

سیستم های حرارت مرکزی

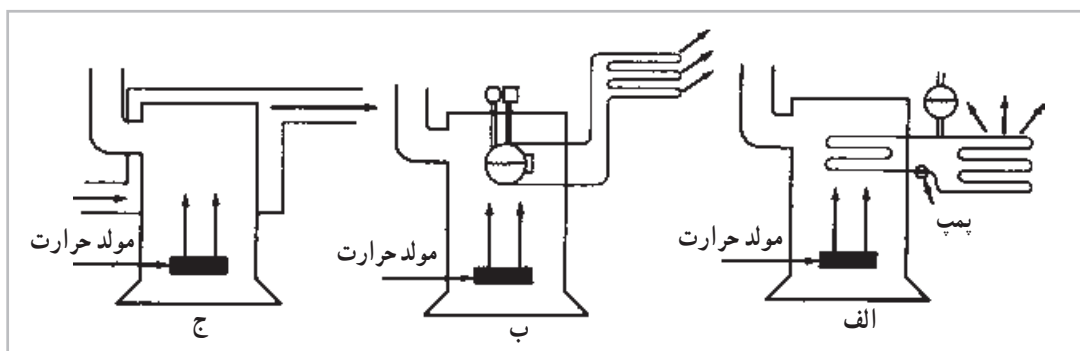
هدف های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می رود:

- ۱- سیستم های حرارت مرکزی را بیان کند.
- ۲- نحوه ی کار انواع سیستم های حرارت مرکزی را توضیح دهد.
- ۳- قسمت های مختلف یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم را شرح دهد.

۳- سیستم های حرارت مرکزی

موتورخانه یا اتاق مکانیکی تولید شده، توسط سیال واسطه ای جذب و به اتاق های مختلف هدایت می شود. این سیال واسطه، ممکن است آب (شکل ۱-۳-الف)، بخار آب (شکل ۱-۳-ب) و یا هوا (شکل ۱-۳-ج) باشد.

نصب بخاری در هر اتاق برای ساختمان هایی که اتاق های زیادی دارند مشکلات زیادی از نظر بهره برداری، نگهداری و کیفیت کار پیش می آورد. در چنین ساختمان هایی باید سیستم های حرارت مرکزی ایجاد شود. در این سیستم، گرما در محلی به نام

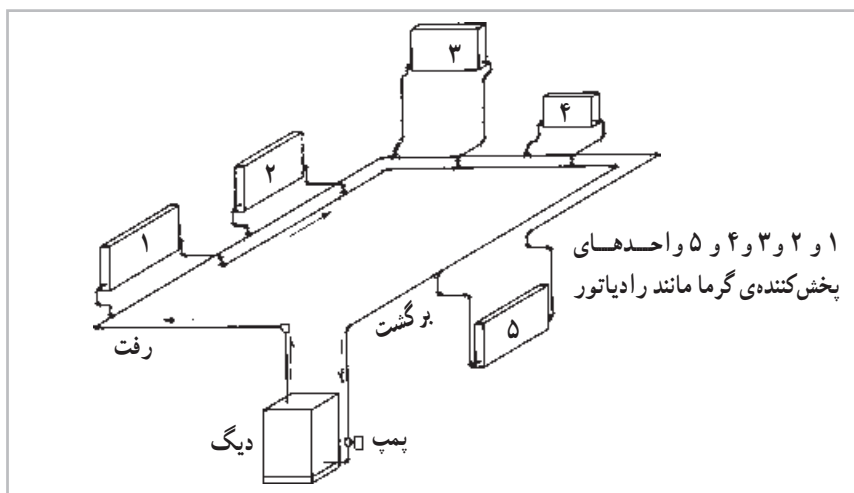


شکل ۱-۳- نمای انواع سیستم های حرارت مرکزی

۳-۱- انواع سیستم حرارت مرکزی

یک پمپ جریانی و سیستم لوله کشی در واحدهای پخش کننده ی گرما (مانند رادیاتور، فن کویل و ...) جریان یافته، گرمای خود را به هوای اتاق می دهد و برای جذب گرمای مجدد به طرف دیگ برمی گردد. شکل (۲-۳) نمای ساده ی یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم را نشان می دهد.

سیستم حرارت مرکزی سه نوع است: حرارت مرکزی با آب گرم - حرارت مرکزی با بخار آب - حرارت مرکزی با هوای گرم. در حرارت مرکزی با آب گرم، گرمای تولید شده توسط مشعل به آب درون دیگ منتقل می شود. آب گرم شده به وسیله ی



شکل ۲-۳- نمای ساده‌ی یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم

۱-۲-۳- دستگاه‌های پخش کننده گرما: این

دستگاه‌ها شامل «کنوکتورها»، «رادیاتورها»، «فن کویل‌ها» و «یونیت هیتر» است. آب گرم از طریق «لوله‌ی رفت» وارد این دستگاه‌ها شده، در آن‌ها از طریق «هدایت»، «تابش»، «وزش» با هوای اتاق تبادل گرمایی انجام می‌دهد و آب خروجی از دستگاه پخش کننده، کاهش دما پیدا می‌کند.

۲-۲-۳- سیستم انتقال آب گرم: سیستم انتقال آب

گرم شامل سیستم لوله‌کشی بین دستگاه‌های پخش کننده و تولیدکننده گرما و پمپ سیرکولاتور است. جریان گردش آب ممکن است به‌طور طبیعی براساس اختلاف دمای آب رفت و برگشت نیز صورت گیرد.

برای بالا بردن سرعت آب و کاهش قطر لوله‌ها امروزه معمولاً از سیستم پمپی استفاده می‌شود. به وسیله‌ی سیستم انتقال آب گرم، آب با حجم ثابتی پیوسته بین دستگاه‌های تولیدکننده و پخش کننده گرما در گردش است. آب گرمی از دست داده‌ی خود در پخش کننده را از دستگاه تولیدکننده‌ی آب گرم به دست می‌آورد.

۲-۳- سیستم حرارت مرکزی با آب گرم

سیستم حرارت مرکزی با آب گرم سه نوع^۱ است: سیستم حرارت مرکزی با دمای پائین^۲ که در آن دما تا (12°C) است.

سیستم حرارت مرکزی با دمای متوسط^۳ که دمای آن $(12^{\circ}\text{C}-175^{\circ}\text{C})$ است.

سیستم حرارت مرکزی با دمای بالا^۴ که دمای آن $(23^{\circ}\text{C}-176^{\circ}\text{C})$ است.

زمانی از سیستم گرمایی با دمای کم استفاده می‌شود که دمای آب در لوله‌ی رفت زیر نقطه‌ی جوش آب (در حدود 8°C) و در لوله‌ی برگشت بین $(60^{\circ}$ تا 70°) درجه‌ی سانتی‌گراد باشد. آب گرمی ویژه‌ی بالایی دارد، $(4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}})$ بنابراین از طریق آن می‌توان گرمای زیادی را به کمک لوله‌هایی با قطر نسبتاً کم، به پخش کننده‌های گرمایی رسانید.

سیستم حرارت مرکزی با آب گرم شامل قسمت‌های زیر است:

۱- تعاریف از مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمانی ایران آورده شده است.
[جدول ۱۴-۱-۱ (۲-۳) «ب»]

۲- Low Temperature Water Heating Systems

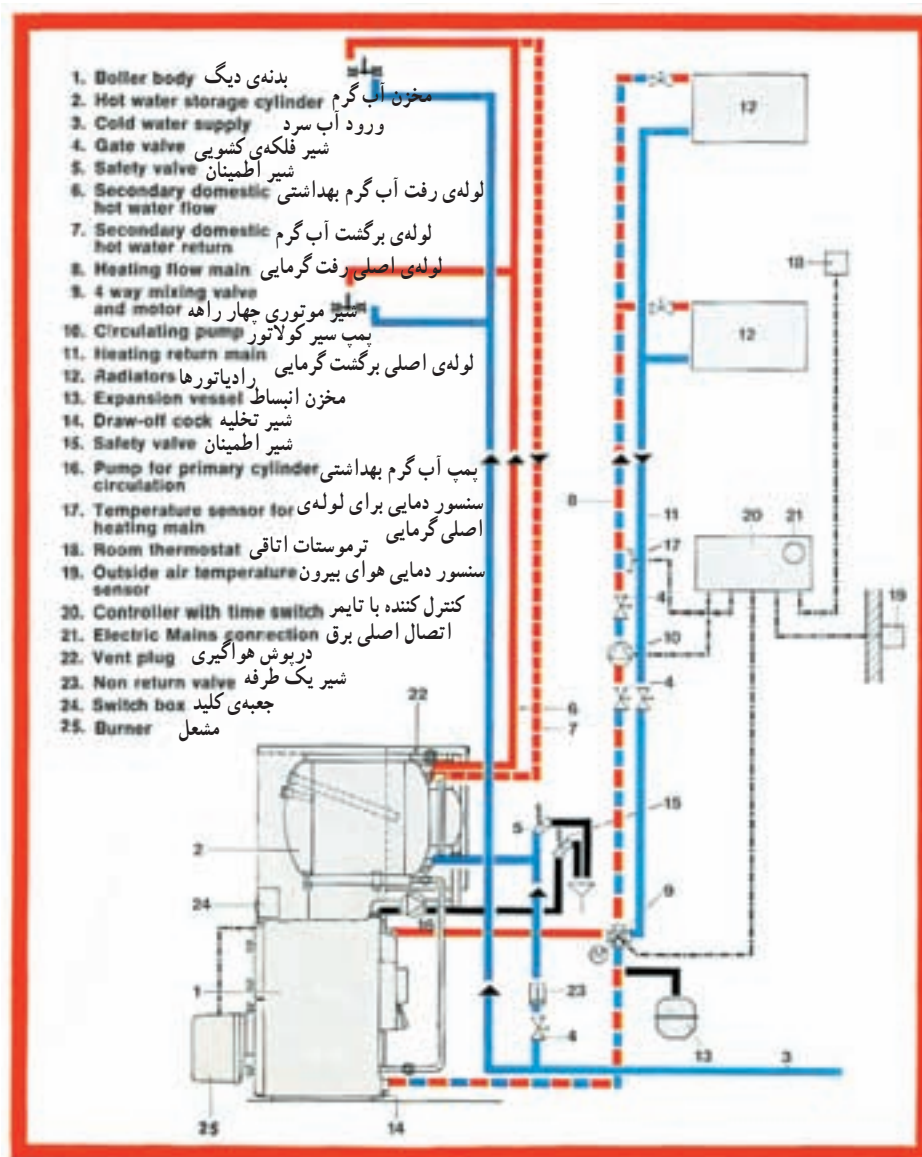
۳- Medium Temperature Water Heating Systems

۴- High Temperature Water Heating Systems

۵-۲-۳- مخازن: مخزن گازوئیل برای نگهداری گازوئیل مصرفی در زمان خاصی از سال، مخزن گازوئیل روزانه، مخزن انبساط بسته، مخزن انبساط باز، مخزن آب گرم مصرفی از لوازم ضروری و جنبی یک سیستم حرارت مرکزی هستند. نمایش اجزای سیستم: در شکل (۳-۳) نمایش اجزای یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم را مشاهده می‌کنید. در فصل‌های آینده به بررسی اجزای مختلف یک سیستم حرارت مرکزی و محاسبات و روش انتخاب دستگاه‌های آن خواهیم پرداخت.

