاه و یا قسمت‌های مختلف یک سیستم، تنظیم و یا کنترل نمود، تا در صورتی که از مقدار تعیین شده قبلی پایین‌تر یا بالاتر (و یا هر دو) رفت، دستگاه را خاموش کرده، از ایجاد خسارت جلوگیری می‌کرد.

کنترل‌کننده‌های فشار در سیستم‌های حرارت مرکزی و تهویهٔ مطبوع بسیارند که در این‌جا به شرح تعدادی از آنها می‌پردازیم :

کلید کنترل فشارگاز[۱] : فشار گاز ورودی به مشعل نباید کمتر از حد معینی شود و اگر فشار گاز کم باشد مخلوط هوا و گاز از نظر میزان گاز رقیق بوده، باعث قطع شعله خواهد شد و ممکن است خطراتی را به‌وجود آورد؛ برای اطمینان از فشار کافی گاز ــ مطابق شکل‌های ۲۸ــ۷ و ۲۹ــ۷ــ روی شیر برقی یا رگولاتور و یا لولهٔ گاز، کلید کنترل فشار گاز را نصب می‌کنند. [برش‌خوردهٔ نوعی از آن را در شکل ۲۱ــ۹ مشاهده می‌کنید.] اگر فشار گاز داخل لولهٔ اصلی که از طریق دهانهٔ پایین به زیر دیافراگم لاستیکی اثر می‌کند به اندازهٔ کافی باشد، دیافراگم به طرف بالا حرکت می‌کند و باعث اتصال کنتاکت‌های «A» و «C» می‌شود و برعکس ارتباط کنتاکت‌های «A» و «B» قطع می‌شود. از کنتاکت‌های «A» و «C» در مدار رلهٔ کنترل مشعل استفاده می‌شود تا در صورت کافی

۱ــ Gas pressure switch



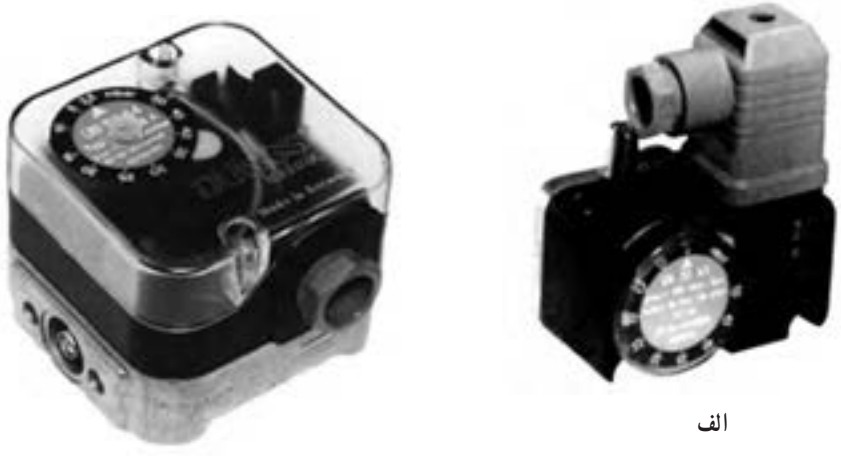
شکل ۲۱ــ۹ــ برش خوردهٔ یک کلید کنترل فشارگاز

نبودن فشار و قطع شدن کنتاکت‌های«A » و « C»، رله، مشعل را از کار بیندازد. با تنظیم نیروی فنر متصل به پیچ تنظیم فشار، می‌توان فشار عمل کلید را کم و یا زیاد کرد.

کلید کنترل فشار هوا[1] : برای اطمینان از وجود هوای کافی برای احتراق، می‌توان از کلید کنترل فشار هوا استفاده کرد.

