Contents

فصل ۱: اب سرد مصرفی ۱

1.1- مقدمه ۲

1.2- اب سرد مصرفی ۲

1.2.1- ذخیره و توزیع اب ۳

1.2.2- شیرهای کنترل و تخلیه ۵

1.2.3- شیر شناور ۶

1.2.4- شیر کروی(بال ولو) 7

1.2.5- شیر پروانه ای ۷

1.2.6- انواع اتصلات لوله کشی اب ۸

1.3- سیستم تغذیه مستغیم اب سرد ۸

1.3.1- خصوصیات نرمی و سختی اب ۱۰

1.3.2- حفاظت از اب اشامیدنی ۱۰

1.3.3- منبع ذخیره اب سرد ۱۳

1.3.3.1- منبع انبساط در سیستمهای گرمایشی ۱۵

1.3.4- سیستم بوستر اب سرد ۱۸

1.4- پمپها ۲۰

1.4.1- قوانین پمپها ۲۰

1.5- تعین قطر لوله ها ۲۵

1.6- فرمول جریان سیال ۲۹

1.7- اب گرم مصرفی ۳۳

1.7.1- انبساط اب ۳۳

1.7.2- سیستم تغذیه مستقیم اب داغ ۳۴

1.7.3- سیستم تغذیه غیر مستقیم اب داغ ۳۴

1.7.4- سیستم تغذیه غیر مستقیم اب داغ ۳۵

1.7.5- سیستم اب داغ با منبع انبساط بسته ۳۶

1.7.6- شیر کاهنده ۳۷

1.7.7- صافی ۳۷

1.7.8- سیستم غیر مستقیم اب داغ برای ساختمانهای چند طبقه ۳۸

1.7.9- سیستم تکمیل کننده غیر مستقیم اب داغ ۳۸

1.7.10- سیستم غیر مستقیم اب داغ برای ساختمانهای بلند مرتبه ۴۱

1.7.11- طرح ترکیبی متداول گرمایش اب با بویلرسوخت فسیلی و منبع انرژی خورشیدی ۴۲

۴۳ انواع بویلر__ 1.7.12-
۴۵ محاسبه توان بویلر_ 1.7.12.1-
۴۶ تعیین قطر لوله__ 1.8-
۴۶ محاسبه دبی جریان جرمی _ 1.8.1-
47 فشار در گردش(سیستم جاذبه ای) _ 1.8.2-
۵۶ سیستم های گرمایش فصل ۲:
۵۷ مقدمه ___ 2.1-
۵۷ انتشار دهنده های گرما _ 2.2-
۵۸ انرژی مورد نیاز برای گرم کردن ساختمانها در اقلیم مختلف _ 2.3-
۵۸ تلفات حرارتی ساختمان _ 2.3.1-
۶۰ تلفات حرارتی سازه ساختمان _ 2.3.1.1-
۶۲ ظرفیت گرمایی بازشوهای ساختمان _ 2.3.1.2-
۶۳ سیستم گرمایش اب داغ،دما پایین _ 2.4-
۷۶ سیستم گرماش اب داغ دما بالا _ 2.5-
۷۶ انبساط و تامین فشار در سیستم گرمایش با اب _ 2.5.1-
۷۷ بالا بردن مبع ذخیره _ 2.5.1.1-
۷۷ تامین فشار با بخار _ 2.5.1.2-
۷۷ تامین فشار توسط پمپ _ 2.5.1.3-
۷۷ سیستم تحت فشار با نیتروژن _ 2.5.1.4-
۸۱ سیستم گرمایش بخار _ 2.6-
۸۱ دسته بندی سیستم گرمایش بخار _ 2.6.1-
۸۵ تله بخار _ 2.6.2-
۸۵ انبساط لوله ها__ 2.7-
۸۶ انواع مهار انبساط لوله _ 2.7.1-
۸۷ فرمول انبساط لوله در اثر تغییر دما _ 2.7.2-
۸۸ کنترل ترموستاتیکی سیستمهای گرمایش _ 2.8-
۸۹ شیر بای پس اتوماتیک _ 2.9-
۹۱ ترموستات کنترل زون قابل برنامه ریزی _ 2.10-
۹۵ خصوصیات سوخت و مخازن ذخیره فصل ۳:
۹۶ مقدمه ___ 3.1-
۹۶ سوختها:__ 3.2-

96 _____ گاز طبیعی(فصل هفتم) _ 3.2.1-
۹۷ _____ سوختهای جامد فسیلی _ 3.2.2-
۹۹ _____ دودکش وسایل با سوخت جامد _ 3.3-
۱۰۰ _____ انواع دودکش _ 3.3.1-
۱۰۰ _____ موقعیت دودکش وسایل حرارتی سوخت جامد _ 3.3.2-
۱۰۱ _____ سوختهای مایع _ 3.3.3-
۱۰۴ _____ مشعل سوختهای مایع _ 3.3.3.1-
۱۰۵ _____ دریچه تخلیه وسایل حرارتی با سوخت مایع _ 3.3.3.2-
۱۰۷ _____ موقعیت دودکش وسایل حرارتی با سوخت مایع _ 3.3.3.3-
۱۰۸ _____ بویلرهای برقی _ 3.3.4-
۱۱۰ _____ گرمایش وتهویه مطبوع فصل ۴:
۱۱۱ _____ مقدمه ___ 4.1-
۱۱۱ _____ ترمودینامیک____ 4.2-
۱۱۵ _____ سایکرومتریک ___ 4.3-
۱۱۷ _____ فرایندهای سایکرومتریک _ 4.3.1-
۱۱۹ _____ مخلوط دو جریان هوا _ 4.3.2-
۱۲۴ _____ محاسبه بارهای حرارتی ساختمان _ 4.4-
۱۲۹ _____ کانال کشی ___ 4.5-
۱۳۲ _____ عایق کاری___ 4.5.1-
۱۳۳ _____ انتشار دهنده های هوا _ 4.6-
۱۳۳ _____ اثر کوآندا ___ 4.6.1-
۱۳۵ _____ سایر الگوهای انتشار دهنده هوا _ 4.6.2-
۱۳۶ _____ مقاومت در برابر جریان _ 4.7-
۱۳۷ _____ تغییر جهت جریان _ 4.7.1-
۱۳۸ _____ فن ها__ 4.8-
۱۳۸ _____ فن های سانتریفیوژ _ 4.8.1-
۱۴۰ _____ فن های محوری _ 4.8.2-
۱۴۲ _____ فن های طراحی ویژه _ 4.8.3-
۱۴۳ _____ قوانین فن های سانتریفیوژ _ 4.8.4-
۱۴۸ _____ فیلتر هوا__ 4.9-
۱۴۸ _____ انواع فیلتر ها _ 4.9.1-
۱۵۳ _____ مبردها___ 4.10-
۱۵۴ _____ خصوصیات مبردها _ 4.10.1-

۱۵۵ _____ انواع ماده مبرد _ 4.10.2-
۱۵۵ _____ دسته بندی مواد مبرد _ 4.10.3-
۱۵۶ _____ کاربرد مبردها _ 4.10.4-
۱۵۸ _____ سیستم های لوله کشی فاضلاب و هواکش و اب باران فصل ۵:
۱۵۹ _____ مقدمه ___ 5.1-
۱۵۹ _____ سیستم های تخلیه فاضلاب مرکب وجدا _ 5.2-
۱۵۹ _____ سیستم فنرزنی _ 5.2.1-
۱۶۰ _____ اتصالات لوله های فاضلاب _ 5.3-
۱۶۲ _____ دریچه های دسترسی و محفظه های بازرسی و منهول _ 5.4-
۱۶۷ _____ بستر سازی لوله های مدفون _ 5.5-
۱۷۰ _____ لوله های فاضلاب در زیر ساختمان _ 5.5.1-
۱۷۱ _____ لوله های فاضلاب مدفون نزدیک ساختمان _ 5.5.2-
۱۷۲ _____ انواع لوله فاضلاب _ 5.6-
۱۷۴ _____ سیفون ___ 5.7-
۱۷۸ _____ ازمایش نشت لوله های فاضلاب _ 5.8-
۱۷۹ _____ چاه فاضلاب ____ 5.9-
۱۸۰ _____ چاه مستراح____ 5.10-
۱۸۰ _____ انبار مستراح ___ 5.11-
183 _____ (HMD)عمق هیدرولیکی میانگین 5.12-
۱۸۴ _____ شیب لوله های فاضلاب _ 5.13-
۱۸۵ _____ سرعت جریان تخلیه فاضلاب _ 5.14-
۱۸۶ _____ دبی جریان فاضلاب _ 5.15-
187 _____ (DFU)واحد تخلیه فاضلاب 5.16-
۱۹۳ _____ طراحی و اجرای لوله کشی فاضلاب و هواکش _ 5.17-
۲۰۱ _____ لوله کشی اب باران _ 5.18-
۲۰۵ _____ تاسیسات بهداشتی فصل ۶:
۲۰۶ _____ مقدمه ___ 6.1-
۲۰۶ _____ فلاش تانک __ 6.2-

۲۰۷ فلاش والو ___ 6.3-
۲۰۸ توالت فرنگی __ 6.4-
۲۱۱ بیده ___ 6.5-
۲۱۳ دوش حمام __ 6.6-
۲۱۵ وان حمام _ 6.7-
۲۱۵ سینک ظرفشویی _ 6.8-
۲۱۶ روشویی___ 6.9-
۲۱۷ شیر مخلوط ترموستاتیک _ 6.10-
۲۱۹ یورینال __ 6.11-
۲۱۹ ابعاد اتاقک حمام _ 6.12-
۲۲۰ تعداد لوازم بهداشتی موردنیاز _ 6.13-
۲۲۰ فضای دسترسی لوازم بهداشتی _ 6.14-
224 فصل ۷: تاسیسات گازرسانی(اجزاو کنترلها)
۲۲۵ مقدمه ___ 7.1-
۲۲۶ گاز طبیعی ___ 7.2-
۲۲۶ احتراق___ 7.2.1-
۲۲۶ لوله ورودی گاز به ساختمان _ 7.3-
۲۲۸ کنتور گاز _ 7.4-
۲۲۹ کنترل کننده ها __ 7.5-
۲۳۱ شعله مشعل گاز _ 7.6-
۲۳۱ ترموستات ___ 7.7-
۲۳۲ دستگاه ایمنی نقص شعله _ 7.8-
۲۳۳ فندک وسایل گازسوز _ 7.9-
۲۳۴ محل قرارگیری دودکش _ 7.10-
۲۳۵ موقعیت کلاهک دودکش _ 7.11-
۲۳۸ درفت دایورتر __ 7.12-
۲۴۱ شانت داکت ___ 7.13-

۲۴۱ _____ استفاده از فن برای متعادل کردن دودکش _ 7.14-
۲۴۲ _____ دریچه تهویه هوا برای وسایل گاز سوز _ 7.15-
۲۴۵ _____ قوانین گازها____ 7.16-
۲۴۵ _____محاسبه دبی جریان گاز درون لوله _ 7.17-
۲۴۶ _____محاسبه مقدار گاز مصرفی _ 7.18-
۲۴۷ _____ تعیین قطر لوله گاز _ 7.19-
۲۴۹ _____تعیین ابعاد دودکش وسایل گازسوز _ 7.20-
۲۵۱ _____ دودکش با مکش اجباری _ 7.20.1-
۲۵۱ _____ تعیین قطر لوله دودکش با استفاده از جدول _ 7.20.2-
۲۵۵ _____ تعیین ضخامت ورق دودکش _ 7.21-
۲۵۵ _____ ارتفاع دودکش _ 7.22-
۲۵۶ _____ جلوگیری از کنداس در لوله دودکش _ 7.23-
۲۵۸ _____فصل ۸:
۲۵۹ _____ مقدمه ___ 8.1-
۲۵۹ _____ اسانسور __ 8.2-
۲۵۹ _____ موتور خانه اسانسور و تجهیزات _ 8.2.1-
۲۶۲ _____ عوامل موثر در عملکرد اسانسور _ 8.2.2-
۲۶۳ _____ اسانسور اتشنشانی _ 8.2.3-
۲۶۵ _____ اسانسور ویژه افراد ناتوان جسمی _ 8.2.4-
۲۶۷ _____ پله برقی___ 8.3-
۲۶۸ _____ پیاده رو متحرک _ 8.4-
۲۶۹ _____ بالابر پله __ 8.5-
۲۷۰ _____فصل ۹:
۲۷۱ _____ مقدمه ___ 9.1-
۲۷۱ _____اسپرینکلرها __ 9.2-
۲۷۴ _____ تعیین قطر لوله های اسپرینکلرها _ 9.2.1-
۲۷۵ _____رایزر خشک __ 9.3-
۲۷۶ _____ کاشف دود___ 9.4-
۲۷۷ _____ جلوگیری از اتش در سیستم تهویه _ 9.5-

۲۷۸ _____ 9.6-_ دمپر اتش در کانال تهویه

۲۷۹ _____ فصل ۱۰:

۲۸۰ _____ 10.1-__ مقدمه

۲۸۰ _____ 10.2-_ مساحت مورد نیاز کف مخزن اب داغ

283 ..... پیوست ۱

299 ..... پیوست ۲

301 ..... پیوست ۳

303 ..... پیوست۴

310 ..... کلید واژه

۳۱۴ ..... منابع و ماخذ

فصل ۱: اب سرد مصرفی

۱/۱- مقدمه

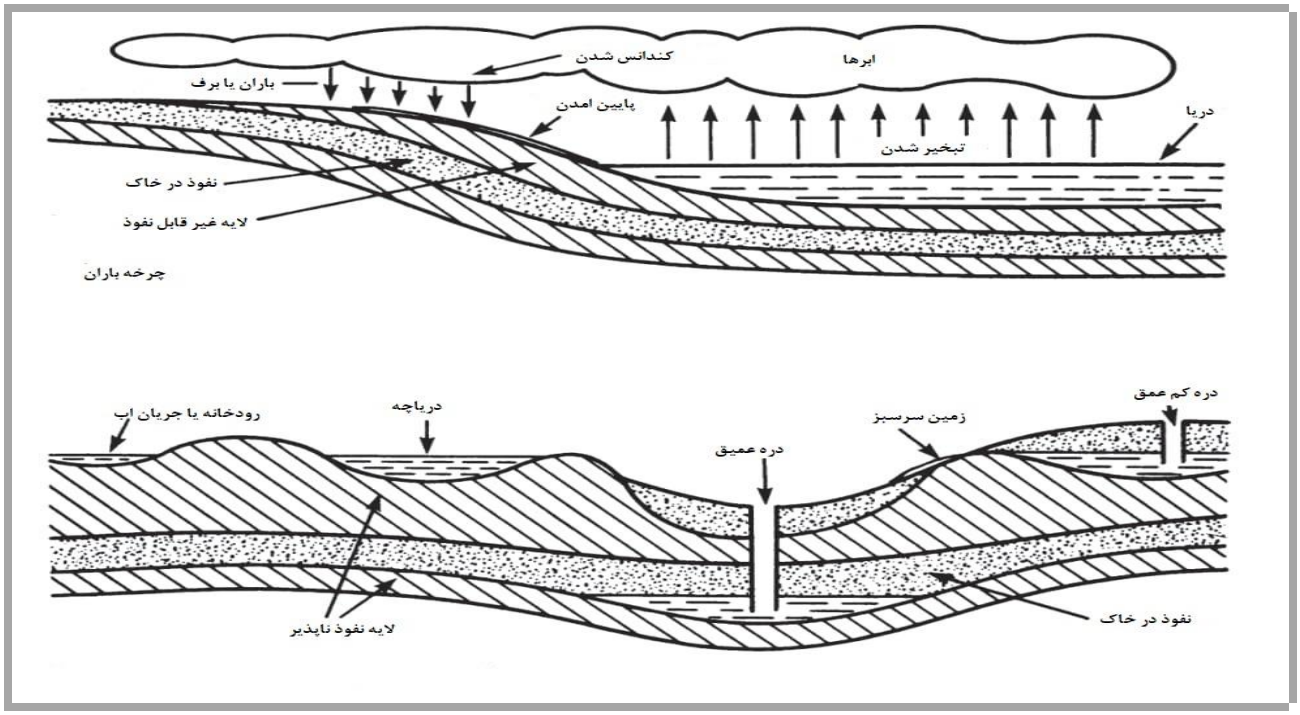
لوله کشی آب سرد و بسته به نوع ساختمان که تجاری یا مسکونی است و تعداد واحدها، انواع مختلفی دارد. لوله کشی سرد ساختمان باید از همان ابتدا به صورت حرفه‌ای و با رعایت اصول شیر آب سرد انجام شود. چرا که در صورت عدم اجرای صحیح این کار، خرابی لوله‌ها منجر به هزینه‌های گزاف و اضافی و آسیب به معماری خانه شما خواهد شد. شاید با نقشه لوله کشی اب منزل، عکس لوله کشی ساختمان و ترفندهای لوله کشی ساختمان بتوان راه حل لوله کشی ساختمان را برطرف کرد.