۳-۲-۳- دستگاه‌های مولد آب گرم: که شامل انواع مشعل و دیگ آب گرم است. گرمای حاصل از احتراق سوخت توسط مشعل به آب درون دیگ انتقال یافته، موجب گرم شدن آب عبوری داخل دیگ می‌شود.

۳-۲-۴- نشان دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌ها: نشان دهنده‌هایی مانند «ترمومتر» و «مانومتر دیگ»، سطح نمای «مخزن گازوئیل» و آب‌نمای «مخزن انبساط» و کنترل‌هایی مانند «ترموستات دیگ»، «ترموستات جداری»، «ترموستات اتاقی»، «شیر اطمینان» و «رله‌ی مشعل» از لوازمی هستند که برای راهبری و نگهداری صحیح سیستم ضرورت دارند.



شکل ۳-۳- اجزای مختلف یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم

پرسش و تمرین

- ۱- انواع سیستم‌های حرارت مرکزی را نام ببرید.
- ۲- وظیفه‌ی سیال واسطه در سیستم‌های حرارت مرکزی چیست؟
- ۳- اجزای یک سیستم حرارت مرکزی با هوای گرم را نام ببرید.
- ۴- اجزای یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم را نام ببرید.
- ۵- اجزای یک سیستم حرارت مرکزی با بخار آب را نام ببرید.
- ۶- دستگاه‌های پخش‌کننده کدام‌اند و چه وظیفه‌ای دارند؟
- ۷- سیستم انتقال آب گرم را توضیح دهید.
- ۸- دستگاه‌های مولد آب گرم را شرح دهید.
- ۹- یک سیستم حرارت مرکزی را از روی شکل شماتیک توضیح دهید.

دستگاه‌های پخش کننده‌ی گرما

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

- ۱- رادیاتور و انواع آن را شرح دهد.
- ۲- معیارهایی را که در انتخاب رادیاتورها در نظر گرفته می‌شود، توضیح دهد.
- ۳- ساختمان و ویژگی‌های انواع رادیاتورها را بیان کند.
- ۴- ساختمان، طرز کار و انواع کنوکتور، یونیت هیتر و فن‌کوئل را توضیح دهد.
- ۵- راه‌های صرفه‌جویی در انرژی مصرفی را شرح دهد.

۴- دستگاه‌های پخش کننده‌ی گرما

ساخته می‌شوند. هر پره‌ی رادیاتور شامل دو صفحه‌ی پرس شده است که بر روی هم قرار گرفته، لبه‌ی آن‌ها به یک‌دیگر جوش مقاومتی داده می‌شود. با قرار گرفتن دو صفحه‌ی پرس شده بر روی هم، مسیرهایی برای عبور آب در حد فاصل دو صفحه ایجاد می‌گردد. پره‌های تولید شده، در کارخانه به یک‌دیگر متصل می‌شوند تا رادیاتور با تعداد پره‌ی مورد نظر تولید شود. کارخانه‌ها تعداد پره‌های رادیاتورهای فولادی را بر حسب سفارش بازار تولید می‌کنند. اندازه‌ی رادیاتورهای فولادی بر حسب پهنای پره و ارتفاع محور تا محور کلکتورهای بالا و پایین آن بیان می‌شود. منظور از رادیاتور (۵۰۰×۲۰۰×۲۵)، رادیاتور (۲۵) پره با پره‌هایی به پهنای (۲۰۰ میلی‌متر) و ارتفاع محور تا محور لوله‌های رفت و برگشت (۵۰۰ میلی‌متر) است.

انواع رادیاتورهای فولادی: رادیاتورهای فولادی از نظر ارتفاع و پهنای در اندازه‌های مختلفی ساخته شده، به بازار

دستگاه‌های پخش کننده‌ی گرما و سالی هستند که از آن‌ها برای جبران تلفات حرارتی ساختمان و گرم‌نگه داشتن محل مورد نظر استفاده می‌شود. در این دستگاه‌ها سیال گرم (آب گرم، آب داغ و یا بخار) جریان داشته، گرمای خود را از طریق سطح تبادل کننده‌ی حرارت، به محیط منتقل می‌کند.

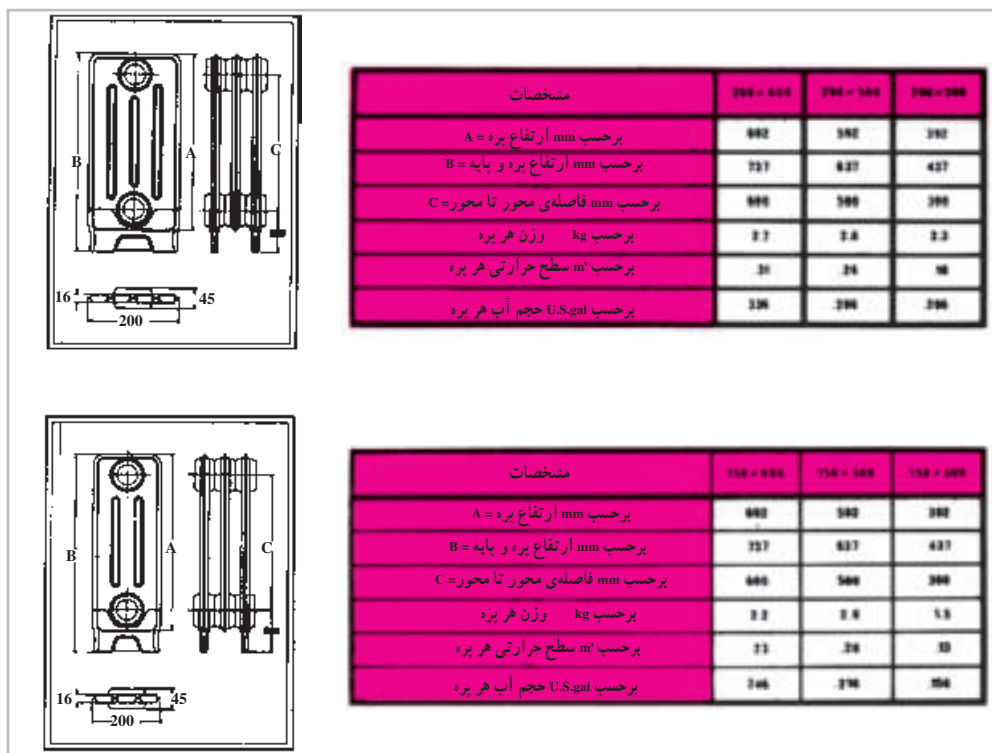
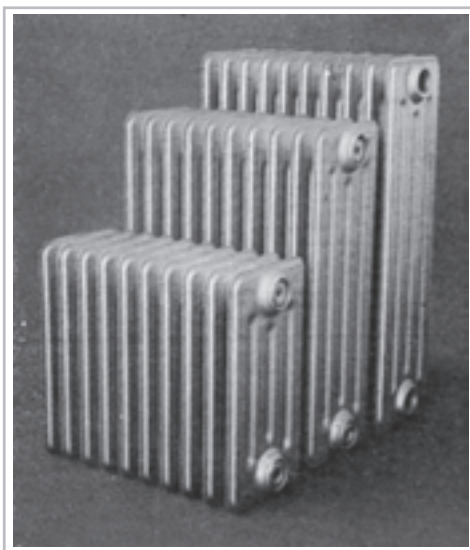
۱-۴- رادیاتورها و انواع آن

رادیاتورها یکی از دستگاه‌های پخش کننده‌ی حرارت هستند که در انواع مختلفی از نظر جنس، اندازه و فرم به بازار مصرف عرضه می‌شوند. رادیاتورها از نظر جنس، در انواع فولادی، آلومینیومی و چدنی ساخته می‌شوند.

۱-۱-۴- رادیاتورهای فولادی و ساختمان آن‌ها:
رادیاتورهای فولادی از ورق‌های آهن به ضخامت (۱/۲۵ میلی‌متر) در ابعاد و اندازه‌های مختلف، معمولاً به صورت پره‌ای

مشخصات آن‌ها داده شده است. سطح دو طرف رادیاتورهای فولادی یکسان است و پشت و رو ندارند.

عرضه می‌شوند که هر کدام بر حسب ابعاد و اندازه‌ی محل نصب رادیاتور در داخل ساختمان، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل (۱-۴) چند نمونه رادیاتور فولادی همراه با جدول



شکل ۱-۴ - چند نمونه رادیاتور فولادی و جدول‌های مشخصات آن‌ها

رگلاژ» است، به این معنی که داخل شیر نیز یک قسمت تنظیم شونده وجود دارد که به وسیله‌ی آن می‌توان مقطع عبور آب را تنظیم نمود. شیر رادیاتور در حقیقت یک نوع شیر بشقابی

شیر رادیاتور: برای قطع جریان و یا کنترل مقدار جریان آب در رادیاتور، سر راه ورود آب گرم به رادیاتور، شیر مخصوصی به نام «شیر رادیاتور» نصب می‌گردد. شیر رادیاتور معمولاً «دوبل

در شیر ترموستاتیکی شکل (۳-۴) چون که قسمت «فانوسه» بر روی شیر قرار دارد و شیر نیز بر روی لوله‌ی رفت آب گرم و رادیاتور نصب شده است، هم گرمای حاصل از هدایت و هم گرمای هوای خروجی از رادیاتور بر آن اثر می‌کند و از هوای محل کم‌تر تأثیر می‌پذیرد؛ برای رفع این اشکال و کنترل بهتر هوای محل، می‌توان درجه تنظیم شیر را پایین‌تر انتخاب کرد.