ساختمان این کلید به جز مقادیر فشار مشابه کلید کنترل فشار گاز است. این کلید دهانهٔ زیر دیافراگم را توسط یک لوله به محل خروج هوا از وانتیلاتور مشعل وصل می‌کنند تا فشار هوای خروجی به زیر دیافراگم اثر کرده، در صورت کافی بودن فشار، کنتاکت‌های«A» و « C» را که در مدار رلهٔ کنترل قرار گرفته‌اند، وصل کند و مشعل اجازهٔ ادامهٔ کار پیدا کند.

در شکل **۲۲ــ۹** یک نمونه کلید کنترل فشار گاز و یک نمونه کلید کنترل فشار هوا نشان داده شده است.



الف

ب

شکل ۲۲ــ۹ــ کلید کنترل فشارگاز و هوا

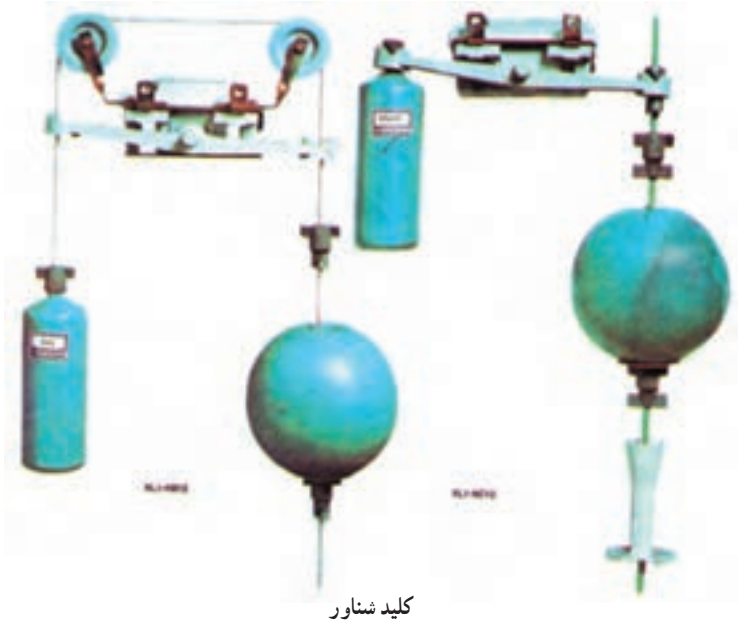
۱ــ Air pressure switch

۳ــ۲ــ۹ــ کنترل‌کننده‌های سطح : کنترل‌کننده‌های سطح وسایلی هستند که سطح مایع را در یک مخزن کنترل کرده، در یک حدّ (بالا و پایین) نگه می‌دارند. شیر شناور داخل مخازن آب در ارتفاع و مخازن انبساط باز، فلَش تانک‌ها و تشتک کولرهای آبی، نوع کنترل‌کنندهٔ سطح از نوع مکانیکی است که فقط دارای حدّ بالا بوده، نمی‌گذارد سطح آب، در این مخازن از مقدار معینی بالاتر رود.

کلید شناور (Float Switch) : برای کنترل سطح مایع داخل یک مخزن ــ به‌طور مثال کنترل سطح گازوئیل در داخل مخزن روزانه ــ از کلید شناور استفاده می‌شود.

این کلید دارای یک گوی شناور است که در مخزن روزانه، بر روی سطح گازوئیل قرار گرفته، همراه آن بالا و پایین می‌رود، این گوی به‌وسیلهٔ یک سیستم مکانیکی قابل تنظیم، کلیدی را قطع و یا وصل می‌کند. زمانی که سطح گازوئیل از حدّ تنظیم شده پایین‌تر رفت، کلید وصل شده، پمپ گازوئیل پس از روشن شدن، گازوئیل را وارد مخزن روزانه می‌کند. با بالا آمدن سطح گازوئیل و رسیدن آن به حدّ لازم، کلید قطع شده، پمپ خاموش می‌شود. در شکل **۲۳ــ۹** این کلید نشان داده شده است.

