طراحی سیستم حرارت مرکزی

مهندس امیر فتحی

انواع سیستم های حرارت مرکزی

۱. سیستم های حرارت مرکزی با آب گرم
۲. سیستم های حرارت مرکزی با آب داغ
۳. سیستم های حرارت مرکزی با بخار
۴. سیستم های حرارت مرکزی با هوای گرم
۵. سیستم های حرارت مرکزی تشعشعی

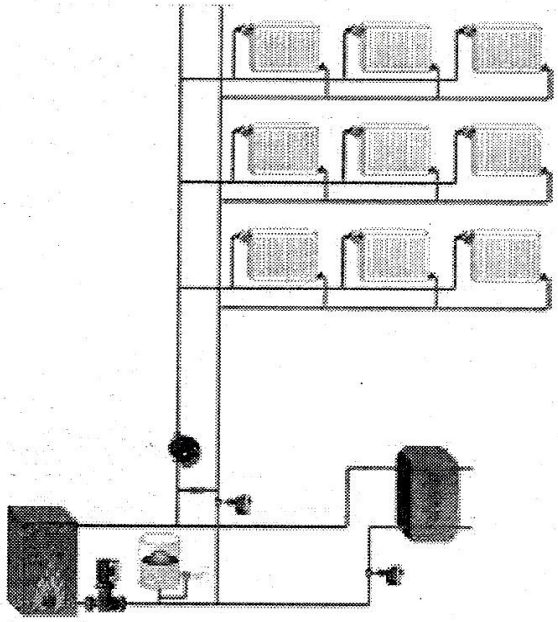
۱. سیستم های حرارت مرکزی با آب گرم

این سیستم ها در فشاری حدود فشار جو کار می کنند. لذا دمای آب گرم در آنها با توجه به نقطه جوش آب در ارتفاعی که سیستم کار می کند از ۹۰ درجه سلسیوس (در استاندارهای جدید اروپایی ۸۰ درجه سلسیوس) تجاوز نمی کند.

گردش آب گرم در این سیستم می تواند بصورت گردش طبیعی (در پروژه های کوچک) و گردش اجباری باشد.

اختلاف دمای رفت و برگشت در این سیستم حدود ۱۱ درجه سلسیوس است.

سیستم گرمایش با آب گرم

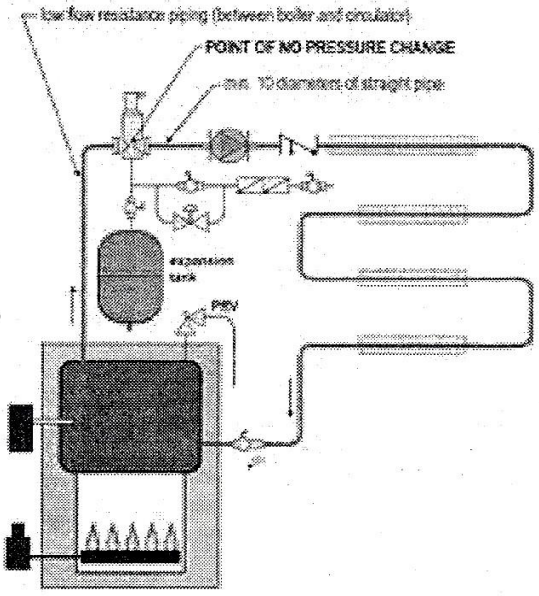


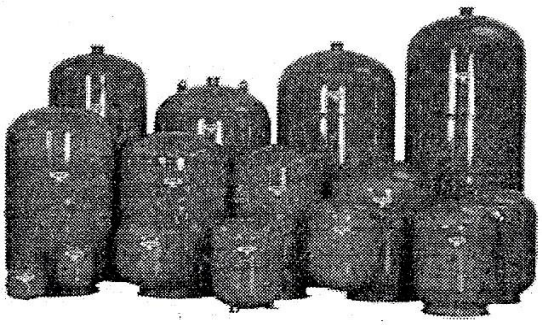
۲. سیستم های حرارت مرکزی با آب داغ

در این سیستم، دمای آب می تواند تا حداکثر ۲۰۰ درجه سلسیوس بالا رود. لذا جهت جلوگیری از تبخیر آب فشار کاری سیستم بایستی بیشتر از فشار اتمسفر باشد. در نتیجه، در سیستم های حرارت مرکزی آب داغ حتما بایستی از منبع انبساط بسته یا تحت فشار استفاده کرد.

این سیستم بیشتر در تأسیسات بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد.

سیستم گرمایش با آب داغ



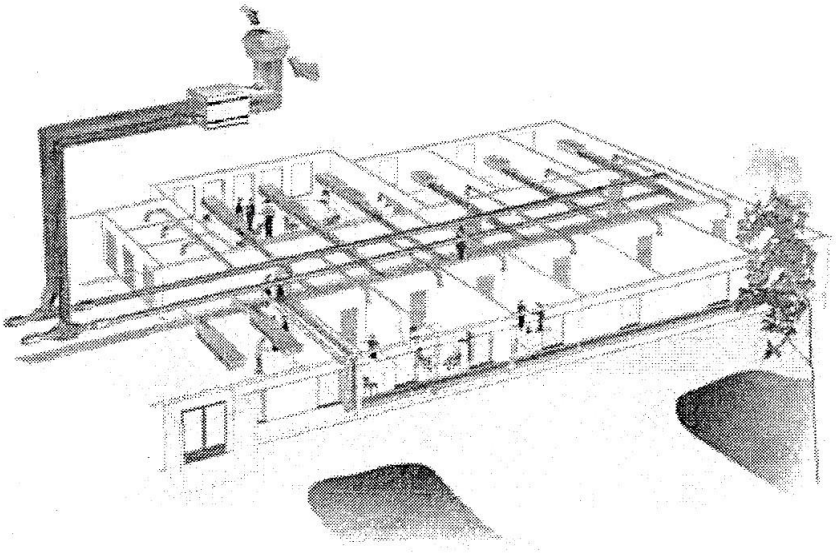


۳. سیستم های حرارت مرکزی با بخار

برخلاف دو سیستم قبلی، در این سیستم سیال ناقل بخار می باشد. مقدار حرارتی که می تواند بوسیله بخار حمل شود بطور قابل ملاحظه ای از آب گرم و آب داغ بیشتر است. به همین دلیل در بسیاری از ساختمان های بزرگ نظیر آسمانخراشها، کارخانجات بزرگ، پادگانها، ساختمانهای پراکنده که از یک سیستم مرکزی استفاده می کنند، بیمارستانها و ساختمانهایی که بخار دارای مصارف متنوع از جمله گرمایش، پخت و پز و رختشویی می باشد، سیستم حرارت مرکزی با بخار نسبت به سایر سیستم ها ارجحیت دارد.

طراحی، اجراء و نگهداری این سیستم نسبت به سایر سیستم ها پیچیده تر است.

سیستم گرمایش با هوای گرم



۵. سیستم های حرارت مرکزی تشعشعی

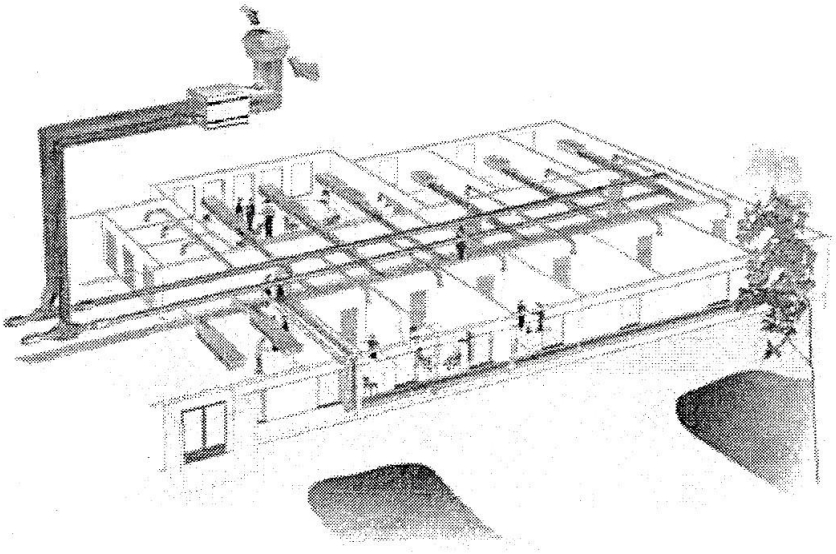
طبق تعریف به سیستمی تشعشعی گفته می شود که بیش از ۵۰٪ انتقال حرارت آن از طریق تشعشع باشد. مزیت عمده سیستم گرمایش تشعشعی در مقایسه با سایر سیستم ها توانایی آنها در ایجاد محیطی با شرایط دمایی مطبوع می باشد. رایج ترین سیستم های گرمایش تشعشعی عبارتند از:

۱. سیستم گرمایش از کف بوسیله آب یا جریان الکتریکی

۲. سیستم گرمایش تشعشعی بوسیله تجهیزات تابنده که در سقف نصب می شود. سوخت این تجهیزات تشعشعی اغلب گاز طبیعی است.

طراحی و محاسبه سیستم گرمایش تشعشعی کاملاً با سایر سیستم ها متفاوت است.

سیستم گرمایش با هوای گرم



۵. سیستم های حرارت مرکزی تشعشعی

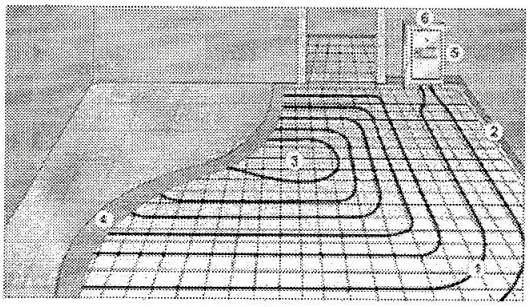
طبق تعریف به سیستمی تشعشعی گفته می شود که بیش از ۵۰٪ انتقال حرارت آن از طریق تشعشع باشد. مزیت عمده سیستم گرمایش تشعشعی در مقایسه با سایر سیستم ها توانایی آنها در ایجاد محیطی با شرایط دمایی مطبوع می باشد. رایج ترین سیستم های گرمایش تشعشعی عبارتند از:

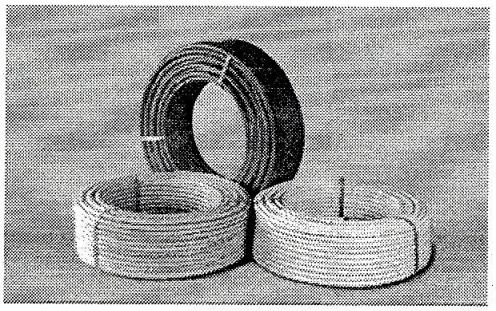
۱. سیستم گرمایش از کف بوسیله آب یا جریان الکتریکی

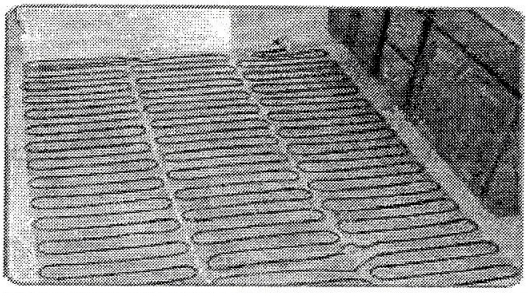
۲. سیستم گرمایش تشعشعی بوسیله تجهیزات تابنده که در سقف نصب می شود. سوخت این تجهیزات تشعشعی اغلب گاز طبیعی است.

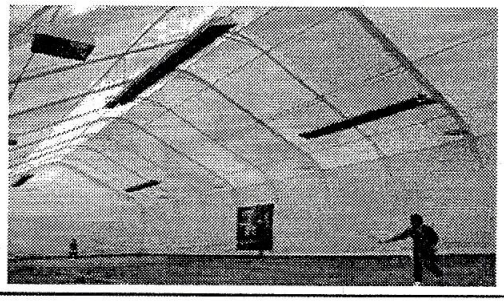
طراحی و محاسبه سیستم گرمایش تشعشعی کاملاً با سایر سیستم ها متفاوت است.

سیستم گرمایش تشعشعی









مفهوم بار حرارتی

بار حرارتی، مقدار گرمایی است که یک ساختمان در فصل زمستان در واحد زمان (یک ساعت) از دست می دهد.

بطور کلی، این اتلاف حرارتی به دو دلیل زیر رخ می دهد:

۱. انتقال گرما از طریق پوسته ساختمان نظیر دیوارها، سقف، کف، درب ها و پنجره ها به شیوه هدایت

۲. انتقال گرما از طریق نفوذ هوای سرد بیرون از درز درها و پنجره ها و تهویه هوا

محاسبه بار حرارتی ساختمان ها

$$Q = (Q_1 + Q_2) \cdot 1.1$$

که:

Q_1: انتقال گرما از طریق جدارها (W)

Q_2: انتقال گرما از طریق نفوذ هوا و تهویه (W)

1.1: ضریب اطمینان

محاسبه بار حرارتی از طریق جدارهای ساختمان

$$Q_{loss} = U \cdot A \cdot (T_{in} - T_{out})$$

که:

Q_{loss}: نرخ اتلاف حرارت از جدارها (W)

U: ضریب انتقال حرارت ($W/m^2.^oC$)

A: مساحت جدار(m^2)

T_{in}: دمای داخل (^oC)

T_{out}: دمای بیرون (^oC)

مفهوم مقاومت حرارتی

عکس ضریب انتقال حرارت (U) به نام مقاومت حرارتی (R) شناخته می شود. هر چه مقاومت حرارتی بیشتر، میزان انتقال گرما کمتر است. در اینصورت رابطه قبلی می تواند به شکل زیر نوشته شود:

$$Q = \frac{A.\Delta T}{R}, \quad R = \frac{1}{U}$$

ΔT: اختلاف دمای درون و بیرون ($^{\circ}c$)

R: مقاومت حرارتی جدار($m^2.^{o}c / w$)

A: سطح جدار (m^2)

مفهوم مقاومت حرارتی

با توجه به اینکه معمولا جدارهای ساختمان از لایه های مختلف به صورت سری تشکیل شده است، برای محاسبه مقاومت کل جدار از رابطه زیر استفاده می شود:

$$R = \sum_{i=0}^{n} R_i = R_0 + R_1 + R_2 + ... + R_n$$

مقدار مقاومت حرارتی برای سطوح جامد عبارت است از:

$$R = \frac{L}{k}$$

که L ضخامت سطح مورد نظر (m) و k قابلیت هدایت حرارتی آن ($w/m.^{o}c$) است.

از طرفی میزان این مقاومت برای فیلم هوای داخل و خارج عبارت است از:

$$R = \frac{1}{h}$$

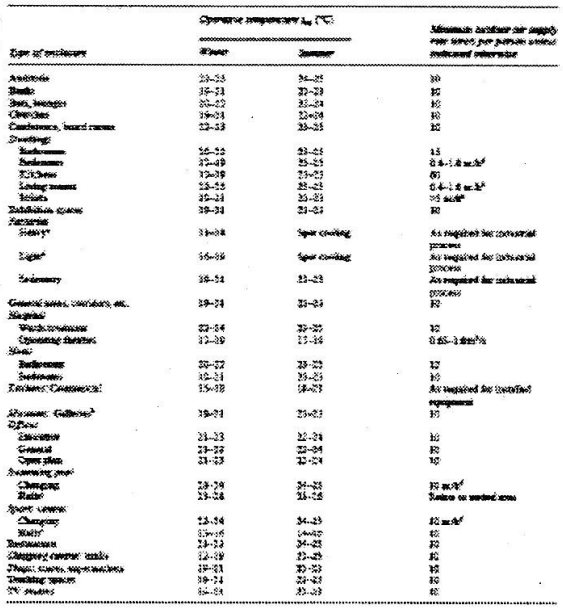
مفهوم مقاومت حرارتی

برای محاسبه مقاومت کل یک جدارکه از مواد مختلف تشکیل شده است، می توان نوشت:

$$R = \frac{1}{h_{in}} + \frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2} + ... + \frac{1}{h_{out}}$$

که $1/h_{in}$ و $1/h_{out}$ به ترتیب مقاومت حرارتی فیلم هوای داخل و خارج می باشد.

مقادیر استاندارد دمای آسایش داخل به تفکیک برای ساختمان های مختلف



مقدار مقاومت فیلم هوای داخل و خارج

زاویه جدار نسبت به سطح افقی	جهت جریان حرارت	جدار در تماس با فضای خارج			جدار در تماس با فضای کنترل‌نشده		
		لایهٔ هوای داخلی	لایهٔ هوای خارجی	مجموع لایه‌ها	لایهٔ هوای داخلی	لایهٔ هوای خارجی	مجموع لایه‌ها
عمودی یا با زاویه بیش از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی	افقی	۰.۱۱	۰.۰۶	۰.۱۷	۰.۱۱	۰.۱۱	۰.۲۲
افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی	رو به بالا	۰.۰۹	۰.۰۵	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۰۹	۰.۱۸
افقی یا با زاویه کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افقی	رو به پایین	۰.۱۷	۰.۰۵	۰.۲۲	۰.۱۷	۰.۱۷	۰.۳۴

مقادیر ضریب انتقال گرما برای انواع شیشه های عمودی

نوع شیشه	فاصله (mm)	U(w/m².°c)
تک جداره	-------	۶.۹۴
دوجداره	۲۵	۳.۳۲
	۲۰	۳.۳۴
	۱۶	۳.۳۷
	۱۲	۳.۴۱
	۹	۳.۴۴
	۶	۳.۶۳
سه جداره	۲۵	۲.۰۶
	۲۰	۲.۰۹
	۱۶	۲.۱۱
	۱۲	۲.۱۴
	۹	۲.۱۷
	۶	۲.۴۶

مقادیر ضریب انتقال گرما برای انواع شیشه های افقی

نوع شیشه	فاصله (mm)	U(w/m².°c)
تک جداره	-------	۵.۷۵
دوجداره	۲۵	۲.۷۶
	۲۰	۲.۷۴
	۱۶	۲.۷۳
	۱۲	۲.۸۵
	۹	۳.۰۱
	۶	۳.۲۸
سه جداره	۲۵	۱.۷۲
	۲۰	۱.۷۱
	۱۶	۱.۷۸
	۱۲	۱.۸۹
	۹	۲.۰۴
	۶	۲.۲۹

مقادیر ضریب انتقال گرما برای انواع درب و چارچوب پنجره

جنس	توضیحات	U(w/m².°c)
آلومینیوم یا آهن	-------	6.90
چوب	ضخامت متوسط 30mm	2.30
	ضخامت متوسط 40mm	2.15
	ضخامت متوسط 50mm	2.02
	ضخامت متوسط 60mm	1.90
	ضخامت متوسط 70mm	1.78
	ضخامت متوسط 80mm	1.67
	ضخامت متوسط 90mm	1.57
	ضخامت متوسط 100mm	1.48
پلاستیک	پلی یورتان	2.80
	PVC	2.20

برآورد میزان انتقال گرما از کف و دیوار متصل به زمین

الف: محاسبه دمای زمین

$$T_f = 0.5T_{out} + 21.67$$

T_{out}: میانگین حداقل دمای خارج (^oc)

T_f: دمای زمین (^oc)

ب: محاسبه میزان انتقال گرما از کف متصل به زمین

$$Q_f = (-0.57T_f + 12).A_f$$

Q_f: انتقال گرما از کف متصل به زمین (w)

A_f: سطحی از کف ساختمان که به زمین متصل است (m^2)

پ: محاسبه میزان انتقال گرما از دیوار قرار گرفته درون زمین

$$Q_w = (-1.14T_f + 24).A_w$$

Q_w: انتقال گرما ازدیوار قرار گرفته درون زمین (w)

A_w: سطحی از دیوار ساختمان که درون زمین قرار گرفته است (m^2)

میانگین حداقل دمای زمستانی طرح خارج به تفکیک هر شهر

نام شهر	میانگین حداقل دمای روزانه هوا (^oc)	نام شهر	میانگین حداقل دمای روزانه هوا (^oc)
ارومیه	-6.1	زاهدان	0.2
اردبیل	-7.9	شیراز	0.2
تبریز	-5.7	قم	-1.5
اصفهان	-2.5	قزوین	-4.3
شهرکرد	-8.0	سنندج	-5.4
ایلام	0.5	کرمانشاه	-3.6
بوشهر	10.2	یاسوج	-2.0
تهران-غرب	-0.4	گرگان	3.4
تهران-شمال	-1.5	رشت	2.4
بیرجند	-2.2	خرم آباد	0.0
کرج	-2.3	ساری	4.3
مشهد	-3.8	اراک	-5.6
اهواز	7.2	بندرعباس	12.3
زنجان	-7.5	همدان	-7.9
سمنان	-0.4	یزد	-0.4

محاسبه بار حرارتی از طریق نفوذ هوا

اتلاف حرارت از راه نفوذ هوا به دو طریق می تواند صورت بگیرد:

۱. از طریق درزها و شکاف ها (به طور معمول، شکاف ها، درزهای باریک و بلندی به عرض کمتر از 10 mm هستند)

۲. از طریق حفره های بزرگ و بازشوها

در هر دومورد میزان اتلاف گرما از یک رابطه محاسبه می شود.

محاسبه بار حرارتی از طریق نفوذ هوا و تهویه طبیعی

$$Q_{7-1} = 0.33 \cdot ACH \cdot V \cdot (T_{out} - T_{in})$$

ACH: تعداد دفعات تعویض هوا ($1/hr$)- (از جدول صفحه بعد)

V : حجم اتاق یا فضای تهویه شونده (m^3)

T_{in}: دمای داخل ($^{\circ}c$)

T_{out}: دمای خارج ($^{\circ}c$)

برآورد تعداددفعات تعویض هوادر زمستان و تابستان برای ساختمانهای مختلف

Winter Air Exchange Rates (ACH) as Function of Airtightness

	Outdoor Design Temperature, °C									
Class	10	4	−1	−7	−12	−18	−23	−29	−34	−40
Tight	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55	0.57	0.59
Medium	0.69	0.73	0.77	0.81	0.85	0.89	0.93	0.97	1.00	1.05
Loose	1.11	1.15	1.20	1.23	1.27	1.30	1.35	1.40	1.43	1.47

Note: Values are for 6.7 m/s (24 km/h) wind and indoor temperature of 20°C.

Summer Air Exchange Rates (ACH) as Function of Airtightness

	Outdoor Design Temperature, °C					
Class	29	32	35	38	41	43
Tight	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38
Medium	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56
Loose	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78

Note: Values are for 3.4 m/s (12 km/h) wind and indoor temperature of 24°C.

مثال: بار حرارتی ناشی از نفوذ و تعویض هوا را برای ساختمان یک بانک در شهر اردبیل به مساحت $800\ m^2$ و ارتفاع $4\ m$ محاسبه نمایید.