زانو قفلی رادیاتور: بر روی لوله‌ی برگشت رادیاتور، زانوی مخصوصی به نام «زانو قفلی» نصب می‌گردد. یک طرف این زانو مانند شیر رادیاتور حالت مهره‌ماسوره دارد که بر روی رادیاتور نصب می‌شود و طرف دیگر آن که از داخل به صورت دنده است بر روی لوله نصب می‌گردد. ساختمان زانو قفلی مانند شیر است و به وسیله‌ی آن می‌توان مجرای عبور آب را باز و بسته نمود؛ با این تفاوت که قسمت عمل‌کننده‌ی آن که در زیر درپوش زانو قرار گرفته به‌طور معمول، به وسیله‌ی آچار «آلن» باز و بسته می‌شود. باید توجه داشت که هنگام جداسازی رادیاتور از شبکه‌ی لوله‌کشی هم شیر رادیاتور (لوله‌ی رفت) و هم زانو قفلی (لوله‌ی برگشت) را باید بست و سپس اقدام به باز کردن مهره ماسوره‌ها و رادیاتور نمود. تا چند سال پیش، زانوهای رادیاتور فاقد قسمت شیر مانند داخلی بود به همین علت امکان جداسازی یک رادیاتور از شبکه، در حالی که بقیه رادیاتورها در حال کار بودند، وجود نداشت.

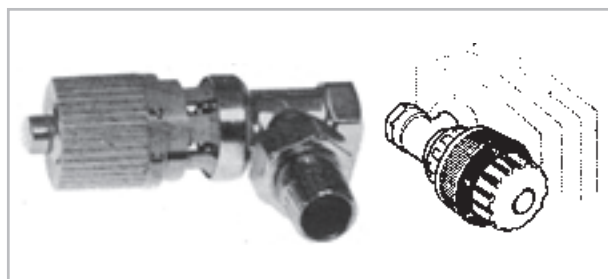
شیر هواگیری رادیاتور: برای تخلیه‌ی هوای داخل شبکه‌ی لوله‌کشی و رادیاتورها، در زمان آب‌اندازی و نیز خارج نمودن حباب‌های هوایی (که در اثر گرم شدن آب در دیگ از آن جدا شده، همراه جریان آب گرم از طریق شبکه‌ی لوله‌کشی به داخل رادیاتور هدایت می‌شود) در بالای رادیاتور یک شیر مخصوص به نام «شیر هواگیری» نصب می‌کنند. شیرهای هواگیری رادیاتور در دو نوع: دستی و خودکار به بازار عرضه می‌شوند. در شکل (۴-۴) نوع دستی شیر هواگیری رادیاتور که رایج‌تر است همراه آچار آن نشان داده شده است.

زاویه‌ای است. یک طرف این شیر حالت مهره‌ی ماسوره‌ای دارد که به رادیاتور متصل می‌گردد و طرف دیگر آن که از داخل به صورت دنده است به لوله‌ی ورود آب گرم وصل می‌شود. در شکل (۲-۴) یک شیر رادیاتور نشان داده شده است.

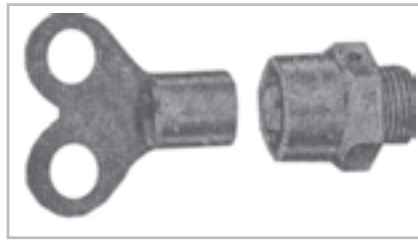


شکل ۲-۴- یک شیر رادیاتور

برای کنترل خودکار درجه‌ی حرارت محلی که در آن رادیاتور نصب شده است به جای استفاده از شیر دستی رادیاتور، می‌توان از شیر خودکار حرارتی رادیاتور^۱ (شیر ترموستاتیکی رادیاتور) استفاده کرد. این شیر دارای یک قطعه‌ی آکاردئونی فلزی شکل (فانوسه) است که با یک نوع گاز پُر شده است. در اثر بالا رفتن درجه‌ی حرارت محل، این گاز منبسط شده، مجرای عبور آب را تنگ می‌کند؛ در نتیجه مقدار دبی آب گرم ورودی به رادیاتور کاهش یافته، قدرت حرارتی رادیاتور و درجه‌ی حرارت هوای محل کم می‌شود و در اثر سرد شدن هوای محل، فشار گاز کم‌تر شده، قطعه‌ی آکاردئونی جمع می‌شود و مجرای عبور آب بازتر می‌گردد، در نتیجه مقدار دبی آب گرم ورودی به رادیاتور بیش‌تر شده، قدرت حرارتی رادیاتور و درجه‌ی حرارت هوای محل افزایش می‌یابد. در شکل (۳-۴) یک شیر ترموستاتیکی و طریقه‌ی اتصال آن به رادیاتور نشان داده شده است.



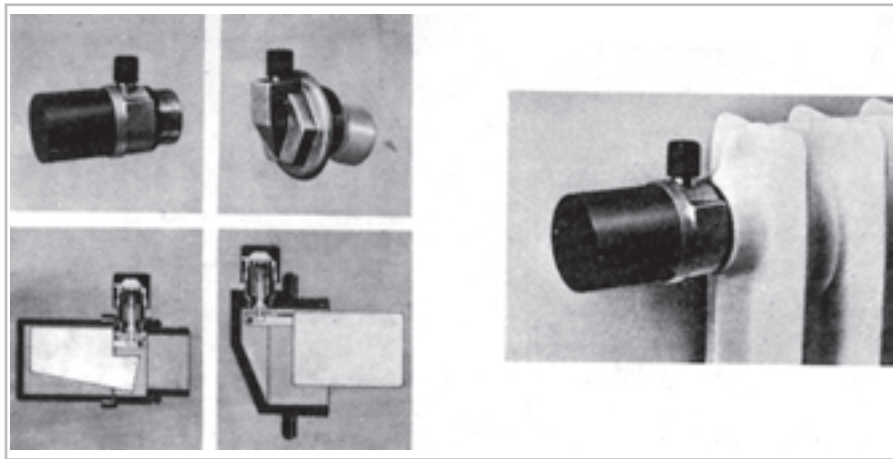
شکل ۳-۴- یک شیر ترموستاتیکی و طریقه‌ی نصب آن بر روی رادیاتور



شکل ۴-۴- یک شیر هواگیری دستی رادیاتور با آچار آن

شناور بالا آمده، به وسیله‌ی سوزن، مجرا بسته می‌شود. استفاده از این شیرها به دلیل گرانی، آب‌بندی نشدن و چکه کردن آب از آن‌ها متداول نشده است. در شکل (۴-۵) دو نمونه از این شیر نشان داده شده است.

در ساختمان نوع خودکار شیرهای هواگیری، از شنآوری متصل به یک سوزن استفاده شده است؛ در صورت وجود هوا در محفظه‌ی شیر، شناور و سوزن متصل به آن پایین آمده، مجرای خروج هوا باز می‌شود، با خارج شدن هوا و ورود آب به محفظه،



شکل ۴-۵- دو نمونه شیر هواگیری خودکار رادیاتور

و درجه‌ی حرارت آب گرم برگشتی از رادیاتور را با « t_R » نشان دهیم، درجه‌ی حرارت متوسط آب در داخل رادیاتور از رابطه‌ی $(t_m = \frac{t_S + t_R}{2})$ به دست می‌آید.

حال اگر درجه‌ی حرارت هوای محل گرم شده (درجه‌ی حرارت بیرون پره‌ی رادیاتور) را « t_1 » بنامیم، اختلاف درجه‌ی حرارت دو طرف جدار رادیاتور چنین خواهد شد:

$$(\Delta t_m = \frac{t_S + t_R}{2} - t_1)$$

مقدار « U » ضریب انتقال گرما برای رادیاتور فولادی $(\frac{W}{m^2 \cdot K})$ در نظر گرفته می‌شود.

محاسبه‌ی سطح حرارتی موردنیاز: سطح حرارتی موردنیاز برای گرم نگه‌داشتن یک محل به وسیله‌ی رادیاتور را می‌توان از فرمول $(A = \frac{H}{H_R})$ به دست آورد که در آن:

A = سطح حرارتی رادیاتور موردنیاز بر حسب متر مربع؛

H = تلفات حرارتی محل گرم شده بر حسب وات؛

H_R = قدرت حرارتی یک مترمربع رادیاتور بر حسب وات.

محاسبه‌ی تلفات حرارتی محل که همان بار گرمایی

ساختمان است در فصل دوم بیان شده است. قدرت حرارتی یک متر مربع رادیاتور را به روش زیر می‌توان محاسبه کرد:

اگر درجه‌ی حرارت آب گرم ورودی به رادیاتور را با « t_S »

مثال: تلفات حرارتی اتاقی (۳) کیلووات است، چند پره‌ی رادیاتور (۲۰۰×۵۰۰) باید در آن اتاق نصب گردد؟
پاسخ:

$$H \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} = W \times 0.86 \text{ و } H = 3000 \times 0.86 = 2580 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}}$$

با مراجعه به جدول (۲-۴) ملاحظه می‌شود تعداد (۲۴) پره از رادیاتور مورد نظر برای این اتاق کافی است.

تذکر: در صورتی که شرایط حل مسأله استاندارد نباشد یا به عبارت دیگر $\Delta t_m = 6^\circ\text{C}$ نباشد باید ابتدا سطح حرارتی را به روش ذکر شده پیدا کرده سپس با داشتن سطح حرارتی از روی جدول ۱-۴ و ۲-۴ تعداد پره‌ها را انتخاب کرد.

مثال: قدرت حرارتی اتاقی ۳ کیلووات است اگر دمای اتاق 20°C ، دمای آب ورودی به رادیاتور 70°C و دمای آب خروجی از رادیاتور 60°C باشد چند پره رادیاتور 200×500 باید در اتاق نصب شود.

$$t_m = \frac{70 + 60}{2} = 65$$

$$\Delta t_m = 65 - 20 = 45^\circ\text{C}$$

شرایط استاندارد نیست باید سطح حرارتی را حساب کرد.

$$H_R = 1 \times 8 / 4(45) = 378 \text{ W}$$

$$A = \frac{H}{HR} = \frac{3000}{378} = 7.9 \text{ m}^2$$

با عدد ۷/۹ به جدول ۲-۴ مراجعه می‌کنیم و از ستون اول تعداد پره‌ها ۳۱ به دست می‌آید.