از کلید شناور می‌توان برای تخلیهٔ آب‌های جمع شده در یک مخزن نیز استفاده نمود. برای این کار باید سرسیم‌های کلید برقی آن‌را طوری به موتور پمپ بست که با بالا آمدن سطح آب و رسیدن آن به حدّ معینی، موتور پمپ روشن شده، آب داخل مخزن را تخلیه نماید و یا پایین آمدن گوی همراه سطح آب و رسیدن آن به حدّ تنظیم شده، موتور پمپ را خاموش کند.



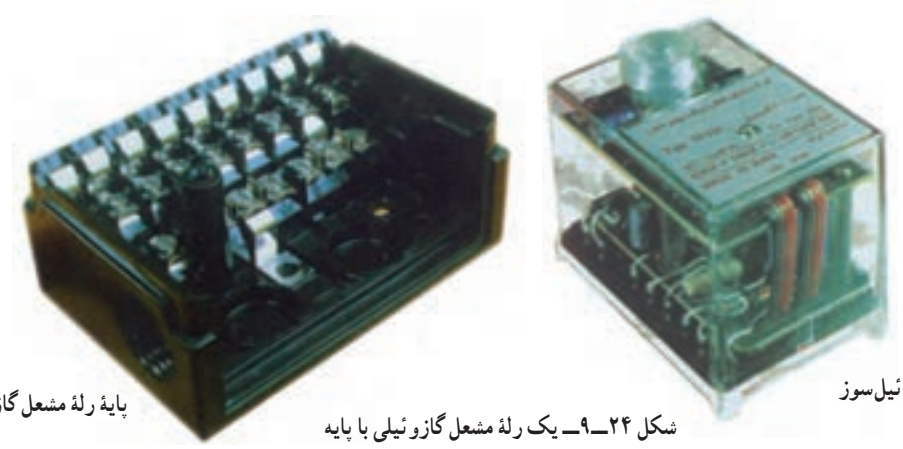
کلید شناور

شکل ۲۳ــ۹ــ کنترل‌کنندهٔ سطح

۳ــ۹ــ رلهٔ مشعل‌ها

رلهٔ مشعل یک کنترل‌کنندهٔ الکترونیکی است که براساس طراحی و برنامه‌ریزی که دارد مشعل را با ایمنی روشن می‌کند و در صورت به‌وجود آمدن هر نوع اِشکال در ایجاد و یا باقی ماندن شعله، با خاموش کردن مشعل از بروز حادثه جلوگیری می‌کند.

در شکل **۲۴ــ۹** یک نوع رلهٔ مشعل گازوئیلی نشان داده شده است.