۱/۲- اب سرد مصرفی

ابهای سطحی:

به ابهای موجود بر سطح زمین مانند اب موجود در یک رود،دریاچه و تالاب ویا اوقیانوس گفته می شود.

ابهای زیرزمینی:به ابهایی گفته می شود که در لایه های ابدار و اشباع زیر زمین تجمع پیدا کرده است.این ابها فقط ۴ درصد از مجموعه ابهایی را که فعالانه در چرخه اب شناسی دخالت دارند تشکیل می دهد.



شکل ۱–۱چرخه باران و منابع اب

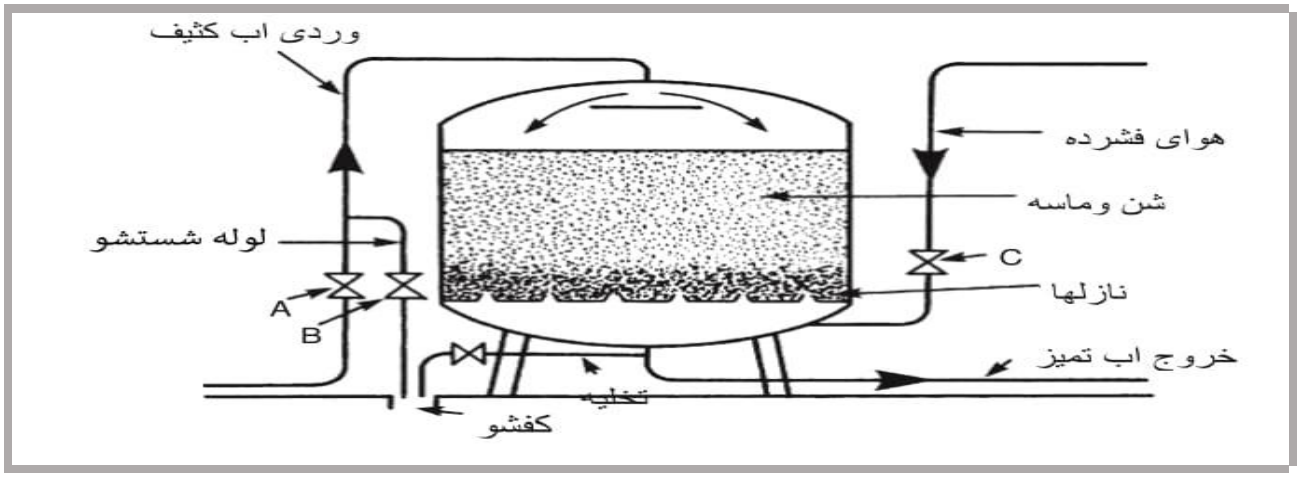
pH< 7 خاصیت اسیدی

pH > 7 خاصیت بازی

pH = 7 خنثی بودن

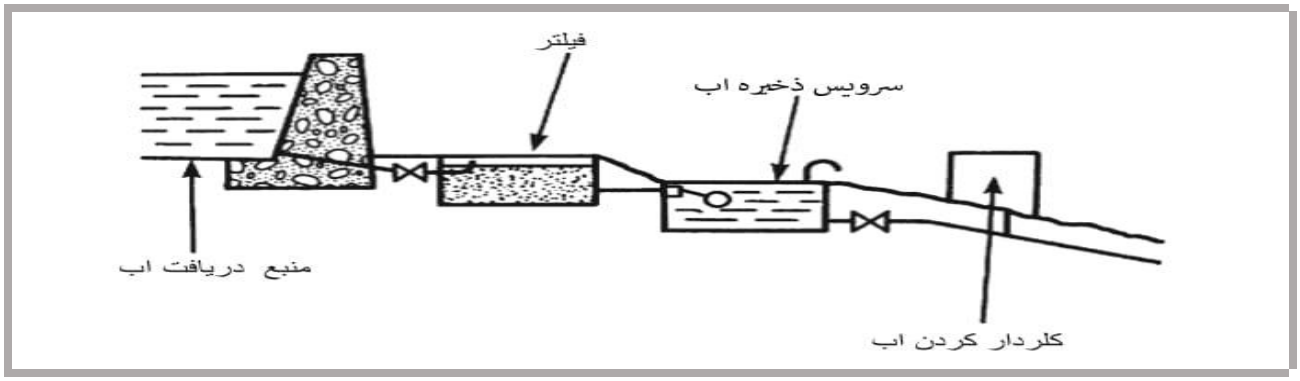
فیلتر کردن اب :

مقدار فیلتر اب ۴ تا ۱۲ متر مکعب در هر متر مربع در ساعت می باشد.

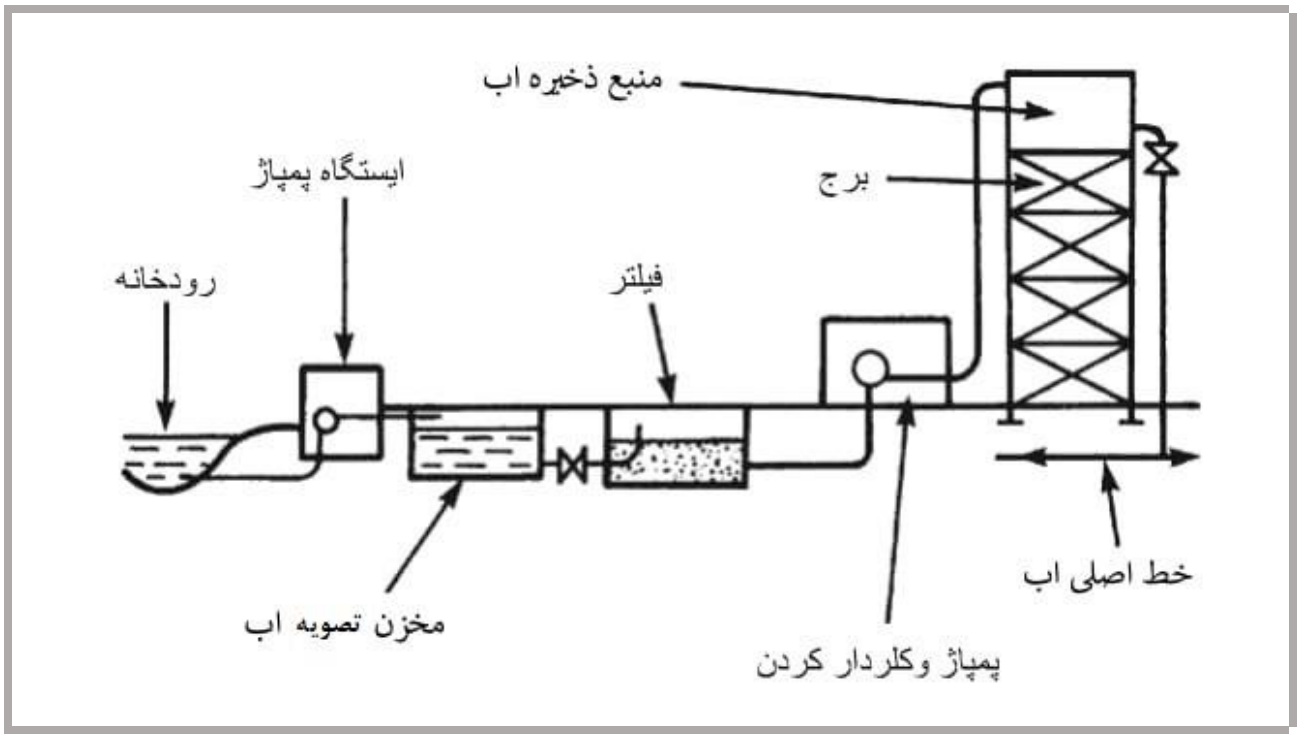


شکل ۱-۲- فیلتر کردن اب

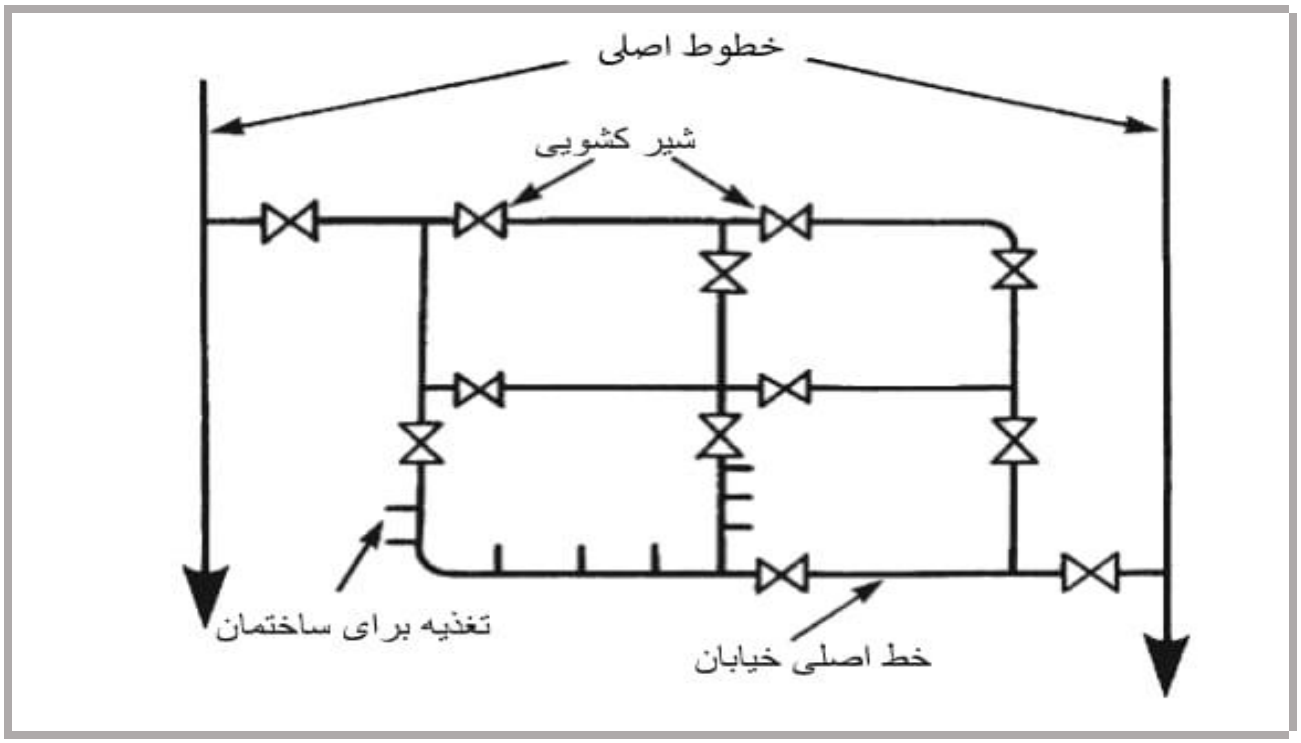
۱/۲/۱-ذخیره و توزیع اب



شکل ۳-۱ توزیع ثقلی اب



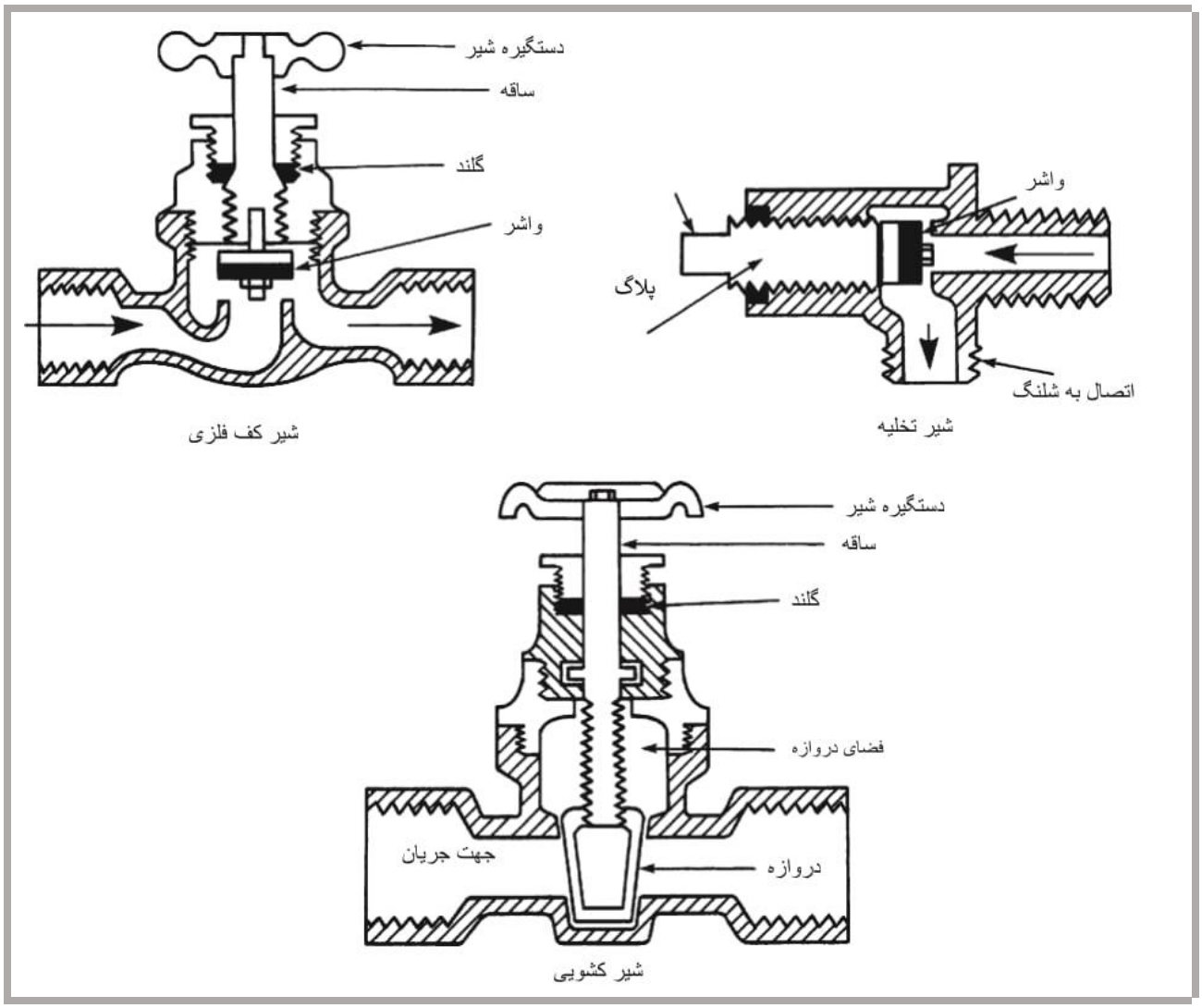
شکل ۴-۱ توزیع اب به وسیله پمپ



شکل۵-۱- توزیع مداری اب

۱/۲/۲-شیرهای کنترل و تخلیه

شیرهای کف فلزی برای کنترل جریان اب در فشارهای بالا مورد استفاده می گردند.شیرهای دروازه ای برای کنترل جریان در فشارهای پایین تاسیسات به کار برده می شوند.شیرهای تخلیه در بویلرها و مخازن استفاده می شوند.در دماهای بالای ۱۰۰°C شیرها از جنس برنز ساخته می شوند.