از جداول مربوطه داریم:

$T_{in}=19\ ^oc \quad T_{out}=-7.9\ ^oc$

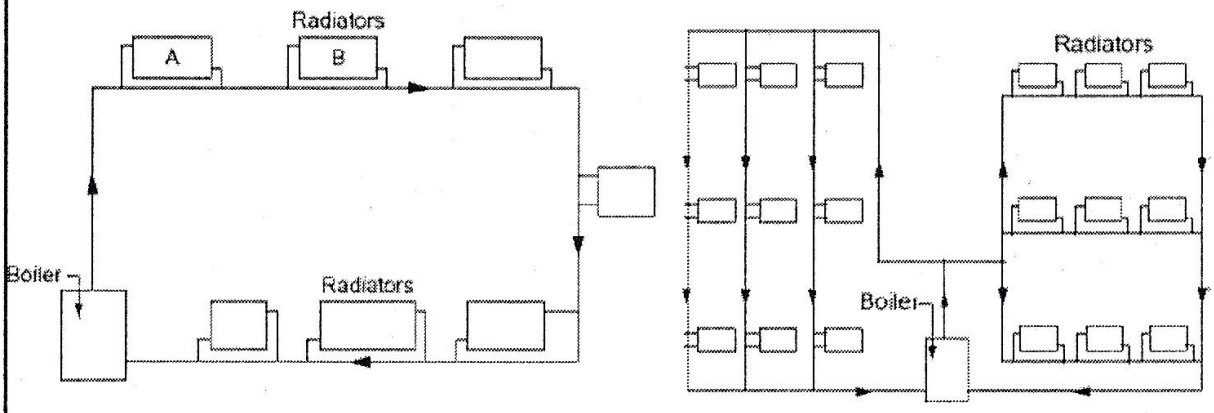
$ACH=1.2372$

$Q_2=(0.33).(1.23472).(800).(4).[19-(-7.9)]=35073.95\ w$

$=35.0739\ kw$

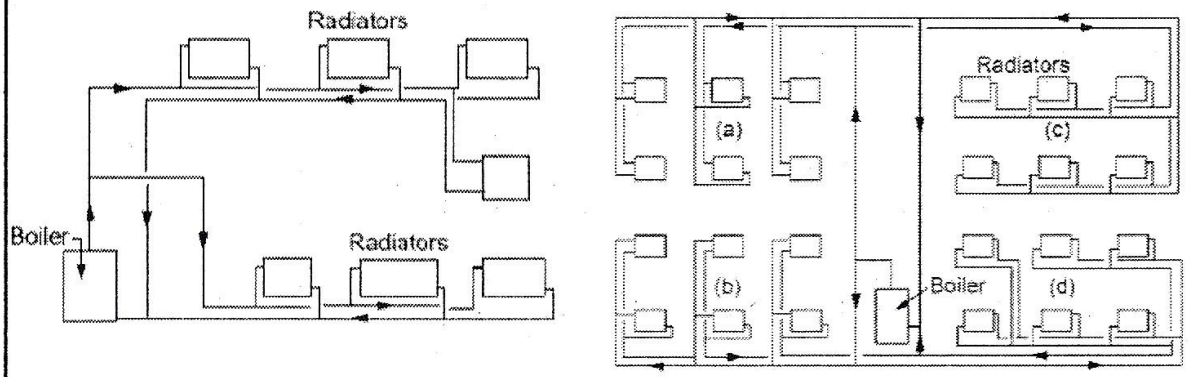
طراحی سیستم لوله کشی ساختمان

(سیستم تک لوله ای)



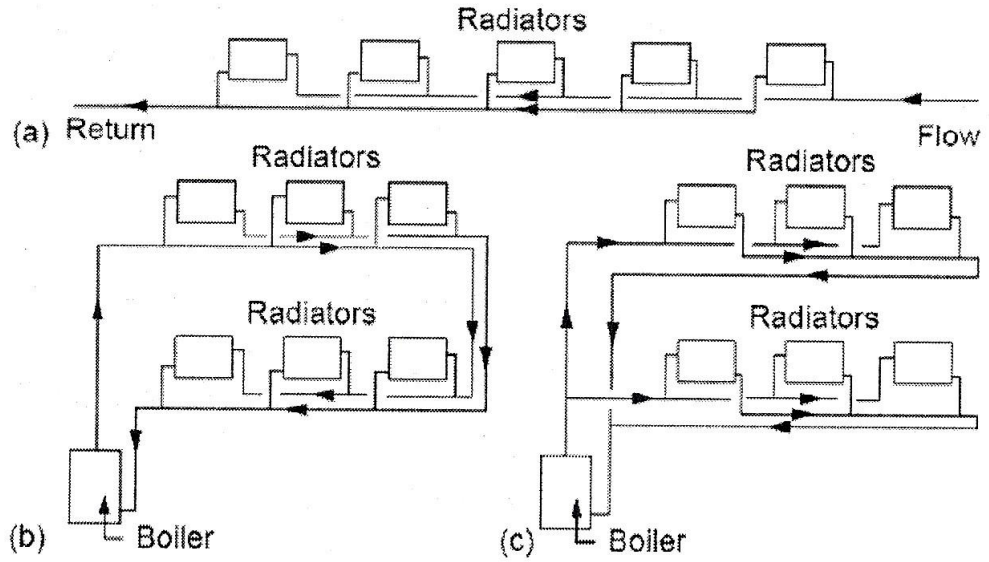
سیستم های لوله کشی ساختمان

(سیستم دو لوله ای با برگشت مستقیم)



طراحی سیستم لوله کشی ساختمان

(سیستم دو لوله ای با برگشت معکوس)



مزایا و معایب سیستم لوله کشی تک لوله ای

مزایا:

- طراحی سیستم ساده
- قطر لوله در کل مسیر ثابت
- مصرف لوله و اتصالات کمتر
- هزینه اجرا کمتر

معایب:

- عملکرد غیرقابل قبول در پروژه های بزرگ
- دمای آب ورودی به واحد های نزدیکتر به دیگ بیشتر و در واحدهای دورتر به تدریج کمتر می شود. در نتیجه رادیاتورهای واحدها دورتر بایستی بزرگتر انتخاب شوند.

مزایا و معایب سیستم لوله کشی دو لوله ای با برگشت مستقیم

مزایا:

- اگر رادیاتورهای واحدها از نظر ظرفیت یکسان نباشند، اجرای این سیستم از نظر اقتصادی بیشتر مقرون به صرفه است.
- قطر لوله برگشت در تمام مسیر برابر قطر لوله رفت است.

معایب:

- سیستم متعادل نیست. چون افت فشار در مسیر لوله کشی به رادیاتورهای نزدیک کمتر از آن برای رادیاتورهای دور بوده و در نتیجه سرعت آب در مسیر لوله کشی رادیاتورهای نزدیک بیشتر است.

مزایا و معایب سیستم لوله کشی دو لوله ای با برگشت معکوس

مزایا:

- زمانی که رادیاتورهای بکار رفته از نظر ظرفیت حرارتی (تعداد پره) مشابه باشند این سیستم توصیه می شود.
- سیستم متعادل است.
- در ساختمان های بلند مرتبه که رادیاتورها در یک ستون قرار گرفته اند، بسیار مناسب است.

معایب:

- افزایش مصرف لوله نسبت به سیستم های دیگر
- افزایش فضای اشغال شده توسط لوله ها نسبت به سایر سیستم ها

محاسبات سیستم لوله کشی

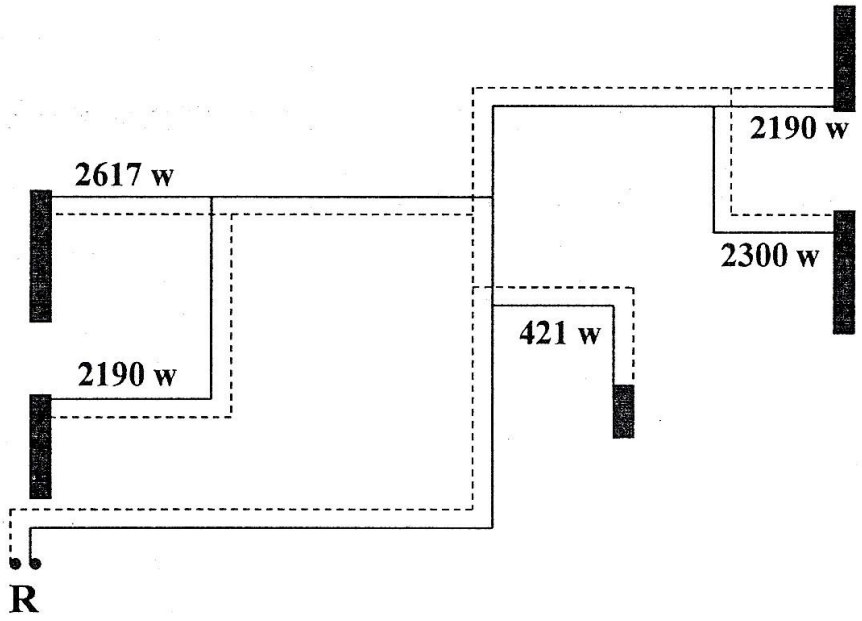
در محاسبات سیستم لوله کشی موارد زیر مد نظر می باشد:

- طراحی بر اساس سیستم دولوله ای با برگشت مستقیم می باشد.
- اختلاف دمای رفت و برگشت در سیرکولاسیون اجباری (سیستم پمپی) برابر 11°c (20°F) می باشد.
- سرعت درون لوله ها بایستی بین 0.6-1.2 m/s باشد تا سروصدایی درون لوله ها یجاد نشود. در کارهای صنعتی که ایجاد سروصدا مشکلی بوجود نمی آورد می توان سرعت آب را تا 2.4 m/s افزایش داد.
- برای محاسبه قطر لوله های رفت و برگشت به رادیاتورها محاسبات را از آخرین مصرف کننده شروع می کنیم.
- معمولاً قطر لوله ها بر اساس افت فشار معادل 25 mm-H_2O در هر یک متر لوله محاسبه می شود که معادل 250 Pa/m می باشد.

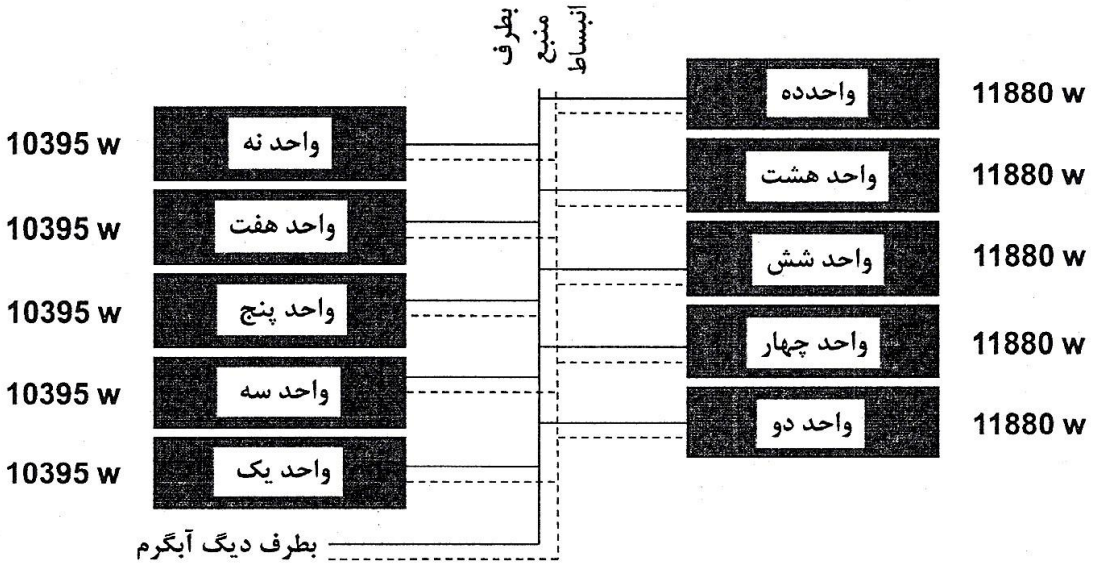
بار حرارتی قابل حمل بوسیله لوله ها بر حسب وات

قطر لوله (inch)	Δp (mm-H_2O)/m-pipe					
	33	29	25	21	17	12.5
½	4690	4397	3810	3517	3224	2814
3/4	10259	9087	۸۷۹۴	۷۹۱۴	۷۰۰۶	۵۹۸۰
1	18760	17294	۱۵۵۳۶	۱۴۰۷۰	۱۲۳۱۱	۱۰۸۴۶
1 ¼	41037	38106	۳۴۵۸۹	۲۹۸۹۹	۲۶۳۸۱	۲۲۸۶۴
1 ½	61556	54228	۵۱۲۹۷	۴۵۷۲۷	۴۱۰۳۷	۳۵۴۶۸
2	120181	105524	۹۴۳۸۶	۸۶۱۷۸	۷۶۵۰۵	۶۶۵۳۹
2 ½	196393	178805	۱۶۱۵۱۱	۱۵۳۳۰۴	۱۳۴۸۳۷	۱۱۲۸۵۳
3	381061	337092	۲۹۳۱۲۴	۲۶۳۸۱۱	۲۳۴۵۰۰	۱۹۹۳۲۴
3 ½	542279	483654	۴۳۹۶۸۶	۳۹۵۷۱۷	۳۴۸۸۱۷	۲۹۸۹۸۶
4	762122	674185	۵۱۵۵۶۰	۵۷۱۵۹۱	۴۹۸۳۱۰	۳۹۵۷۱۷
6	2344990	2051866	۲۰۲۲۵۵۴	۱۷۵۸۷۴۲	۱۵۸۲۸۶۸	۱۳۱۹۰۵۷

مثال: مطلوبست محاسبه قطر لوله های داخل واحد مسکونی مطابق نقشه



مثال: مطلوبست محاسبه قطر لوله های رایزر مطابق نقشه



آبگرم مصرفی در ساختمانها

نوع مصرف	دمای آبگرم مصرفی (^oc)
شیر دستشویی یا ظرفشویی	52
حمام	38-41
گاراژها (برای سشتشوی اتومبیل)	28.5-29.5
شستشوی ماشین آلات صنعتی	60-70
شستشوی پشم و ابریشم	33-37
شستشوی پنبه و کتان	49-52
استخر شنا	21-27

در محاسبات مربوط به آبگرم مصرفی ساختمانها در این درس موارد زیر مد نظر قرار گرفته اند:

- دمای آبگرم مصرفی: $60\ ^oc$
- دمای آبسرد ورودی: $15\ ^oc$
- زمان لازم برای ایجاد اختلاف دمای $45\ ^oc$: نیم ساعت که برابر ۱۸۰۰ ثانیه است.

محاسبه میزان آبگرم مصرفی لازم (Lit/hr)

(پروژه های کوچک تا متوسط)

	آپارتمان مسکونی	هتل	بیمارستان	اداری	مدرسه	رستوران	ورزشگاه	کلوپ	کارخانه
دستشویی و توالت خصوصی	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
دستشویی و توالت عمومی	19	38	23	30.5	57.5	30.5	38	57.5	57.5
وان حمام	76.5	76.5	76.5	----	----	----	114.6	---	---
دوش حمام	382	382	382	----	382	----	1146	382	1146
سینک ظرفشویی	57.5	382	76.5	76.5	76.5	382	----	76.5	76.5
ماشین رختشویی	76.5	573	573	----	190	----	----	573	----
ضریب تقاضای مصرف	0.35	0.35	0.25	0.3	0.6	0.3	0.4	0.3	0.6
ضریب تقاضای مخزن	1.25	0.8	0.8	2	1	1.25	1	0.9	1

محاسبه میزان آبگرم مصرفی لازم
(پروژه های کوچک تا متوسط)

- **مقدار واقعی مصرف آبگرم بر حسب Lit/hr**

(ضریب تقاضا).(حداکثر مصرف آبگرم از جدول)=مقدار واقعی مصرف آبگرم

- **حجم منبع ذخیره آبگرم بر حسب Lit در سیستم های ذخیره ای**

(ضریب ذخیره منبع).(مقدار واقعی مصرف آبگرم)=ظرفیت منبع آبگرم

محاسبه بار حرارتی ناشی ازآبگرم مصرفی

- **در سیستم های مخزنی**

$$Q_3 = (101.04).V$$

Q: بار حرارتی آبگرم مصرفی (w)

V: حجم مخزن آبگرم (Lit)

- **در سیستم های تولید آنی (لحظه ای)**

$$Q_3 = (50.52).\dot{V}$$

Q: بار حرارتی آبگرم مصرفی (w)

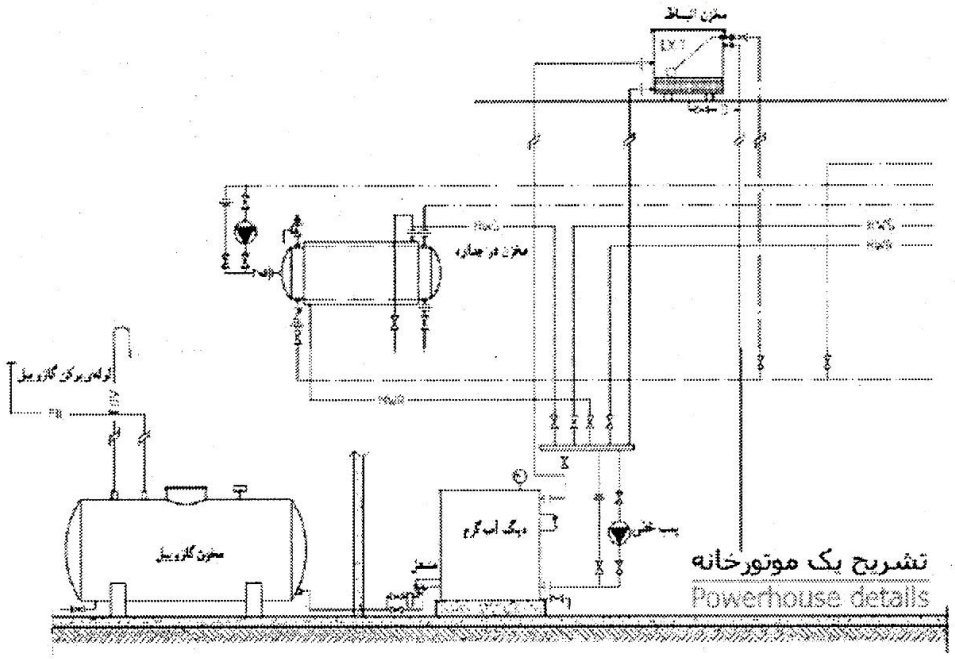
$\dot{V}$: دبی حجمی آبگرم مصرفی (Lit/hr)

مثال: برای یک آپارتمان مسکونی با هشت واحد مستقل که دارای یک شیر دستشویی، یک شیرحمام، یک شیر ظرفشویی، و یک شیر ماشین لباسشویی در هر واحد است، ظرفیت منبع آبگرم و ظرفیت حرارتی ناشی از تولید آبگرم را محاسبه نمایید.

حل:

نوع شیر	میزان مصرف	تعداد	مصرف کل هر شیر
دستشویی	11.5	8	92
دوش	382	8	3056
ظرفشویی	57.5	8	460
لباسشویی	76.5	8	612
مصرف کل ساختمان	4220		
ضریب تقاضا	0.35		
ضریب ذخیره	1.25		
ظرفیت مخزن ذخیره آبگرم	(4220).(0.35).(1.25)=1846.25 Lit		
ظرفیت حرارتی آبگرم مصرفی	(101.04).(1846.25)=186545.1 w		

محاسبه و انتخاب تجهیزات موتورخانه



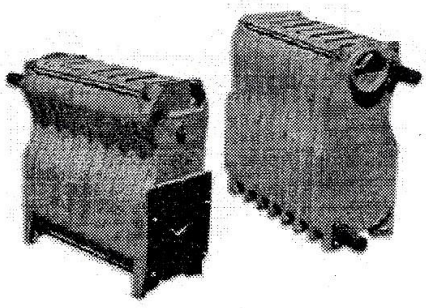
۱. محاسبه و انتخاب دیگ آبگرم موتورخانه

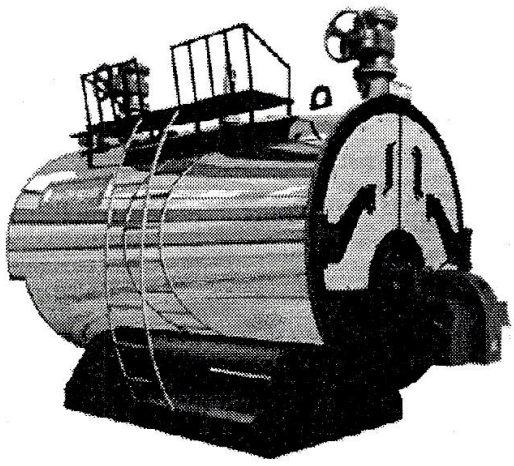
انواع دیگ آبگرم

۱. **دیگ های چدنی:** این دیگ ها از قطعاتی بنام پره تشکیل می شوند که می توان آنها را جداگانه به موتورخانه حمل نموده در آنجا توسط یک وسیله ارتباطی بنام بوشن یا مغزی رویهم جمع و آب بندی کرد. هر دیگ چدنی دارای قطعات عقب، جلو وتعدادی پره مشابه است که با کم و زیاد کردن پره ها می توان ظرفیت حرارتی دیگ را کاهش یا افزایش داد.

۲. **دیگ های فولادی:** در این دیگ آتش حاصل از احتراق سوخت از میان لوله هایی که توسط آب در گردش احاطه شده اند، عبور می نمایند. این نوع دیگها در دو نوع ایستاده و افقی تولید می شوند. همچنین، این دیگها به طور یکپارچه روی یک شاسی ساخته می شوند لذا حمل و نقل آنها به مراتب مشکلتر از دیگ های چدنی است.

انواع دیگ آبگرم





مقایسه دیگ های چدنی و فولادی

مزایای دیگ های چدنی:

- عمر بیشتر به دلیل مقاومت بالا در برابر رسوب آب
- قابلیت افزایش یا کاهش ظرفیت حرارتی حتی بعد از نصب دیگ
- حمل و نقل آسان

معایب دیگ های چدنی:

- ظرفیت حرارتی آنها معمولاً پایین
- پیدایش ترک روی پره های دیگ که به ترکیدن دیگ معروف است.

مزایای دیگ های فولادی:

- قابلیت تولید در ظرفیت های مختلف از پایین تا بالا
- راندمان حرارتی بهتر و قدرت تحمل فشارهای بالاتر نسبت به دیگ های چدنی

معایب دیگ های فولادی:

- خوردگی لوله ها و صفحات فولادی
- امکان رسوب گرفتگی سطوح مجاور با آب دیگ

انتخاب دیگ آبگرم موتورخانه

$$Q_B = (Q_{loss} + Q_3).a.b$$

Q_{loss}: اتلاف حرارتی کل ساختمان (W)

Q_3: بار حرارتی آبگرم مصرفی (W)

a: ضریب عایقکاری دیگ ($a=1.05\text{-}1.15$)

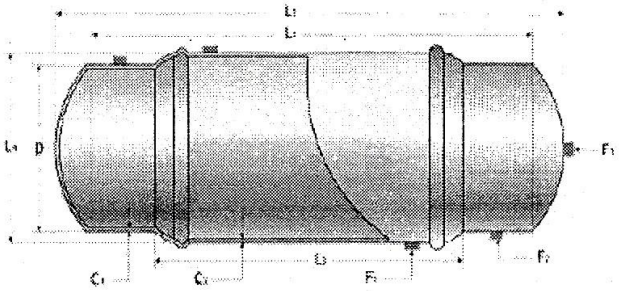
b: ضریب پیش راه اندازی ($b=1.1\text{-}1.2$)

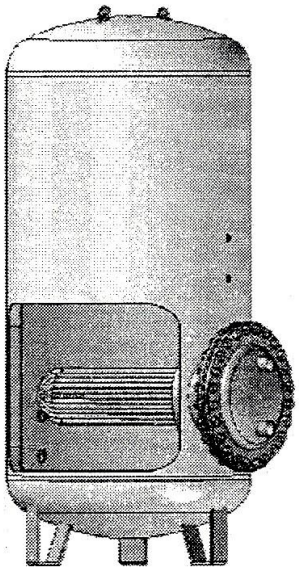
نمونه کاتالوگ دیگهای فولادی و چدنی

مدل Type	ظرفیت حرارتی Kcal/hr	ظرفیت حرارتی Btu/hr	فشار کار MPa	حجم آبگی liter	قطر لوله inch	تعداد پره	طول کلی دیگ CM	عرض CM	ارتفاع CM	وزن (KG) Weight
SB-20	72 000	288 000	6	145	2	10	95	65	90	210
SB-30	82 000	328 000	6	165	2	10	107	65	90	225
SB-40	92 000	368 000	6	185	2	10	117	65	90	240
SB-50	102 000	408 000	6	205	2	10	122	65	90	255
SB-60	120 000	440 000	6	274	2	12	127	75	105	318
SB-70	135 000	520 000	6	308	2.5	13	132	75	105	353
SB-80	150 000	600 000	8	330	2.5	14	146	75	110	415
SB-90	175 000	700 000	8	370	2.5	14	152	80	110	457
SB-100	200 000	800 000	8	425	3	15	164	85	120	480
SB-110	250 000	1 000 000	8	505	3	17	170	90	120	480
SB-120	300 000	1 200 000	8	525	3	18	175	90	125	640
SB-130	350 000	1 400 000	8	618	4	20	180	95	130	717
SB-140	400 000	1 600 000	8	635	4	22	180	100	130	740
SB-150	500 000	2 000 000	8	694	4	22	205	110	140	837
SB-160	600 000	2 400 000	10	1085	4	25	215	110	140	900
SB-170	700 000	2 800 000	10	1160	4	25	220	115	140	1175
SB-180	800 000	3 200 000	10	1197	5	27	248	120	150	1335
SB-190	900 000	3 600 000	10	1263	5	27	258	120	150	1400
SB-200	1 000 000	4 000 000	10	1287	5	30	268	120	160	1500
SB-210	1 200 000	4 800 000	12	1390	5	40	278	150	175	1700
SB-220	1 400 000	5 600 000	12	1475	5	40	298	150	175	1900
SB-230	1 600 000	6 400 000	12	1560	5	45	318	150	175	2100
SB-240	1 800 000	7 200 000	12	1640	5	45	338	150	175	2300
SB-250	2 000 000	8 000 000	12	1720	5	50	338	150	175	2500

۲. محاسبه و انتخاب مبدل آبگرم مصرفی

الف- منبع آبگرم مخزنی





۱- منبع مخزنی آبگرم دوجداره: برای انتخاب منبع دوجداره آبگرم داشتن حجم مخزن محاسبه شده در بخش های قبلی کافی است. با مراجعه به کاتالوگ شرکت تولیدکننده منبع دو جداره و قطر اتصالات آن مشخص می شود.