رلهٔ مشعل گازوئیل‌سوز

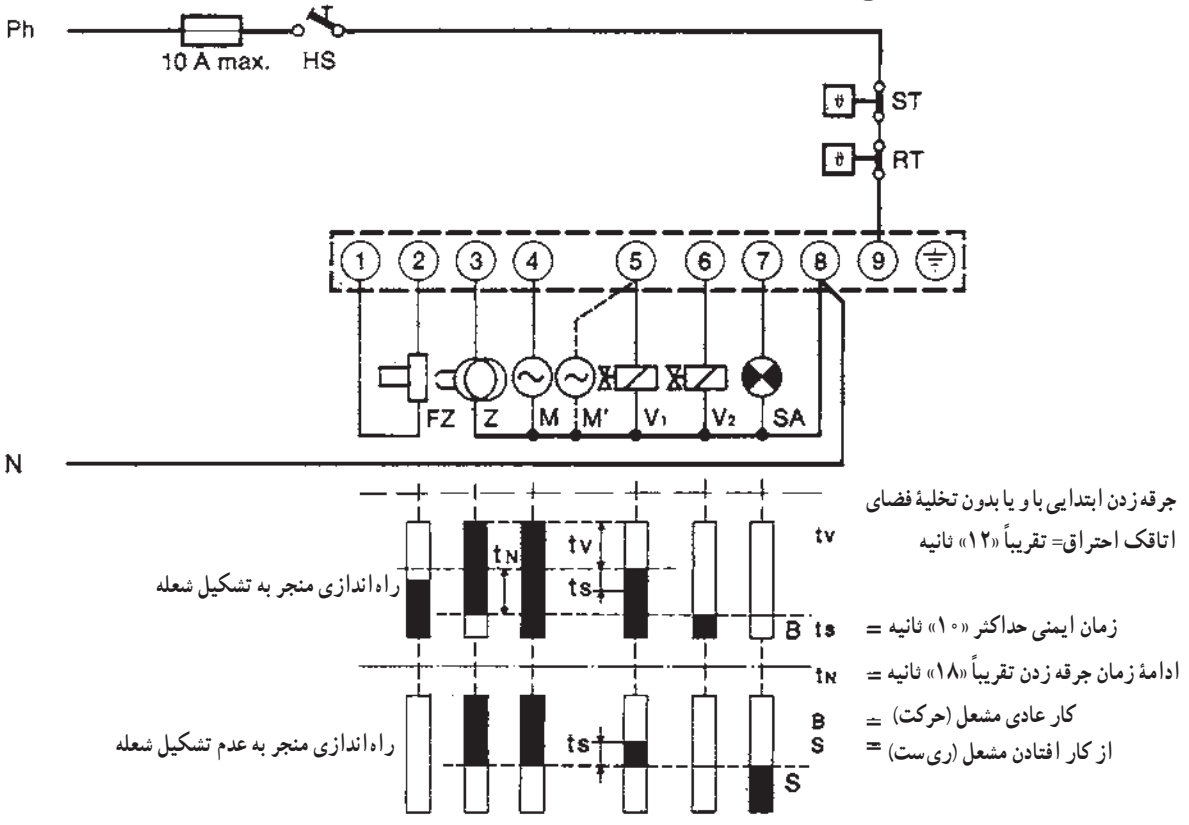
پایهٔ رلهٔ مشعل گازوئیل‌سوز

شکل ۲۴ــ۹ــ یک رلهٔ مشعل گازوئیلی با پایه

۱ــ۳ــ ۹ــ طرز کار رلهٔ مشعل گازوئیلی : در شکل ۲۵ــ۹ مدار برقی یک رله مشعل گازوئیلی نشان داده شده است.

طرز کار و زمان‌بندی رله بدین‌صورت است که ابتدا الکتروموتور و ترانس جرقه در مدار قرار می‌گیرند و باعث خروج و تخلیه هوای داخل کوره می‌شود و اگر از قبل گازوئیل نسوخته‌ای در کوره مانده باشد بسوزد و خارج شود پس از آن رله برق را به شیر مغناطیسی می‌رساند و مسیر عبور گازوئیل به طرف نازل را باز می‌کند. با رسیدن سوخت شعله تشکیل می‌شود.