اگر مقدار « t_s » برابر (9°C) و « t_R » مساوی (7°C) و درجه‌ی حرارت محل « t_1 » نیز برابر (2°C) در نظر گرفته شوند، چنین خواهیم داشت:

$$H = AU\Delta t \text{ و } H_R = AU \left(\frac{t_s + t_R}{2} - t_1 \right)$$

قدرت حرارتی یک مترمربع رادیاتور $H_R = 50.4 \text{ W}$ و
اتاق (4440) وات باشد، سطح حرارتی مورد نیاز برای گرم نگه داشتن آن اتاق تا (2°C) چنین به دست می‌آید:

$$A = \frac{H}{H_R} \text{ و } A = \frac{4440}{50.4} = 87.8 \text{ m}^2$$

انتخاب رادیاتور فولادی: کارخانه‌های سازنده‌ی رادیاتور، قدرت حرارتی هر پره‌ی رادیاتور تولیدی خود را در انواع مختلف مطابق با استاندارد، در کاتالوگ‌هایی به صورت جدول ارائه می‌نمایند، که با استفاده از آن‌ها می‌توان تعداد پره‌ی رادیاتور مورد نیاز هر محل را تعیین نمود. در جدول‌های (۱-۴) و (۲-۴) قدرت حرارتی چند مدل رادیاتور فولادی در شرایط استاندارد داده شده است.

مقادیری که در جدول برای «K» منظور شده است ضریب

$$\left(\frac{\text{kcal}}{\text{hr} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

تذکر: یک وات برابر $\frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ ۳/۴۱۳ و مساوی

$$0.86 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \text{ است.}$$

جدول ۱-۴- مشخصات چند نمونه از رادیاتورهای فولادی در اندازه‌های مختلف با شرایط استاندارد

تعداد پره	طول رادیاتور mm	150 x 600			150 x 500			150 x 300		
		K = γ/γ		سطح حرارتی M ²	K = γ/γ		سطح حرارتی M ²	K = γ/γ		سطح حرارتی M ²
		برای اختلاف دمای ۶۰°C			برای اختلاف دمای ۶۰°C			برای اختلاف دمای ۶۰°C		
BTU/H	KCAL/H	BTU/H	KCAL/H	BTU/H	KCAL/H	BTU/H	KCAL/H			
1	45	395	100	0.23	345	90	0.20	240	60	0.13
2	90	785	200	0.46	695	175	0.40	475	120	0.26
3	135	1180	300	0.69	1040	265	0.60	715	180	0.39
4	180	1575	395	0.92	1390	350	0.80	950	240	0.52
5	225	1965	495	1.15	1735	440	1.00	1190	300	0.65
6	270	2360	595	1.38	2080	525	1.20	1425	360	0.78
7	315	2755	695	1.61	2430	615	1.40	1665	420	0.91
8	360	3150	795	1.84	2775	700	1.60	1905	480	1.04
9	405	3540	895	2.07	3120	790	1.80	2140	540	1.17
10	450	3935	995	2.30	3470	875	2.00	2380	600	1.30
11	495	4330	1095	2.53	3815	965	2.20	2615	660	1.43
12	540	4720	1190	2.76	4165	1050	2.40	2855	720	1.56
13	585	5115	1290	2.99	4510	1140	2.60	3090	780	1.69
14	630	5510	1390	3.22	4855	1225	2.80	3330	840	1.82
15	675	5900	1490	3.45	5205	1315	3.00	3570	900	1.95
16	720	6295	1590	3.68	5550	1400	3.20	3805	960	2.08
17	765	6690	1690	3.91	5895	1490	3.40	4045	1020	2.21
18	810	7080	1790	4.14	6245	1575	3.60	4280	1080	2.34
19	855	7475	1890	4.37	6590	1665	3.80	4520	1140	2.47
20	900	7870	1985	4.60	6940	1750	4.00	4755	1200	2.60
21	945	8265	2085	4.83	7285	1840	4.20	4995	1260	2.73
22	990	8655	2185	5.06	7630	1925	4.40	5230	1320	2.86
23	1035	9050	2285	5.29	7980	2015	4.60	5470	1380	2.99
24	1080	9445	2385	5.52	8325	2100	4.80	5710	1440	3.12
25	1125	9835	2485	5.75	8670	2190	5.00	5945	1500	3.25
26	1170	10230	2585	5.98	9020	2280	5.20	6185	1560	3.38
27	1215	10625	2685	6.21	9365	2365	5.40	6420	1620	3.51
28	1260	11015	2780	6.44	9715	2455	5.60	6660	1680	3.64
29	1305	11410	2880	6.67	10060	2540	5.80	6895	1740	3.77
30	1350	11805	2980	6.90	10405	2630	6.00	7135	1800	3.90
31	1395	12195	3080	7.13	10755	2715	6.20	7375	1860	4.03
32	1440	12590	3180	7.36	11100	2805	6.40	7610	1920	4.16
33	1485	12985	3280	7.59	11450	2890	6.60	7850	1980	4.29
34	1530	13380	3380	7.82	11795	2980	6.80	8085	2040	4.42
35	1575	13770	3480	8.05	12140	3065	7.00	8325	2100	4.55
36	1620	14165	3575	8.28	12490	3155	7.20	8560	2160	4.68
37	1665	14560	3675	8.51	12835	3240	7.40	8800	2220	4.81
38	1710	14950	3775	8.74	13180	3330	7.60	9040	2280	4.94
39	1755	15345	3875	8.97	13530	3415	7.80	9275	2340	5.07
40	1800	15740	3975	9.20	13875	3505	8.00	9515	2400	5.20

جدول ۲-۴- مشخصات چند نمونه از رادیاتور فولادی در اندازه‌های مختلف با شرایط استاندارد

تعداد پره	طول رادیاتور mm	200 x 600			200 x 500			200 x 300		
		K = 7/2 برای اختلاف دمایی ۶۰°C		سطح حرارتی M ^۲	K = 7/3 برای اختلاف دمایی ۶۰°C		سطح حرارتی M ^۲	K = 7/7 برای اختلاف دمایی ۶۰°C		سطح حرارتی M ^۲
		BTU/H	KCAL/H		BTU/H	KCAL/H		BTU/H	KCAL/H	
1	45	500	125	0.30	440	110	0.26	300	75	0.17
2	90	1000	250	0.60	880	220	0.52	600	150	0.34
3	135	1495	380	0.90	1315	330	0.78	895	225	0.51
4	180	1995	505	1.20	1755	445	1.04	1195	300	0.68
5	225	2495	630	1.50	2195	555	1.30	1595	375	0.85
6	270	2995	755	1.80	2630	665	1.56	1795	455	1.02
7	315	3495	880	2.10	3070	775	1.82	2090	530	1.19
8	360	3990	1010	2.40	3510	885	2.08	2390	605	1.36
9	405	4490	1135	2.70	3945	995	2.34	2690	680	1.53
10	450	4990	1260	3.00	4385	1110	2.60	2990	755	1.70
11	495	5490	1385	3.30	4825	1220	2.86	3290	830	1.87
12	540	5990	1510	3.60	5265	1330	3.12	3585	905	2.04
13	585	6485	1640	3.90	5700	1440	3.38	3885	980	2.21
14	630	6985	1765	4.20	6140	1550	3.64	4185	1055	2.38
15	675	7485	1890	4.50	6580	1660	3.90	4485	1130	2.55
16	720	7985	2015	4.80	7020	1770	4.16	4780	1210	2.72
17	765	8480	2140	5.10	7455	1885	4.42	5080	1285	2.89
18	810	8980	2270	5.40	7895	1995	4.68	5380	1360	3.06
19	855	9480	2395	5.70	8335	2105	4.94	5680	1435	3.23
20	900	9980	2520	6.00	8770	2215	5.20	5980	1510	3.40
21	945	10480	2645	6.30	9210	2325	5.46	6275	1585	3.57
22	990	10975	2770	6.60	9650	2435	5.72	6575	1660	3.74
23	1035	11475	2900	6.90	10090	2545	5.98	6875	1735	3.91
24	1080	11975	3025	7.20	10523	2660	6.24	7175	1810	4.08
25	1125	12475	3150	7.50	10965	2770	6.50	7475	1885	4.25
26	1170	12975	3275	7.80	11405	2880	6.76	7770	1960	4.42
27	1215	13470	3400	8.10	11840	2990	7.02	8070	2040	4.59
28	1260	13970	3530	8.40	12280	3100	7.28	8370	2115	4.76
29	1305	14470	3655	8.70	12720	3210	7.54	8670	2190	4.93
30	1350	14970	3780	9.00	13160	3325	7.80	8965	2265	5.10
31	1395	15470	3905	9.30	13595	3435	8.06	9265	2340	5.27
32	1440	15965	4030	9.60	14035	3545	8.32	9565	2415	5.44
33	1485	16465	4160	9.90	14475	3655	8.58	9865	2490	5.61
34	1530	16965	4285	10.20	14915	3765	8.84	10165	2565	5.78
35	1575	17465	4410	10.50	15350	3875	9.10	10460	2640	5.95
36	1620	17965	4535	10.80	15790	3985	9.36	10760	2715	6.12
37	1665	18460	4660	11.10	16230	4100	9.62	11060	2795	6.29
38	1710	18960	4790	11.40	16665	4210	9.88	11360	2870	6.46
39	1755	19460	4915	11.70	17105	4320	10.14	11665	2945	6.63
40	1800	19960	5040	12.00	17545	4430	10.40	11965	3020	6.80

۲-۱-۴- رادیاتورهای آلومینیومی و ساختمان

آن‌ها: رادیاتورهای آلومینیومی نیز به صورت پره‌ای از جنس آلومینیوم تولید و معمولاً در قطعات (۵)، (۷) و (۱۰) پره به بازار عرضه می‌شوند. لبه‌ی کلکتور بالا و پایین این رادیاتورها در یک طرف از داخل رزوه‌ی راست گرد و در طرف دیگر رزوه‌ی چپ گرد می‌شود، به این ترتیب رادیاتورها را می‌توان به وسیله‌ی مغزی‌هایی که نصف طول آن دنده‌ی راست گرد و نصف دیگر آن، چپ گرد است به یک‌دیگر متصل نمود. به عنوان مثال برای رادیاتور (۱۵) پره، یک دستگاه رادیاتور (۵) پره را با یک دستگاه