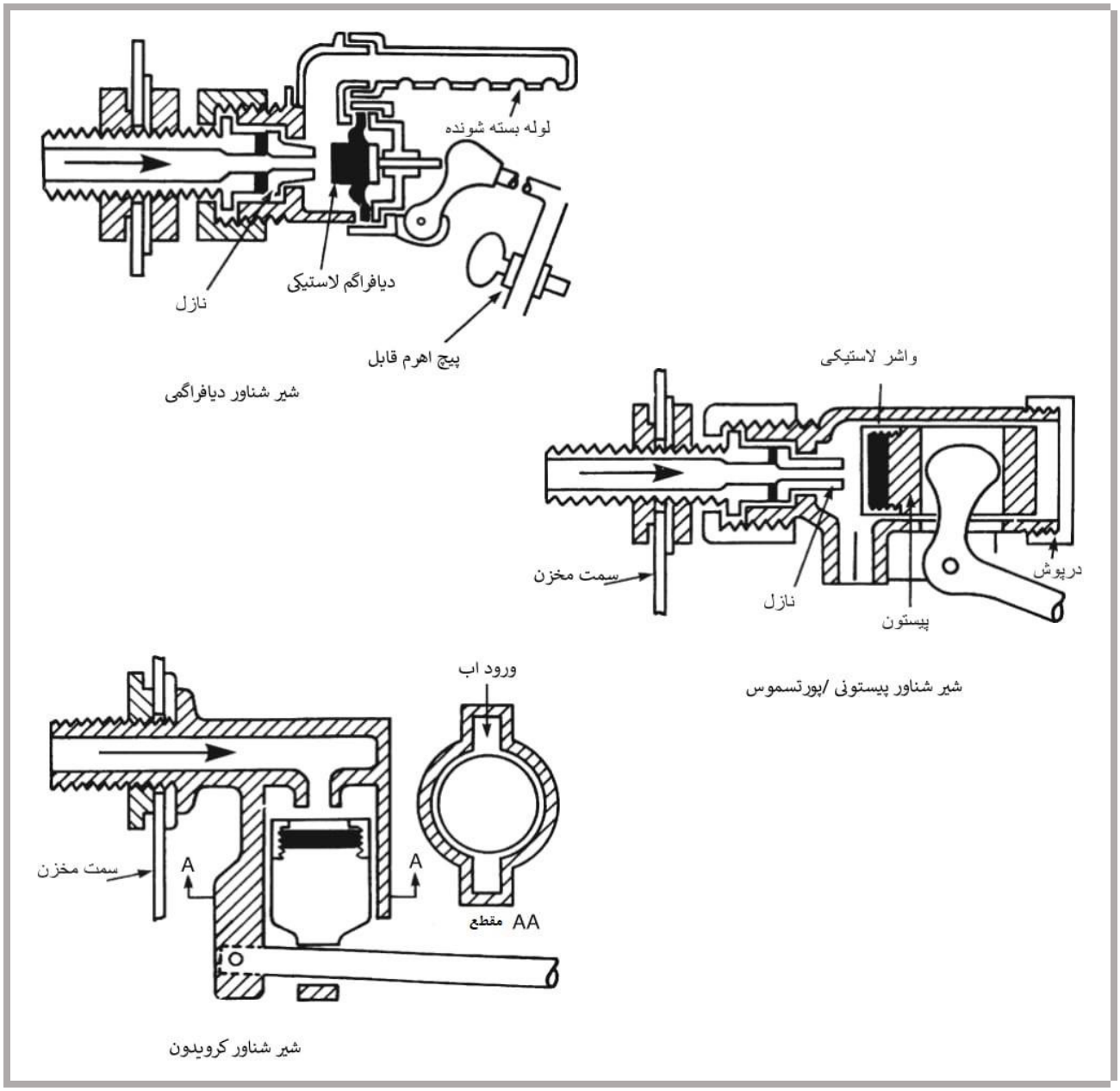


شکل ۶-۱- شیرهای کنترل و تخلیه

۱/۲/۳-شیر شناور

شیرهای شناور دستگاه های خودکار جریان هستند که در مخازن تعبیه شده اند و حجم مناسب اب را حفظ می کنند.انواع مختلف ان قابل استفاده هستند.نوع دیافراگمی ان دارای سروصدای کمتری است زیرا اصطکاک کمتری

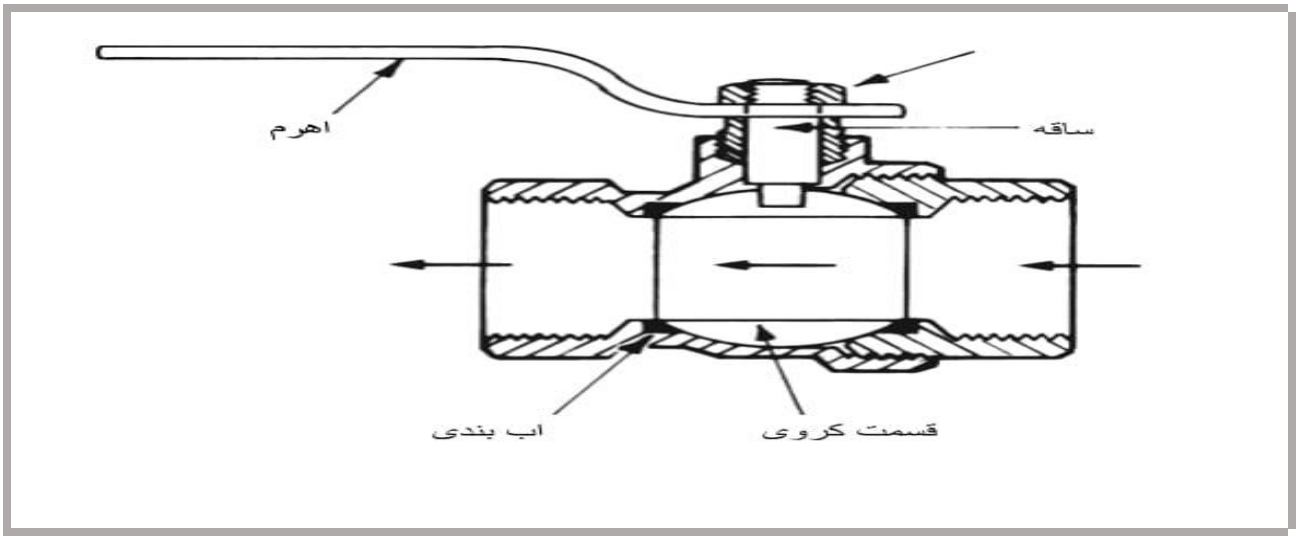
بین ان وجود دارد.شیرهای نوع پورتسموس و کرویدون دارای یک پیستون هستند .برای جلوگیری از برگشت سیفون اب به مخزن اصلی قطرهای نازل با افزایش فشار کاهش می یابد.



شکل ۵-۱-انواع شیر شناور

۱/۲/۴-شیر کروی(بال ولو)

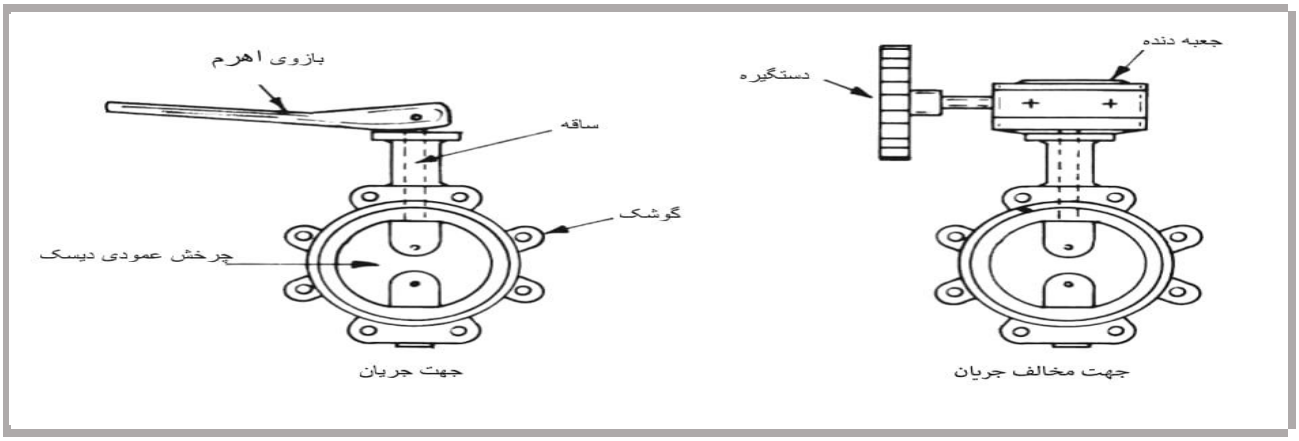
برای قطع و وصل جریان سیستم و سرویس سیستم مانند توالت فرنگی و یورینال کاربرد دارد.بدنه شیر معمولا از کروم با الیاژ مس می باشد



شکل ۱-۶-شیر کروی

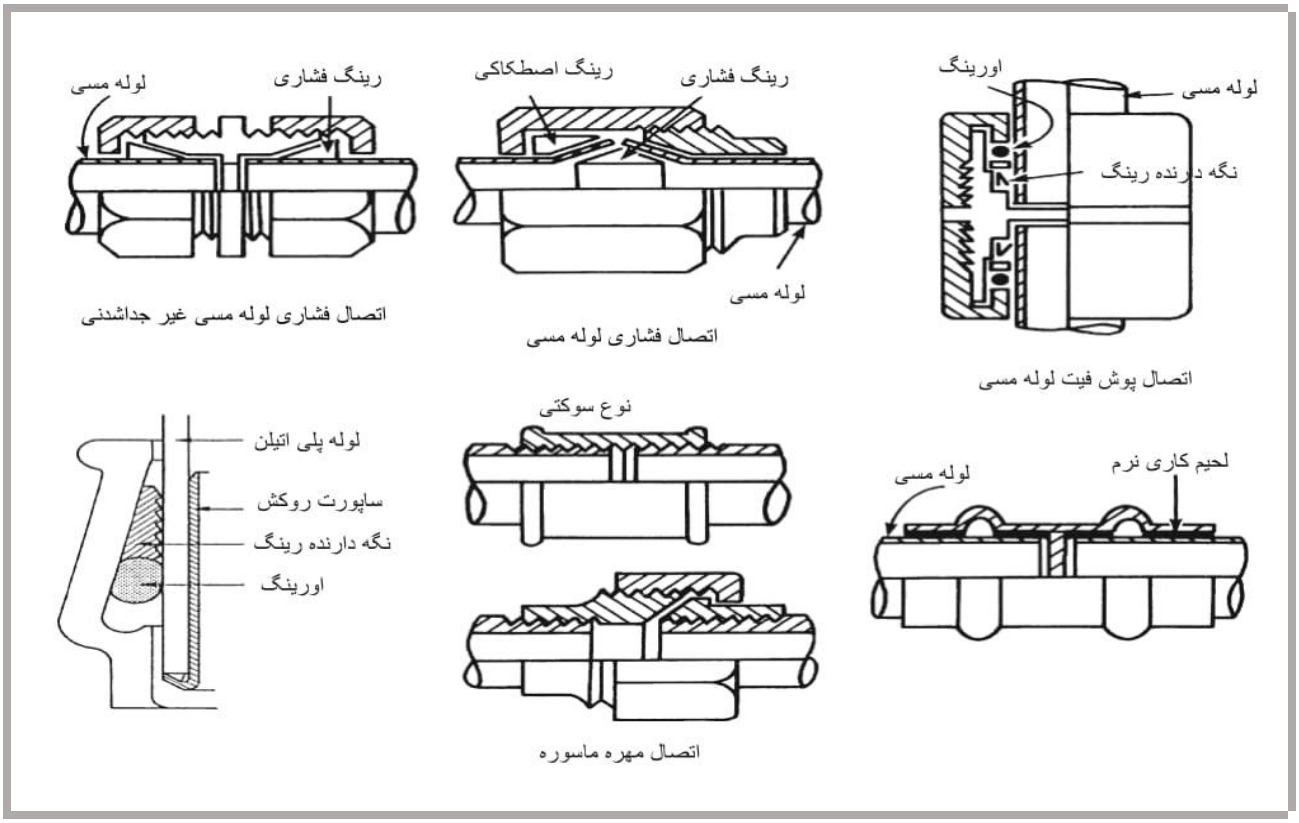
۱/۲/۵-شیر پروانه ای

یکی از ساده ترین شیرها با کاربرد در صنعت نفت وپتروشیمی است.قابل استفاده در ایستگاه نیروی حرارتی و هیدرولیکی و در لوله کشی فاضلاب و....برای باز و بسته کردن و کنترل جریان مناسب است .از معایب ان گشتاور زیاد برای کنترل سیال و مستعد به ابتلا به کاویتاسیون می باشد.جنس ان از مس و الیاژ الومینیوم و چدن چکش خوار می باشد.



شکل۱-۸-شیر پروانه ای

۱/۲/۶-انواع اتصلات لوله کشی اب



شکل۱-۸-انواع فیتینگ

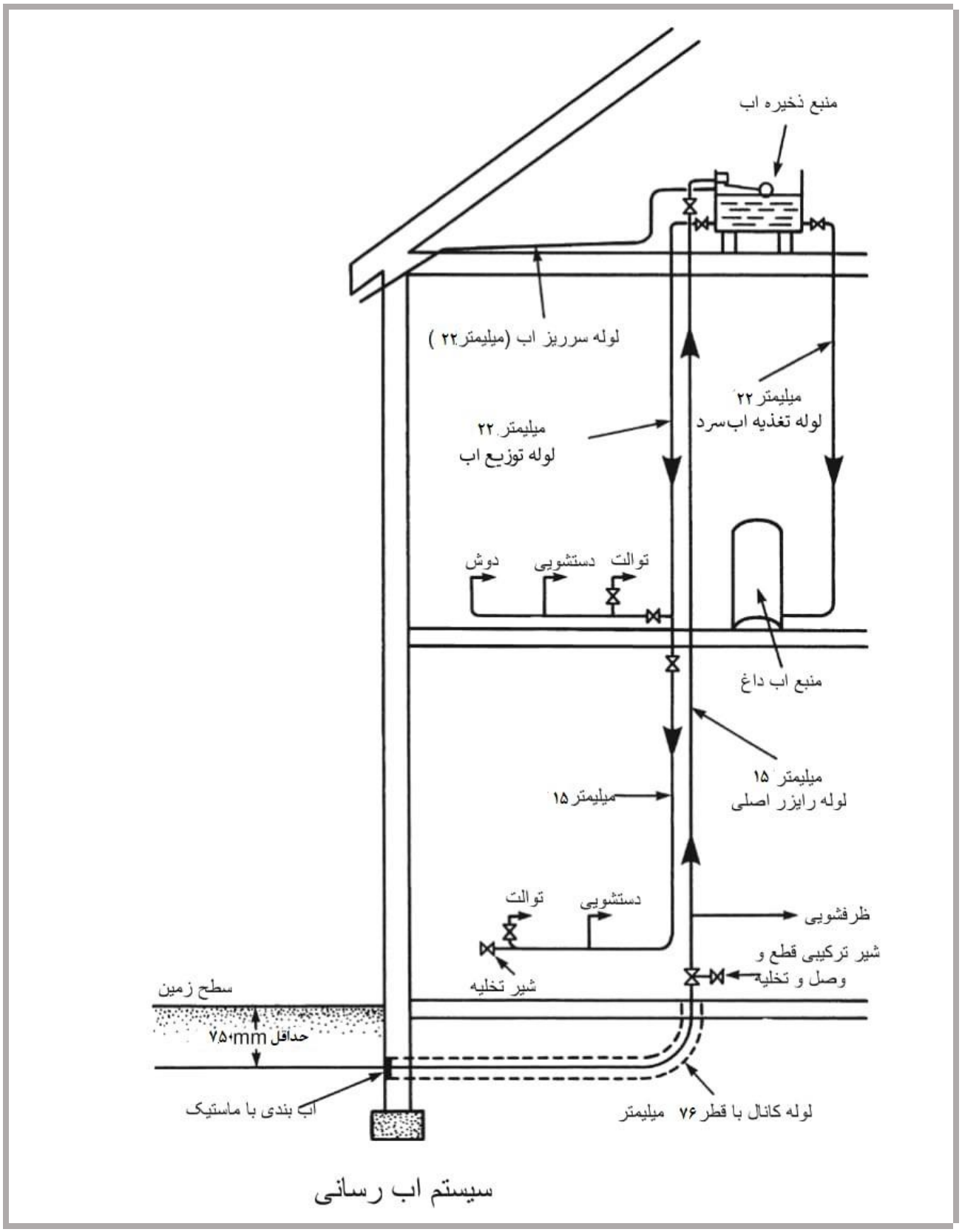
لوله پلی اتیلن ابی:با چگالی متوسط برای تغذیه اب اشامیدنی مناسب است.از قطر خارجی ۲۰ میلی متر تا ۶۳ می لی متر تولید می شود.برای نصب در ارتفاعات از سطح زمین کاربرد ندارد مگر اینکه مورد محافظت قرار بگیرد.

لوله پلی اتیل مشکی:برای اب اشامیدنی بالاتر از سطح زمین مناسب است و در قطرهای مختلف تولید می شود و مقاوم در برابر اشعه ماورابنفش نور خورشید می باشد.

توجه:فیتینگهای لوله مسی از ۸۵ درصد الیاژ مس و ۱۰ درصد تین و ۵ درصد زینک می باشد.

۱/۳- سیستم تغذیه مستغیم اب سرد

برای کارایی بالاتر در یک فشار بالا از تغذیه اب ضروری مخصوصا در نقطه پیک مصرف می باشد.در کمترین مقدار خط لوله کشی برای اب گرم مصرفی به منبع با ۱۱۵ لیتر گنجایش مورد نیاز می باشد.در مقادیر تقاضای بالا مکش سیفونی ممکن است رخ دهد. که البته با استفاده از روشهایی می توان از این مهم جلوگیری کرد.