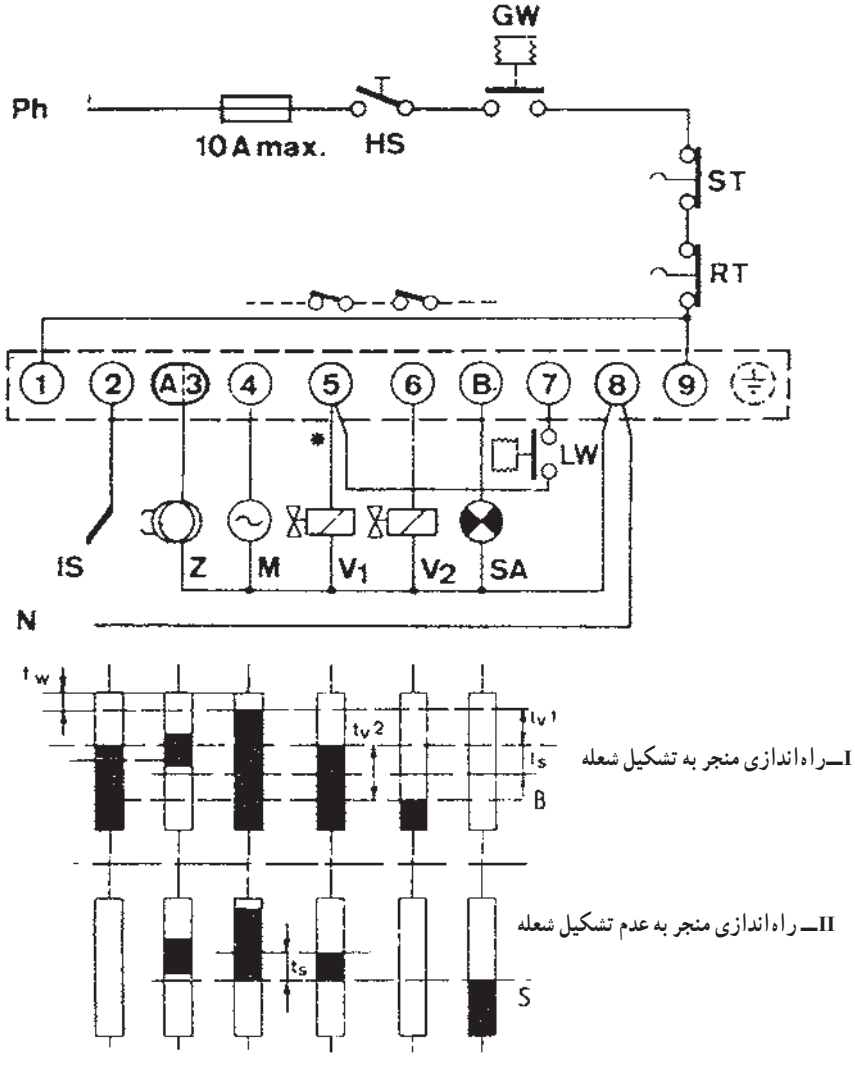
حال چنانکه به هر دلیلی شعله تشکیل شود و نور به چشم الکتریک نرسد. رله، ترانس جرقه، الکتروموتور و شیر برقی را از کار می‌اندازد. چراغ رله روشن می شود.



HS کلید اصلی
ST ترموستات حد (ایمنی)
RT ترموستات دیگ
FZ چشم الکتریکی
Z ترانس جرقه
M الکتروموتور (مشعل با شیر مغناطیسی)
M' الکتروموتور (مشعل بدون شیر مغناطیسی)
V1 شیر مغناطیس مرحلهٔ اول
V2 شیر مغناطیس مرحلهٔ دوم
SA لامپ شاهد (سیگنال) خارجی

شکل ۲۵ــ۹ــ مدار برقی یک مشعل گازوئیلی

۲ــ۳ــ ۹ــ طرز کار رلهٔ مشعل گازی دمنده دار :در شکل ۲۶ــ۹ مدار برقی یک نوع رله مشعل گازسوز دمنده‌دار نشان داده شده است طرز کار و زمان‌بندی رله بدین‌صورت است که ابتدا الکتروموتور شروع به کار نموده تخلیهٔ گازهای مزاحم فضای احتراق را انجام می‌دهد. پس از گذشت چند ثانیه ابتدا ترانس جرقه سپس شیر برقی وارد مدار می‌شوند و شعله تشکیل می‌شود. با تشکیل شعله میله یونیزاسیون وارد مدار می شود و عبور جریانی از آن تشکیل شعله را برای رله تأیید می کند و مشعل به‌کار خود ادامه می‌دهد و ترانس جرقه از مدار خارج می‌شود. اگر پس از در مدار قرار گرفتن ترانس جرقه و باز شدن شیر برقی شعله تشکیل نشود میله یونیزاسیون جریانی به رله نمی‌فرستد و رله الکتروموتور و ترانس جرقه و شیر برقی از مدار خارج می کند.