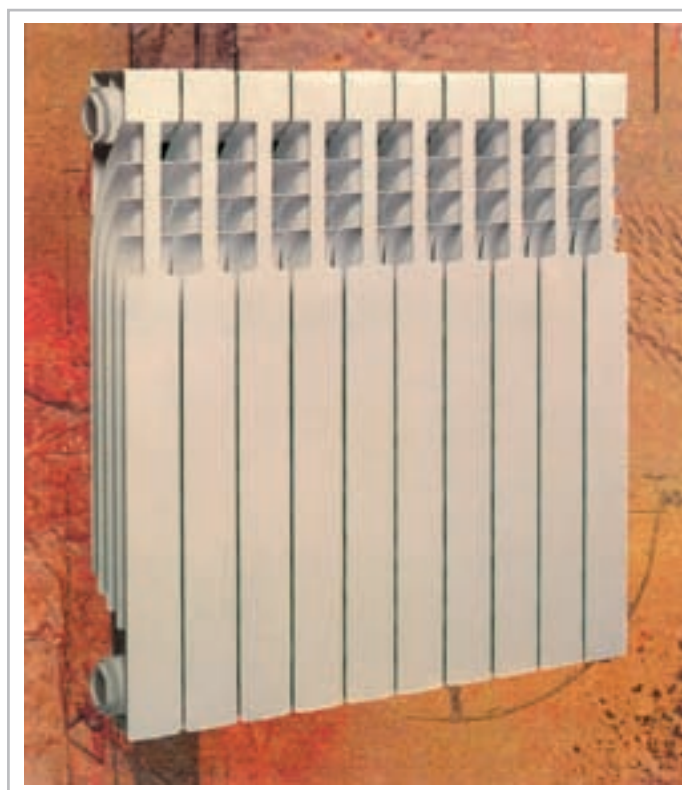
رادیاتور (۱۰) پره به هم متصل می‌کنند.

انواع رادیاتورهای آلومینیومی: رادیاتورهای

آلومینیومی در انواع مختلفی از نظر: پهنا، ضخامت پره، ارتفاع محور تا محور، کلکتورهای بالا و پایین، شکل ظاهری، قدرت حرارتی متفاوت و با شرایط استاندارد تولید و به بازار عرضه می‌شوند.

در شکل‌های (۴-۶) و (۴-۷) چند نمونه از رادیاتور

آلومینیومی همراه با جدول مشخصات آن‌ها نشان داده شده است.



THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS													
MODEL	DIN EN442				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
500	145	125	496	1.317	585	500	90	61	25	150	1 1/4	0.47	1.50

Output in Watt/hr Δt at 60° C (180° F) mean water to rooms temperature from tests carried out in accordance with DIN EN442.
Outputs of other Δt calculated as follows: $Q = Q_n \left(\frac{\Delta t}{60}\right)^\eta$



THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS													
MODEL	DIN EN442				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
600	194	167	662	1.321	678	600	97	80	25	150	1	0.52	1.87
500	162	140	553	1.306	585	500	95	80	25	150	1	0.59	1.71
350	125	107	426	1.306	430	350	95	80	25	150	1	0.34	1.29

Output in Watt/hr At at 60° C (180° F) mean water to room temperature from tests carried out in accordance with DIN EN442

Outputs of other At calculated as follows: $Q = Q_n \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^n$

شکل ۷-۴- رادیاتور مدل تمپو و جدول مشخصات آن

ابعاد و اندازه‌های مختلف از چدن ساخته می‌شود. اتصال پره‌های این رادیاتور به یک‌دیگر به وسیله مغزی «چپ‌گرد - راست‌گرد» و یا مغزی‌های «جازدنی» (که دو سر آن به صورت کونیک^۱ تراشیده شده است) انجام می‌گردد. این رادیاتور برای کار در فشار (۴at) و تحمل حداکثر درجه‌ی حرارت (۱۱۰°C) مناسب است. مزیت این رادیاتور نسبت به رادیاتورهای فولادی، مقاومت بیش‌تر آن در مقابل زنگ‌زدگی است و به همین علت برای جاهای مرطوب مثل حمام مناسب است، عیب این رادیاتور این است که خطر شکستگی آن بیش‌تر است. لازم به ذکر است که با متداول شدن استفاده از رادیاتورهای آلومینیومی روز به روز کاربرد رادیاتور چدنی کم‌تر شده است. در شکل (۴-۸) چند نمونه از رادیاتور چدنی نشان داده شده است.



شکل ۴-۸ - چند نمونه از رادیاتور چدنی

انتخاب رادیاتور آلومینیومی: کارخانه‌های سازنده‌ی رادیاتور آلومینیومی نیز قدرت حرارتی استاندارد هر پره‌ی رادیاتور تولیدی خود را در جدولی ارائه می‌نمایند که با استفاده از آن‌ها به سادگی می‌توان تعداد پره‌ی مورد نیاز یک محل را تعیین نمود. در جدول مربوط به شکل‌های (۴-۶) و (۴-۷) قدرت هر پره رادیاتورهای مختلف با شرایط استاندارد برحسب سه‌واحد: وات، کیلوکالری بر ساعت و بی‌تی‌یو بر ساعت داده شده است. مثال: تلفات حرارتی اتاقی (۲۴۰۰) وات است اگر بخواهیم از رادیاتور آلومینیومی مدل «تمپو ۵۰۰» استفاده کنیم چند پره رادیاتور باید در این اتاق نصب گردد؟

پاسخ: در جدول رادیاتور مدل تمپو قدرت حرارتی هر پره‌ی این رادیاتور (۱۶۲) وات است، بنابراین:

پره $15 = 2400 \div 162 = 14/8$ = تعداد پره لازم
 که باید یک دستگاه (۱۰) پره و یک دستگاه (۵) پره را به یک‌دیگر متصل نمود.

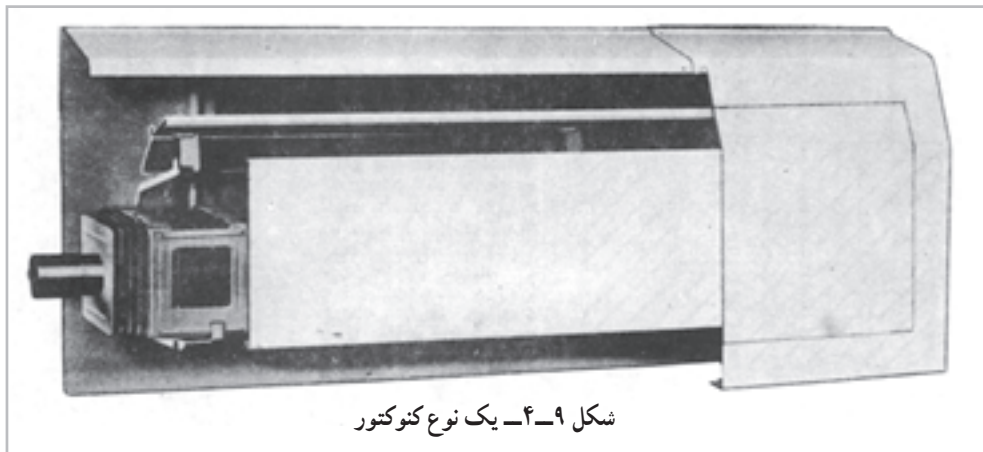
۳-۱-۴- رادیاتورهای چدنی و ساختمان آن‌ها:
 رادیاتورهای چدنی به صورت پره‌ای و به روش ریخته‌گری در

مطالعه آزاد

۲-۴- کنوکتور^۲ و ساختمان آن

«کنوکتور» از یک یا چند لوله‌ی پره‌دار که در داخل محفظه‌ای قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. این دستگاه در اندازه‌های مختلفی از نظر طول، ارتفاع و پهنا ساخته می‌شود. لوله‌های پره‌دار ممکن است از نوع لوله‌های آهنی و یا غیرآهنی مانند لوله‌های مسی باشند. هوا از قسمت پایین وارد و پس از گرم شدن به روش جابه‌جایی از دریچه‌ی بالا خارج شده، وارد فضای مورد نظر می‌شود. در محل خروج هوا از کنوکتور «دمپری»

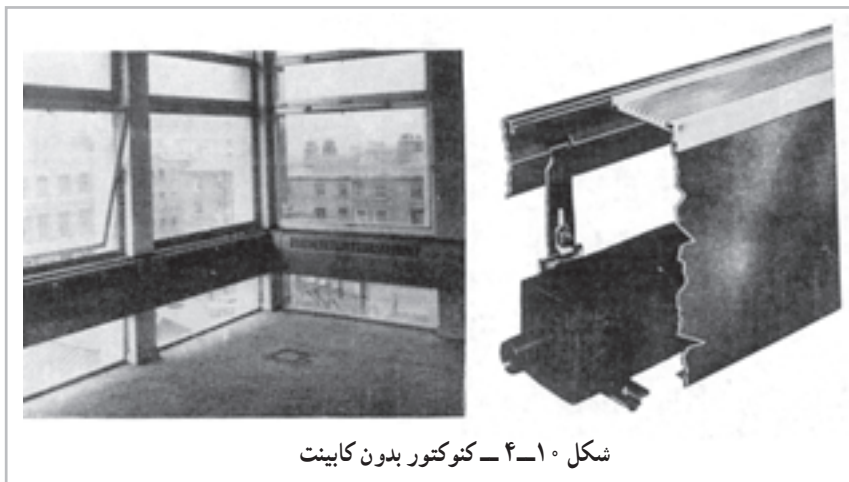
وجود دارد که به وسیله‌ی آن می‌توان مقدار جریان هوا و در نتیجه قدرت حرارتی کنوکتور را تنظیم کرد.
 کاربرد کنوکتور در جایی که از آب داغ و یا بخار به عنوان حامل انرژی حرارتی استفاده می‌شود مناسب است، زیرا به علت داشتن پوشش بر روی لوله‌ها امکان تماس بدن با سطوح داغ لوله‌ها و پره‌ها وجود ندارد. در شکل (۴-۹) یک نوع کنوکتور نشان داده شده است.