شکل۹-۱-طرح متداول اب رسانی

۱/۳/۱-خصوصیات نرمی و سختی اب

انواع سختی اب:

سختی موقت:ناشی از حضور کلسیم کربنات در اب است.گرم کردن اب تا دمای ۶۵°C کربنات حل نشدنی را جدا کرده و به صورت رسوب در سطوح مخزن می چسباند.

سختی دائم:ناشی از کلسیم و منیزیم در اب است.گرم کردن اب روی کیفیت ان تاثیر نمی گذارد.

کربنات کلسیم به عنوان سختی	کلسیم به عنوان سختی	انواع اب
<50	۲۰>	نرم
50-100	20-40	نسبتا نرم
100-150	40-60	کم سخت
150-200	60-80	نسبتا سخت
200-300	80-120	سخت
۳۰۰<	۱۲۰<	خیلی سخت

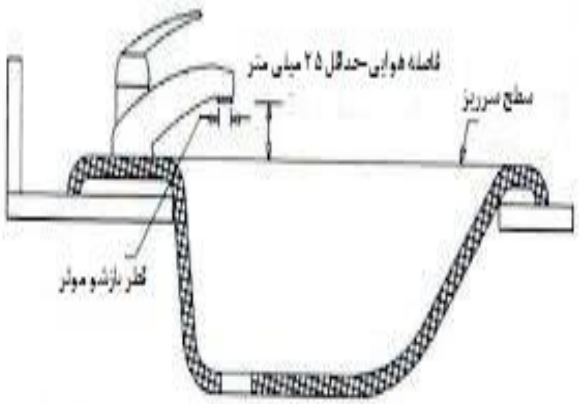
جدول ۱-۱-انواع سختی اب

۱/۳/۲-حفاظت از اب اشامیدنی

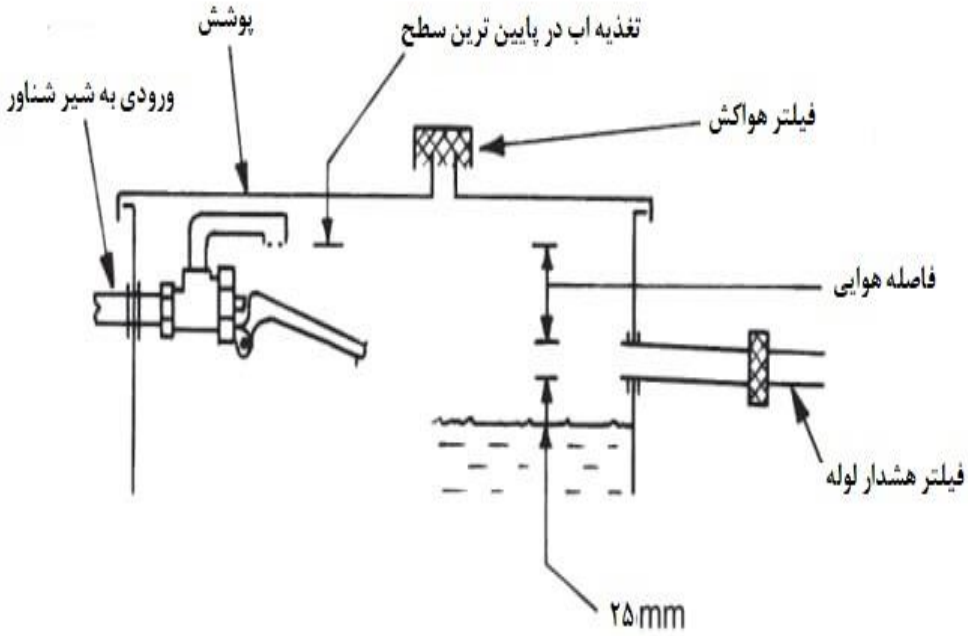
همه ی وسایل بهداشتی و اشامیدنی باید در برابر برگشت جریان و مکش سیفونی محافظت شوند.

نوع حفاظت	مثال	نوع خطر	کلاس بندی
فاصله هوایی	توالت ،دستشویی،بیده و فرایندهای صنعتی و کشاورزی	خطر جدی برای سلامتی	1
فاصله هوایی یا شیر یک طرفه			2
یکی از موارد ۱و۲ یا شیر یک طرفه	ماشین ظرفشویی و لباسشویی سختی گیر اب خانگی	سبب بیماری سبب مزه ناخوشایند وبوی بد	3

جدول ۲-۱-کلاس بندی انواع ابهای الوده و روش حفاظت از ان

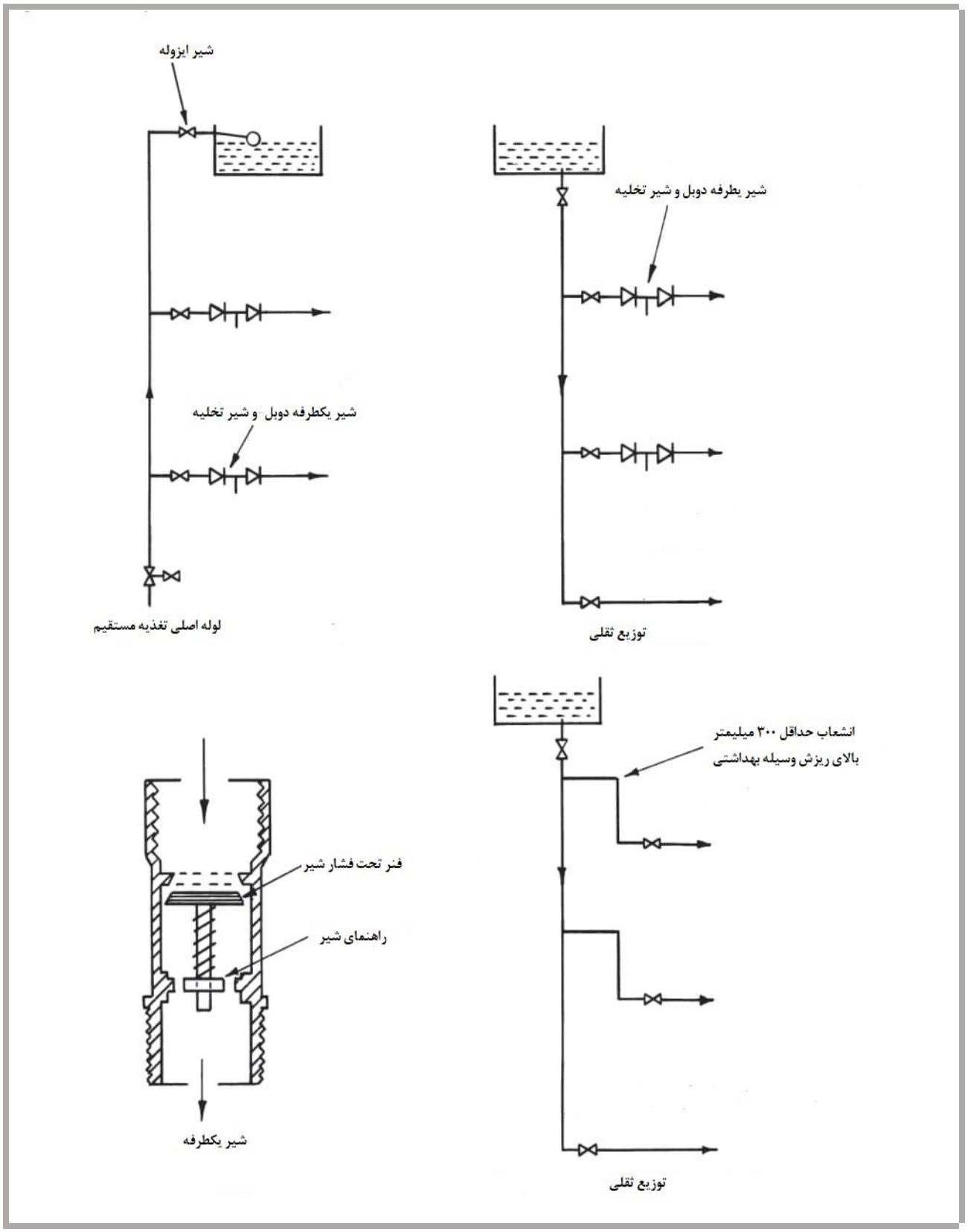


شکل ۱۰-۱-حفاظت از اب اشامیدنی

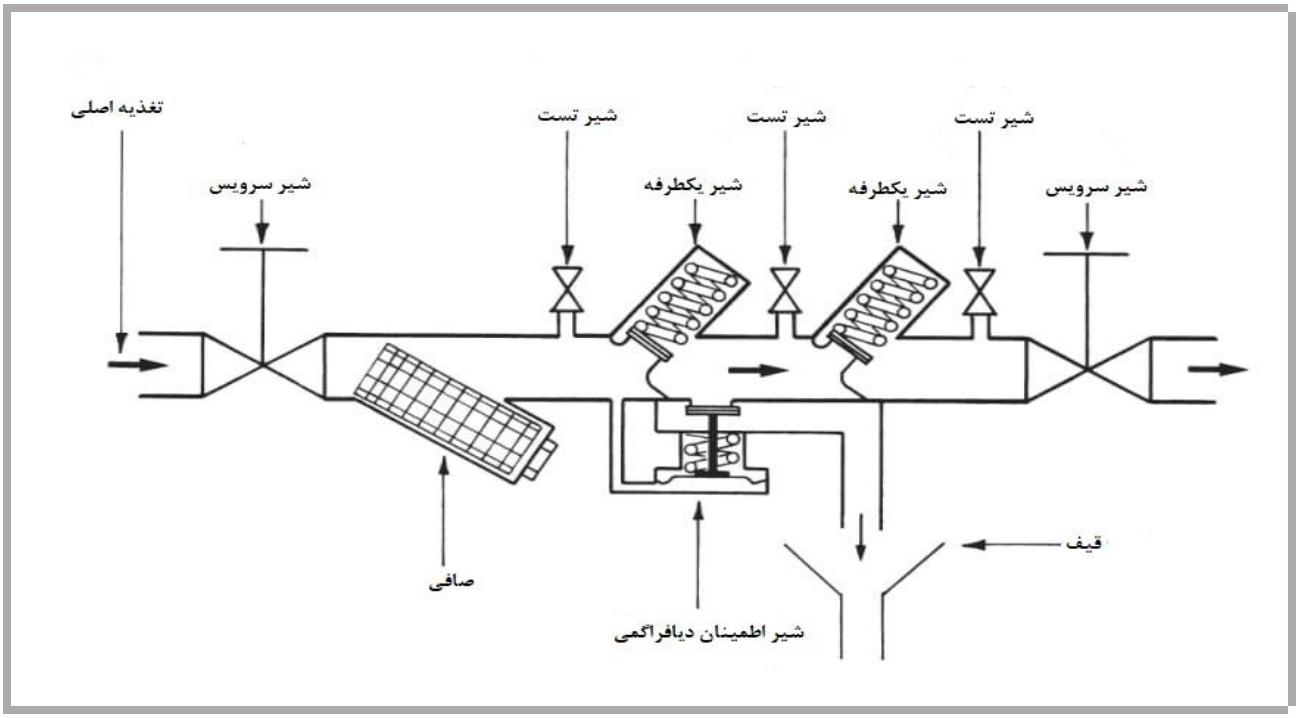


شکل ۱-۱۱-فاصله هوایی برای مخزن ذخیره اب

راه دیگر جلوگیری از برگشت جریان یا مکش سیفونی استفاده از دو عدد شیر یک طرفه می باشد.کاربرد در مدار لوله کشی گرمایش اولیه و ماشین لباس شویی و شیر ابیاری باغبانی می باشد.



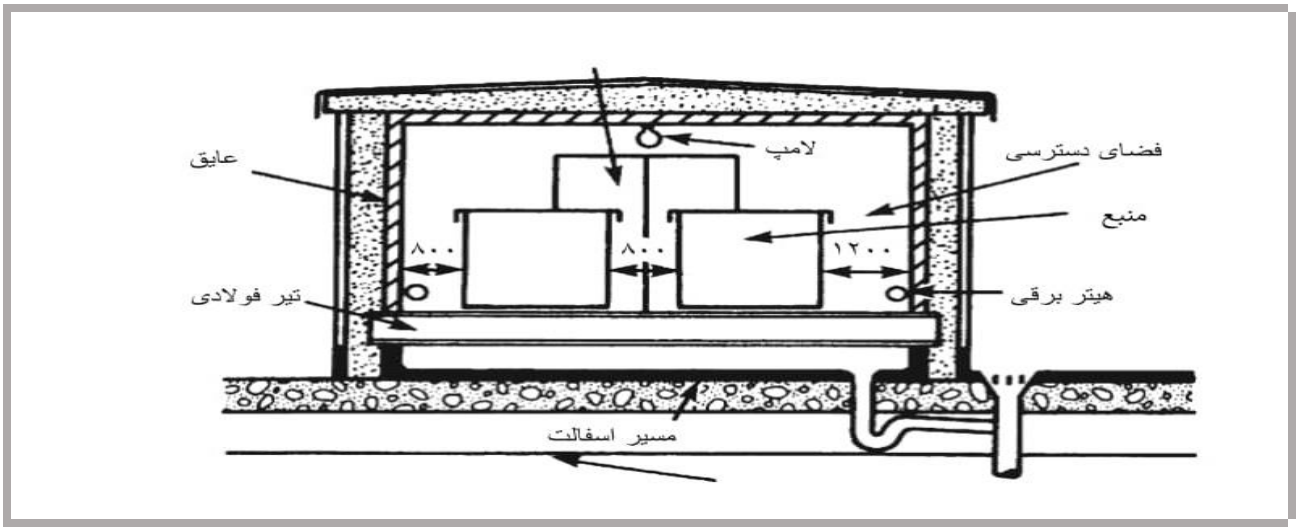
شکل۱۲-۱-حفاظت از اب توسط دو شیر یکطرفه



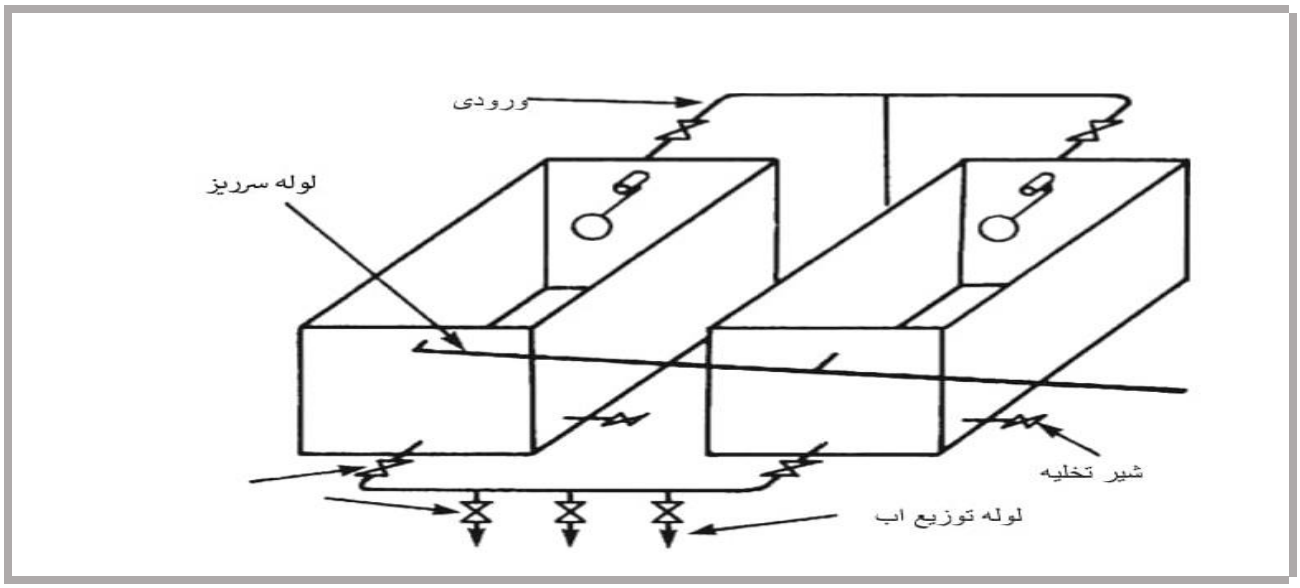
شکل۱-۱۳-جلوگیری از برگشت جریان با استفاده از دو شیر یکطرفه