I ــ راه‌اندازی منجر به تشکیل شعله

II ــ راه‌اندازی منجر به عدم تشکیل شعله

Ph= فاز
HS= کلید اصلی
ST= ترموستات حدّ
RT= ترموستات دیگ
LW= کلید کنترل هوا
SA= لامپ سیگنال
V۲= شیر مغناطیس دوم
V۱= شیر مغناطیس اوّل
M= الکتروموتور
Z= ترانس جرقه
IS= میله یونیزاسیون

شکل ۲۶ــ۹ــ مدار برقی یک مشعل گازی دمنده‌دار

پرسش و تمرین

۱ــ کدام کمیّت‌های فیزیکی را با نشان‌دهنده‌ها، می‌توان روی دستگاه‌ها اندازه‌گیری نمود؟

۲ــ برای اندازه‌گیری درجهٔ حرارت از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

۳ــ دماسنج بی‌متالی را شرح دهید.

۴ــ برای اندازه‌گیری فشار از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

*۵ــ بارومتر را شرح دهید.

*۶ــ فشار یک اتمسفر، معادل چند سانتی‌متر جیوه، چند متر آب، چند اینچ جیوه، چند فوت آب، چند PSIA، چند بار و چند $\frac{KP}{cm^2}$ است.

*۷ــ PSIA ۱ معادل چند فوت آب است.

*۸ــ مانومتر را شرح دهید.

۹ــ فشارسنج نسبی را توضیح دهید.

۱۰ــ رابطهٔ بین فشار مطلق، فشارنسبی و فشار اتمسفر محل را بنویسید.

۱۱ــ ارتفاع‌سنج (هیدرومتر) را شرح دهید.

۱۲ــ دماسنج ــ فشارسنج (ترمومتر ــ مانومتر) را توضیح دهید.

۱۳ــ وسایل نشان‌دهندهٔ سطح را تعریف کنید.

۱۴ــ آب‌نما را شرح دهید.

۱۵ــ سوخت نمای شناور را توضیح دهید.

۱۶ــ کدام کمیت‌های فیزیکی را با کنترل‌کننده‌ها، می‌توان کنترل نمود؟

۱۷ــ کنترل‌کننده‌های دما را تعریف کنید.

۱۸ــ انواع مختلف حس‌کننده‌های حرارتی را که در ساخت ترموستات‌ها کاربرد دارند، با رسم شکل شرح دهید.

۱۹ــ انواع مختلف ترموستات‌هایی را که در سیستم حرارت مرکزی کاربرد دارند، نام ببرید.

۲۰ــ ترموستات اتاقی قطع ووصلی را شرح دهید.

۲۱ــ شرایط محل نصب ترموستات اتاقی را بنویسید.

۲۲ــ ترموستات‌های قطع و وصلی در سیستم گرم‌کننده به چه دستگاهی فرمان می‌دهند؟

۲۳ــ ترموستات دیگ (آکوستات) را شرح دهید.

۲۴ــ ترموستات حدّ (آکوستات حدّ) را شرح دهید.

۲۵ــ ترموستات جداری (آکوستات جداری) را توضیح دهید.

۲۶ــ کنترل‌کننده‌های فشار را تعریف کنید.

۲۷ــ کلید کنترل فشار گاز مشعل را شرح دهید.

۲۸ــ کلید کنترل فشار هوای مشعل را شرح دهید.

۲۹ــ کنترل کنندهٔ سطح را تعریف نمایید.
۳۰ــ کلید شناور (Float Switch) را شرح دهید.
۳۱ــ رلهٔ مشعل را تعریف کنید.
۳۲ــ طرز کار رلهٔ مشعل گازوئیلی را شرح دهید.
۳۳ــ طرز کار رلهٔ مشعل گازی دمنده‌دار (فن‌دار) را شرح دهید.