۲- منبع مخزنی آبگرم کویلی: انتخاب این نوع منبع نیز شبیه منبع مخزنی آبگرم دو جداره می باشد. منبع کویلی در دو مدل ایستاده (عمودی) یا خوابیده (افقی) تولید می شود.

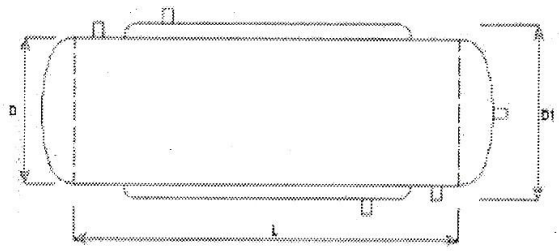
نکته مهم ۱: در سیستم سنتی از یک پمپ سیرکولاسیون برای گردش آب بین رادیاتورها و دیگ و همینطور بین منبع آبگرم و دیگ استفاده می شود. در حالیکه در یک طراحی مهندسی بایستی از دو یا چند پمپ برای این کار استفاده کرده و اصولاً پمپ گردش آب بین دیگ و منبع آبگرم مستقل در نظر گرفته شود.

نکته مهم ۲: راندمان حرارتی منبع کویلی نسبت به منبع دوجداره بیشتر می باشد. لذا از دیدگاه مصرف انرژی منبع کویلی به منبع دوجداره ترجیح داده می شود.

نکته مهم ۳: هزینه های نگهداری منبع کویلی در درازمدت نسبت به منبع دوجداره کمتر است چون کویل مسی داخل منبع قابل تعویض و قابل تعمیر و شستشو است.

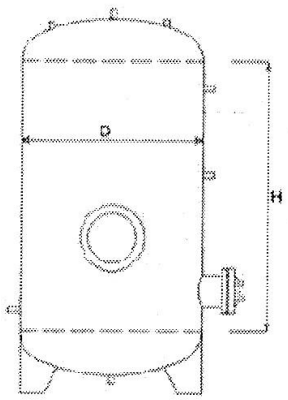
نکته مهم ۴: منبع آبگرم نیز همانند دیگ بایستی دارای عایقکاری مناسب باشد.

نمونه کاتالوگ منبع دوجداره آبگرم



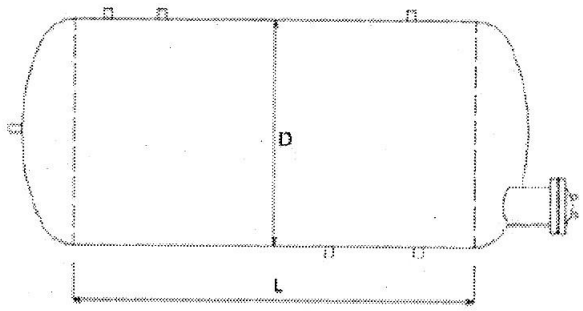
Model	Capacity (lit)	Dimensions				Weight (Kg)
		D(cm)	D1(cm)	L(cm)	t(mm)	
IM2L.1	300	52	58	140	4-2	113
IM2L.2	300	52	58	140	4-2.5	125
IM2L.3	300	52	58	140	4-3	140
IM2L.4	300	52	58	140	5-3	160
IM2L.5	400	59	65	150	4-2	150
IM2L.6	400	59	65	150	4-2.5	158
IM2L.7	400	59	65	150	4-3	165
IM2L.8	400	59	65	150	5-3	190
IM2L.9	500	63	69	155	4-2.5	168
IM2L.10	500	63	69	155	4-3	180
IM2L.11	500	63	69	155	5-3	210
IM2L.12	600	66	72	170	4-2.5	200
IM2L.13	600	66	72	170	4-3	210
IM2L.14	600	66	72	170	5-3	240
IM2L.15	800	72	78	200	4-2.5	260
IM2L.16	800	72	78	200	4-3	275
IM2L.17	800	72	78	200	5-3	320
IM2L.18	1000	80	86	200	4-2.5	285
IM2L.19	1000	80	86	200	4-3	306
IM2L.20	1000	80	86	200	5-3	360
IM2L.21	1500	98	104	200	4-3	420
IM2L.22	1500	98	104	200	5-3	470
IM2L.23	2000	100	110	250	5-3	580

نمونه کاتالوگ منبع کویلی آبگرم ایستاده (عمودی)



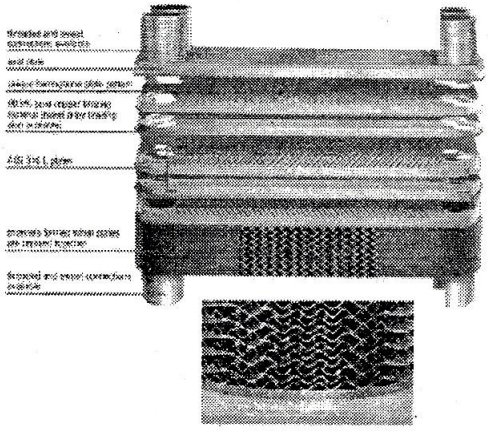
Model	Capacity (lit)	Dimensions			Weight (Kg)
		D(cm)	H(cm)	t(mm)	
IMTV.1	500	65	150	4	135
IMTV.2	500	65	150	5	175
IMTV.3	600	72	150	4	160
IMTV.4	600	72	150	5	200
IMTV.5	800	82	150	4	180
IMTV.6	800	82	150	5	230
IMTV.7	1000	92	150	4	220
IMTV.8	1000	92	150	5	280
IMTV.9	1200	98	150	4	240
IMTV.10	1200	98	150	5	300
IMTV.11	1500	110	150	4	285
IMTV.12	1500	110	150	5	350
IMTV.13	1500	110	150	6	420
IMTV.14	2000	115	200	5	430
IMTV.15	2000	115	200	6	516
IMTV.16	2000	115	200	8	690
IMTV.17	2500	126	200	5	485
IMTV.18	2500	126	200	6	570
IMTV.19	2500	126	200	8	760
IMTV.20	3000	140	200	5	560
IMTV.21	3000	140	200	6	680
IMTV.22	3000	140	200	8	900
IMTV.23	4000	145	250	5	665
IMTV.24	4000	145	250	6	780
IMTV.25	4000	145	250	8	1040
IMTV.26	5000	145	300	5	770
IMTV.27	5000	145	300	6	930
IMTV.28	5000	145	300	8	1200
IMTV.29	6000	160	300	5	840
IMTV.30	6000	160	300	6	1000
IMTV.31	6000	160	300	8	1390

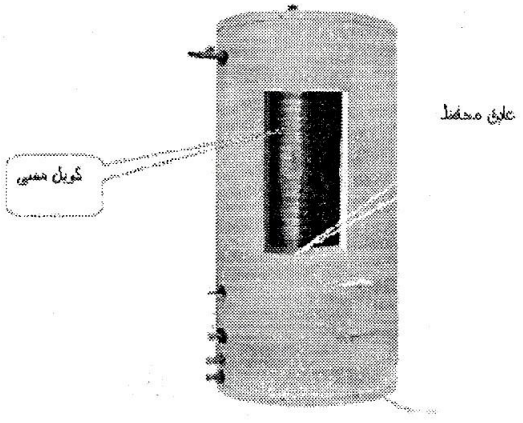
نمونه کاتالوگ منبع کویلی آبگرم خوابیده (افقی)



Model	Capacity (lit)	Dimensions			Weight (Kg)
		D(cm)	L(cm)	t(mm)	
IMTH.1	300	52	140	4	98
IMTH.2	300	52	140	5	120
IMTH.3	400	59	150	4	120
IMTH.4	400	59	150	5	160
IMTH.5	500	65	150	4	130
IMTH.6	500	65	150	5	170
IMTH.7	600	65	170	4	145
IMTH.8	600	65	170	5	190
IMTH.9	800	72	200	4	190
IMTH.10	800	72	200	5	235
IMTH.11	1000	80	200	4	210
IMTH.12	1000	80	200	5	260
IMTH.13	1200	90	200	4	250
IMTH.14	1200	90	200	5	320
IMTH.15	1500	100	200	4	270
IMTH.16	1500	100	200	5	345
IMTH.17	2000	100	250	5	410

الف- مبدل آبگرم آنی (لحظه ای)





مبدل های تولید آبگرم آنی یا لحظه ای: برای انتخاب این مبدل ها بایستی دبی و ظرفیت حرارتی هر دو سمت مبدل را داشته باشیم.

الف- سمت آبگرم: دبی آبگرم بهداشتی قبلاً از طریق جدول مصارف با احتساب ضریب همزمانی بر حسب Lit/hr محاسبه گردیده است. و ظرفیت حرارتی سمت آبگرم از رابطه زیر بدست آمد:

$$Q_{w.w} = (50.52).V_{w.w}^{\cdot}$$

که:

$Q_{w.w}$: بار حرارتی آبگرم مصرفی (w)

$V_{w.w}$: دبی حجمی آبگرم مصرفی (Lit/hr)

ب- سمت آب شوفاژ: دبی آب شوفاژ برای تولید آبگرم بهداشتی از رابطه زیر بدست می آید:

$$V_{b.w}^{\cdot} = \frac{Q_{w.w}}{(12.2)\eta}$$

که:

$V_{b.w}$: دبی حجمی آبگرم شوفاژ (Lit/hr)

η: راندمان حرارتی مبدل (برای مبدل های صفحه ای 90% و برای مبدل های کویلی 70%)

$$Q_{b.w} = \frac{Q_{w.w}}{\eta}$$

$Q_{b.w}$: بار حرارتی سمت شوفاژ (w)

نمونه کاتالوگ مبدل آبگرم صفحه ای

PRODUZIONE ISTANTANEA ACQUA CALDA - *HOT WATER IMMEDIATE PRODUCTION*

PRIMARIO - *PRIMARY* 80°C-60°C SECONDARIO - *SECONDARY* 12°C-50°C

Kcal/h	MODELLO - *MODEL*	N° PIASTRE *n° of plates*	Portata – *Flow* m3/h		Perdita di carico mH_2O *pressure drop* mca	
			primario *primary*	secondario *secondary*	primario *primary*	secondario *secondary*
20000	ZB 207	10	0,99	0,52	0,8	0,3
	Z2	7			0,9	0,3
30000	ZB 207	14	1,53	0,79	0,8	0,3
	Z2	7			2,1	0,7
40000	ZB 207	16	2	1	1,2	0,4
	Z2	8			2,1	0,7
50000	ZB 207	20	2,55	1,32	1,2	0,4
	Z2	8			3,1	1,1
60000	ZB 207	24	3	1,58	1,2	0,4
	Z2	11			2,9	1
80000	ZB 315	24	4	2,11	3,4	1,1
	Z2	13			3,5	1,2
100000	ZB 500	20	5,1	2,64	2,9	1
	Z2	11			3,1	1,1
125000	ZB 500	30	6,38	3,3	2	0,7
	Z2	21			3,1	1,1
150000	ZB 500	30	7,66	3,97	2,6	0,86
	Z2	25			3,18	1,1
175000	ZB 500	30	8,94	4,63	3,7	1,3
	Z2	27			3,6	1,2
200000	ZB 500	40	10,2	5,29	2,79	0,97
	Z2	33			3,1	1,1
250000	ZB 400	35	12,7	6,62	3,2	1,1
	Z2	25			3	1
300000	ZB 400	49	15,3	7,94	2,5	0,8
	Z2	27			3	1
350000	ZB 400	50	17,8	9,27	2,3	0,8
	Z2	31			3,1	1,05
400000	ZB 500	36	20,4	10,5	3,8	1,3
	Z2	33			3,5	1,2
450000	ZB 800	49	22,94	11,8	2,6	0,9
	Z2	38			3,7	1,3
500000	ZB 800	49	25,5	13,2	2,4	1,1
	Z2	37			4,3	1,5
600000	ZB 800	58	30,6	15,8	3,1	1,1
	Z2	45			4,1	1,4
700000	ZB 700	50	35,7	18,5	3,5	1,2
	Z2	51			4,5	1,6
800000	ZB 700	58	40,88	21,2	4,4	1,5
	Z2	59			4,2	1,4

PRODUZIONE ISTANTANEA ACQUA CALDA - *HOT WATER IMMEDIATE PRODUCTION*

PRIMARIO - *PRIMARY* 80°C-60°C SECONDARIO - *SECONDARY* 12°C-50°C

Kcal/h	MODELLO - *MODEL*	N° PIASTRE *n° of plates*	Portata – *Flow* m3/h		Perdita di carico mH_2O *pressure drop wcm*	
			primario *primary*	secondario *secondary*	primario *primary*	secondario *secondary*
20000	ZB 207	10	0,99	0,52	0,8	0,3
	Z2	7			0,9	0,3
30000	ZB 207	14	1,53	0,79	0,9	0,3
	Z2	7			2,1	0,7
40000	ZB 207	16	2	1	1,2	0,4
	Z2	8			2,1	0,7
50000	ZB 207	20	2,55	1,32	1,2	0,4
	Z2	9			3,1	1,1
60000	ZB 207	24	3	1,58	1,2	0,4
	Z2	11			2,9	1
80000	ZB 315	24	4	2,11	3,4	1,1
	Z2	13			3,5	1,2
100000	ZB 500	20	5,1	2,64	2,9	1
	Z2	17			3,1	1,1
125000	ZB 500	30	6,39	3,3	2	0,7
	Z2	21			3,1	1,1
150000	ZB 500	30	7,66	3,97	2,8	0,98
	Z2	25			3,18	1,1
175000	ZB 500	30	8,94	4,63	3,7	1,3
	Z2	27			3,5	1,2
200000	ZB 500	40	10,2	5,29	2,78	0,97
	Z2	33			3,1	1,1
250000	ZB 400	30	12,7	6,62	3,2	1,1
	Z3	23			3	1
300000	ZB 400	40	15,3	7,94	2,3	0,8
	Z3	27			3	1
350000	ZB 400	50	17,9	9,27	2,3	0,8
	Z3	31			3,1	1,09
400000	ZB 600	30	20,4	10,5	2,8	1,2
	Z3	33			3,5	1,2
450000	ZB 600	40	22,34	11,8	2,6	0,9
	Z3	35			3,7	1,3
500000	ZB 600	40	25,5	13,2	3,4	1,1
	Z3	37			4,3	1,5
600000	ZB 600	50	30,6	15,8	3,1	1,1
	Z3	45			4,1	1,4
700000	ZB 700	50	35,7	18,5	3,5	1,2
	Z3	61			4,3	1,5
800000	ZB 700	50	40,86	21,2	4,4	1,5
	Z3	59			4,2	1,4

پمپ سیرکولاسیون



انتخاب پمپ سیرکولاسیون

برای انتخاب پمپ سیرکولاسیون در سیستم های حرارت مرکزی نیازمند محاسبه دو پارامتر زیر می باشیم:

۱. دبی کل پمپ: که از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\dot{V}_p = \frac{Q}{12200}$$

که:

Q: بار حرارتی کل (در صورتیکه پمپ صرفاً برای رادیاتورها باشد) یا ظرفیت دیگ انتخاب شده (در صورتیکه پمپ هم برای رادیاتورها و هم برای منبع آبگرم باشد) (W)

$\dot{V}_p$: دبی پمپ (m^3/hr)

۲. هد کل پمپ : که برابر افت فشار دورترین مسیر لوله کشی بین دیگ موتورخانه و دورترین رادیاتور یا فن کویل نسبت به دیگ بوده و از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta P_p = (\frac{\Delta P}{L}) \cdot L_{longest} \cdot 2 \cdot f_1 + \Delta P_{boiler} + \Delta P_{radiator}$$

که:

ΔP_p: افت فشار در مسیر بحرانی (Pa)

ΔP_{boiler}: افت فشار دیگ (Pa)

$\Delta P_{radiator}$: افت فشار آخرین رادیاتور یا فن کویل (Pa)

f_1: ضریب تجربی برابر با f_1=1.2-1.3

انتخاب پمپ سیرکولاسیون

نکته: رابطه تجربی زیر می تواند در سیستم های حرارت مرکزی **با رادیاتور** برای محاسبه افت فشار پمپ استفاده شود:

$$\Delta P_p = (\frac{\Delta P}{L}) \cdot L_{longest} \cdot 2 \cdot 1.5$$

نکته مهم: بایستی توجه داشت که همیشه دورترین مسیر، مسیر بحرانی محسوب نمی شود بلکه بایستی به افت های ناشی از وجود اتصالات و وصاله ها در مسیر های مختلف توجه داشت.

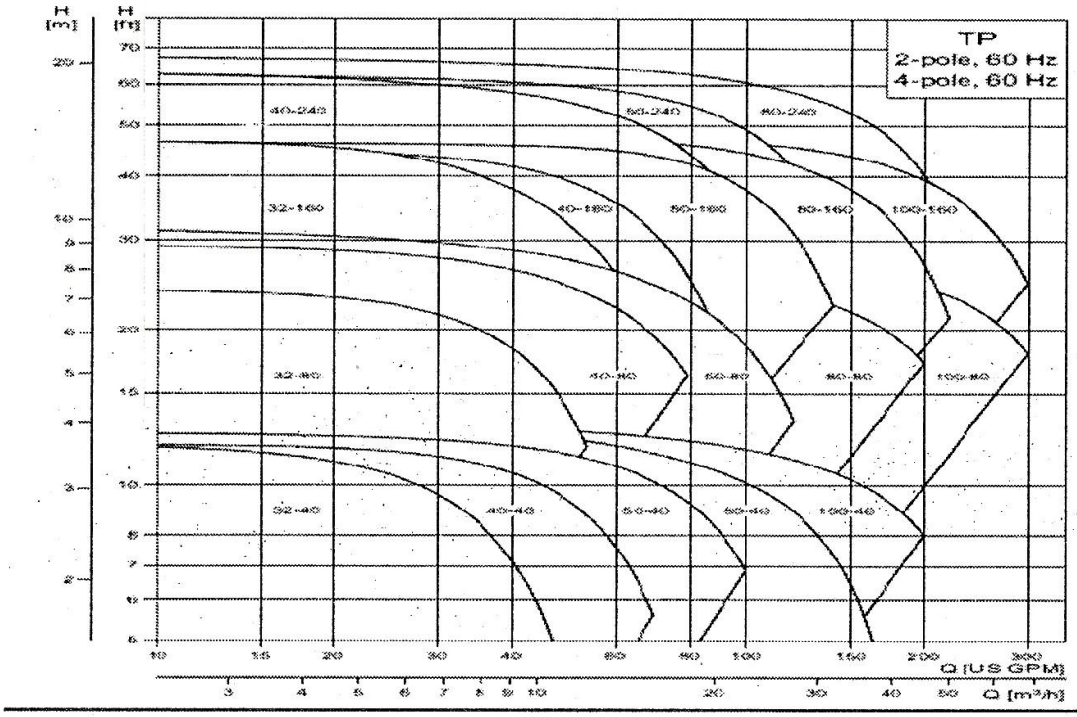
با داشتن هد و دبی پمپ سراغ منحنی مشخصه هد-دبی پمپ سیرکولاسیون از نوع سانتریفیوژ خطی رفته و پمپ مورد نظر انتخاب می شود.

پس از انتخاب پمپ سیرکولاسیون، کلیه مشخصات پمپ از قبیل ابعاد، سایز ورودی و خروجی پمپ، میزان برق مصرفی و .... نیز از کاتالوگ پمپ مشخص می شود.

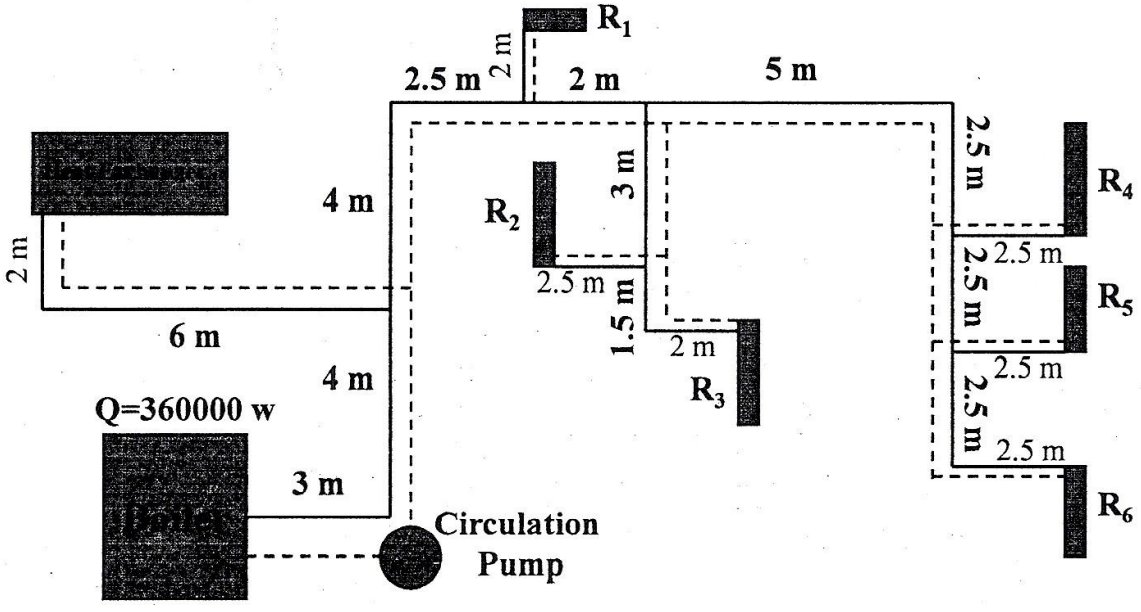
نکته: برای تبدیل دو واحد رایج افت فشار زیر به همدیگر نسبت زیر را بکار ببرید:

$$1Pa = (0.0001)m - H_2O$$

نمونه کاتالوگ پمپ سیرکولاسیون



مثال: برای مسیر لوله کشی نشان داده شده در شکل زیر پمپ سیرکولاسیون مناسب را از محصولات شرکت گراندفوس انتخاب نمایید.



حل: با توجه به شکل، مسیر Boiler-R_6 مسیر بحرانی تشخیص داده می شود.