۱/۳/۳-منبع ذخیره اب سرد

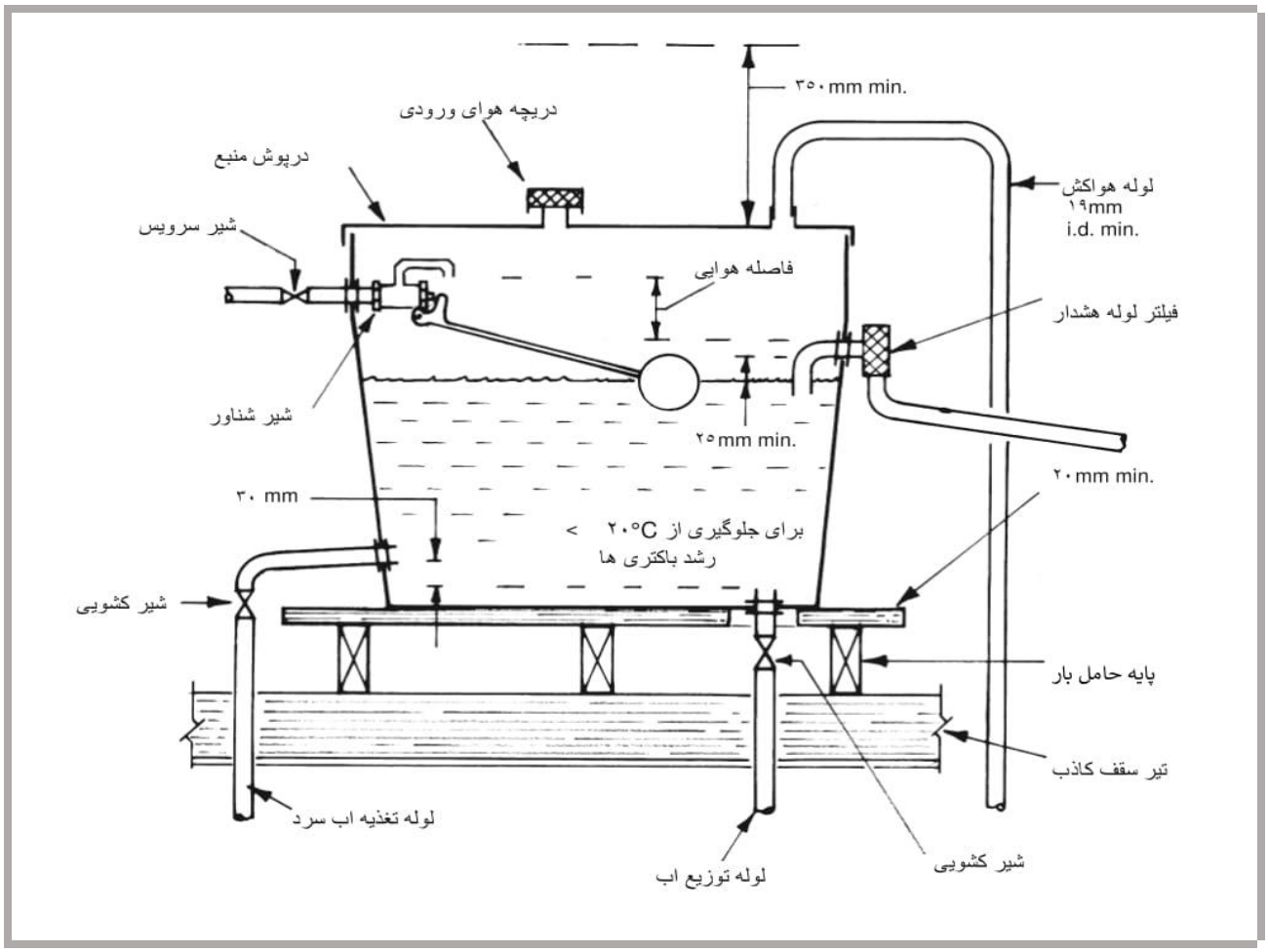
منبع از فولاد گالوانیزه و شیشه های پلاستیک تقویت شده یا پلی پروپیلن ساخته می شو ند.این منبع ها باید عایق شوند و توسط اویزها و ساپورتها درجای ثابتی مهار شوند.در جایی که مقدار مصرف اب بیشتر ۴۵۰۰ لیتر است از دو منبع استفاده می شود.



شکل۱-۱۴-اتاق منبع ذخیره اب



شکل۱۵-۱دو منبع ذخیره اب به صورت موازی



شکل۱۶-۱-منبع انبساط باز

۱/۳/۳/۱-منبع انبساط در سیستمهای گرمایشی

مخزنی است که فشار اضافی سیالات گرم شده را بالانس کرده و کمبود آب در گردش درون سیستم های حرارت مرکزی را جبران می کند. منابع انبساط به طور کلی با دو هدف در سیستم های حرارت مرکزی به کار می روند:

کاهش فشار آب ناشی از گرم شدن و افزایش حجم بخار آب در دیگ ها و پکیج ها

جبران نمودن کاهش فشار ناشی از کم شدن آب در سیستم های حرارت مرکزی

در سیستم های گرمایش مرکزی دمای آب در گردش داخل لوله ها بر اثر حرارت دیدن بالا رفته و به دنبال آن حجم آب در گردش افزایش می یابد. این افزایش حجم می تواند به لوله ها و اتصالات سیستم گرمایشی فشار وارد کرده و منجر به ترکیدگی و انفجار قسمت هایی مانند دیگ سیستم گرمایش ساختمان شود. معمولا برای جلوگیری از چنین پیش آمدی شیر اطمینان سیستم گرمایشی وارد عمل شده و قسمتی از آب تخلیه می شود تا فشار به میزان استاندارد کاهش یابد. با این حال تکیه بر شیرهای اطمینان گزینه مناسبی نمی باشد چرا که از یک طرف ممکن است در اثر بروز مشکل فنی وارد عمل نشده و خطراتی ایجاد کنند و از طرف دیگر با باز شدن شیر اطمینان شما حجم قابل توجهی از آب گرم سیستم را از دست خواهید داد.برای حل مشکل مخازن انبساط پیشنهاد می شوند. این مخازن بر روی قسمتی از سیستم لوله کشی سیستم گرمایشی شما نصب شده و تغییرات ناشی از افزایش فشار را کنترل می کنند. لازم به ذکر است که مخازن انبساط نه تنها می توانند تغییرات افزایش فشاررا کنترل کنند بلکه می توانند کاهش فشار آب ناشی از نشتی در سیستم را نیز جبران کنند.(شکل۱۷-۱)

1-1-حجم منبع انبساط

$$V = \frac{e \times c}{۱ - \left(p_i / p_f \right)}$$

V: حجم منبع(لیتر)

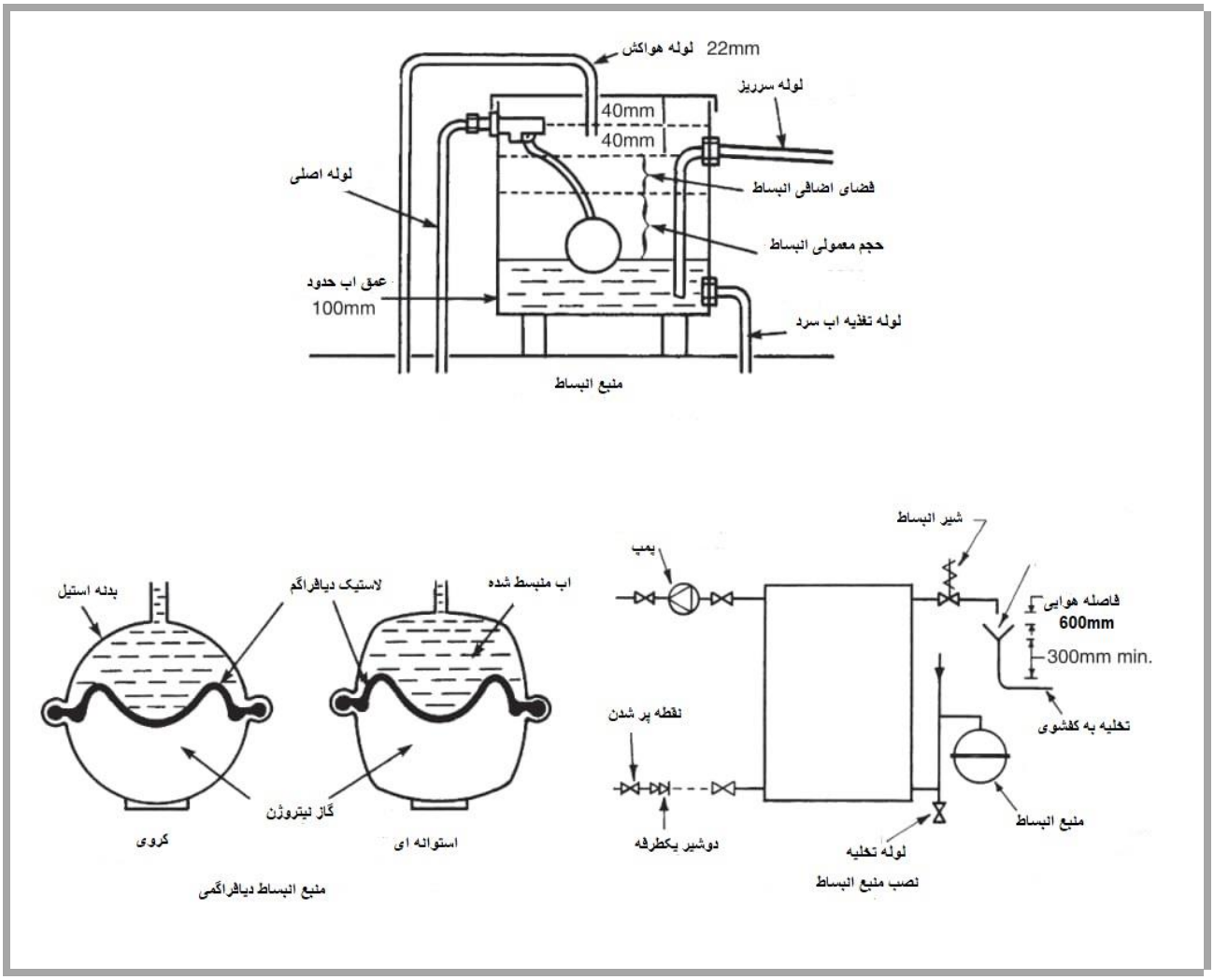
e: ضریب انبساط

C: ظرفیت سیستم(لیتر)

P_i: فشار استاتیک(مطلق)

P_f: بیشترین فشار کار(مطلق)

فشار مطلق:ا تمسفر(۱۰۰ کیلو پاسکال)



شکل۱۷-۱-منبع انبساط

مثال۱-۱-یک منبع انبساط با فشار استاتیک وفشار کار ۱.۵ و۱.۹ اتمسفرو ظرفیت ۱۰۰ لیتر می باشد.حجم انرا بدست اورید؟(دمای اب ۸۰°C می باشد)

ضریب انبساط اب	دمای اب(°C)
0.0121	50
0.0171	60
0.0227	70
0.0290	80
0.0359	90

جدول ۳-۱-ضریب انبساط اب

$$V = \frac{e \times c}{1 - \left(p_i / p_f \right)} = \frac{0.029 \times 100}{1 - \left(\frac{150}{190} \right)} = 13.8$$

لیتر

نوع ساختمان	(لیتر)مقدار ذخیره روزانه
مدرسه شبانه روزی	90
مدرسه	30
فروشگاه بزرگ با غذاخوری	45
فروشگاه بزرگ بدون غذاخوری	40
ساختمان مسکونی	90
کارخانه با غذاخوری	45
کارخانه بدون غذاخوری	40
خوابگاه	90
هتل	135
امکانات پزشکی	115
دفتر باغذاخوری	40
دفتر بدون غذاخوری	45
توالت عمومی	15
رستوران	برای هر وعده غذایی۷

جدول ۴-۱- مقدار مصرف روزانه ذخیره اب

نوع ساختمان	تصرف
فروشگاه	مساحت کف ۳۰ $\mathbf{m^2}$ یک نفر برای هر
کارخانه	**30** نفر برای هر دستشویی
دفتر	مساحت کف ۱۰ $\mathbf{m^2}$ یک نفر برای هر

نفر برای هر کلاس۴۰	مدرسه
مساحت کف ۱۰$\mathbf{m^2}$ یک نفر برای هر	مغازه

جدول۵-۱-مقدار مصرف روزانه ذخیره اب

مقدار ذخیره اب	نوع ساختمان
120 لیتر برای هر اتاق خواب	ساختمان مسکونی بیشتر از ۴ اتاق خواب
100 لیتر برای هر اتاق خواب	ساختمان مسکونی کمتر از ۴ اتاق خواب
200 لیتر برای هر اتاق خواب	هتل
45 لیتر برای هر نفر	دفتر با بوفه
40 لیتر برای هر نفر	دفتر بدون بوفه
7 لیتر برای هر وعده غذایی	رستوران
90 لیتر برای هر نفر	مدرسه شبانه
20 لیتر برای هر نفر	مدرسه روزانه
15 لیتر برای هر نفر	کارخانه

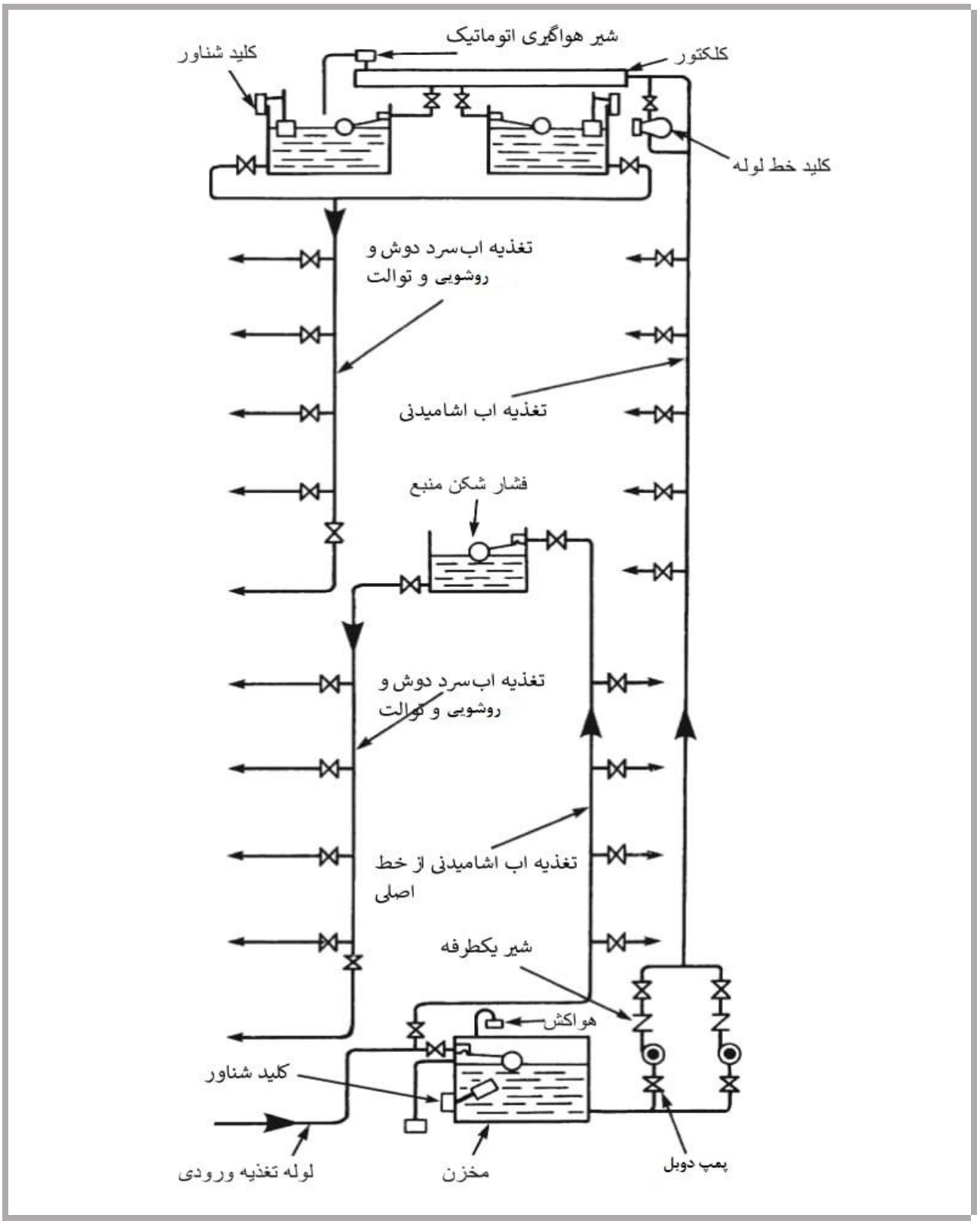
جدول ۶-۱-مقدار ذخیره اب برای ساختمانهای مختلف

مثال۱-۱-یک دفتر با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع فقط در ۱۰ ساعت کاری مورد استفاده قرار میگیرد،مقدار ذخیره اب اضطراری رامحاسبه کنید؟

$$\frac{۱۰۰۰}{۱۰} = ۱۰۰ persons \times ۴۰ Liters = ۴۰۰۰ Litres(۲۴ hrs) = ۱۶۶۷ Litres(۱۰ hrs)$$

۱/۳/۴-سیستم بوستر اب سرد

در ساختمانهای متوسط و بلند مرتبه به دلیل کافی نبودن فشار اب برای طبقات بالاتر از بوستر پمپ استفاده می شود،که با توجه به ظرفیت پمپ به چندین منبع اب نیاز می باشد.