شکل ۹-۴- یک نوع کنوکتور

خروج هوا، سایر قسمت‌های جلوی آن با مصالح ساختمانی (نظیر رابیتس و گچ و خاک) پوشیده شده، مانند سایر قسمت‌ها، نازک کاری و رنگ می‌شود؛ در این صورت باید پیش‌بینی لازم برای پیاده کردن لوله‌ها جهت تعمیرات به‌عمل آید و یا این‌که در جلوی آن، صفحات برداشتنی فلزی و یا چوبی نصب گردد. در شکل (۱۰-۴) یک نوع کنوکتور بدون کابینت نشان داده شده است.

۱-۲-۴- انواع کنوکتور: به‌طور کلی کنوکتورها در دو نوع: «روکار» و «توکار» ساخته می‌شوند. در نوع روکار^۱ آن، لوله‌ها توسط کارخانه‌ی سازنده در داخل کابینتی نصب می‌گردد. نوع توکار آن بدون کابینت است. به‌عبارت دیگر فقط لوله‌های پره‌دار است که در محل فرورفتگی دیوار، بر روی آن نصب می‌شود و با پیش‌بینی دریچه‌ای در پایین و بالا برای ورود و



شکل ۱۰-۴- کنوکتور بدون کابینت

یونیت هیتر از قسمت‌های مختلفی به‌شرح زیر تشکیل شده است:

- ۱- «کویل» با لوله‌های پره‌دار، که در داخل آن آب گرم، آب داغ و یا بخار به‌عنوان حامل انرژی حرارتی جریان دارد. برحسب نوع یونیت هیتر، کویل ممکن است صاف، مکعبی شکل،

۳-۴- یونیت هیتر^۲ و ساختمان آن

«یونیت هیتر» یا واحد گرم‌کننده، دستگاهی است که از آن برای گرم کردن فضاهای بزرگ (نظیر سالن‌های سرپوشیده‌ی ورزشی، سالن‌های کارخانه‌ها و غیره) استفاده می‌شود. هر دستگاه

۱- Cabinet type

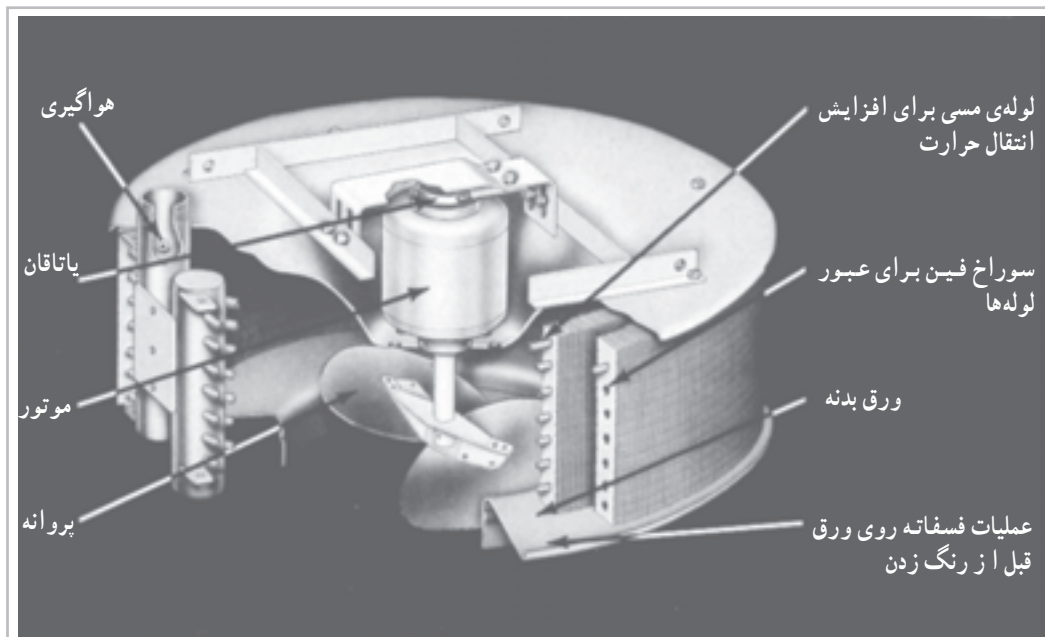
۲- Unit heater

۳- پره‌های جهت‌دهنده‌ی هوا، که به‌وسیله‌ی آن‌ها می‌توان هوای خروجی از یونیت هیتر را به قسمت‌های مختلف محل گرم‌شونده هدایت نمود.

۴- کابینت و یا محفظه، که پروانه و کوپل در داخل آن و پره‌های جهت‌دهنده‌ی هوا بر روی آن نصب می‌گردند. در شکل (۴-۱۱) یک دستگاه هیتر نشان داده شده است.

گرد و یا دایره‌ای شکل باشد.

۲- «پروانه» و یا «فن»، که وظیفه‌ی عبور دادن هوا از روی کوپل و به‌جریان انداختن هوا در داخل فضای گرم‌شونده را عهده‌دار است. این فن برحسب ظرفیت و فشار هوادهی ممکن است از نوع «ملخی» (پنکه‌ای) و یا «سانتری‌فوژ» (گریز از مرکز) باشد.



شکل ۴-۱۱- یک دستگاه یونیت هیتر

یونیت هیترها به‌نوع مکنده (که هوا به‌وسیله‌ی پروانه از روی کوپل مکیده می‌شود) و نوع دمنده (که در آن هوا به‌وسیله‌ی فن بر روی کوپل دمیده می‌شود) تقسیم‌بندی می‌شوند.

۴- از نظر محل نصب: در این نوع طبقه‌بندی، یونیت هیترها به‌انواع «سقفی آویزی» و «دیواری» تقسیم‌بندی می‌شوند. در نوع سقفی آویزی جریان هوا می‌تواند افقی یا عمودی باشد و در نوع دیواری دستگاه بر روی دیوار نصب شده و هوا به‌وسیله‌ی هدایت‌کننده‌هایی به صورت افقی پخش می‌شود. در شکل (۴-۱۲) یک نوع یونیت هیتر نشان داده شده است.

۱-۳-۴- انواع یونیت هیتر: یونیت هیترها به‌روش‌های مختلفی به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- از نظر واسطه و انرژی حرارتی: در این طبقه‌بندی، یونیت هیتر به‌انواع آبی، بخار آبی و برقی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۲- از نظر نوع پروانه (فن): در این طبقه‌بندی، یونیت هیترها به‌انواع با پروانه‌ی ملخی^۱ (پروانه پنکه‌ای) و با پروانه‌ی سانتری‌فوژ دسته‌بندی می‌شوند.

۳- از نظر ترتیب قرارگرفتن قطعات: در این روش،



شکل ۱۲-۴ - یونیت هیتر سقفی آویزی با جریان افقی هوا

- ۲- جاگیری کم‌تر مخصوصاً در مدل‌های دیواری و سقفی؛
- ۳- توزیع بهتر هوای گرم؛
- ۴- سرعت زیاد در گرم کردن فضا.

- ۲-۳-۴- کاربرد یونیت هیتر: یونیت هیترها برای گرم کردن فضاهای بزرگ (نظیر سالن‌های ورزشی و سالن‌های کارخانه‌ها) به دلایل ذکر شده در زیر، مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- ۱- داشتن قدرت حرارتی زیاد؛

مطالعه آزاد

مربوط به بحث این کتاب نباشد. بنابراین فقط به‌طور خلاصه می‌توان بیان کرد که صدای حاصل از کارکردن پروانه‌ی یونیت هیتر نباید به‌صورتی باشد که برای افراد ایجاد ناراحتی بنماید. اگرچه احتمالاً سرو صدای حاصل از کارکردن ماشین‌آلات در کارخانه‌ها و سرو صدای حاصل از افراد و وسایل ورزشی در سالن‌های ورزشی به تنهایی بیش از سرو صدای حاصل از کارکردن پروانه‌های یونیت هیترها باشد.

۵- ظرفیت حرارتی هر دستگاه یونیت هیتر؛

۶- نیاز به انجام تصفیه‌ی مکانیکی هوا و یا عدم نیاز به آن. در جدول‌های (۳-۴) و (۴-۴) ظرفیت‌های چند مدل یونیت هیتر سقفی با جریان افقی هوا و در جدول (۵-۴) ضرایب

۳-۳-۴- انتخاب یونیت هیتر: کارخانه‌های سازنده، یونیت هیترهای تولیدی خود را در شرایط استاندارد و یا در شرایط دیگری که مشخص می‌کنند، در جدولی برای مدل‌های مختلف ارائه می‌نمایند که با استفاده از جدول و توجه به فاکتور مهم ذکر شده در زیر، می‌توان تعداد و مدل یونیت هیتر مناسب برای محل گرم‌شونده را تعیین نمود؛

۱- حامل انرژی حرارتی؛ (که معمولاً آب و یا بخار آب است).

۲- نوع یونیت هیتر مناسب؛

۳- محل مناسب قرارگرفتن یونیت هیتر از نظر توزیع بهتر

هوا و حرارت؛

۴- سطح مجاز صدا؛ (شاید پرداختن به مسئله‌ی صدا

اصلاح ظرفیت‌ها برای شرایط مختلف کار، داده شده است.