$L_{critical}$=3+4+4+2.5+2+5+2.5+2.5+2.5+2.5=30.5 m

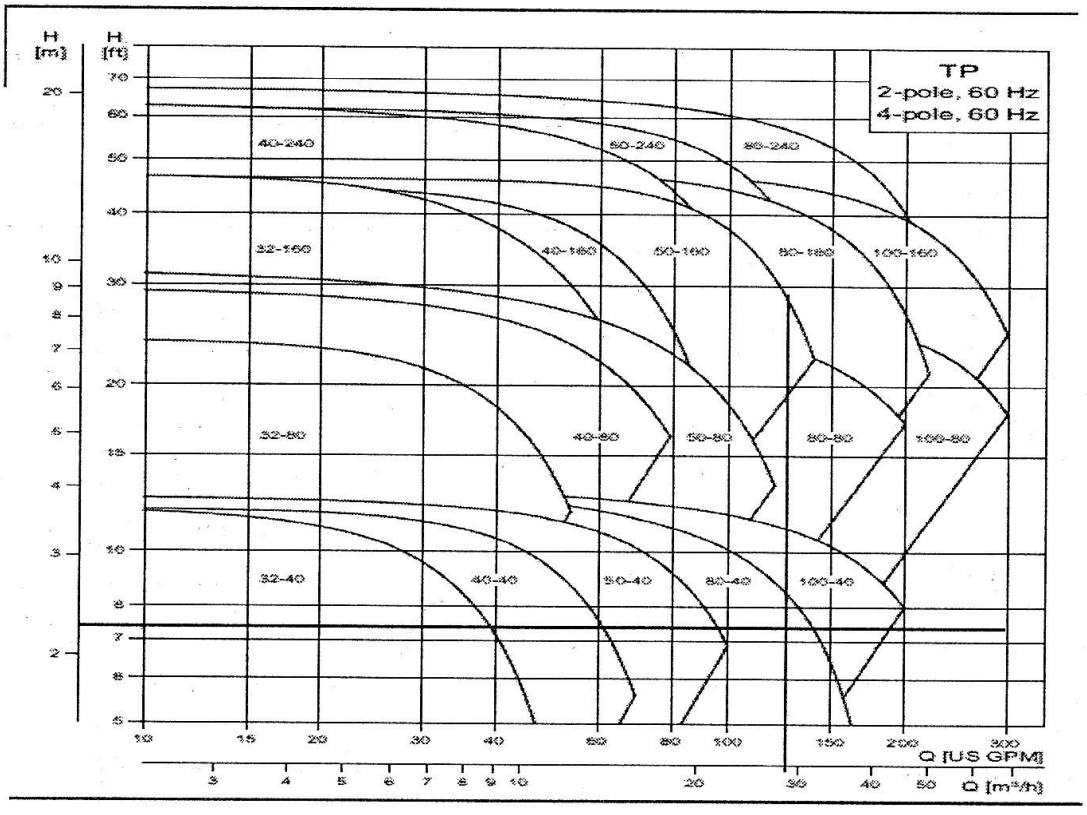
ΔP_p=(250 Pa/m)⑨30.5 m ⑨2 ⑨1.5=22875 Pa =2.28 m-H_2O

چون از یک پمپ برای گردش آب بین دیگ و رادیاتورها و بین دیگ و مبدل آبگرم استفاده شده است لذا برای محاسبه دبی پمپ از ظرفیت حرارتی دیگ استفاده می کنیم:

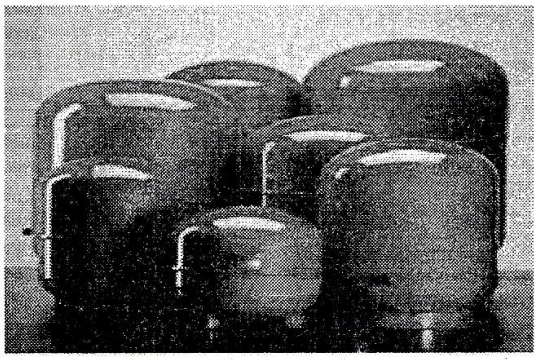
V_p=(360000)/12200=29.5 m^3/hr

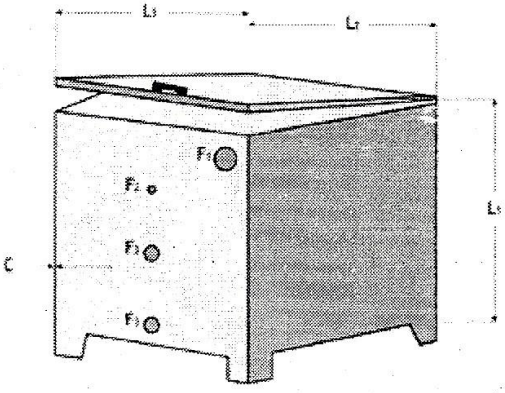
حال با مراجعه به کاتالوگ شرکت گراندفوس، پمپ مورد نظر انتخاب می شود.

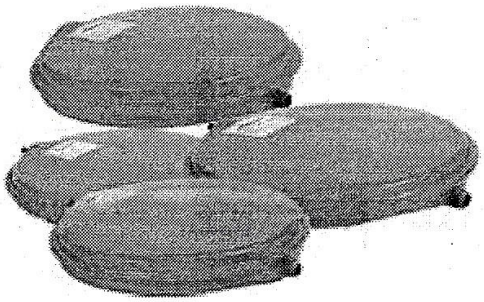
پمپ انتخاب شده: TP 80-40

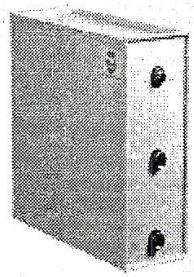


منبع انبساط



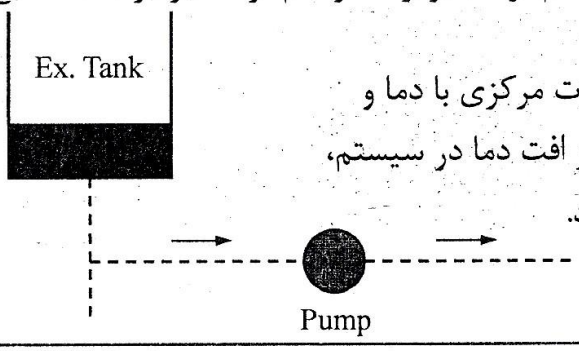






به منظور تثبیت فشار سیستم و فراهم آوردن امکان انبساط حجمی آب در اثر افزایش دما در سیستم های بسته، لازم است از منبع انبساط استفاده شود. منبع انبساط می تواند بصورت باز یا بسته باشد.

۱. **منبع انبساط باز:** این منبع که با هوای آزاد در ارتباط است در خط مکش پمپ و برفراز بالاترین رادیاتور ساختمان(حداقل 2.5 m) نصب می شود. اتصال منبع انبساط به خط مکش پمپ باعث می شود تا مسیر مکش تحت فشار اتمسفر بوده و ار ورود هوا به سیستم خودداری شود. گرچه تنها اتصال منبع انبساط به خط مکش از نظر تئوری کافی است اما برای دخالت دادن آب منبع انبساط در فرآیند سیرکولاسیون توصیه می شود که هم از مسیر رفت و هم از مسیر برگشت منبع انبساط به سیستم متصل شده باشد.



منبع انبساط باز برای سیستم های حرارت مرکزی با دما و فشار کم مناسب است. برای جلوگیری از افت دما در سیستم، منبع انبساط باز بایستی عایق کاری شود.

محاسبات منبع انبساط باز

الف- محاسبه ظرفیت تقریبی منبع انبساط باز:

$$V = \frac{Q_B}{410}$$

که:

Q_B: ظرفیت دیگ بر حسب kcal/hr

V: حجم منبع انبساط باز(Lit)

ب- محاسبه قطر لوله و برگشت رفت منبع انبساط باز:

رفت

$$d = 15 + 1.5\sqrt{\frac{Q_B}{1000}}$$

برگشت

$$d = 15 + \sqrt{\frac{Q_B}{1000}}$$

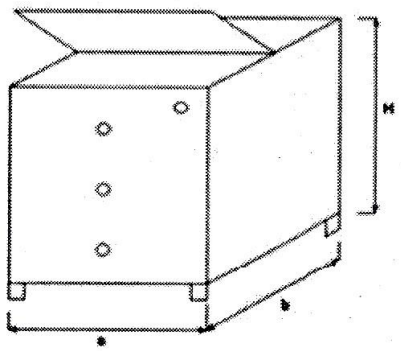
که:

Q_B: ظرفیت دیگ بر حسب kcal/hr

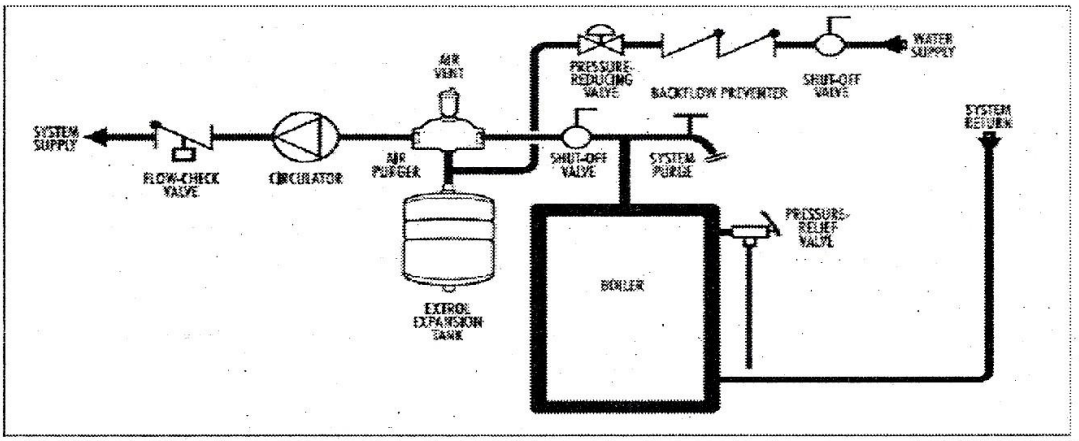
d: قطر لوله (mm)

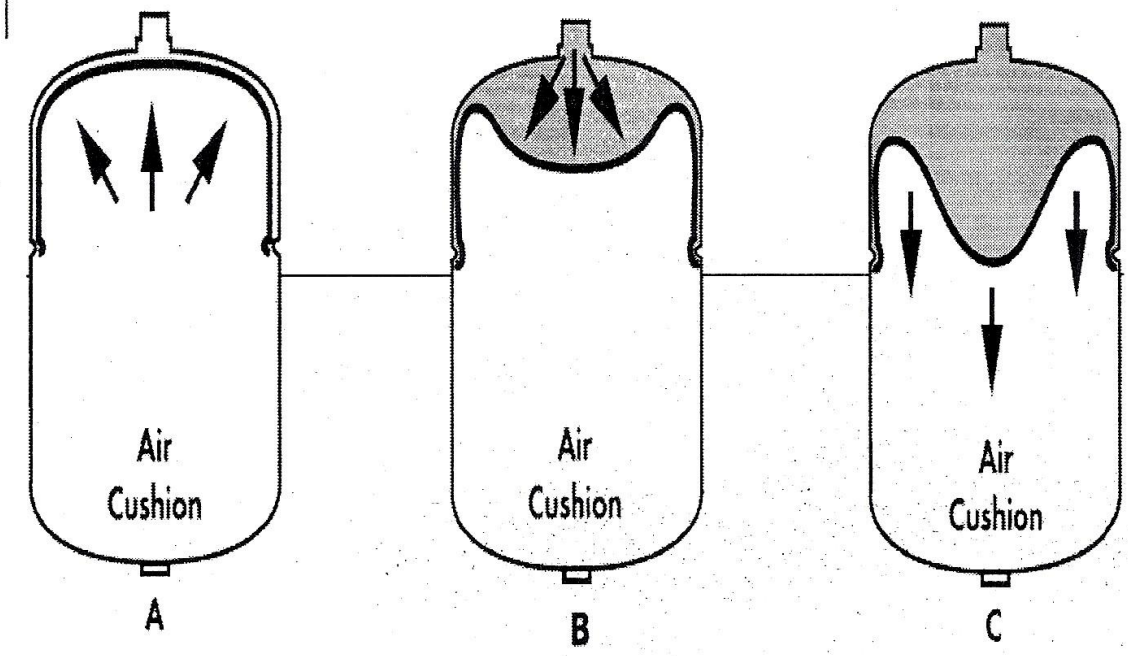
نمونه کاتالوگ منبع انبساط باز

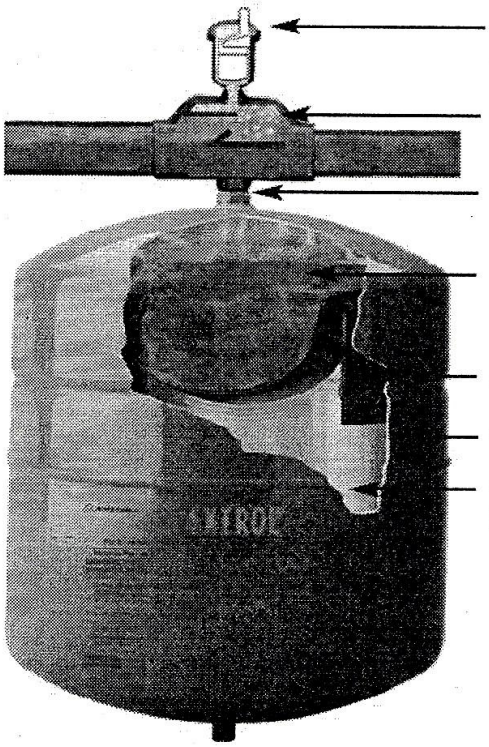
Model	Capacity (Lit)	Dimensional				Weight (Kg)
		H(cm)	a(cm)	b(cm)	t(mm)	
IMOE.1	200	80	60	50	2	35
IMOE.2	200	80	60	50	2.5	45
IMOE.3	200	80	60	50	3	55
IMOE.4	250	100	50	50	2	40
IMOE.5	250	100	50	50	2.5	50
IMOE.6	250	100	50	50	3	65
IMOE.7	300	100	50	60	2	45
IMOE.8	300	100	50	60	2.5	50
IMOE.9	300	100	50	60	3	65
IMOE.10	300	100	65	65	2	55
IMOE.11	300	100	65	65	2.5	70
IMOE.12	300	100	65	65	3	85
IMOE.13	300	100	70	70	2	65
IMOE.14	300	100	70	70	2.5	75
IMOE.15	300	100	70	70	3	90
IMOE.16	300	100	70	70	4	120
IMOE.17	400	100	80	75	2	70
IMOE.18	400	100	80	75	2.5	85
IMOE.19	400	100	80	75	3	100
IMOE.20	400	100	80	75	4	135
IMOE.21	300	100	90	90	2	90
IMOE.22	300	100	90	90	2.5	110
IMOE.23	300	100	90	90	3	132
IMOE.24	300	100	90	90	4	180
IMOE.25	1000	100	100	100	2	100
IMOE.26	1000	100	100	100	2.5	125
IMOE.27	1000	100	100	100	3	150
IMOE.28	1000	100	100	100	4	195
IMOE.29	1200	100	110	110	3	165
IMOE.30	1200	100	110	110	4	220
IMOE.31	1500	125	120	100	3	210
IMOE.32	1500	125	120	100	4	



۲. منبع انبساط بسته: این منبع در سیستم های گرمایش با دمای آب زیاد (بیش از دمای جوشش آب در فشار اتمسفر) و نیز در مواردی که به علت محدودیت ارتفاع موتورخانه یا هر دلیل دیگری نتوانیم از منبع انبساط باز استفاده کنیم، بکار می رود. این منبع در هر جای ساختمان می تواند نصب گردد و با هوای آزاد در ارتباط نمی باشد. فشار سیستم توسط بالشتک هوا یا یک گاز بی اثر مانند ازت که نیمی از حجم منبع را اشغال می کند تأمین می شود. حداکثر فشار بستگی به مقتضیات طرح دارد و جهت کنترل آن از شیر اطمینان استفاده می شود. در صورتیکه از منبع انبساط بسته در یک سیستم حرارت مرکزی استفاده شود، پمپ سیرکولاسیون بایستی در مسیر رفت نصب شود تا سمت مکش به رادیاتورها تحت فشار تقریباً ثابتی را عمل نماید.







محاسبات منبع انبساط بسته

برای محاسبه منبع انبساط بسته در سیستم گرمایشی مدار بسته از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$V_{\tan k} = \frac{V_{water} \cdot e}{1 - \frac{P_{\min} + 1}{P_{\max} + 1}}$$

که:

V_{tank}: حجم مخزن (Lit)

V_{water}: حجم آب در سیستم (Lit)

e: ضریب انبساط آب گرمایش (بین دماهای 10°c تا 90°c برابر0.0355 در نظر می گیریم)

P_{min}: فشار استاتیک آب درون سیستم (bar) – به ازای هر متر از ارتفاع ساختمان مقدار 0.1 bar در نظر می گیریم.

P_{max}: فشار عملکرد شیر اطمینان سیستم (bar)

نکته مهم: محاسبه حجم منبع انبساط بسته در سیستم های گرمایشی با سیستم های آبرسانی کاملاً متفاوت است.

برای محاسبه حجم آب درون سیستم از جدول زیر استفاده می کنیم:

Heating Element	Water Volume (lt) required for each 1000 kcal/hr	Water Volume (lt) required for each 1 kW
Convector	6	5.2
Panel Radiator	9.7	8.33
Cast Radiator	14	12
Steel Radiator	14	12
Floor Heating	21.5	18.5

جهت لحاظ کردن آب درونِ لوله ها مقدار بدست آمده از جدول در ضریب 1.1 ضرب می شود.

نکات زیر بایستی در استفاده از منبع انبساط بسته مورد توجه قرار گیرند:

۱. منبع انبساط بسته الزاماً بایستی با شیر اطمینان بکار رود.
۲. شیر اطمینان بایستی بین دیگ و منبع انبساط نصب گردد.
۳. نبایستی بین دیگ، شیر اطمینان و منبع انبساط شیر دیگری وجود داشته باشد.
۴. منبع انبساط مایع با دیگ های گاز مایع و طبیعی استفاده می شوند و با دیگ های زغال سنگ استفاده نمی شوند.
۵. جهت جلوگیری از ورود هوا با بخش آبی منبع انبساط، یک شیر هواگیری اتوماتیک در انشعاب منبع انبساط نصب می شود.
۶. جهت استفاده از منبع انبساط بسته حتماً بایستی به توصیه های شرکت سازنده توجه کرد.

برای محاسبه سایز شیر اطمینان از جدول زیر استفاده می کنیم:

BOILER CAPACITY (kcal/hr)	SAFETY VALVE
Up to 45.000	1/2"
45.000-90.000	3/4"
90.000-175.000	1"
175.000-300.000	1 1/4"
300.000-500.000	1 1/2"
More then 750.000	2"

نمونه توصیه های شرکت Zilmet برای محصول منبع انبساط خود

Operating conditions

Maximum working pressure 4-8 litres	5 bar
Maximum working pressure 12-50 litres	4 bar
Maximum working pressure 80-900 litres	6 bar
Maximum operating temperature	90°C
Factory precharge 4-8 litres	1.5 bar
Factory precharge 12-50 litres	2 bar
Factory precharge 80-900 litres	2.5 bar

نمونه کاتالوگ منبع انبساط بسته برای کاربرد حرارت مرکزی ساخت شرکت Zilmet

Technical and dimensional data

Model	Cat.ref.	Model ref.	Capacity (lt)	Ø Diameter	Height	E	Connection
CAL-PRO 4	13000004000	Z1-301004	4	225 mm	195 mm	-	3/4"G
CAL-PRO 8	13000008000	Z1-301008	8	230 mm	295 mm	-	3/4"G
CAL-PRO 12	13000012000	Z1-301012	12	294 mm	281 mm	-	3/4"G
CAL-PRO 18	13000018000	Z1-301018	18	290 mm	400 mm	-	3/4"G
CAL-PRO 24	13000024000	Z1-301024	24	324 mm	416 mm	-	3/4"G
CAL-PRO 35	13000035000		35	404 mm	408 mm	-	3/4"G
CAL-PRO 35*	13000035001	Z1-302035CP	35	404 mm	387 mm	119	3/4"G
CAL-PRO 50	13000050000		50	497 mm	530 mm	-	3/4"G
CAL-PRO 50*	13000050001	Z1-302050CP	50	497 mm	507 mm	157	3/4"G
CAL-PRO 80	13000080000	Z1-302080	80	450 mm	409 mm	150	3/4"G
CAL-PRO 105	13000105000	Z1-302105	105	500 mm	665 mm	165	3/4"G
CAL-PRO 150	13000150000	Z1-302150	150	500 mm	897 mm	216	3/4"G
CAL-PRO 200	13000200000	Z1-302200	200	600 mm	812 mm	225	3/4"G
CAL-PRO 250	13000250000	Z1-302250	250	630 mm	967 mm	245	3/4"G
CAL-PRO 300	13000300000	Z1-302300	300	630 mm	1105 mm	245	3/4"G
CAL-PRO 400	13000400000	Z1-302400	400	630 mm	1450 mm	245	3/4"G
CAL-PRO 500	13000500000	Z1-302500	500	760 mm	1340 mm	290	1"G
CAL-PRO 600	13000600000	Z1-302600	600	760 mm	1555 mm	290	1"G
CAL-PRO 700	13000700000	Z1-302750	700	760 mm	1755 mm	290	1"G
CAL-PRO 800	13000800000		800	760 mm	1855 mm	290	1"G
CAL-PRO 900	13000900000		900	760 mm	2105 mm	290	1"G

مثال: حجم منبع انبساط را برای یک ساختمان هشت طبقه دارای یک زیرزمین که از دیگ به ظرفیت 450000 kcal/hr و رادیاتورهای پانلی استفاده می کند را بدست آورید. شیر اطمینان سیستم در 4 bar عمل می کند. منبع انبساط بلافاصله بعد از دیگ در زیر زمین نصب شده است. سایز شیر اطمینان در سیستم چقدر بایستی باشد؟

حل:

الف- محاسبه حجم آب سیستم (به کمک جدول):

$$V_{water}=(450000).(9.7/1000).(1.1)=4801.5 \text{ Lit}$$

ب- تعیین فشار استاتیک سیستم:

$$P_{min}=(8+1).(3).(0.1)=2.7 \text{ bar}$$

پ- محاسبه حجم منبع:

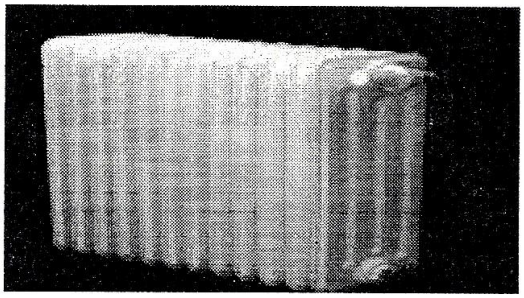
$$V_{tank}=\frac{4801.5\cdot 0.0355}{1-\frac{2.7+1}{4+1}}=655.6 \quad Lit$$

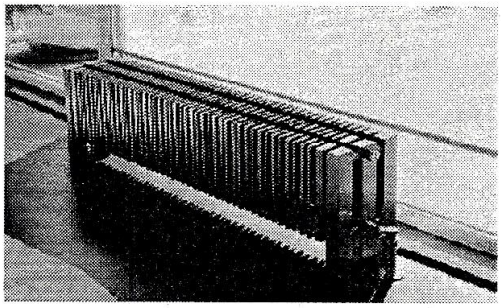
با مراجعه به کاتالوگ ظرفیت 700 Lit انتخاب می شود.

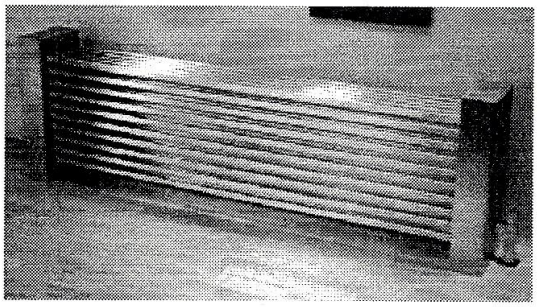
سایز شیر اطمینان با توجه به ظرفیت حرارتی دیگ از جدول 1 ½ inch انتخاب می شود.