شکل ۱۸-۱-سیستم بوستر اب سرد

۱/۴- پمپها

۱/۴/۱-قوانین پمپها

درواحد IP:

1-1-توان مفید(اسب بخار)

$$P(HP)=\frac{Q(gpm)\times H(ft)}{۳۹۶۰}$$

1-2- توان مصرفی (اسب بخار)

$$B(HP)=\frac{Q(gpm)\times H(ft)}{۳۹۶۰\eta_p}$$

1-3- توان لکتروموتور (اسب بخار)

$$T(HP)=\frac{Q(gpm)\times H(ft)}{۳۹۶۰\eta_p\times\eta_m}$$

η_p: راندمان مکانیکی پمپ

η_m:راندمان الکتریکی موتور

در واحد SI:

1-4-توان مفید

$$p(w)=\rho gQH$$

1-5-توان مصرفی

$$B(w)=\frac{\rho gQH}{\eta_p}$$

1-6-توان الکتروموتور

$$T(w)=\frac{\rho g Q H}{\eta_p \eta_m}$$

روابط تشابهی حاکم بر پمپها

1-7-دبی -چگالی-دور موتور-قطر پروانه-توان ترمزی

$$\frac{Q_2}{Q_1}=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times\frac{n_2}{n_1}\times\frac{D_2}{D_1}$$

1-8

$$\frac{H_2}{H_1}=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2\times\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$$\frac{H_2}{H_1}=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

۱-۹

1-10

$$NPSH_A=\frac{p_{atm}-p_v}{\gamma}-Z_s-h_f$$

1-11ماکزیمم عمق مکش

$$Z_{s\max}=\frac{p_{atm}}{\lambda}-\left\{NPSH_r+\frac{p_v}{\lambda}+h_f\right\}$$

p_v:فشار بخار

λ:جرم مخصوص سیال

Z_s : هد استاتیکی مکش

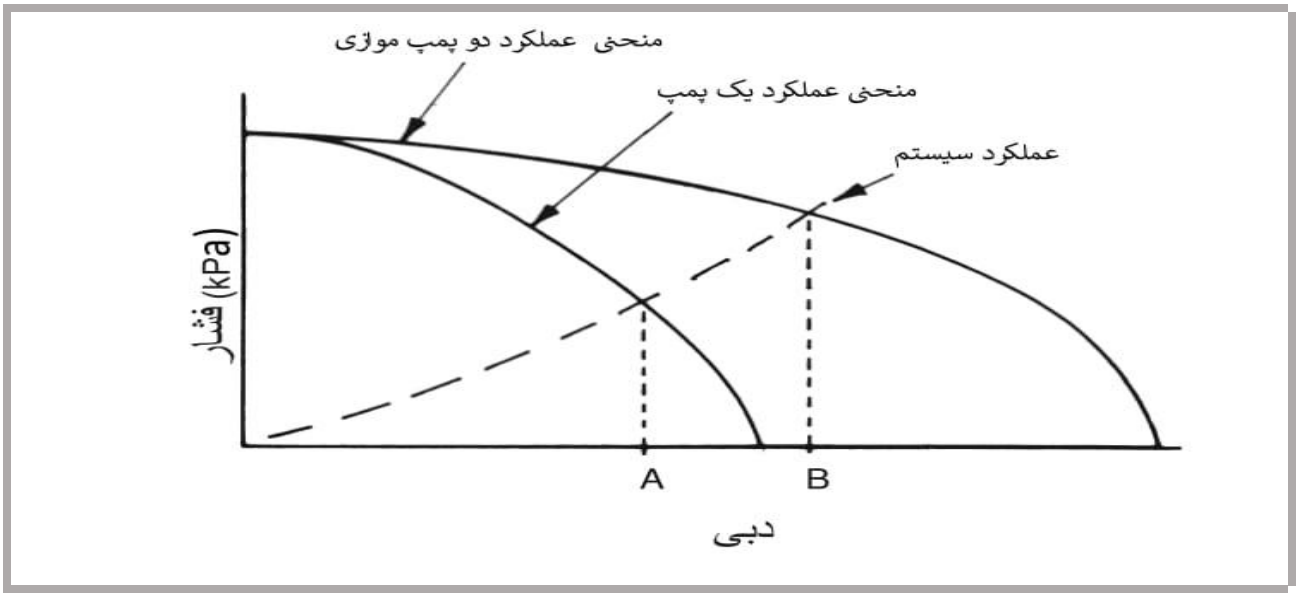
h_f : افت هد استاتیکی مسیر در قسمت مکش

برای جلوگیری از پدیده کاویتاسیون باید $NPSH_A > NPSH_R$ باشد.

1-12-دبی پمپهای سیرکولاتور

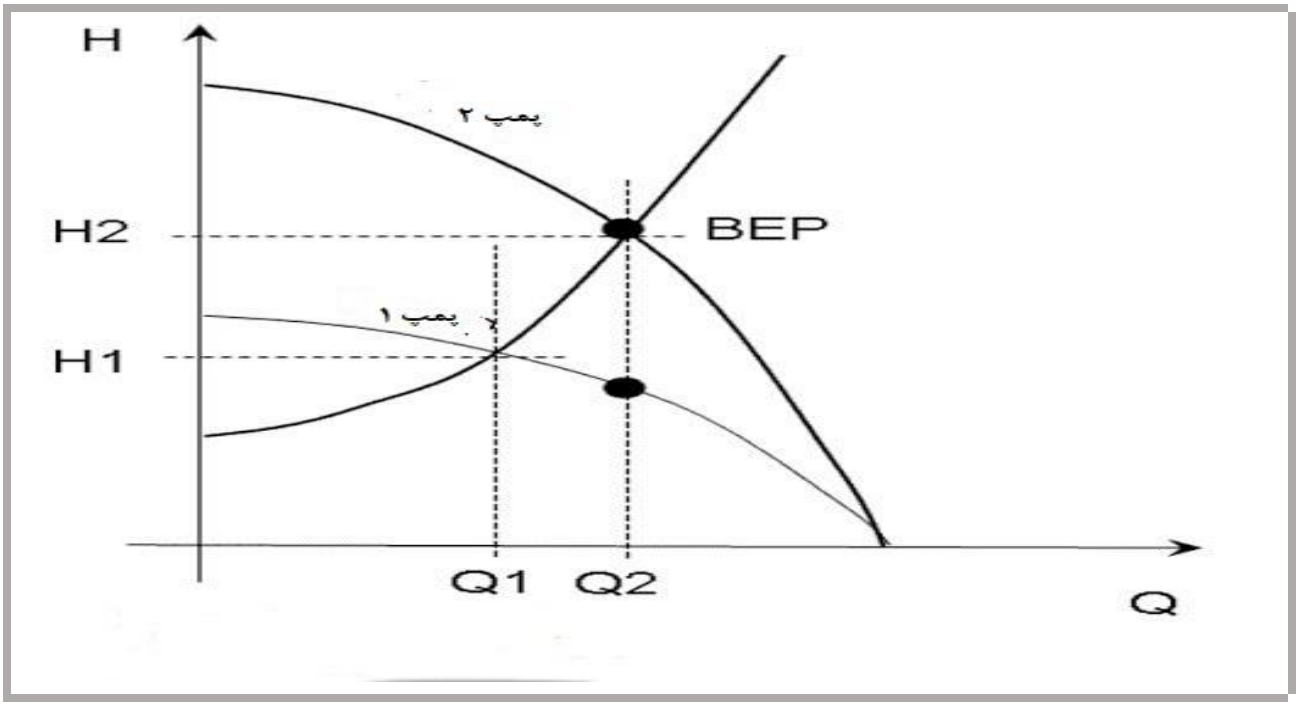
$$\text{GPM}=\frac{BTU/hr}{500\times\Delta T(^\circ F)}$$

پمپهای موازی: با موازی کردن دو پمپ مشابه در مجموع دبی افزایش می یابد ولی دوبرابر نمی شود.



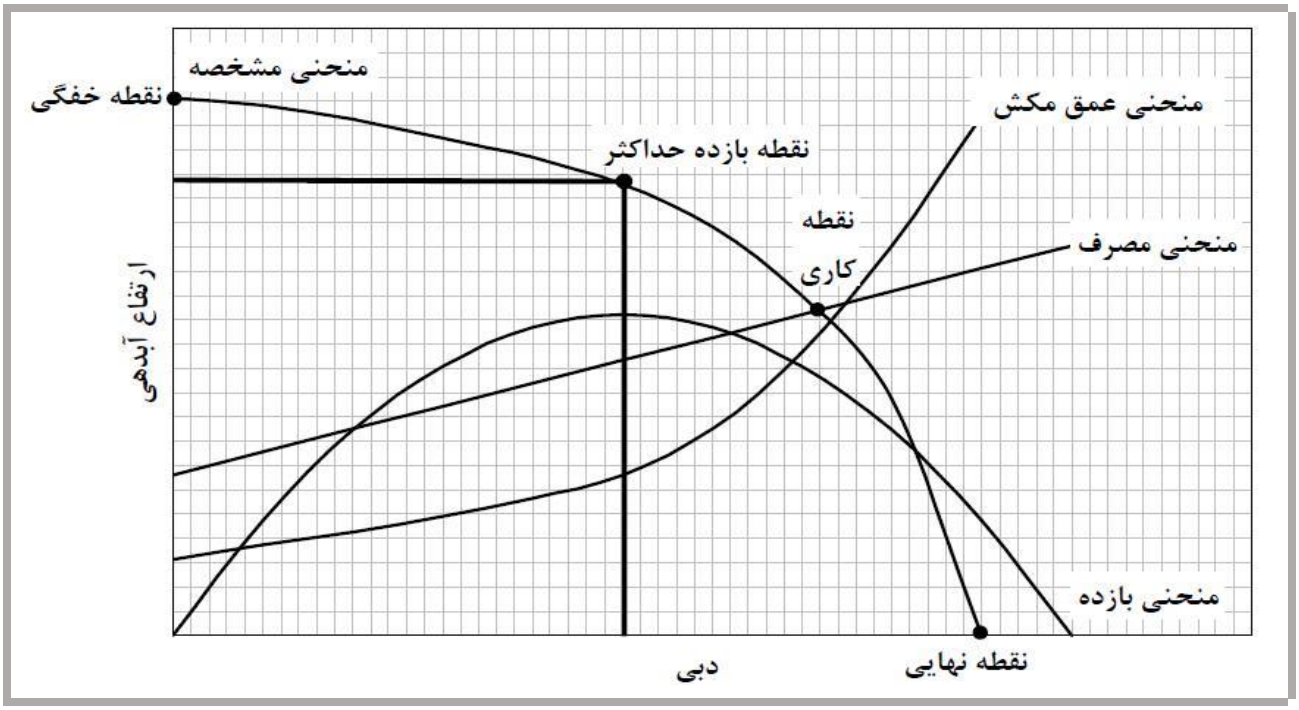
شکل ۱۹-۱-پمپهای موازی

پمپهای سری: با سری کردن دو پمپ مشابه در مجموع هد افزایش می یابد ولی دوبرابر نمی شود.



شکل ۲۰-۱-پمپای سری

منحنی عملکرد پمپ:



شکل ۲۱-۱-منحنی عملکرد پمپ

نقطه حداکثر کارایی: بیشترین بهره‌وری پمپ جهت پمپاژ سیال در ابن نقطه رخ می‌دهد. در این نقطه کمترین نیروی شعاعی به پروانه وارد می‌شود و پمپ حداقل ارتعاش و سروصدا را داراست. در هنگام انتخاب پمپ نقطه کاری پمپ باید نزدیک نقطه حداکثر کارایی باشد تا باعث افزایش کارایی پمپ شود.

نقطه کاری: محل تلاقی منحنی مشخصه با منحنی مصرف است. اهمیت این نقطه بدین سبب است که توصیه می‌شود نقطه کاری نزدیک نقطه حداکثر کارایی باشد، زیرا در صورت دور شدن از این نقطه بازده پمپ کاهش می‌یابد.

نقطه نهایی پمپ: مقدار دبی در این نقطه بیشترین مقدار است زیرا پمپ حداکثر میزان توان را مصرف می‌کند و پمپ با سر و صدا و ارتعاش زیاد کار می‌کند.

نقطه خفگی پمپ: در این نقطه پمپ بیشترین ارتفاع آبدهی را دارا است. در نمودار مشخصه پمپ این نقطه محلی است که در آن دبی تقریباً صفر است.

مثال-۲-۱-حداقل عمقی که یک پمپ سانتریفیوژ می تواند در سطح دریا،از چاه اب سرد بالا بکشد چقدر است؟(NPSH پمپ ۲ متر و افت فشار در لوله مکش پمپ ۷/۸ متر است)

$$Z=\frac{p_{atm}}{\rho g}-\left[NPSH_R\frac{P_v}{\rho g}+H_F\right]$$

$$p=۱۷۰۴(kpa),\rho=۹۹۹\left(kg/m^۳\right)$$

$$Z=\frac{۱۰۰۰۰۰}{۹۹۹\times۹.۸۱}-\left[۲+\frac{۱۷۰۴}{۹۹۹\times۹.۸۱}+\frac{۷}{۸}\right]=۷.۱۵۵(m)$$

مثال۳-۱-یک پمپ سانتریفیوژ دور متغیر مفروض است.در صورت کاهش دور ان به نصف،میزان کاهش انرژی مصرفی پمپ در این حالت نسبت به حالت تمام دور چقدر است؟

$$\frac{BHP_۲}{BHP_۱}=\left(\frac{n_۲}{n_۱}\right)^۳=\left(\frac{۱/۲}{۱}\right)^۳$$

$$BHP_۲=\frac{۱}{۸}\times BHP_۱=۰.۱۲۵\times BHP_۱=۰.۸۷۵$$

مثال۴-۱:در یک سامانه تاسیسات اب سرد کننده با اب در گردش ۱۰۰ لیتر در ثانیه چنانچه ارتفاع استاتیک ۱۰ متر و افت فشار طولی و موضعی لوله کشی و سطوح سرمایی ۱۰۰ کیلو پاسکال باشد توان الکتریکی پمپ جریان اب سرد کننده باید چه مقداری باشد؟(راندمان کلی پمپ ۵۰ درصد است)

$$۱۰۰(kpa)=۱(bar)=۱۰(m)$$

$$B(w)=\frac{\rho\times g\times Q\times H}{\eta}=\frac{۱۰۰۰\times۹.۸۱\times۱۰۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰}{۰.۵}=۱۹۶۲۰(watt)=۲۰(kw)$$

مثال۵-۱- یک پمپ دارای خصوصیات زیر در یک سیستم با شرایط طراحی دبی $۳.۵ L/s$ و فشار $۲۴kpa$ به کار گرفته شده است،اگر دوپمپ را به کار ببریم سری یا موازی بودن انها را تعیین کنید؟

P(kpa)	0	10	20	30	40	50	60
Q(L/s)	3	2.85	2.6	2.28	1.85	1.3	0

مقدار فشار درصورت سری بودن دو پمپ:

2P(kpa)	0	20	40	60	80	10	120

مقدار دبی درصورت موازی بودن دو پمپ:

2Q(L/S)	6	5.7	5.2	4.56	3.7	2.6

1-یک پمپ بیشترین دبی $\left(۳\,L/s\right)$ در فشارصفر به ما می دهد وکافی نیست.۲-دوپمپ به صورت سری دبی را افزایش نخواهد داد.۳-دو پمپ به صورت موازی دبی $۳.۷\,L/s$ در فشار $۴۰kpa$ را به ما می دهد که بیشتر از محدوده شرایط طراحی در صورت سوال می باشد.برای حل دو پمپ را به صورت موازی درنظر می گیریم،بعد از به دست اوردن مقادیر برای شرایط طراحی گفته شده دبی $۳.۵\,L/s$ در فشار $۲۴kpa$ $(K=\frac{P_۱}{(Q_۱)^۲}=۴۷.)$ به دست می اید.($۴۲-۲۴=۱۸kpa$)وبیشترین دبی ، $۳.۵\,L/s$ در فشار $۴۲kpa$ می باشد.