جدول ۳-۴- یونیت هیتر آبی با پروانه

900 RPM

180 °F ENTERING WATER AND 60 °F ENTERING AIR							UNIT WEIGHT
MODEL NO HP	BTU/Hr	CFM	GPM	FINAL AIR TEMP. °F	WATER TEMP. DROP °F	PRESSURE DROP FT. OF WATER	Kg
1SUH-25 1/12	11600		2	98	11.6	0.2	37
	13750	280	5	105	5.5	0.4	
	14600		7	108	4.2	1.0	
1SUH-50 1/8	21000		5	100	8.5	0.8	43
	24500	500	8	105	6.2	1.4	
	26000		10	108	5.2	2.2	
1SUH-100 1/4	47500		7	102	13.5	0.9	51
	54000	1050	11	107	9.9	2.0	
	57500		14	110	8.2	3.5	
1SUH-150 1/3	72000		8	100	18.0	1.0	62
	83000	1650	14	106	11.8	2.4	
	90000		18	110	10.0	3.5	
1SUH-250 1/2	94500		8	96	23.5	0.9	83
	108500	2400	14	101	15.6	2.2	
	120000		18	106	13.3	3.2	

جدول ۴-۴- یونیت هیتر آبی با پروانه

1450 RPM

180 °F ENTERING WATER AND 60 °F ENTERING AIR							UNIT WEIGHT
MODEL NO HP	BTU/Hr	CFM	GPM	FINAL AIR TEMP. °F	WATER TEMP. DROP °F	PRESSURE DROP FT. OF WATER	Kg
2SUH-75 1/4	33000		3	95	22.0	0.3	45
	39000	800	5	105	12.6	0.6	
	41600		7	108	11.9	1.4	
2SUH-125 1/2	60000		6	101	20.0	1.0	63
	67000	1350	8	106	16.8	1.4	
	73000		11	110	13.3	1.9	
2SUH-200 1/2	93000		10	101	18.6	1.0	76
	109000	2250	12	107	18.2	1.3	
	115000		15	110	15.3	2.0	
2SUH-300 3/4	139000		14	100	19.9	1.4	105
	160000	3200	17	106	18.8	2.2	
	174000		20	110	17.4	3.0	
2SUH-400 3/4	173000		18	96	19.2	2.0	120
	197000	4400	21	101	18.8	2.7	
	221000		24	106	18.4	3.5	

جدول ۵-۴- ضرایب اصلاح ظرفیت‌ها

ENTERING AIR TEMPERATURE °F	ENTERING WATER TEMPERATURE °F										
	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
30	1.035	1.115	1.210	1.295	1.380	1.465	1.545	1.640	1.720	1.810	1.895
40	0.940	1.025	1.105	1.195	1.275	1.360	1.440	1.535	1.620	1.700	1.785
50	0.840	0.930	1.050	1.090	1.175	1.265	1.345	1.430	1.510	1.600	1.690
60	0.743	0.835	0.920	1.000	1.080	1.165	1.240	1.325	1.405	1.500	1.580
70	0.650	0.745	0.825	0.905	0.980	1.070	1.150	1.235	1.315	1.395	1.480
80	0.570	0.650	0.735	0.815	0.895	0.980	1.060	1.140	1.220	1.300	1.380
90	0.475	0.560	0.640	0.720	0.805	0.885	0.965	1.050	1.130	1.210	1.280
100	0.395	0.475	0.560	0.710	0.790	0.875	0.955	1.035	1.115	1.115	1.185

۳- مقدار هوادهی پروانه (۱۳۵°) فوت مکعب در دقیقه ؛

۴- مقدار گذر آب (۸) گالن در دقیقه ؛

۵- درجه‌ی حرارت هوای خروجی (۱۰۶° F) ؛

۶- افت درجه‌ی حرارت آب (۱۶/۸° F) ؛

۷- افت فشار آب در داخل کویل ۱/۴ فوت آب.

مثال: مدل یونیت هیتر مناسب را برای محلی با مشخصات

ذکر شده تعیین کنید.

۱- تلفات حرارتی (۲۹۷۰۰W) ؛

۲- درجه‌ی حرارت آب گرم ورودی به کویل (۲۰۰° F) ؛

۳- نوع یونیت هیتر، سقفی با جریان افقی هوا ؛

۴- فقط امکان نصب یک یونیت هیتر وجود دارد ؛

۵- یونیت هیتر بدون مقاومت خارجی کار خواهد کرد ؛

۶- به‌علت لزوم رعایت سطح مجاز صدا پروانه باید از

نوع (۹۰۰) دور در دقیقه انتخاب گردد ؛

۷- درجه‌ی حرارت هوای ورودی به کویل (۷۰) درجه‌ی

فارنهایت است.

پاسخ: با مراجعه به جدول (۵-۴) ضریب اصلاح برای

(۲۰۰) درجه‌ی فارنهایت، درجه‌ی حرارت آب ورودی به یونیت

هیتر و (۷۰) درجه‌ی فارنهایت، درجه‌ی حرارت هوای ورودی

برابر (۱/۰۷۰) به‌دست می‌آید بنابراین ظرفیت یونیت هیتر در شرایط

استاندارد باید چنین باشد :

$$29700 \times 3/4 = 10098 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \text{ و } 1/0.70 = 94374 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

مثال: مدل یونیت هیتر مناسب برای یک سالن ورزشی با

مشخصات داده شده در زیر را تعیین نمایید.

۱- تلفات حرارتی مساوی (۷۸۷۶۰W) ؛

۲- درجه‌ی حرارت آب گرم ورودی به یونیت هیتر

(۱۸۰° F) ؛

۳- نوع یونیت هیتر، سقفی با جریان افقی هوا ؛

۴- با توجه به ابعاد سالن و توزیع بهتر هوا و گرما تعداد (۴)

عدد یونیت هیتر در این محل نصب خواهد شد ؛

۵- نصب یونیت‌ها بدون کانال‌کشی انجام می‌شود ؛

۶- دور پروانه (۱۴۵۰) دور در دقیقه ؛

۷- درجه‌ی حرارت هوای ورودی به کویل (۶۰) درجه

فارنهایت است.

پاسخ: $78760 \times 3/4 = 267784 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$

$$267784 \div 4 = 66946 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

قدرت حرارتی موردنیاز هر دستگاه یونیت هیتر

حال با مراجعه به جدول ظرفیت یونیت هیتر با حامل انرژی

حرارتی آب در ستون دوم عدد $\frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$ (۶۷۰۰۰) را پیدا می‌کنیم

که بسیار نزدیک به عدد محاسبه شده است، بنابراین مدل یونیت هیترهای مناسب و مشخصات آن‌ها چنین است :

۱- مدل «۲SUH۱۲۵» با موتور $(\frac{1}{4})$ اسب بخار ؛

۲- ظرفیت حرارتی $(\frac{\text{BTU}}{\text{hr}})$ (۶۷۰۰۰) ؛

با مراجعه به جدول (۳-۴) مدل یونیت هیتر مناسب
«SUH۲۵۰» به دست می‌آید که مشخصات آن به شرح زیر است:

۱- قدرت موتور ($\frac{1}{4}$) اسب بخار؛

۲- ظرفیت حرارتی ($\frac{BTU}{hr}$) (۹۴۵۰۰)؛

۳- مقدار هوادهی پروانه (۲۴۰۰) فوت مکعب در دقیقه؛

۴- مقدار گذر آب (۸) گالن در دقیقه؛

۵- درجه‌ی حرارت خروجی هوا (۹۶°F)؛

۶- افت درجه‌ی حرارت آب، در داخل کویل
(۲۳/۵°F)؛

۷- افت فشار آب، در داخل کویل (۰/۹) فوت آب.

۴-۴- فن کویل^۱ و ساختمان آن

دستگاه پخش‌کننده‌ی حرارت است و از دو قسمت اصلی
فن و کویل تشکیل شده، نام آن هم از ترکیب نام همین دو قطعه
به دست آمده است. قطعات دیگر فن کویل عبارت‌اند از: فیلتر،
کلید و کابینت.

فن - کار فن گرفتن هوای محل گرم‌شده و هوای تازه،
عبور آن از روی کویل و به جریان انداختن هوا (توزیع گرما) در
محل است. فن فن کویل‌ها معمولاً از نوع سانتری فوژ (گریز از
مرکز) هستند و هر فن کویل بسته به ظرفیت آن دارای یک و یا
چند عدد فن است.

کویل - کویل که در زمستان معمولاً آب گرم در داخل
آن جریان می‌یابد و وظیفه‌ی انتقال گرما از آب به هوا را به عهده
دارد. بر روی لوله‌های کویل به منظور بیش‌تر شدن سطح تبادل
حرارت (انجام تبادل حرارت بیش‌تر بین آب و هوا) پره‌هایی به نام
«فین» (FIN) نصب می‌کنند.

فیلتر - فیلتر فن کویل از نوع فیلتر خشک قابل شست و
شو است و کار آن تصفیه‌ی فیزیکی هوا است. جای صحیح
نصب فیلتر در داخل فن کویل در محل ورود هوا به فن است.
فن کویل‌هایی هم وجود دارد که فیلتر آن‌ها بعد از فن در پشت
کویل قرار داده شده، که به نظر مؤلف صحیح نیست چون قبل از
آن که ذرات و مواد به فیلتر برسد و به وسیله‌ی آن گرفته شود، در
داخل پره‌های پروانه قرار می‌گیرد، در نتیجه ظرفیت هوادهی پروانه

و قدرت حرارتی فن کویل را کم می‌کند، فن را از بالانس
می‌اندازد، باعث ایجاد صدا و لرزش می‌شود و ...
کلید - کلید فن کویل از نوع «سلکتوری» و معمولاً
چهارحالته است که به وسیله‌ی آن می‌توان موتور فن کویل را با
سرعت مورد نظر مورد استفاده قرار داد.

طشتک - «طشتک» و یا «سینی»، قطعه‌ای است که در
زیر کویل نصب می‌گردد و کار آن جمع‌آوری آب‌هایی است که
در زمان هواگیری کویل از آن خارج می‌گردد و هم‌چنین بخار
آب تقطیر شده بر روی کویل سرد (در تابستان) و هدایت آن‌ها
از طریق مجرای به لوله‌ی تخلیه از وظایف آن است.

کابینت - کابینت فن کویل محفظه‌ای است که قطعات
فن کویل در داخل آن نصب می‌شوند. به عبارت دیگر پوششی
است بر روی قطعات فن کویل و باید دارای شکل ظاهری و
رنگ زیبایی باشد. در شکل (۱۳-۴) قسمت‌های مختلف یک
فن کویل نشان داده شده است.

۴-۴-۱- انواع فن کویل: فن کویل‌ها را به دو صورت
تقسیم‌بندی می‌کنند: یکی از نظر مقدار هوادهی پروانه و دیگری
از نظر شکل ظاهری و محل نصب.

انواع فن کویل از نظر مقدار هوادهی: مدل‌های مختلف
فن کویل در این طبقه‌بندی عبارت‌اند از:

۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ سی اف ام (CFM)^۲



شکل ۱۳-۴- قسمت‌های مختلف یک فن کویل سقفی بدون کابینت

بالایی دارد و در جلوی دهانه‌ی خروجی هوا از آن، یک سیستم کانال کشی هوای رفت تعبیه شده که هوا را به قسمت‌های مختلف هدایت می‌کند. لازم به تذکر است که پیش‌بینی یک مسیر برگشت هوا به قسمت مکش فن کویل الزامی است.