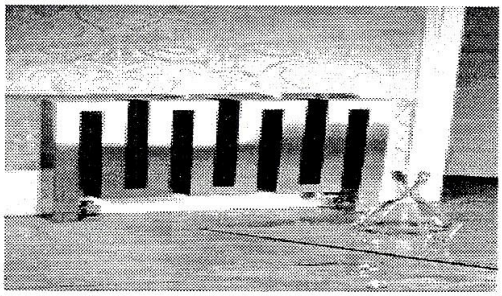
انواع رادیاتور ها و طرز انتخاب آنها

رادیاتورفولادی

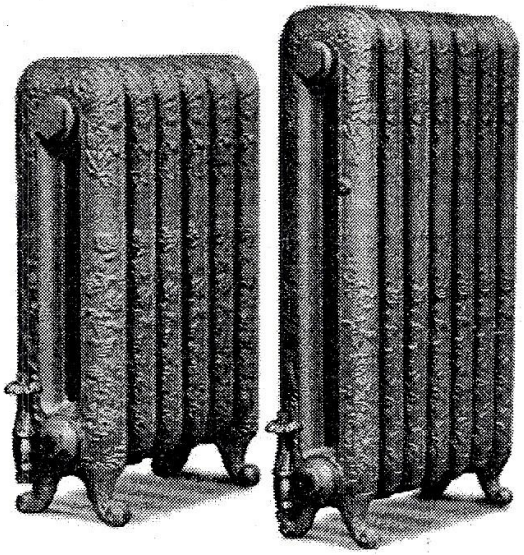


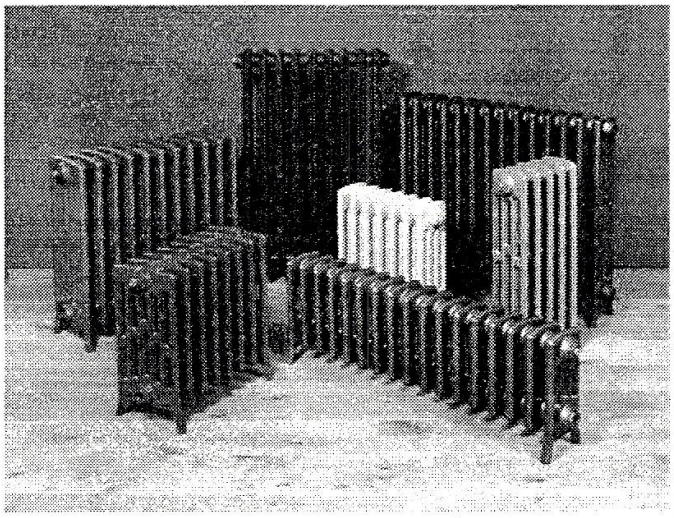




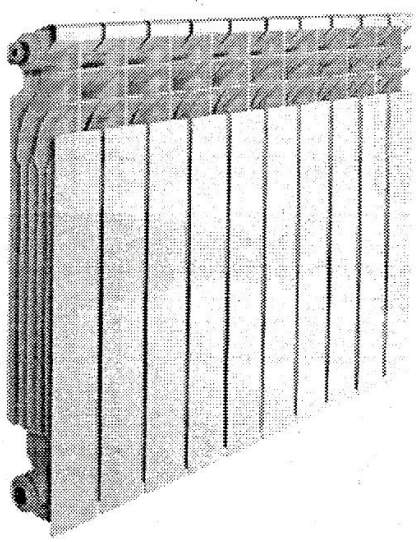


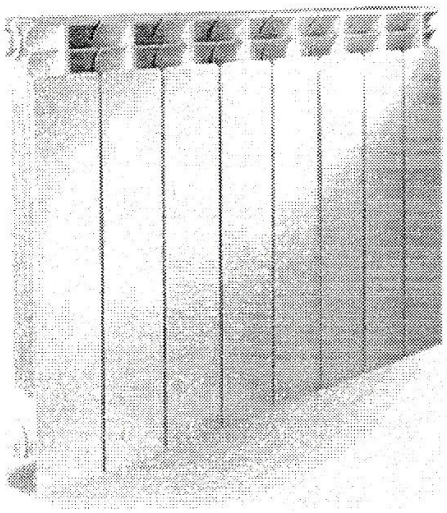
رادیاتور چدنی



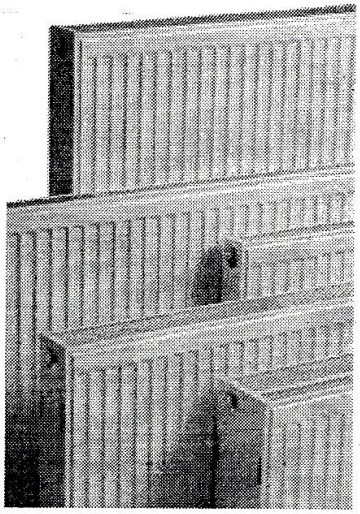


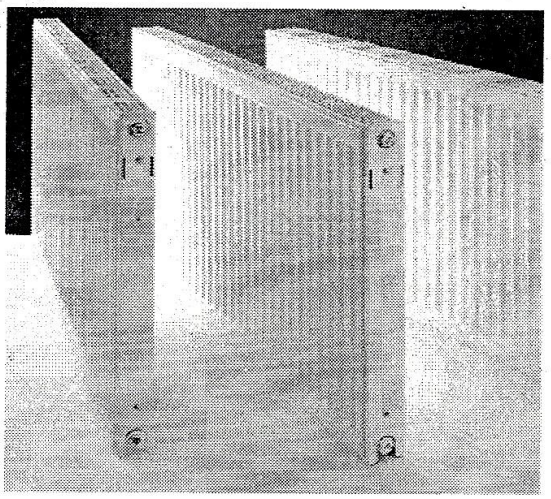
رادیاتور آلومینیومی





رادیاتورپانلی

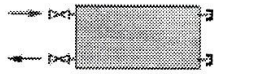




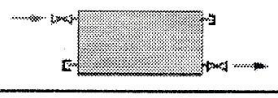
جزئیات رادیاتورپانلی

Technical Data	
Height H	300, 400, 500, 600, 900 mm
Length L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Connecting pitch	h = H – 54 mm
Connecting thread	4 x G1/2 inside
Highest allowed working pressure	10 bar
Highest allowed working temperature	110 °C
Radiator connection	left or right side

Examples of connection to the heating system



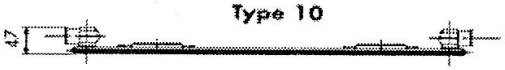
side = one side



side – two sides diagonal

recommended for: L ≥ 3 x H

Type 10



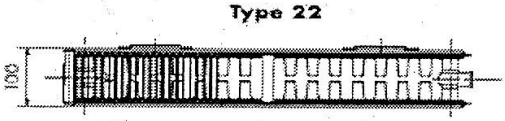
Type 11



Type 21



Type 22



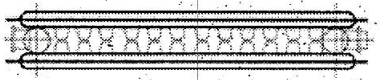
Type 33



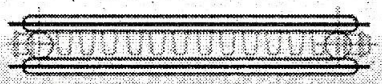
مدل های رادیاتور پنلی



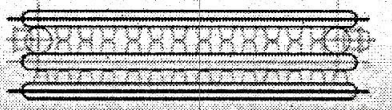
مدل دو پانلی



مدل دو کنوکتور

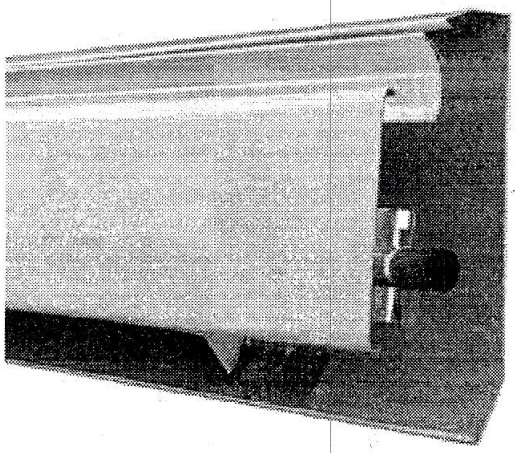


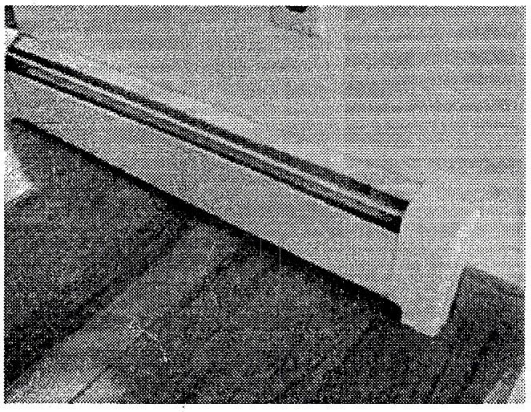
مدل تک کنوکتور



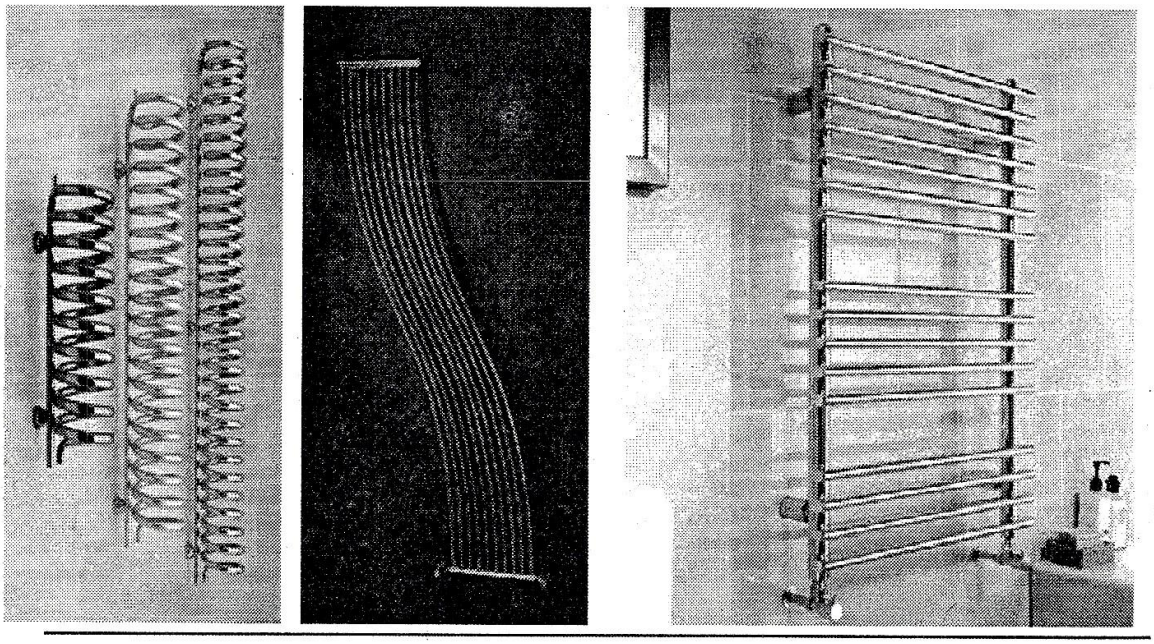
مدل سه کنوکتور

Baseboard heating systems
(Convector)





رادیاتور حوله ای



محاسبات رادیاتورها

۱. محاسبه تعداد پره های رادیاتور فولادی، چدنی و آلومینیومی:

$$n = \frac{Q_{Load}}{Q_R}$$

که:

Q_{Load}: بار حرارتی محل (W)

Q_R: بار حرارتی هر پره از رادیاتور (W)- با مراجعه به کاتالوگ سازنده

n: تعداد پره ها

۲. رادیاتور حوله ای و پانلی: برای انتخاب این نوع رادیاتورها بایستی مستقیماً به کاتالوگ سازنده مراجعه نمود.

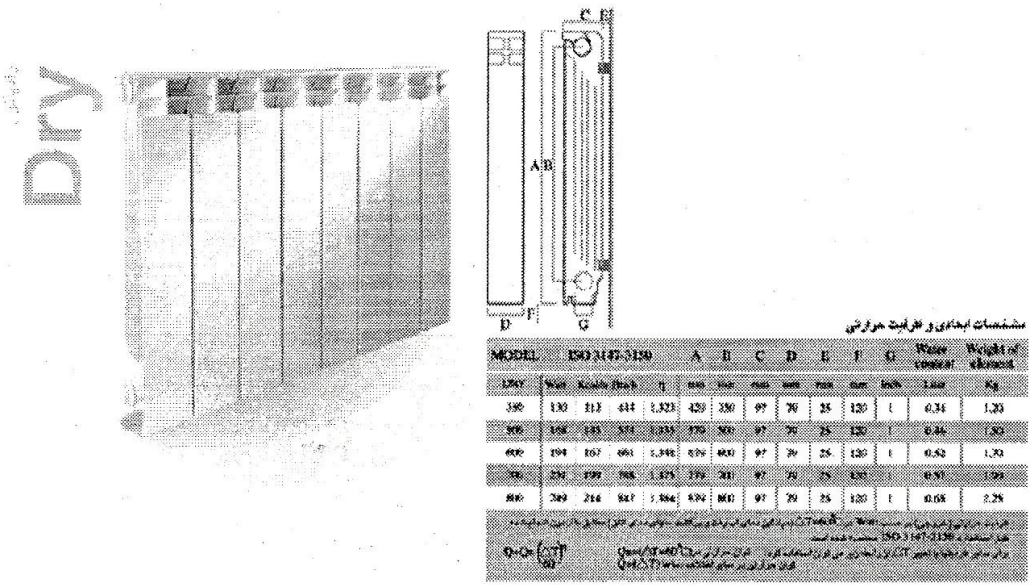
جدول مشخصات رادیاتورهای فولادی رایج

H@D	Q_R (Kcal/hr)
500@100	68
500@150	92
600@150	104

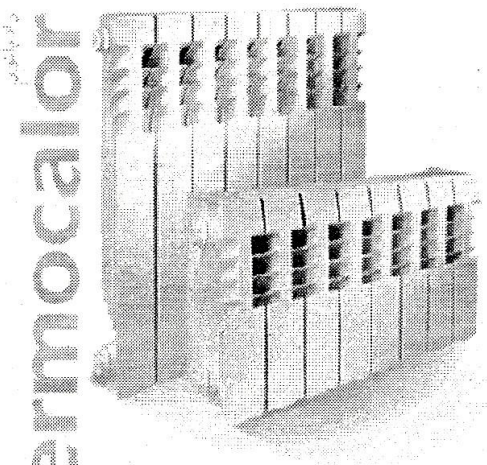
H@D	Q_R (Kcal/hr)
300@200	79
500@200	111
600@200	130

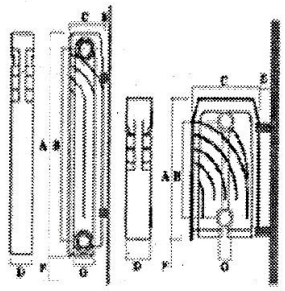
- H ارتفاع رادیاتور و D عمق آن بر حسب mm می باشند.
- برای سایر ابعاد و اشکال رادیاتورهای فولادی بایستی به کاتالوگ سازنده آن مراجعه کرد.

نمونه کاتالوگ رادیاتور آلومینیومی-۱



نمونه کاتالوگ رادیاتور آلومینیومی-۲

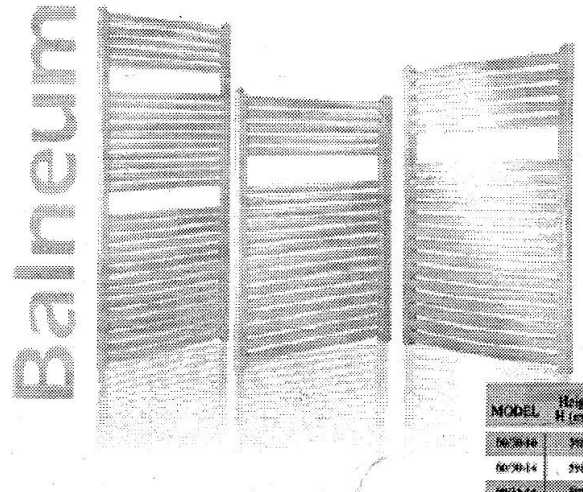


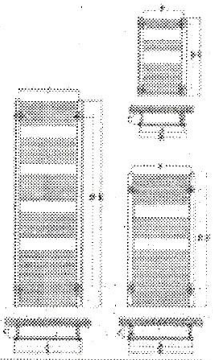


مشخصات ابعادی و ظرفیت حرارتی

MODEL	ISO 5147-3150				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
	W	Kcal/h	Btu/h	q	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
200	97	82	330	1.240	288	200	160	66	25	120	1	0.5	1.08
300	146	126	500	1.310	388	300	260	91	25	120	1	0.65	1.35

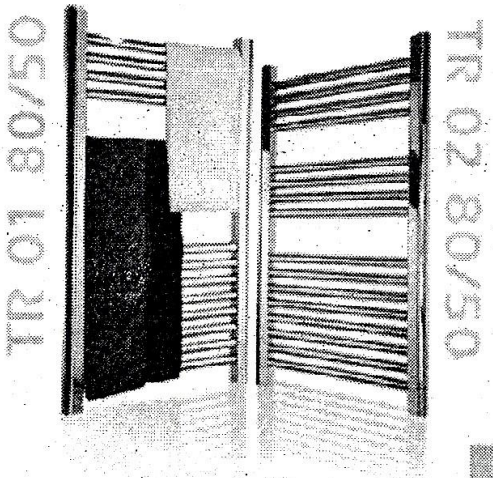
نمونه کاتالوگ رادیاتور حوله ای آلومینیومی

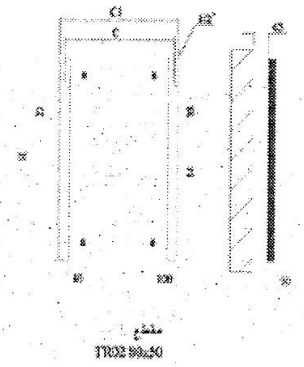




MODEL	Height H (mm)	Distance Between Bars C (mm)	Width C1 (mm)	Out put (ΔT=60°C) Watt	Kcal/h	Water content (Lit)
50/30-10	390	300	527	307	435	2.46
60/30-14	590	500	527	523	450	3.15
80/35-64	390	350	577	661	569	2.6
80/35	783	350	577	731	629	3
80/50	770	500	577	808	695	3.2
120/50	1202	500	527	1075	925	5.2
180/50	1778	500	527	1450	1250	7.2

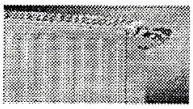
نمونه کاتالوگ رادیاتور حوله ای فولادی

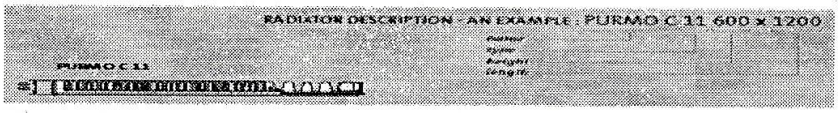




MODEL	Heig. H (mm)	Distance Between Bars C (mm)	Width C1 (mm)	Capacity (t=60°C) Watt	Kcal/h
TR01 80X50 Chrome	800	400	500	333	304
TR02 80X50 Chrome	800	400	500	333	304
TR02 80X50 White	800	400	500	310	436

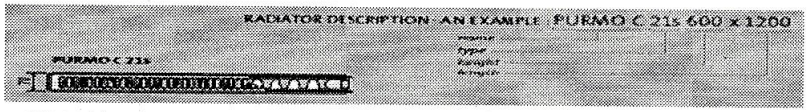
نمونه کاتالوگ رادیاتور پانلی Type 11

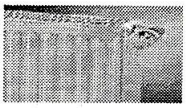




length [mm]	parameters $t_z/t_p/t_i$	height [mm]					
		300	450	500	550	600	900
400	75/65/20 °C	218	316	347	378	407	571
	55/45/20 °C	112	161	177	192	207	289
500	75/65/20 °C	273	395	434	472	509	714
	55/45/20 °C	140	203	221	240	258	361
600	75/65/20 °C	328	474	521	566	611	856
	55/45/20 °C	167	241	265	288	310	433
700	75/65/20 °C	382	553	608	661	713	999
	55/45/20 °C	195	282	309	336	362	506
800	75/65/20 °C	437	633	694	755	814	1142
	55/45/20 °C	223	322	353	384	413	578
900	75/65/20 °C	491	711	781	850	916	1284
	55/45/20 °C	253	362	398	432	465	650
1000	75/65/20 °C	546	790	868	944	1018	1427
	55/45/20 °C	279	402	442	480	517	727
1100	75/65/20 °C	601	869	955	1038	1120	1570
	55/45/20 °C	307	441	486	528	569	795
1200	75/65/20 °C	655	948	1042	1133	1222	1712
	55/45/20 °C	336	483	530	576	620	867
1400	75/65/20 °C	764	1106	1215	1322	1425	1998
	55/45/20 °C	391	563	618	672	724	1011
1600	75/65/20 °C	874	1264	1389	1510	1629	2283
	55/45/20 °C	447	643	707	768	827	1156
1800	75/65/20 °C	983	1421	1562	1699	1833	2569
	55/45/20 °C	502	724	795	864	930	1300
2000	75/65/20 °C	1092	1580	1736	1888	2036	2854
	55/45/20 °C	558	805	883	960	1034	1445
2300	75/65/20 °C	1256	1817	1996	2171	2341	3282
	55/45/20 °C	642	926	1016	1104	1189	1667
2600	75/65/20 °C	1420	2054	2257	2454	2647	3710
	55/45/20 °C	726	1046	1148	1248	1344	1878
3000	75/65/20 °C	1638	2370	2604	2832	3054	4281
	55/45/20 °C	837	1207	1325	1439	1551	2167

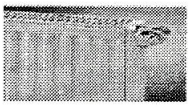
نمونه کاتالوگ رادیاتور پانلی Type 21





length [mm]	parameters t_i/t_o/t_r	height [mm]					
		300	450	500	550	600	900
400	75/65/20 °C	304	424	462	500	536	744
	55/45/20 °C	157	216	235	253	271	371
500	75/65/20 °C	381	530	578	625	670	931
	55/45/20 °C	196	271	294	317	338	466
600	75/65/20 °C	457	636	694	749	804	1117
	55/45/20 °C	236	325	353	380	406	559
700	75/65/20 °C	533	742	809	874	938	1303
	55/45/20 °C	275	379	412	443	474	652
800	75/65/20 °C	609	848	925	999	1072	1489
	55/45/20 °C	314	433	470	507	542	745
900	75/65/20 °C	685	954	1040	1124	1206	1675
	55/45/20 °C	353	487	529	570	609	838
1000	75/65/20 °C	761	1060	1156	1249	1340	1861
	55/45/20 °C	393	541	588	633	677	932
1100	75/65/20 °C	837	1166	1272	1374	1474	2047
	55/45/20 °C	432	595	647	696	745	1025
1200	75/65/20 °C	913	1272	1387	1499	1608	2233
	55/45/20 °C	471	649	706	760	813	1118
1400	75/65/20 °C	1065	1484	1618	1749	1876	2605
	55/45/20 °C	550	758	823	886	948	1304
1600	75/65/20 °C	1218	1696	1850	1998	2144	2978
	55/45/20 °C	628	866	941	1013	1083	1490
1800	75/65/20 °C	1370	1908	2081	2248	2412	3350
	55/45/20 °C	707	974	1059	1140	1218	1677
2000	75/65/20 °C	1522	2120	2312	2498	2680	3722
	55/45/20 °C	785	1082	1176	1266	1354	1863
2300	75/65/20 °C	1750	2438	2659	2873	3082	4280
	55/45/20 °C	903	1245	1353	1456	1557	2142
2600	75/65/20 °C	1979	2756	3006	3247	3484	4839
	55/45/20 °C	1021	1407	1529	1646	1760	2422
3000	75/65/20 °C	2283	3180	3468	3747	4020	5583
	55/45/20 °C	1178	1623	1764	1899	2031	2795