۱/۵- تعین قطر لوله ها

برای تعیین سایز لوله های ابرسانی از فرمول زیر(توماس باکس) [۱] استفاده می کنیم:

1-13-قطر لوله اب $d=\sqrt[۵]{\frac{q^۲\times ۲۵\times L\times ۱۰^۵}{H}}$

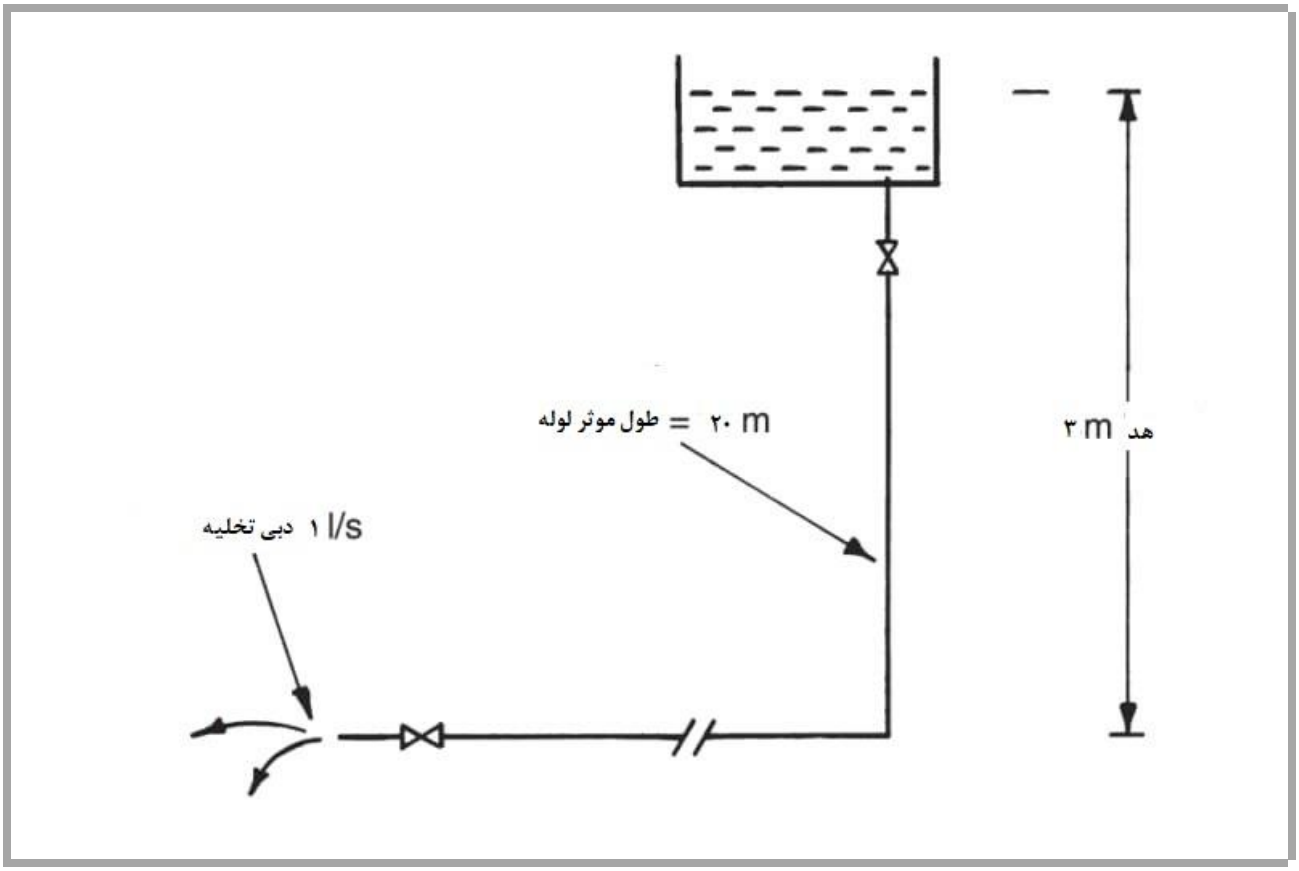
q: دبی جریان

L:طول موثر لوله

H: افت فشار در لوله

مثال۶-۱:با توجه به شکل زیر قطر مناسب لوله اب را برای سیستم لوله کشی محاسبه کنید؟

[۱] Tomas box



شکل ۲۲-۱-مثال شکل (۱-۶)

$$d=\sqrt[5]{\frac{q^{2}\times ۲۵\times L\times ۱۰^{5}}{H}}=\sqrt[5]{۱۶۶۶۶۶۶۷}=۲۷.۸۳\left(m\right)$$

نزدیک ترین قطر لوله در بازار ۳۲ میلی متر لوله فولادی یا قطر خارجی ۳۵ میلیمتر لوله مسی می باشد.

قطر داخلی(mm)	زانو	سه راه تی	شیر قطع و وصل
15	0.6	0.7	4.7
20	0.8	1	7
25	1	1.5	10
32	1.4	2	13
40	1.7	2.5	16
50	2.3	3.5	22

جدول ۷-۱-طول معادل تقریبی لوله بعضی از اتصالات

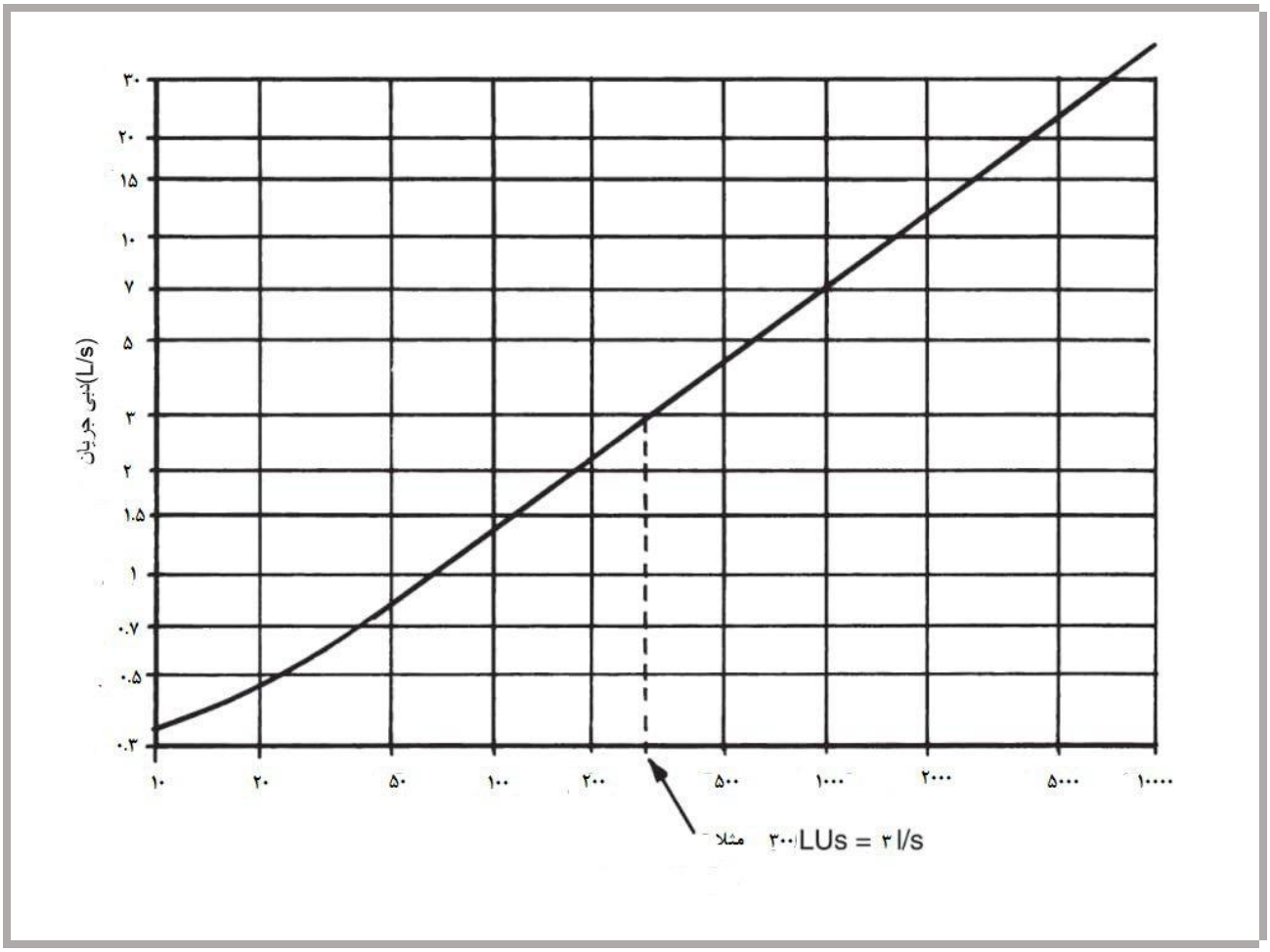
لوازم بهداشتی	لیتر بر ثانیه
مخزن اب توالت	0.11
دستشویی	0.15
دستوشیی با شیر اسپره ای	0.03
وان حمام با قطر سیفون ۱۹ میلی متری	0.3
وام حمام با قطر سیفون سیفون ۲۵ میلی متری	0.6
دوش	0.11
سینک ظرفشویی با قطر سیفون ۱۳ میلی متری	0.19
سینک ظرفشویی با قطر سیفون ۱۹میلی متری	0.3
سینک ظرفشویی با قطر سیفون ۲۵ میلی متری	0.4

جدول ۸-۱-دبی جریان پیشنهادی برای انواع لوازم بهداشتی

لوازم بهداشتی	نوع تصرف، سکونت یا اشغال	نوع کنترل	مقدار S.F.U		
			سرد	گرم	کل
توالت	عمومی	فلاش‌والو	۱۰		۱۰
توالت	عمومی	فلاش‌تانک	۵		۵
یورینال	عمومی	فلاش‌والو	۵		۵
یورینال	عمومی	فلاش‌تانک	۳		۳
دستشویی	عمومی	شیر	۱/۵	۱/۵	۲
وان	عمومی	شیر	۳	۳	۴
دوش	عمومی	شیر مخلوط	۳	۳	۴
شیر آفتابه	عمومی	شیر مخلوط	۱/۵	۱/۵	۲
سینک عمومی	ادارات ، غیره	شیر	۲/۲۵	۲/۲۵	۳
سینک آشپزخانه	هتل، رستوران	شیر	۳	۳	۴
آبخوری	ادارات، غیره	شیر "۳/۸ (۹/۵۲ mm)	۰/۲۵		۰/۲۵
توالت	خصوصی	فلاش‌والو	۶		۶
توالت	خصوصی	فلاش‌تانک	۲/۲		۲/۲
دستشویی	خصوصی	شیر	۰/۵	۰/۵	۰/۷
وان	خصوصی	شیر	۱/۰	۱/۰	۱/۴
دوش	خصوصی	شیر مخلوط	۱/۰	۱/۰	۱/۴
شیر آفتابه	خصوصی	شیر مخلوط	۰/۵	۰/۵	۰/۷
سینک آشپزخانه	خصوصی	شیر	۱/۰	۱/۰	۱/۴
سینک رختشویی	خصوصی	شیر	۱/۰	۱/۰	۱/۴
لوازم بهداشتی یک حمام کامل	خصوصی	فلاش‌والو	۶	۱/۵	۷
لوازم بهداشتی یک حمام کامل	خصوصی	فلاش‌تانک	۲/۷	۱/۵	۳/۶
ماشین ظرفشویی	خصوصی	اتوماتیک	-	۱/۴	۱/۴
ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم	خصوصی	اتوماتیک	۱	۱	۱/۴
ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم	عمومی	اتوماتیک	۲/۲۵	۲/۲۵	۳
ماشین رختشویی ۷/۳ کیلوگرم	عمومی	اتوماتیک	۳	۳	۴

جدول ۹-۱-واحد SFU لوازم بهداشتی

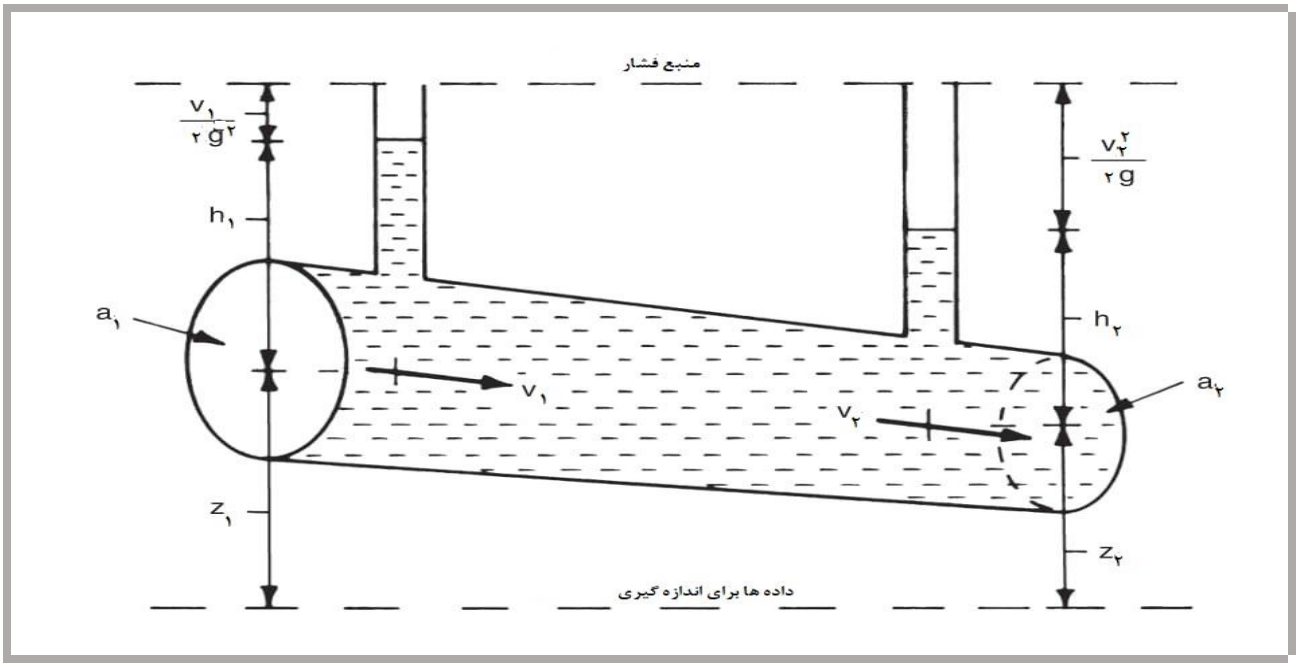
با مشخص کردن تعداد لوازم بهداشتی روی یک سیستم خط لوله و مقدار SFU و دبی جریان می توان نمودار زیر را ترسیم کرد:



شکل ۲۳-۱-نمودار SFU

۱/۶- فرمول جریان سیال

معادله برنولی تئوری است اساسی جریان سیال می باشد.بنابراین در یک مسیر ثابت حرکت سیال از یک نقطه از سطح مقطع کوچک از موقعیت یک به موقعیت دو این تئوری تعریف می شود.