۵- دسته‌بندی فن کویل‌ها از نظر موقعیت لوله‌های کویل:

در این طبقه‌بندی اگر شخص ناظر رو به فن کویل ایستاده باشد لوله‌های کویل سمت راست شخص باشد آن را فن کویل دست راست و اگر لوله‌ها سمت چپ شخص باشد آن را فن کویل دست چپ می‌نامند. در شکل (۱۴-۴) چند مدل مختلف فن کویل نشان داده شده است.

انواع فن کویل از نظر شکل ظاهری و محل نصب:

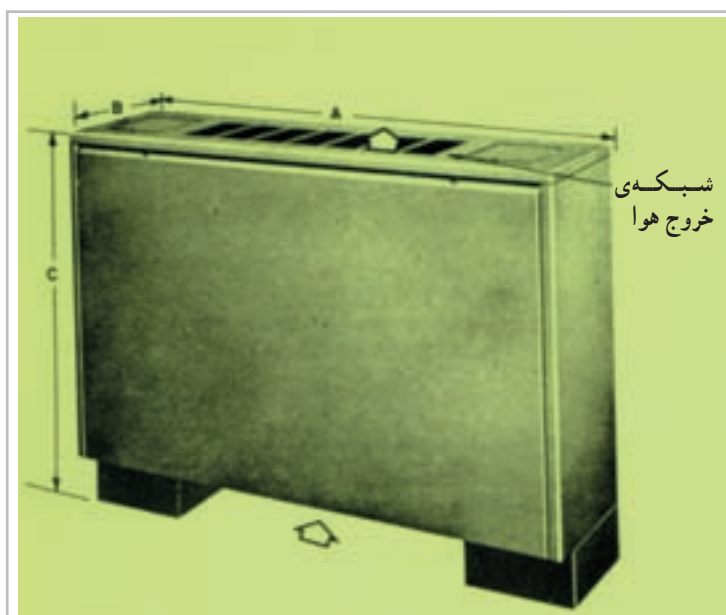
فن کویل‌ها از نظر شکل ظاهری و محل نصب به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱- فن کویل‌های زمینی روکار که خود به دو نوع خروجی هوا از بالا و خروجی هوا از جلو تقسیم می‌شوند.

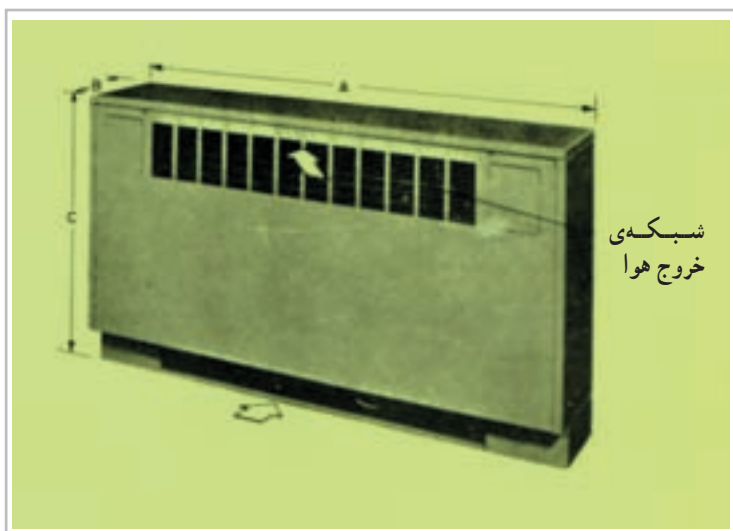
۲- فن کویل‌های زمینی توکار که داخل فرورفتگی دیوار نصب می‌شوند و فقط صفحه‌ی جلوی آن دیده می‌شود. این مدل فن کویل به اجبار با خروجی هوا از جلو است.

۳- فن کویل‌های سقفی که این مدل نیز دارای یک نوع روکار (با کابینت) و یک نوع توکار (بدون کابینت) است.

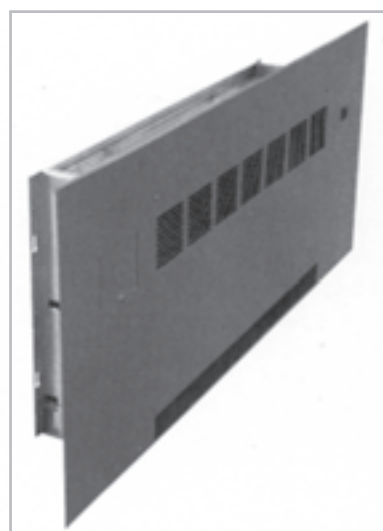
۴- فن کویل کانالی که این مدل قدرت هوادهی و حرارتی



فن کویل زمینی بالازن



فن کویل زمینی روبروزن



فن کویل زمینی توکار



فن کویل سقفی توکار

شکل ۱۴-۴- چند مدل مختلف فن کویل

۴-۵- صرفه جویی در انرژی

با به کار بستن موارد ذکر شده در زیر، می توان در انرژی مصرفی صرفه جویی نمود:

الف- با بستن شیر رادیاتور هر محل، در زمانی که مورد استفاده قرار نمی گیرد، در این صورت:

۱- تلفات حرارتی ساختمان کاهش می یابد، در نتیجه مصرف سوخت (گازوئیل و یا گاز) کم تر شده، محیط زیست نیز کم تر آلوده می شود.

۲- مصرف انرژی برق کاهش می یابد.

ب- با خاموش کردن فن کویل هر محل، در زمانی که مورد استفاده قرار نمی گیرد، در این صورت:

۱- مصرف انرژی برق کاهش می یابد.

۲- تلفات حرارتی ساختمان کاهش می یابد، در نتیجه مصرف سوخت کم تر می شود.

به دلیل کم شدن مصرف انرژی برق (قسمت زیادی از انرژی برق تولیدی کشور در نیروگاه های حرارتی با سوزاندن سوخت های فسیلی تولید می گردد.) و هم چنین به دلیل کم شدن تلفات حرارتی ساختمان، محیط زیست نیز کم تر آلوده می شود.

توجه: تأثیر بستن شیر فلکه ی رادیاتورها و خاموش کردن فن کویل محل هایی که مورد استفاده قرار نمی گیرند در صرفه جویی انرژی و کم تر آلوده شدن محیط زیست، زمانی کاملاً محسوس است که به صورت کلان و در سطح کشور مورد بررسی قرار گیرد.

پرسش و تمرین

- ۱- دستگاه‌های بخش‌کننده‌ی حرارت را تعریف کنید.
- ۲- رادیاتور فولادی و ساختمان آن را شرح دهید.
- ۳- انواع مختلف رادیاتور فولادی را که در حال حاضر در کارخانه‌های داخلی تولید می‌شود، بنویسید.
- ۴- شیر دستی رادیاتور را شرح دهید.
- ۵- شیر ترموستاتیکی رادیاتور را توضیح دهید.
- ۶- زانو قفلی رادیاتور را شرح دهید.
- ۷- شیر هواگیری رادیاتور را توضیح دهید.
- ۸- شیر هواگیری خودکار رادیاتور را شرح دهید.
- ۹- اگر $t_I = 2^\circ\text{C}$ و $t_R = 7^\circ\text{C}$ ، $t_S = 9^\circ\text{C}$ باشد، قدرت حرارتی هر مترمربع رادیاتور فولادی برابر چند وات است؟

- ۱۰- قدرت و شرایط استاندارد یک رادیاتور را تعریف کنید.
- ۱۱- تلفات حرارتی اتاقی (۲/۵) کیلووات است چند پره رادیاتور (150×60) برای آن کافی است؟
- ۱۲- رادیاتور آلومینیومی و ساختمان آن را شرح دهید.
- ۱۳- تلفات حرارتی اتاقی (575) وات است اگر بخواهیم برای گرم کردن این اتاق از دو دستگاه رادیاتور آلومینیومی مدل ترموکالر مساوی استفاده نماییم، تعداد پره‌ی هر دستگاه آن را محاسبه کنید.
- ۱۴- رادیاتور چدنی و ساختمان آن را شرح دهید.
- ۱۵*- کنوکتور و ساختمان آن را تشریح کنید.
- ۱۶- انواع مختلف کنوکتور را شرح دهید.
- ۱۷- یونیت هیتر و ساختمان آن را توضیح دهید.
- ۱۸- انواع مختلف یونیت هیتر را شرح دهید.
- ۱۹- کاربرد یونیت هیتر و دلایل آن را بنویسید.
- ۲۰*- برای محلی به مشخصات داده شده در زیر یونیت هیتر مناسب انتخاب کنید.
 - الف - تلفات حرارتی معادل (۱۱۹) کیلووات؛
 - ب - درجه‌ی حرارت آب گرم ورودی به کویل (200) درجه‌ی فارنهایت؛
 - پ - نوع یونیت هیتر سقفی با جریان افقی هوا؛
 - ت - تعداد یونیت هیترها (۲) دستگاه؛
 - ث - درجه‌ی حرارت هوای ورودی به یونیت هیتر (50) درجه‌ی فارنهایت؛
 - ج - موتور از نوع (145) دور در دقیقه انتخاب گردد؛
 - چ - یونیت هیتر بدون کانال‌کشی نصب خواهد شد.
- ۲۱- فن کویل و ساختمان آن را شرح دهید.

* سؤال‌های مربوط به قسمت‌های مطالعه آزاد با این علامت مشخص می‌شود.

- ۲۲- انواع مختلف مدل‌های فن کویل را از نظر مقدار هوادهی نام ببرید.
- ۲۳- انواع مختلف مدل‌های فن کویل را از نظر شکل ظاهری و محل نصب شرح دهید.
- ۲۴- روش‌های صرفه‌جویی در انرژی را شرح دهید.
- ۲۵- تلفات حرارتی یک اتاق ۴۱۲۵ وات می‌باشد. اگر درجه حرارت آب رفت و برگشت به ترتیب 8°C و 65°C درجه سانتی‌گراد باشد و از رادیاتور فولادی 500×200 برای گرم کردن استفاده شود و اگر دمای هوای اتاق $22/5^{\circ}\text{C}$ باشد مطلوب‌ست :

۱- محاسبه سطح حرارتی لازم در صورتی که ضریب هدایت کلی $U = 8/2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ باشد.

۲- محاسبه تعداد پره‌های رادیاتور، در صورتی که سطح حرارتی هر پره $0/25 \text{m}^2$ باشد.