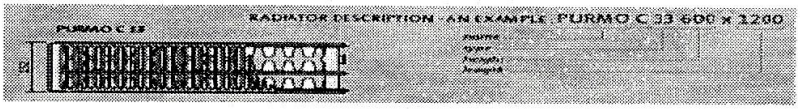
نمونه کاتالوگ رادیاتور پانلی Type 22

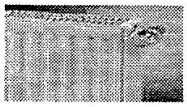




length [mm]	parameters t_i/t_o/t_r	height [mm]					
		300	450	500	550	600	900
400	75/65/20 °C	384	539	588	636	684	955
	55/45/20 °C	195	272	296	320	343	474
500	75/65/20 °C	481	674	735	796	855	1194
	55/45/20 °C	244	340	370	400	428	592
600	75/65/20 °C	577	808	882	955	1025	1433
	55/45/20 °C	293	408	444	480	514	711
700	75/65/20 °C	673	943	1029	1114	1196	1672
	55/45/20 °C	342	476	518	560	600	829
800	75/65/20 °C	769	1078	1176	1273	1367	1910
	55/45/20 °C	391	544	592	640	685	948
900	75/65/20 °C	865	1212	1323	1432	1538	2149
	55/45/20 °C	440	612	666	720	771	1066
1000	75/65/20 °C	961	1347	1470	1591	1709	2388
	55/45/20 °C	488	680	740	799	857	1185
1100	75/65/20 °C	1057	1482	1617	1750	1880	2627
	55/45/20 °C	537	748	814	879	943	1303
1200	75/65/20 °C	1153	1616	1764	1909	2051	2866
	55/45/20 °C	586	816	888	959	1028	1422
1400	75/65/20 °C	1345	1886	2058	2227	2393	3343
	55/45/20 °C	684	952	1037	1119	1200	1659
1600	75/65/20 °C	1538	2155	2352	2546	2734	3821
	55/45/20 °C	781	1088	1185	1279	1371	1896
1800	75/65/20 °C	1730	2425	2646	2864	3076	4298
	55/45/20 °C	879	1224	1333	1439	1542	2133
2000	75/65/20 °C	1922	2694	2940	3182	3418	4776
	55/45/20 °C	977	1360	1481	1599	1714	2370
2300	75/65/20 °C	2210	3098	3381	3659	3931	5492
	55/45/20 °C	1123	1564	1703	1839	1971	2725
2600	75/65/20 °C	2499	3502	3822	4137	4443	6209
	55/45/20 °C	1270	1768	1925	2079	2228	3080
3000	75/65/20 °C	2883	4041	4410	4773	5127	7164
	55/45/20 °C	1465	2040	2221	2398	2571	3554

نمونه کاتالوگ رادیاتور پانلی Type 33





length [mm]	parameters $t_i/t_s/t_r$	height [mm]					
		300	450	500	550	600	900
400	75/65/20 °C	539	748	814	879	942	1304
	55/45/20 °C	273	376	408	439	469	646
500	75/65/20 °C	674	935	1018	1099	1178	1630
	55/45/20 °C	341	470	510	549	587	807
600	75/65/20 °C	808	1121	1221	1318	1414	1956
	55/45/20 °C	410	564	612	659	704	968
700	75/65/20 °C	943	1308	1425	1538	1649	2282
	55/45/20 °C	478	657	714	768	821	1130
800	75/65/20 °C	1078	1495	1628	1758	1885	2608
	55/45/20 °C	546	751	816	878	939	1291
900	75/65/20 °C	1212	1682	1832	1977	2120	2934
	55/45/20 °C	615	845	918	988	1056	1453
1000	75/65/20 °C	1347	1869	2035	2197	2356	3260
	55/45/20 °C	683	939	1020	1098	1173	1614
1100	75/65/20 °C	1482	2056	2239	2417	2592	3586
	55/45/20 °C	751	1033	1122	1207	1291	1776
1200	75/65/20 °C	1616	2243	2442	2636	2827	3912
	55/45/20 °C	820	1127	1224	1317	1408	1937
1400	75/65/20 °C	1886	2617	2849	3076	3298	4564
	55/45/20 °C	956	1315	1427	1537	1643	2260
1600	75/65/20 °C	2155	2990	3256	3515	3770	5216
	55/45/20 °C	1093	1503	1631	1756	1877	2583
1800	75/65/20 °C	2425	3364	3663	3955	4241	5868
	55/45/20 °C	1229	1691	1835	1976	2112	2905
2000	75/65/20 °C	2694	3738	4070	4394	4712	6520
	55/45/20 °C	1366	1878	2039	2195	2347	3228
2300	75/65/20 °C	3098	4298	4681	5053	5419	7498
	55/45/20 °C	1571	2160	2345	2524	2699	3713
2600	75/65/20 °C	3502	4859	5291	5712	6126	8476
	55/45/20 °C	1776	2442	2651	2854	3051	4197
3000	75/65/20 °C	4041	5607	6105	6591	7068	9784
	55/45/20 °C	2049	2818	3059	3293	3520	4842

نکاتی در ارتباط با نصب رادیاتورها

۱. رادیاتورها بایستی تا حد امکان زیر پنجره ها یا نزدیک دیوارهای سرد نصب گردند.

۲. زیر رادیاتور بایستی حداقل 5 cm فضای خالی جهت جریان یافتن حرارت در نظر گرفته شود.

۳. پشت رادیاتور بایستی حداقل 3 cm فضای خالی جهت جریان یافتن حرارت در نظر گرفته شود.

۳. به تجربه، برای هر $20\ m^2$ بایستی یک رادیاتور در نظر گرفت.

۴. در صورت امکان، تعداد پره های رادیاتورها کمتر از 30 پره باشد.

مثال: هال و پذیرایی یک آپارتمان مسکونی دارای متراژ $65\ m^2$ بوده و بار حرارتی محاسبه شده برای آن برابر $10959\ w$ می باشد. رادیاتورهای مناسب برای این فضا را بر مبنای (الف) رادیاتور فولادی 200×500 و (ب) رادیاتور پانلی به ارتفاع $600\ mm$ و مدل Type 22 انتخاب نمایید.

حل:

با توجه به فضا و متراژ آن ۴ رادیاتور در نظر می گیریم.

الف- انتخاب رادیاتور فولادی : با مراجعه به جدول راهنمای رادیاتور فولادی:

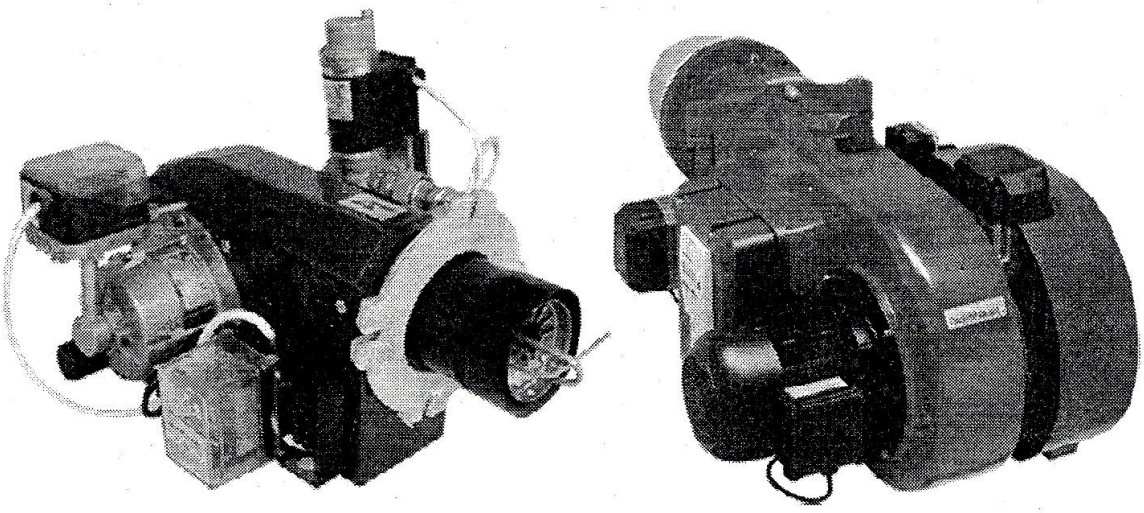
$Q_R=111\ kcal/hr \rightarrow n=(10959).(0.86)/111=84.9\approx85=4 \times 22$

ب- انتخاب رادیاتور پانلی:

$Q_{Load}/4=2739.7\ w=2356.2\ kcal/hr$

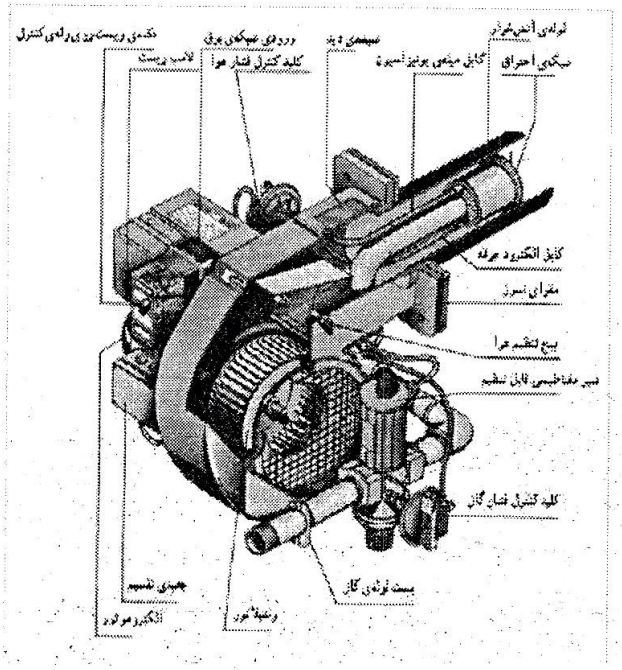
با مراجعه به کاتالوگ مدل Type 22، چهار عدد رادیاتور $\underline{600 \times 1400}$ انتخاب می شود.

مشعل و انتخاب آن

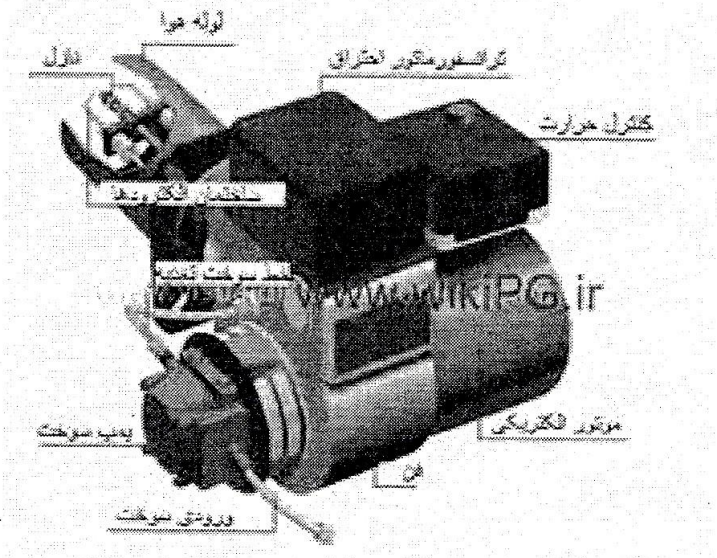


- مشعل وسیله ای است که با فراهم کردن شرایطی کنترل شده امکان تبدیل انرژی سوخت را به انرژی گرمایی به صورت مداوم و ایمن فراهم می کند.
- هرچند که تمام قسمت های سیستم حرارت مرکزی برای گرمایش مطلوب ساختمان واجد ارزش و اهمیت خاص خود می باشند ، ولی بی تردید قلب سیستم حرارت مرکزی مشعل است ، چرا که عمل احتراق و تولید آتش جهت گرم کردن یا بخار نمودن آب در دیگ توسط این عضو مهم صورت می گیرد .
- مشعل ها از نظر سوخت مصرفی بر سه نوع گازی ، گازوئیلی و مازوت سوز مشتمل می باشند .

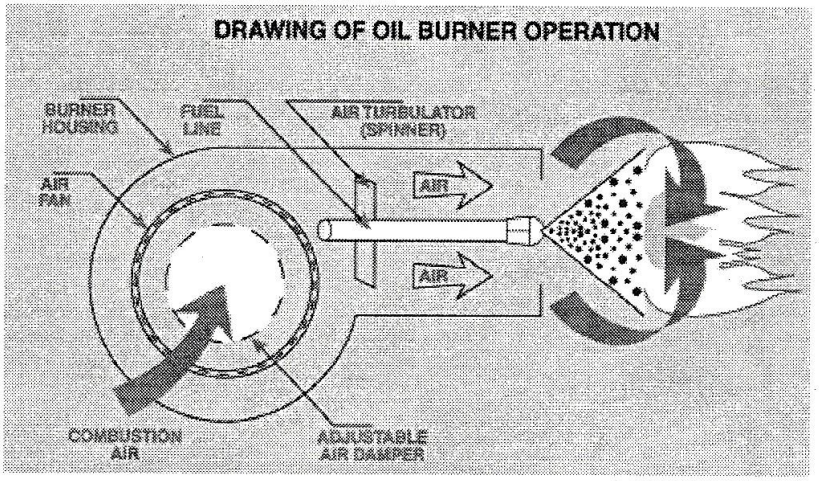
قسمت های مختلف یک مشعل گازی



قسمت های مختلف یک مشعل گازوئیلی



طرز کار مشعل



طریقه انتخاب مشعل

انتخاب اندازه مشعل پس از تعیین وزن سوختی که در ساعت مصرف می کند با استفاده از کاتالوگ انجام می گیرد .

$$W = \frac{Q_B}{E \cdot \eta}$$

که:

W : وزن سوخت مصرفی دیگ (kg/h)

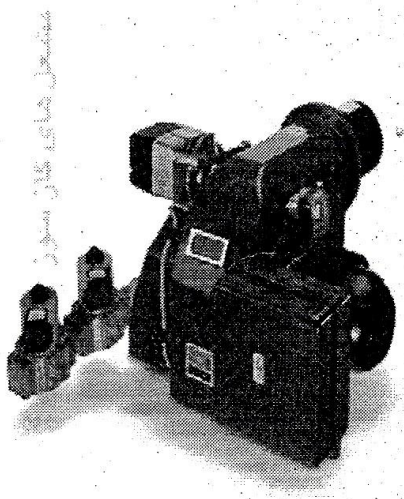
Q_B: ظرفیت حرارتی دیگ ($kcal/hr$)

η: راندمان مشعل

E: ارزش حرارتی سوخت ($kcal/kg$)

- راندمان مشعل معمولاً بین 60% تا 85% می باشد.
- ارزش حرارتی سوخت برای گازوئیل 10750 kcal/kg و برای گاز 10500 kcal/kg و برای مازوت حدود 10000 kcal/kg می باشد.

نمونه کاتالوگ مشعل گازی

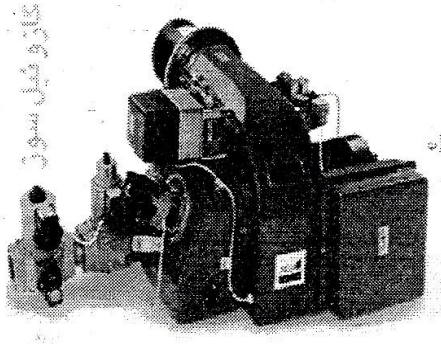


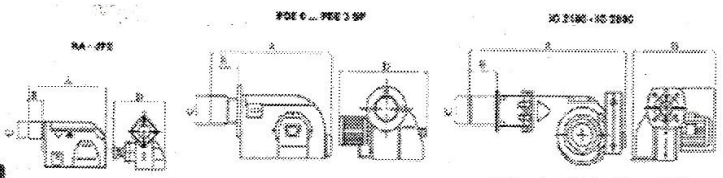


جدول ظرفیت حرارتی و ابعادی بر حسب mm

مدل مشعل	ظرفیت حرارتی (kcal/h)	میزان فشار گاز (mbar)	نحوه کنترل	A	B	C	D	DN	ابعاد لوله رابط (ISO)
P 55	17.000 - 45.000	2 - 8.5	پله‌ای	350	95	80	264	1/2"	-
P 80	17.000 - 80.000	2 - 10.5	پله‌ای	360	95	80	264	1/2"	-
RAN 25	37.000 - 192.000	4.5 - 12.5	پله‌ای	417	97	88	453	1/2"	Ø 92 X 200
RGN 160	42.000 - 155.000	5 - 19	پله‌ای	552	140	110	460	3/4"	-
RGN 400	52.000 - 172.000	4.5 - 23	پله‌ای	552	140	110	460	1"	-
RGN 900	52.000 - 225.000	4.5 - 27.5	پله‌ای	552	140	120	460	1"	Ø 223 X 250
PGN 6	130.000 - 325.000	13.4 - 39.7	پله‌ای	640	150	153	585	1"	Ø 165 X 300
PGN 1A	212.000 - 503.000	22.5 - 64	پله‌ای	810	200	165	738	1 1/2"	Ø 165 X 340
PGN 1 B	212.000 - 600.000	22.5 - 66.9	تدریجی	810	200	165	738	1 1/2"	Ø 165 X 340
PGN 1	212.000 - 800.000	22.5 - 85	تدریجی	810	200	165	675	2"	Ø 165 X 340
PGN 1 SP	297.000 - 1.070.000	31.5 - 114	تدریجی	810	200	194	675	2"	Ø 165 X 340
PGN 2A	434.000 - 1.300.000	46 - 138	تدریجی	960	220	170	780	2"	-
PGN 2	434.000 - 1.860.000	46 - 198	تدریجی	960	220	194	840	2"	-
PGN 2 SP	560.000 - 2.240.000	54 - 198	تدریجی	960	220	170	840	2 1/2"	-
PGN 3	730.000 - 3.400.000	81 - 360	تدریجی	1450	500	224	1000	DN 300	-
PGN 3 SP	930.000 - 4.300.000	100 - 420	تدریجی	1450	500	335	1185	DN 300	-

نمونه کاتالوگ مشعل گازوئیلی





جدول ظرفیت حرارتی و ابعادی بر حسب mm

مدل مشعل	ظرفیت حرارتی (kcal/h)	میزان‌دهی (kg/h)	نحوه سوخت	نوع شعله	A	B	C	D	حداکثر قطر و طول لوله کوره (cm)
RA2	49,000 - 93,000	4 - 8.5	پاشیره‌ای	-	460	75	95	260	Ø 92 X 300
JPE 80/1	70,000 - 90,000	7 - 10	پاشیره‌ای	-	500	175	130	365	-
JPE 80/2	112,000 - 232,000	11.2 - 23.2	پاشیره‌ای	-	600	175	133	365	Ø 122 X 370
PDE 0	140,000 - 186,000	14 - 20	پاشیره‌ای	-	660	170	133	455	Ø 165 X 350
PDE 0 H	200,000 - 280,000	20 - 40	پاشیره‌ای	-	660	170	133	455	Ø 165 X 350
PDE 0 SP	200,000 - 280,000	20 - 40	پاشیره‌ای	-	660	170	133	455	Ø 165 X 350
PDE 1 H	250,000 - 300,000	25 - 30	پاشیره‌ای	-	830	200	165	652	Ø 165 X 350
PDE 1 SP	250,000 - 300,000	25 - 30	پاشیره‌ای	-	830	200	165	652	Ø 165 X 350
PDE 1 A SP	400,000 - 700,000	40 - 70	پاشیره‌ای	تابشی	830	200	170	652	Ø 165 X 350
PDE 1 B SP	700,000 - 840,000	70 - 84	پاشیره‌ای	تابشی	830	200	170	652	Ø 165 X 350
PDE 2	900,000 - 1,500,000	90 - 150	پاشیره‌ای	تابشی	940	220	190	830	-
PDE 2 SP	1,200,000 - 2,000,000	120 - 200	پاشیره‌ای	تابشی	940	220	210	830	-
PDE 3	900,000 - 3,000,000	90 - 300	پاشیره‌ای	تابشی	1255	300	324	1000	-
PDE 3 SP	1,000,000 - 2,000,000	100 - 200	پاشیره‌ای	تابشی	1255	300	324	1000	-

محاسبه قطر کلکتور موتورخانه

برای محاسبه قطر کلکتور موتورخانه از رابطه زیر استفاده می کنیم:

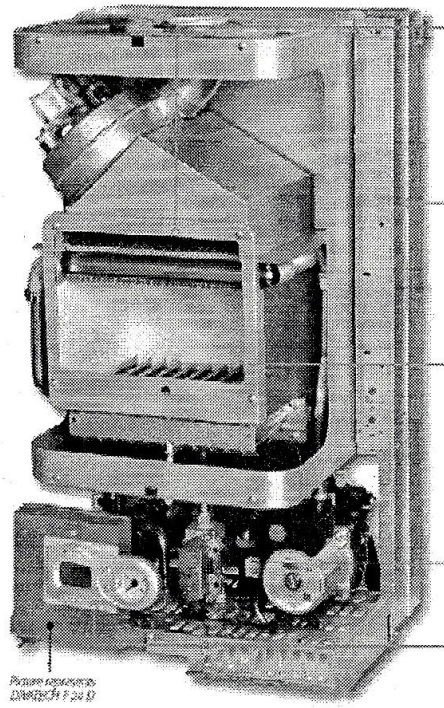
$$D = \left(d^2 + I^2 + \dots + I^2\right)^{1/2}$$

انواع پکیج شوفاژ

الف- پکیج های دیواری: این نوع پکیج ها مناسب ظرفیت های حرارتی پایین (در حد یک واحد آپارتمانی) می باشند. معمولاً در ظرفیت های حرارتی 24 kw تا 34 kw ساخته می شوند. با این حال، شرکتهایی در سطح جهان اقدام به تولید ظرفیت های بالاتر نموده اند.

ب- پکیج های زمینی: این نوع پکیج ها برای ظرفیت های بالا مناسب می باشند. محدودیتی برای ظرفیت این نوع پکیج ها وجود ندارد. از پکیج های زمینی می توان بصورت مستقل یا محلی (برای چند واحد) یا مرکزی استفاده کرد.

ساختمان و طرز کار پکیج دیواری



EXCHANGER

Primary central heating exchanger is in pure copper, protected by an atoxic aluminium treatment.

STEEL FRAME

Incorporating expansion tank:
8 litres for 24 kW model
10 litres for 32 kW model

BURNER

Burner is made in AISI 304 stainless steel sections. Modulation occurs in central heating and domestic hot water mode.

PUMP

Settable on 3 speeds.

CONTROL BOARD

Includes display, setting buttons, Service input, pressure gauge.

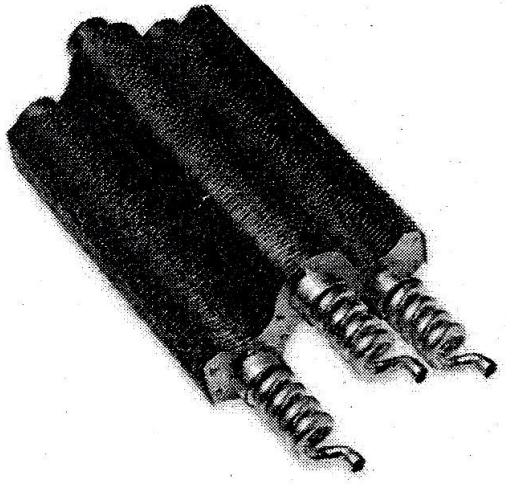
انواع پکیج دیواری از نظر تولید آبگرم مصرفی

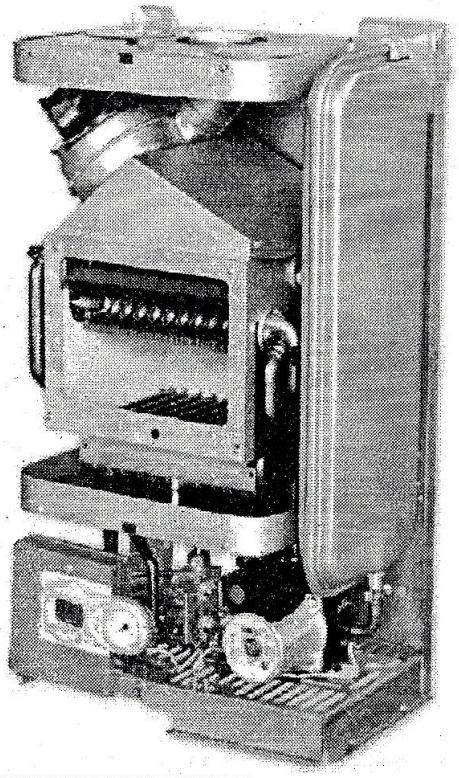
الف- پکیج های تک مبدل: در این نوع از پکیج ها از یک مبدل دو اثره (تو در تو) برای تولید آبگرم شوفاژ و مصرفی استفاده می شود.

ب- پکیج های دو مبدل: در این سیستم که رایج تر از بقیه سیستم ها می باشد که در آن از یک مبدل اولیه از نوع لوله-پره جهت تولید آب شوفاژ و از یک مبدل ثانویه که معمولاً صفحه ای می باشد برای تولید آبگرم مصرفی استفاده می شود.

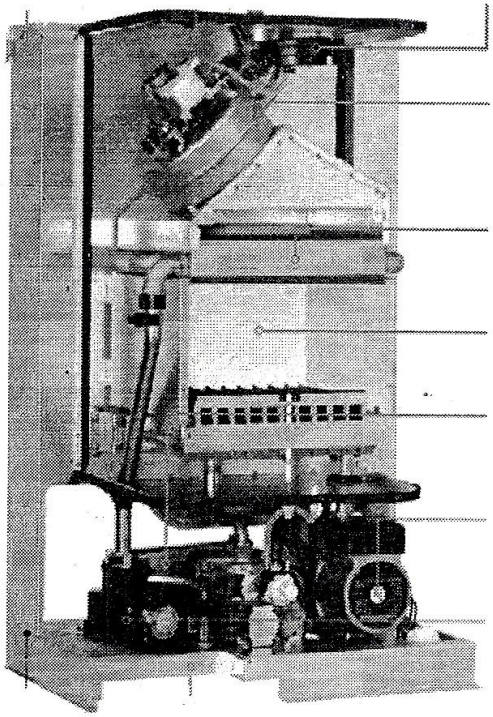
پ- پکیج های کویلی: در این پکیج ها آبگرم مصرفی در درون یک مخزن کویلی بصورت آنی تولید می شود که این مخزن درون پکیج جای گرفته است.

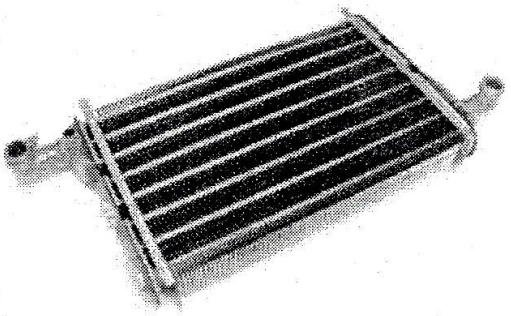
پکیج دیواری تک مبدل

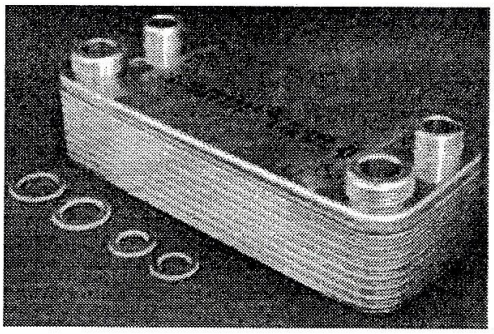




پکیج دیواری دو مبدل

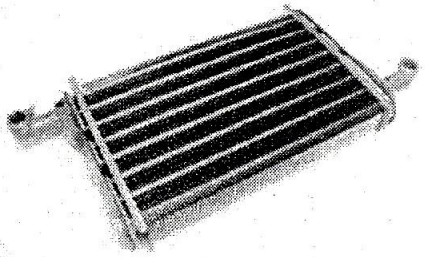


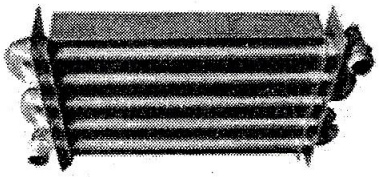




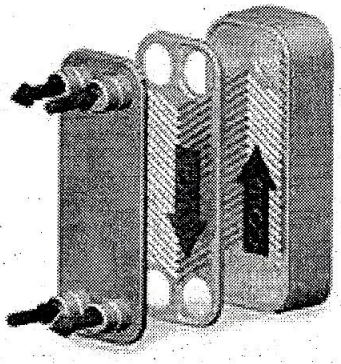
قطعات اصلی پکیج های دیواری

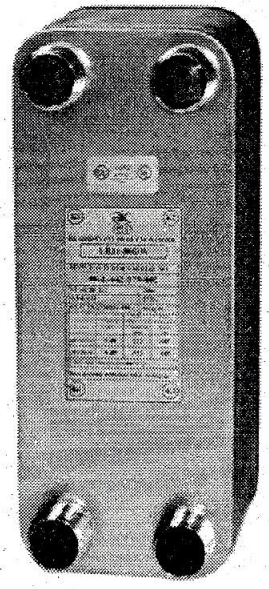
مبدل اولیه یا مبدل اصلی دیگ





مبدل ثانویه یا مبدل تولید آبگرم مصرفی





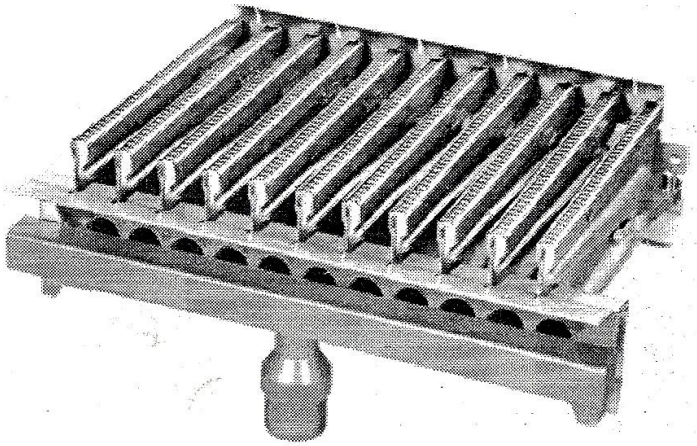
پمپ سیرکولاسیون پکیج



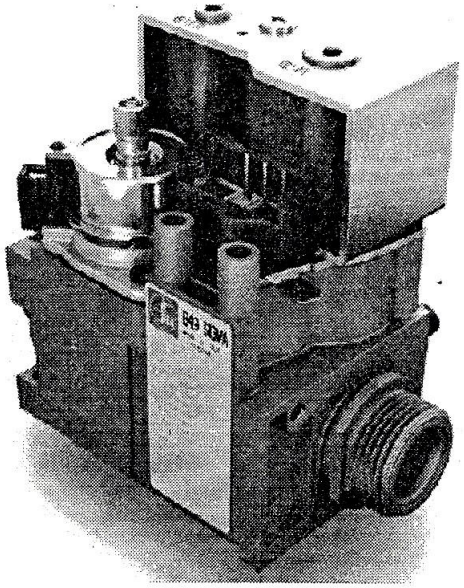




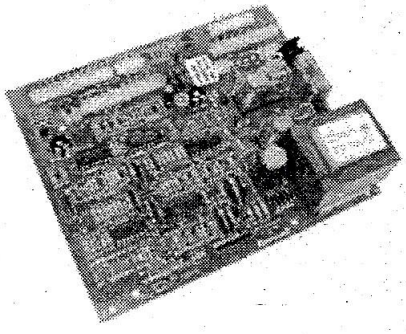
مشعل پکیج دیواری

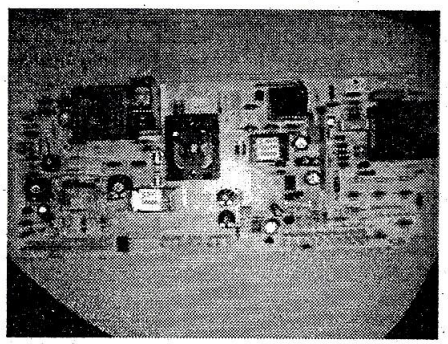


شیر کنترل گاز



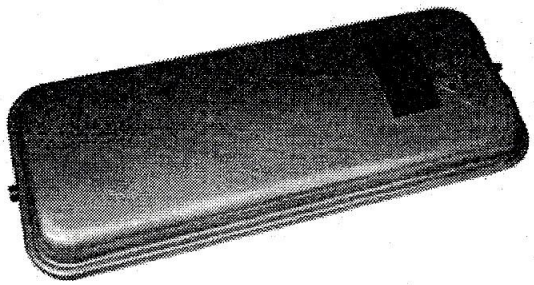
کارت الکترونیک پکیج



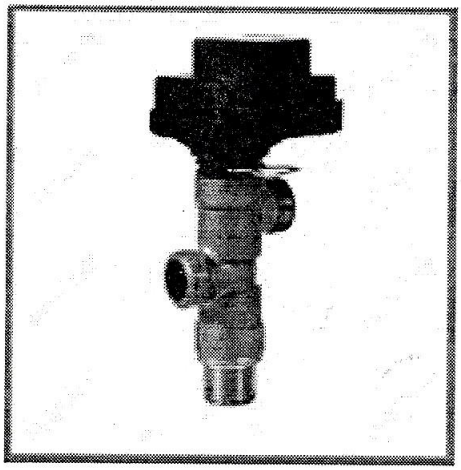


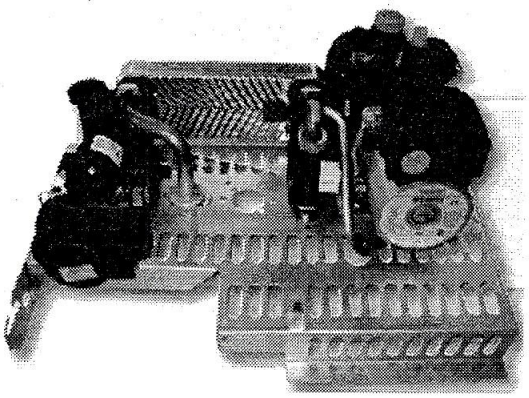
منبع انبساط پکیج



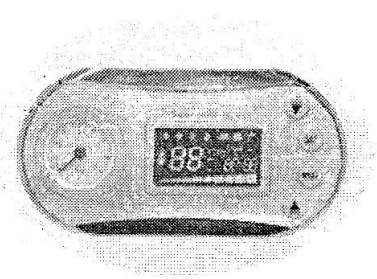


شیر سه راهی پکیج

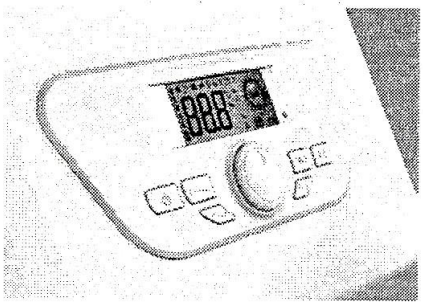


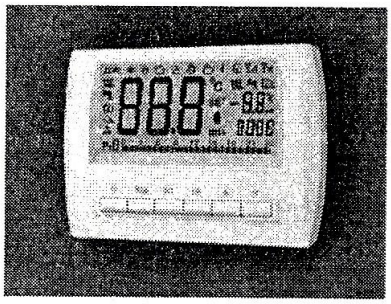


پانل تنظیم و کنترل دما و فشار

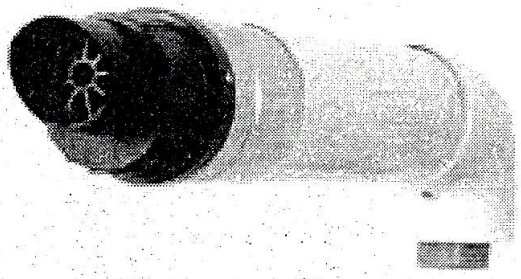








دودکش دوجداره



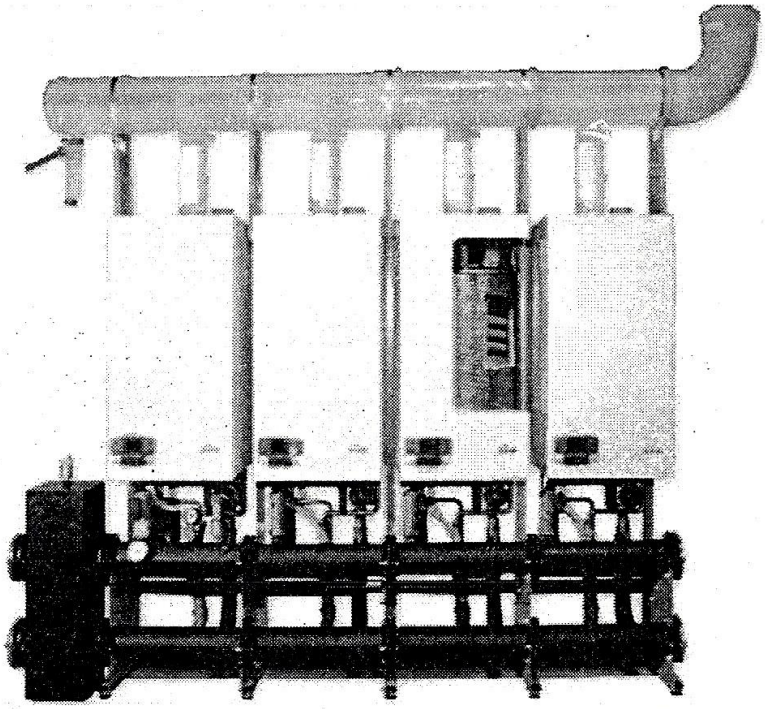
انتخاب پکیج شوفاژ دیواری

- انتخاب پکیج شوفاژ دیواری تنها از طریق بار حرارتی صورت می گیرد. به این معنی که برای انتخاب پکیج شوفاژ دیواری تنها بار حرارتی ناشی از اتلافها را در نظر می گیریم نه بار حرارتی آبگرم مصرفی را.
- پس از محاسبه بار حرارتی ناشی از اتلافها کافیست به کاتالوگ مربوطه مراجعه نموده و پکیج مناسب را انتخاب کرد.

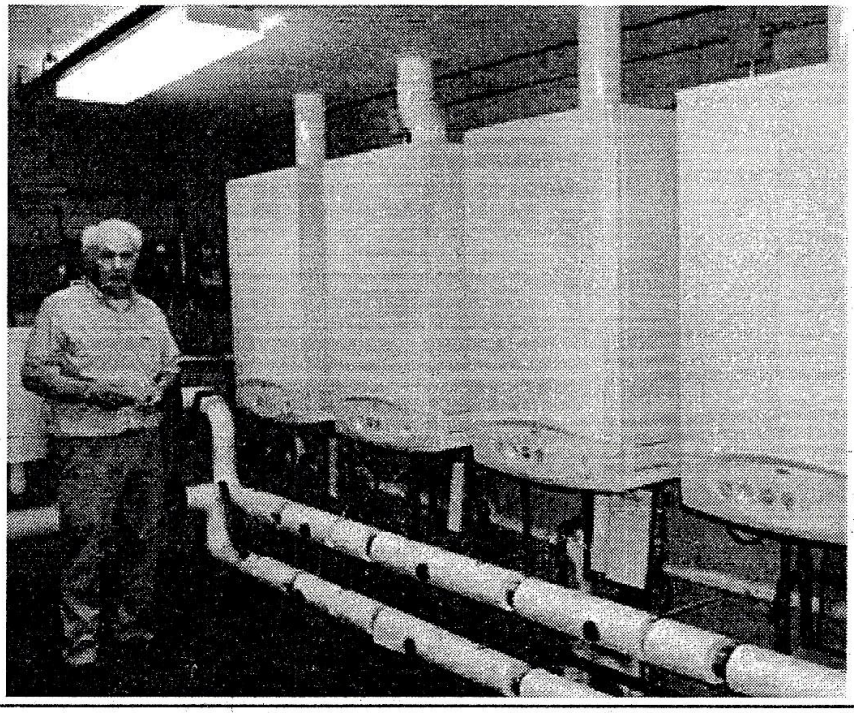
نمونه کاتالوگ پکیج شوفاژ دیواری

MODEL			C 23 D	F 24 D	C 32 D	F 32 D
Heating capacity	Max	kW	25,8	25,8	34,4	34,4
	Min	kW	8,3	8,3	11,5	11,5
Heat output in heating	Max	kW	23,5	24,0	31,3	32,0
	Min	kW	7,0	7,2	9,7	9,9
Heat output in hot water production	Max	kW	23,5	24,0	31,3	32,0
	Min	kW	7,0	7,2	9,7	9,9
Efficiency Pmax (80-60°C)		%	91	93	91	93,1
Efficiency 30%		%	89,6	90,5	89,8	91,0
Efficiency class Directive 92/42 EEC		-	**	***	**	***
NOx emission class		-	3 (<150 mg/kWh)	3 (<150 mg/kWh)	3 (<150 mg/kWh)	3 (<150 mg/kWh)
Working pressure in heating	Max	bar	3	3	3	3
	Min	bar	0,8	0,8	0,8	0,8
Max heating temperature		°C	90	90	90	90
Heating water content		litres	1,0	1,0	1,2	1,2
Heating expansion tank capacity		litres	8	8	10	10
Heating expansion tank prefilling pressure		bar	1	1	1	1
Working pressure in hot water production	Max	bar	9	9	9	9
	Min	bar	0,25	0,25	0,25	0,25
DHW flowrate	Δt 25°C	l/min	13,4	13,7	17,9	18,3
	Δt 30°C	l/min	11,2	11,4	14,9	15,2
Protection rating		IP	X5D	X5D	X5D	X5D
Power supply voltage		V/Hz	230V / 50Hz	230V / 50Hz	230V / 50Hz	230V / 50Hz
Electrical power input		W	80	110	90	135
Electrical power input in hot water production		W	80	110	90	135
Empty weight		kg	27	32	30	35

پکیج های دیواری در نقش موتورخانه مرکزی-۱



پکیج های دیواری در نقش موتورخانه مرکزی-۲

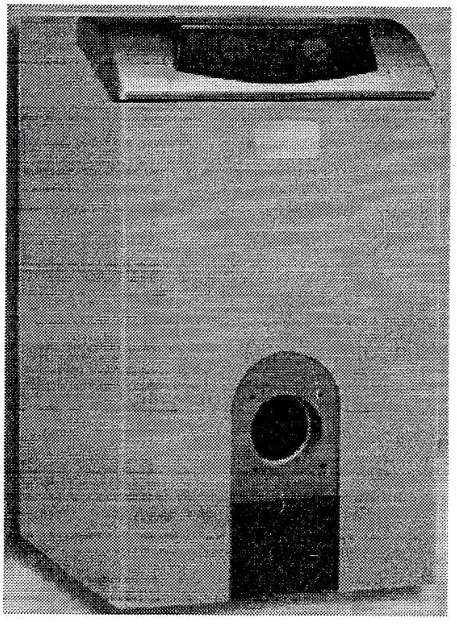


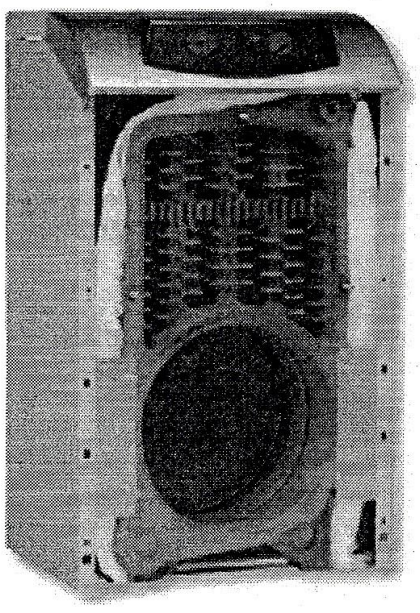
انواع پکیج های زمینی

الف- پکیج های صرفاً گرمایشی: این نوع پکیج ها فقط برای تولید آب شوفاژ طراحی شده اند. در حقیقت یک دیگ موتورخانه به شمار می روند. در صورت نیاز به آبگرم بایستی مبدل آبگرم به آن وصل نمود. جنس دیگ داخل این پکیج ها عمدتاً چدنی یافولادی است. این نوع پکیج ها در دو نوع مشعل دار (شبیه مشعل پکیج های دیواری) و مشعل خور (از نوع مشعل های موتورخانه) تولید می شوند.

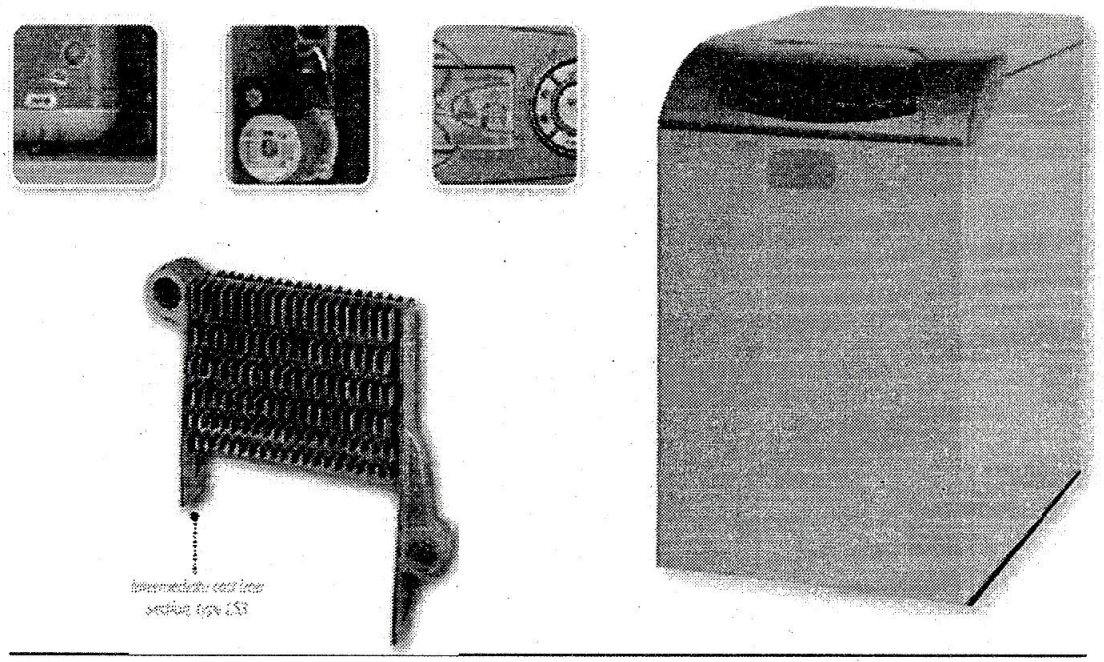
ب- پکیج های گرمایشی کامل: از نظر شکل ظاهری شبیه پکیج های صرفاًگرمایشی می باشند با این تفاوت که دارای پمپ و مبدل آبگرم مصرفی درون بدنه پکیج می باشند. نوع مبدل آبگرم در پکیج های زمینی می تواند صفحه ای باشد که در این صورت ابعاد پکیج ثابت می ماند یا می تواند بصورت منبع کویلی از نوع دخیره ای باشد که در این صورت دارای ارتفاع بلندتری (همانند یک یخچال معمولی) است.

پکیج زمینی صرفاً گرمایشی مشعل خور

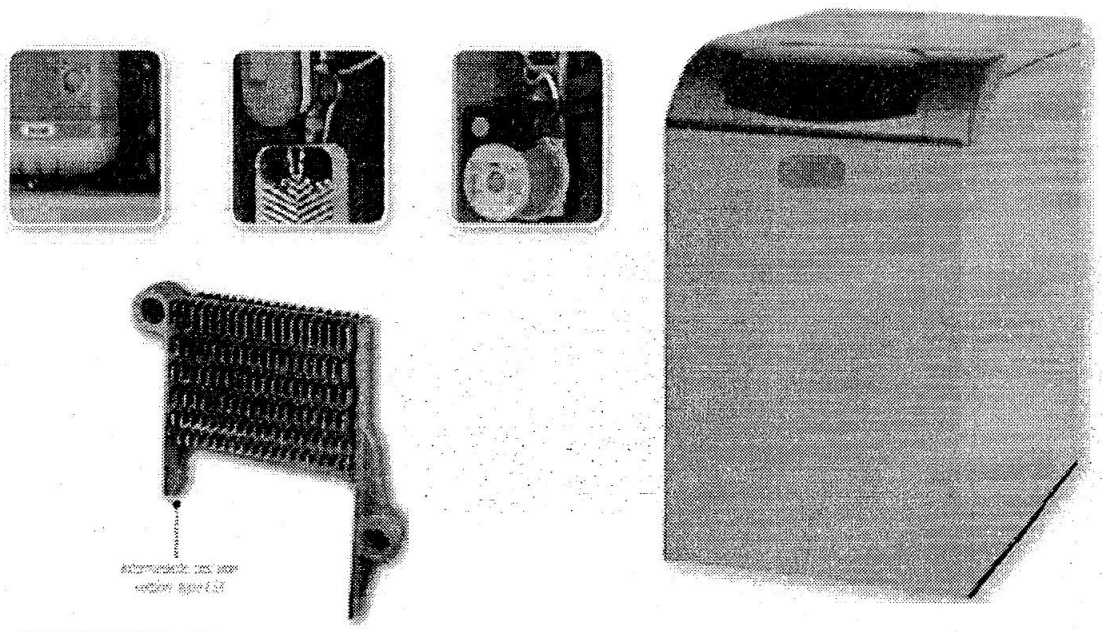




پکیج زمینی صرفاً گرمایشی مشعل دار چدنی

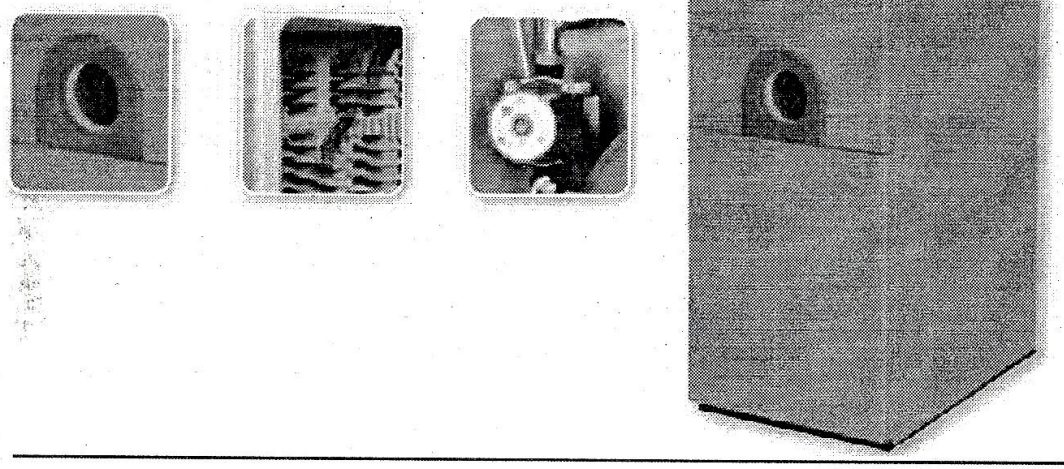


پکیج زمینی گرمایشی کامل مشعل خور چدنی با آبگرم آنی



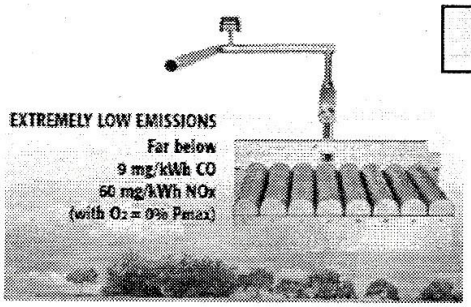
پکیج زمینی گرمایشی کامل مشعل خور چدنی با آبگرم مخزنی

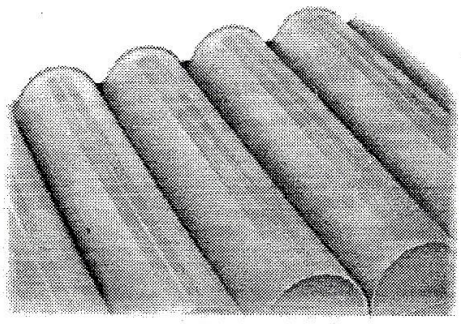
نوع اول

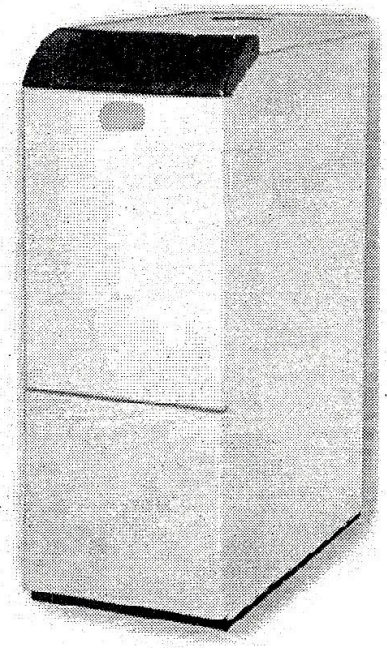


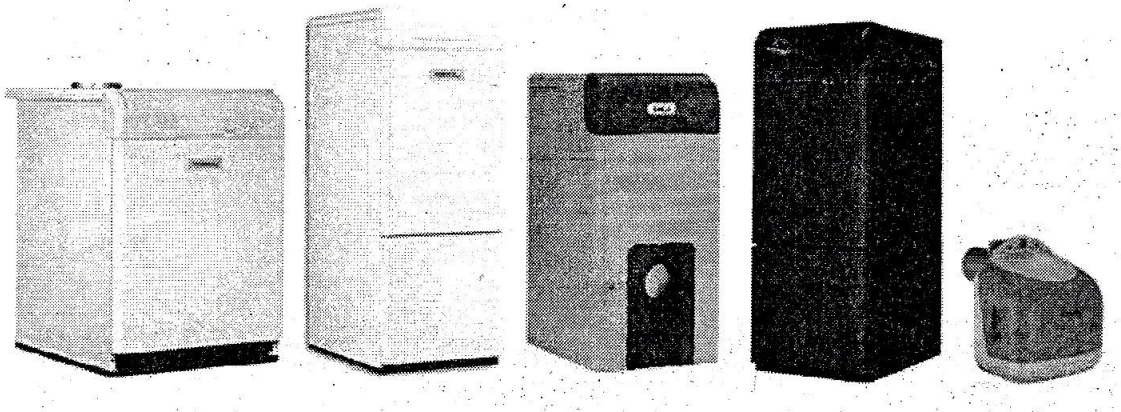
پکیج زمینی گرمایشی کامل مشعل دار چدنی با آبگرم مخزنی

نوع دوم









مقایسه انواع سیستمهای توزیع گرما

۱- هوا

مشخصات:

- ظرفیت گرمای ویژه پایین
- چگالی کم
- اختلاف دمای مجاز رفت و برگشت کم (در مقایسه با آب)
- نیازمند حجم بالایی از هوا برای انتقال گرمای مشخص

مزایا:

- عدم نیاز به صدور گرما
- گرمای مستقیم (عدم نیاز به ماده واسطه و مبدل حرارتی)
- زمان پیش گرمایش کم (دمای هوا به سرعت افزایش می یابد)

معایب:

- نیازمند حجم بالایی از هوا برای انتقال گرمای مشخص
- نیازمند کانال کشی های بزرگ
- به دلیل داشتن فن، مصرف انرژی بالایی دارد.
- نمی تواند گرمایش تشعشعی ایجاد کند.

۱- آب

مشخصات:

- ظرفیت گرمای ویژه بالا
- چگالی بالا
- اختلاف دمای مجاز رفت و برگشت بالا (در مقایسه باهوا)
- نیازمند حجم پایین تری نسبت به هوا برای انتقال گرمای مشخص دارد.

مزایا:

- حجم پایین آب
- مجاری انتقال آب، کوچکتر است.
- لوله ها، فضای کمتری را اشغال می شود.

معایب:

- برای صدور گرما نیازمند مبدل حرارتی (رادیاتور- فن کویل و ....) می باشد.

۳- سیستم های آب داغ دما پایین

مشخصات:

- در فشارهای پایین کار می کنند که این فشار می تواند بوسیله منبع انبساط باز یا بسته تولید شود.
- حداکثر دمای کاری 90 °c
- حداکثر فشار نسبی کاری 10 bar

مزایا:

- در حالت کلی جهت نصب ساده می باشند.
- ایمن می باشند.
- بهترین سیستم جهت نصب پکیج

معایب:

- دمای این سیستم، مقدار خروجی گرما را محدود می کند.

۴- سیستم های آب داغ دما متوسط

مشخصات:

- حداکثر دمای کاری 120 °c
- حداکثر فشار نسبی کاری 10 bar
- اختلاف دمای رفت و برگشت بزرگتر

مزایا:

- دمای بالا و اختلاف دمای بزرگتر منجر به سیستم لوله کشی کوچکتری می شود که در سیستم های بزرگ مزیت بزرگی بشمار می رود.

معایب:

- نیازمند تجهیزات کنترلی و ایمنی مضاعفی است.

۵- سیستم های آب داغ دما بالا

مشخصات:

- دمای کاری بزرگتر از 120 °c (تا حداکثر 200 °c)
- حداکثر فشار مطلق کاری 10 bar
- اختلاف دمای رفت و برگشت بزرگتر

مزایا:

- دمای بالا و اختلاف دمای بزرگتر منجر به سیستم لوله کشی کوچکتری می شود که در سیستم های بزرگ مزیت بزرگی بشمار می رود.

معایب:

- لازمه ایمنی در این سیستم، جوشکاری لوله ها با استانداردهای لوله کشی بخار می باشد.
- بعید است که یک انتخاب مقرون به صرفه باشد. مگر اینکه گرمای در فواصل طولانی بخواهد انتقال داده شود.

۶- بخار

مشخصات:

- از گرمای نهان چگالش برای تولید ظرفیت انتقال گرمای خیلی بزرگ بهره می برد.
- در فشارهای بالاتر کار می کند.
- اساساً در بیمارستانها با آشپزخانه های بزرگ و صنایعی که در فرآیند خود به بخار احتیاج دارند، استفاده می شود.

مزایا:

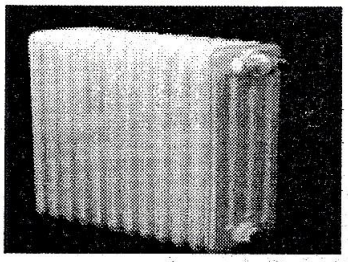
- می تواند همچنین برای رطوبت زنی استفاده شود.

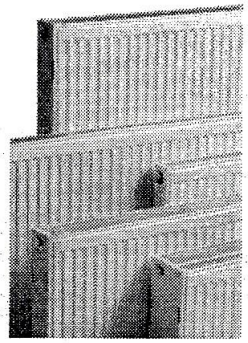
معایب:

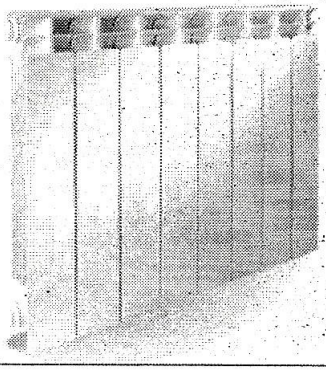
- تعمیرات زیاد
- نیاز به تجهیزات تصفیه آب
- نیازمند تجهیزات ایمنی بالا

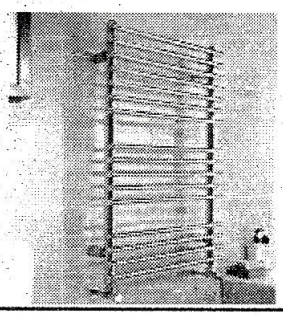
مقایسه انواع سیستمهای پخش کننده گرما

۱. رادیاتور









نکات طراحی و کاربرد

- خروجی تا ۷۰٪ جابجایی گرما
- برای بسیاری از کاربردهای دما پایین نظیر بیمارستان ها و اتاق های مراقبت و پرستاری مناسب است.

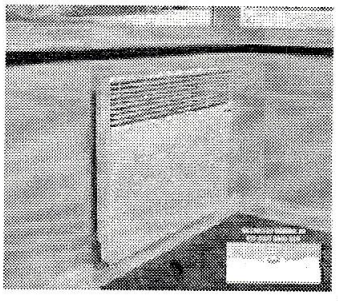
مزایا

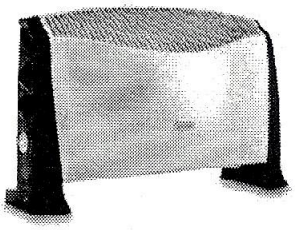
- کنترل دمای مناسب
- بالانس بین تشعشع و جابجایی باعث شرایط آسایش حرارتی خوبی می شود.
- تعمیرات کم
- ارزان جهت نصب و تعویض

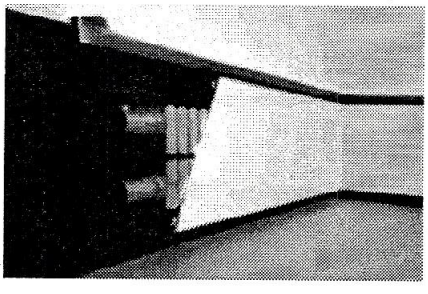
معایب

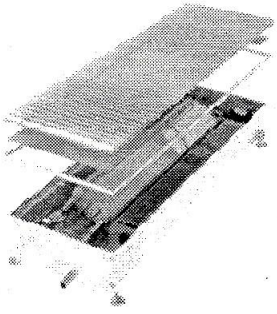
- پاسخ متوسط در کنترل دما
- اشغال کننده فضا
- جمع شدن گردوغبار اطراف آن
- گردش جریان جابجایی
- دمای سطح زیاد می تواند کاربرد آنها را در ساختمانها از نظر ایمنی محدود نماید.

۲. کنوکتورهای جابجایی آزاد









نکات طراحی و کاربرد

- می تواند با آب دما پایین، آب داغ یا جریان الکتریسیته استفاده شود.
- برای تمام کاربرد ها مناسب می باشد.

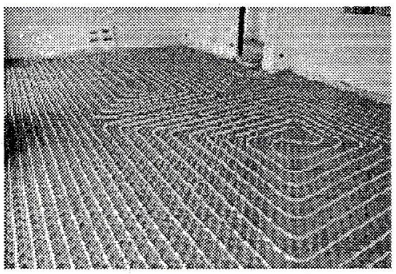
مزایا

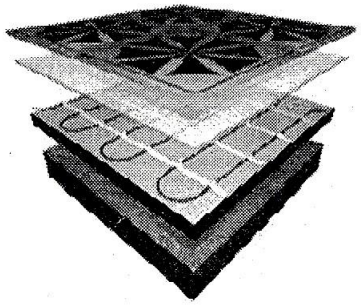
- پاسخ سریع به کنترل دما
- نوع قرنیزی آن می تواند از اشغال فضا جلوگیری کند.
- نوع الکتریکی آن دارای هزینه الکتریکی کمتری بوده و دارای انعطاف پذیری خوبی است.

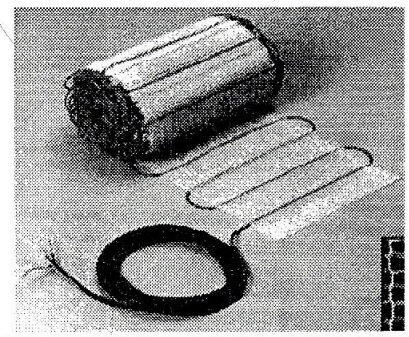
معایب

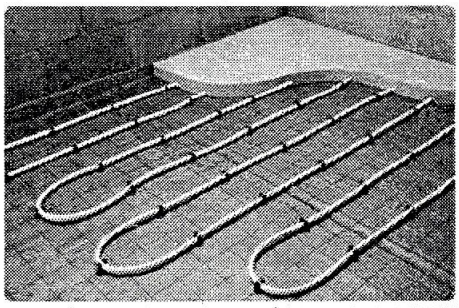
- می تواند فضای زیادی از دیوار-کف اشغال کند.
- معمولاً باعث اختلاف دمای زیاد در قسمت های مختلف فضا می شود.
- نیاز به تمیزکاری دارد چون گردوغبار اطراف آن جمع می شود.
- نوع الکتریکی آن گران بوده و صدور کربن آن زیاد می باشد

۳. گرمایش از کف









نکات طراحی و کاربرد

- گرمای مورد نیاز را که می تواند با دمای سطح قابل قبول بدست آید را بررسی کنید.
- **مناسب برای:**
  - ✓ بیشتر کاربردهای خانگی
  - ✓ ساختمانها یا فضاهایی با افت گرمای کم
  - ✓ ساختمانهایی که بطور پیوسته یا دائمی استفاده می شوند.
  - ✓ ساختمانهایی با ارتفاع سقف زیاد
- **نامناسب برای:**
  - ✓ ساختمانهایی که بطور غیرپیوسته یا متناوب استفاده می شوند.
  - ✓ ساختمانها یا فضاهایی که دارای افت گرمای زیادی هستند یا افت گرمای ناگهانی بالایی هستند.
  - ✓ ساختمانهایی که دارای وسایل زیادی روی زمین و یا متصل به زمین هستند.
  - ✓ ساختمان هایی که در آینده امکان تغییرات سازه ای و پارتیشن بندی وجود دارد.

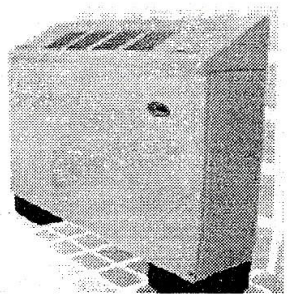
مزایا

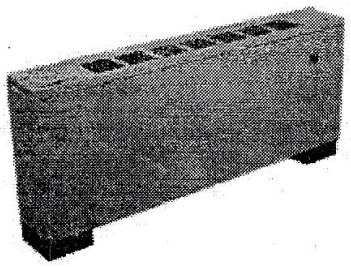
- سادگی
- توزیع دمای مناسب و یکنواخت در فضا
- حداقل اختلاف دما بین کف و سقف
- افزایش قابلیت انعطاف جهت چیدمان لوازم خانگی
- هزینه های اجرای کم
- قابل استفاده با دیگ، پکیج، گرمای خورشید و پمپ گرمایی
- بهداشتی (نیاز به تمیزکاری ندارد- جمع کننده گردوغبار نیست)

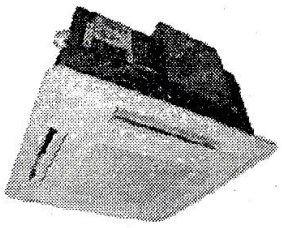
معایب

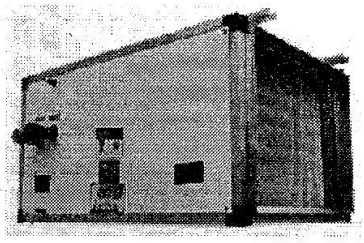
- خروجی گرمای محدود
- پاسخ کم به کنترل دما
- حساسیت خروجی آن به پوشش کف (مثلاً فرش و موکت)
- تغییرات آتی در سازه ساختمان منجر به متلاشی شدن سیستم گرمایش می شود.
- هرگونه نشتی در خطوط لوله بسیار زیانبار بوده و برطرف کردن آن بسیار مشکل است.

۴. فن کویل









نکات طراحی و کاربرد

- می تواند جهت تعویض هوا نیز استفاده شود.
- کاربرد اصلی در ساختمان های اداری

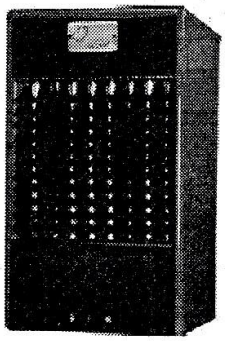
مزایا

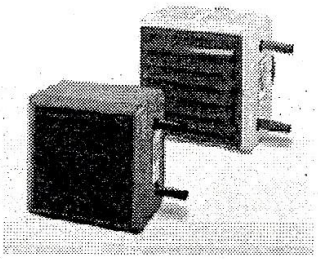
- پاسخ سریع به کنترل دما
- می تواند در کف یا بصورت کانال کشی شده در سقف نصب شود.

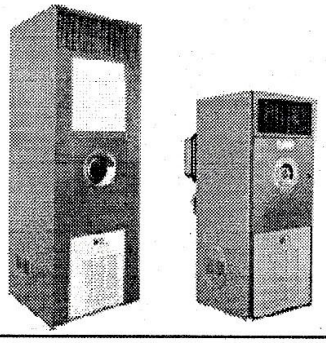
معایب

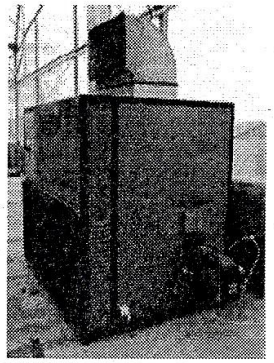
- پرسروصدا بوده و کاهش صدای آن هزینه بر است.
- تعمیرات زیادتر
- فیلترها بایستی تمیز شوند.
- فضای کف زیادی را اشغال می کند.
- کنترل های زیادی لازم دارد.

۵. گرمکن هوا-یونیت هیتر









نکات طراحی و کاربرد

- می تواند بصورت حرارت مستقیم باشد.
- تنها مناسب فضاهای صنعتی و ورزشی است.

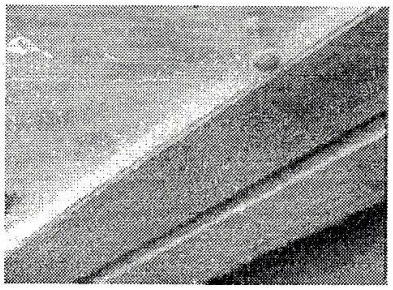
مزایا

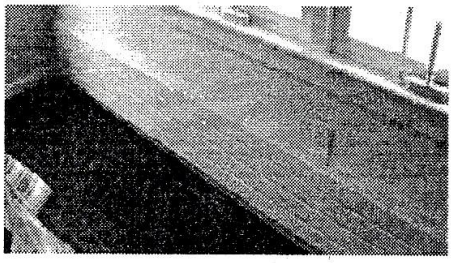
- پاسخ سریع حرارتی
- ارزان جهت نصب در کارخانه ها

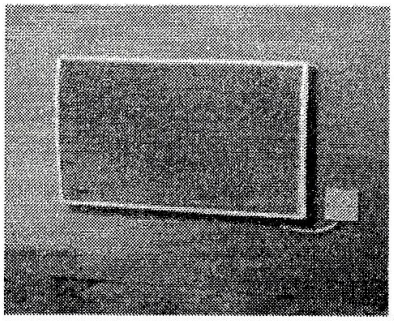
معایب

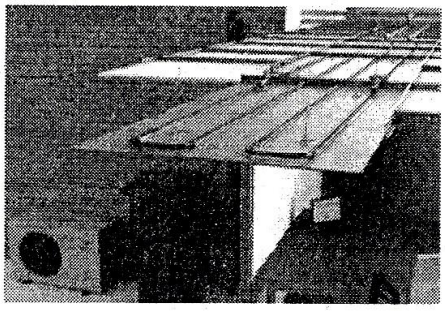
- پرسروصدا
- می تواند باعث اختلاف دمای قابل توجه در فضا شود.

۶. پانلهای تشعشعی دما پایین









نکات طراحی و کاربرد

- پانل های سقفی جهت اجتناب از شرایط عدم آسایش حرارتی نیازمند دمای پایین هستند.
- کاربرد اصلی در بیمارستان ها و فضاهای مشابه آن است.

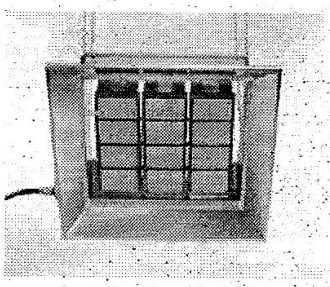
مزایا

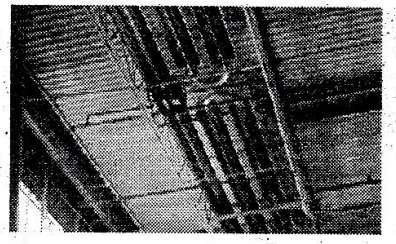
- ساده
- تعمیرات کم

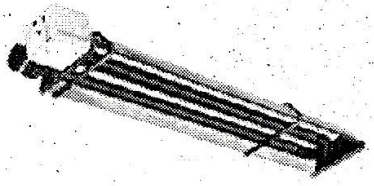
معایب

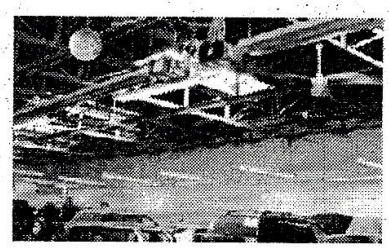
- پاسخ آرام به کنترل دما

۷. هیترهای تشعشعی دما بالا









نکات طراحی و کاربرد

- می تواند بصورت شعله مستقیم باشد.
- بررسی نمایید که مقادیر تشعشع برای شرایط آسایش قابل قبول است.

مزایا

- پاسخ کنترلی سریعتر
- می تواند برای فضاهایی که دارای شدت تعویض هوای زیادی است، استفاده شود.

معایب

- نیازمند قرارگیری در ارتفاعات بالا جهت اجتناب از شدت تشعشع موضعی زیاد و شرایط عدم آسایش حرارتی