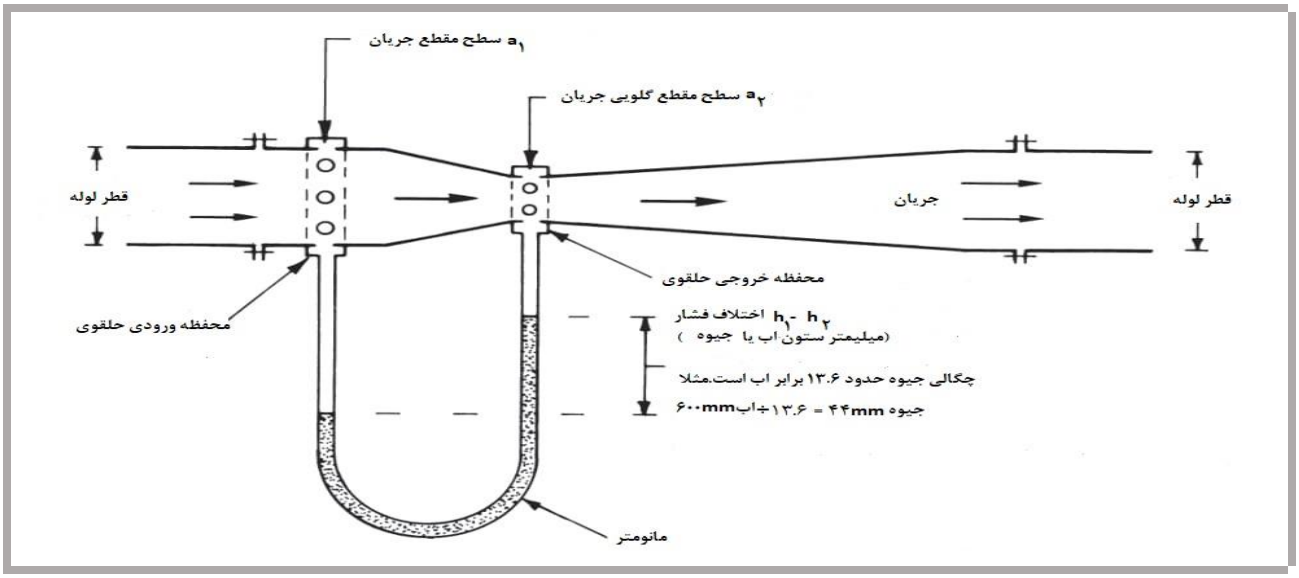


شکل ۲۴-۱تئوری برنولی

1-14-معادله برنولی

$$Z_1 + h_1 + \frac{\upsilon_1^2}{2\times g} = Z_2 + h_2 + \frac{\upsilon_2^2}{2\times g}$$

ونتوریمتر: یک وسیله که بر اساس تئوری برنولی جریان سیال کار می کند و مقدار سیال خروجی از لوله را اندازه می گیرد.



شکل ۲۵-۱-ونتوریمتر

1-15-دبی جریان تخلیه سیال از لوله(ونتوریمتر)

$$Q=C\times a_{۱}\times\sqrt{\frac{\left[۲\times g\times\left(h_{۱}-h_{۲}\right)\right]}{\left(a_{۱}\div a_{۲}\right)^{۲}-۱}}$$

Q: دبی تخلیه

C: ضریب سرعت تخلیه (معمولا بین ۰.۹۶ تا ۰.۹۹ برای اب)

a: سطع مقطع لوله

g: شتاب جاذبه

h:افت فشار

مثال۴-۱-یک لوله ونتوری با قطر ۱۰۰ میلی متر و $a_{۱}=۰.۰۰۷۸۵m^{۲}$ و قطر ۵۰ میلی متر $a_{۲}=۰.۰۰۱۹۶m^{۲}$ مفروض است.دبی تخلیه از لوله رامحاسبه کنید؟(افت فشار ۶۰۰ میلی متر و ضریب سزعت تخلیه ۰.۹۸ می باشد)

$$Q=۰.۹۸\times۰.۰۰۷۸۵\times\sqrt{\frac{\left[۲\times۹.۸۱\times۰.۶\right]}{\left[\left(۰.۰۰۷۸۵\div۰.۰۰۱۹۶\right)^{۲}-۱\right]}}$$

$$Q=۰.۰۰۷۶۹۳\times\sqrt{۱۱.۷۷۲\div۱۵.۰۴۰}=۰.۰۰۶۸\left(m^{۳}/s\right)$$

عدد رینولدز: یک ضریب اصطکاک بر عنوان معیاری برای همه ی سیالات می باشد.

1-16-عدد رینولدز

$$R=\frac{\rho Vd}{\mu}$$

ρ,V,d,μ پارامترها به ترتیب لزجت سیال،قطر لوله،سرعت سیال وچگالی سیال می باشند.

برای هر سیالی یا در هر دمایی اگر مقدار عدد رینولدز کمتر از ۲۰۰۰ باشد جریان سیال ارام و اگر بیشتر از این مقدار باشد جریان سیال اشفته می باشد.

مثال۷-۱: سیال عبوری از لوله ای به قطر ۱۲ میلی متر وچگالی $۱۰۰۰\left(\frac{kg}{m^۳}\right)$ و لزجت $۱۰۰۰(pa)$ و سرعت جریان $۲\left(\frac{m}{s}\right)$ می باشد.نوع جریان و مقدار عدد رینولدز را محاسبه کنید؟

$$R=\frac{\rho\times V\times d}{\mu}=\frac{۱۰۰۰\times۲\times۰.۰۱۲}{۰.۰۱۳}=۱۸۴۶$$

چون $R<۲۰۰۰$ پس جریان ارام می باشد.

فرمول دارسی[۲]:از این فرمول برای محاسبه افت فشار در لوله که ناشی از اصطکاک بین سیال و سطح لوله می باشد استفاده می شود.

1-17-فرمول دارسی(محاسبه افت فشار)

$$h=\frac{۴\times f\times L\times V^۲}{۲\times g\times d}$$

$h, f, L, V, g, d,$ که پارامترها به ترتیب قطر داخلی لوله ،شتاب جاذبه،سرعت متوسط،طول لوله وضریب اصطکاک و افت فشار ناشی از اصطکاک می باشد.

توجه:در این فرمول ۰.۰۰۵(نرمی سطح لوله و جریان ارام) و ۰.۰۱۰(زبری سطح لوله و جریان اشفته)می باشد.

در اکثر مسائل ضریب اصطکاک ۰.۰۰۷۵ در نظر گرفته می شود.

مثال۸-۱:افت فشار در لوله ای به قطر۱۲ میلی متر و طول ۱۰ متر و با سرعت سیال عبوری ۲ متر بر ثانیه را محاسبه کنید؟

$$h=\frac{۴\times f\times L\times V^۲}{۲\times g\times d}=\frac{۴\times۰.۰۰۷۵\times۱۰\times۲^۲}{۲\times۹.۸۱\times۰.۰۱۲}=۵.۰۹(m)$$

از فرمول زیر برای تقریب تعداد انشعابات کوتاه با توجه به قطر لوله های اصلی و فرعی می توان استفاده کرد.

1-18-تعداد انشعابات کوتاه لوله های فرعی $N=\sqrt{(D\div d)^۵}$

D'arcy ۲

که پارامترهای d, D, N به ترتیب تعداد انشعابات لوله ، قطر لوله اصلی و قطر لوله فرعی می باشند.واحدها به میلی متر می باشند.

مثال۹-۱-تعداد انشعابات فرعی سیستم لوله کشی با قطر ۳۲ میلی متر برای شاخه ای فرعی و۱۵۰ میلی متر برای لوله اصلی را محاسبه کنید؟

$$N=\sqrt{(۱۵۰\div۳۲)^{۵}}=۴۷$$

مثال۱۰-۱-قطر لوله اصلی سیستم لوله کشی با ۱۵ انشعاب فرعی و قطر ۲۰ میلی متر را بدست اورید؟

$$N=d\times\sqrt[۵]{N^{۲}}=۲۰\times\sqrt[۵]{۱۵^{۵}}=۵۹(mm)$$

نزدیکترین قطر استاندارد برای این محاسبه۶۵ میلی متر می باشد.

۱/۷- اب گرم مصرفی

اب در دماهای مختلف منبسط می شود،در دمای ^{o}C بیشترین چگالی را دارد.در دمای پایینتر از $۴^{o}C$ و یا منجمد شدن اب حدود ۹ درصد منبسط می شود.در دمای بین ^{o}C ۴ تا $۱۰۰^{o}C$ یا دمای جوشش اب حدود ۴ درصد منبسط می شود.در نتیجه برای جلوگیری از اسیب سیستم اب رسانی باید لوله ها و سایر عایق شوند.با استفاده از فرمول زیر می توان مقدار انبساط اب را در سیستم محاسبه کرد:

۱/۷/۱-انبساط اب

1-19-مقدار انبساط اب $E=C\times(\rho_{۱}-\rho_{۲})\div\rho_{۲}$

C و $\rho_{۱}$و $\rho_{۲}$ به ترتیب ظرفیت یا حجم اب سیستم ،چگالی اب قبل از گرمایش ان وچگالی اب بعد از گزمایش ان می باشد.

مثال: ۱۱-۱-یک سیستم اب داغ شامل ۱۵ متر مکعب اب در دمای اولیه $۱۰^{o}C$ تا دمای $۸۰^{o}C$ گرم می شود،مقدار انبساط اب را در این سیستم محاسبه کنید؟

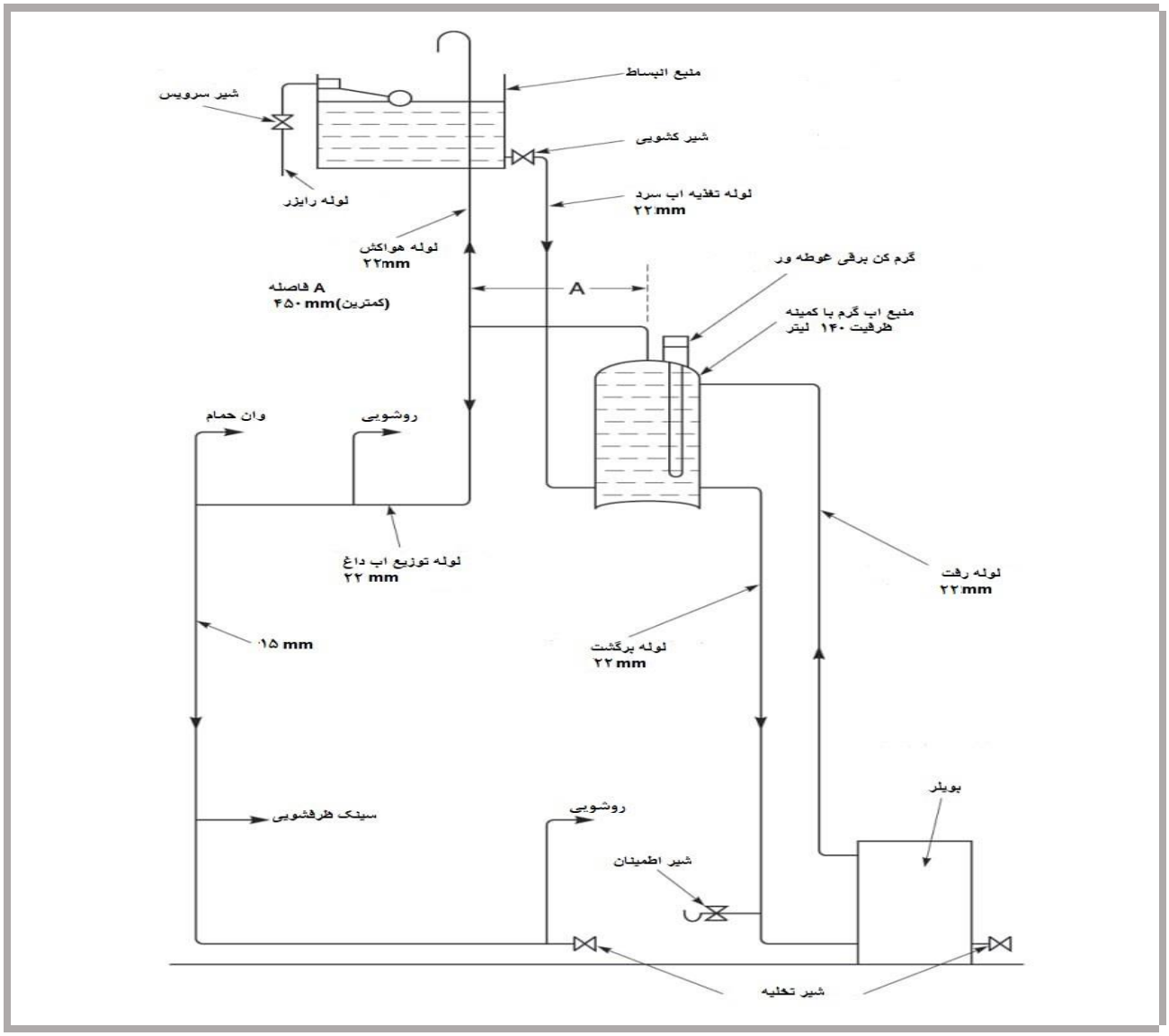
$$E=C\times(\rho_{۱}-\rho_{۲})\div\rho_{۲}=۱۵\times(۹۹۹.۷-۹۷۱.۸)\div۹۷۱.۸=۰.۴۳(m^{۳})$$

۱/۷/۲-سیستم تغذیه مستقیم اب داغ

این سیستم در شکل (شکل۲۶-۱) نشان داده شده است.

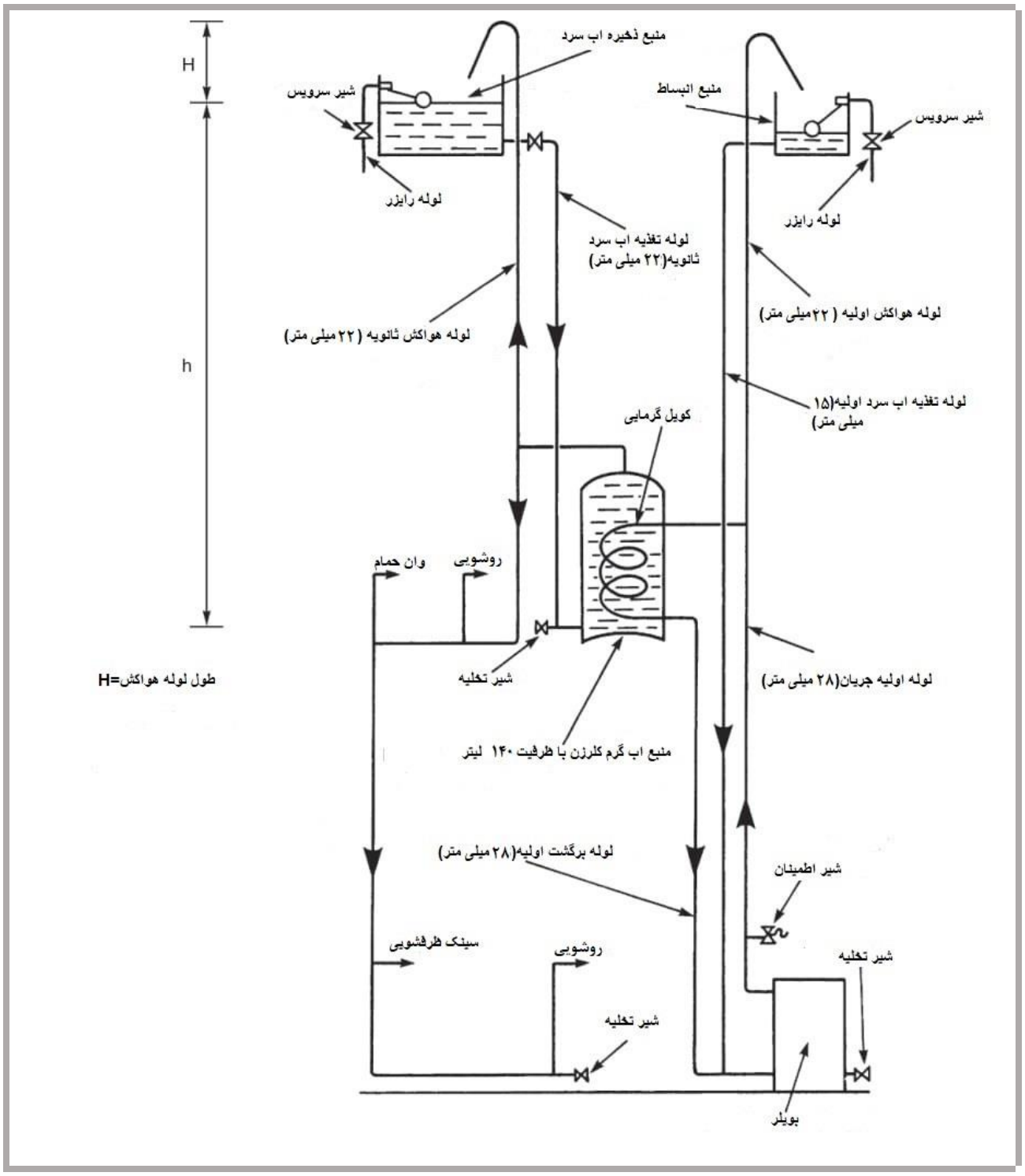
۱/۷/۳-سیستم تغذیه غیر مستقیم اب داغ

از این سیستم در مناطقی که اب سخت است استفاده می شود.از این سیستم همچنین در گرمایش مرکزی استفاده می شود .دمای ترموستات بویلر باید روی ۸۰°C تنظیم شود(شکل۲۷-۱)



شکل ۲۶-۱-سیستم تغذیه مستقیم اب داغ

۱/۷/۴-سیستم تغذیه غیر مستقیم اب داغ



شکل ۲۷-۱-سیستم تغذیه غیر مستقیم اب داغ

۱/۷/۵-سیستم اب داغ با منبع انبساط بسته

شرایط ایمنی این سیستم عبارتند از:

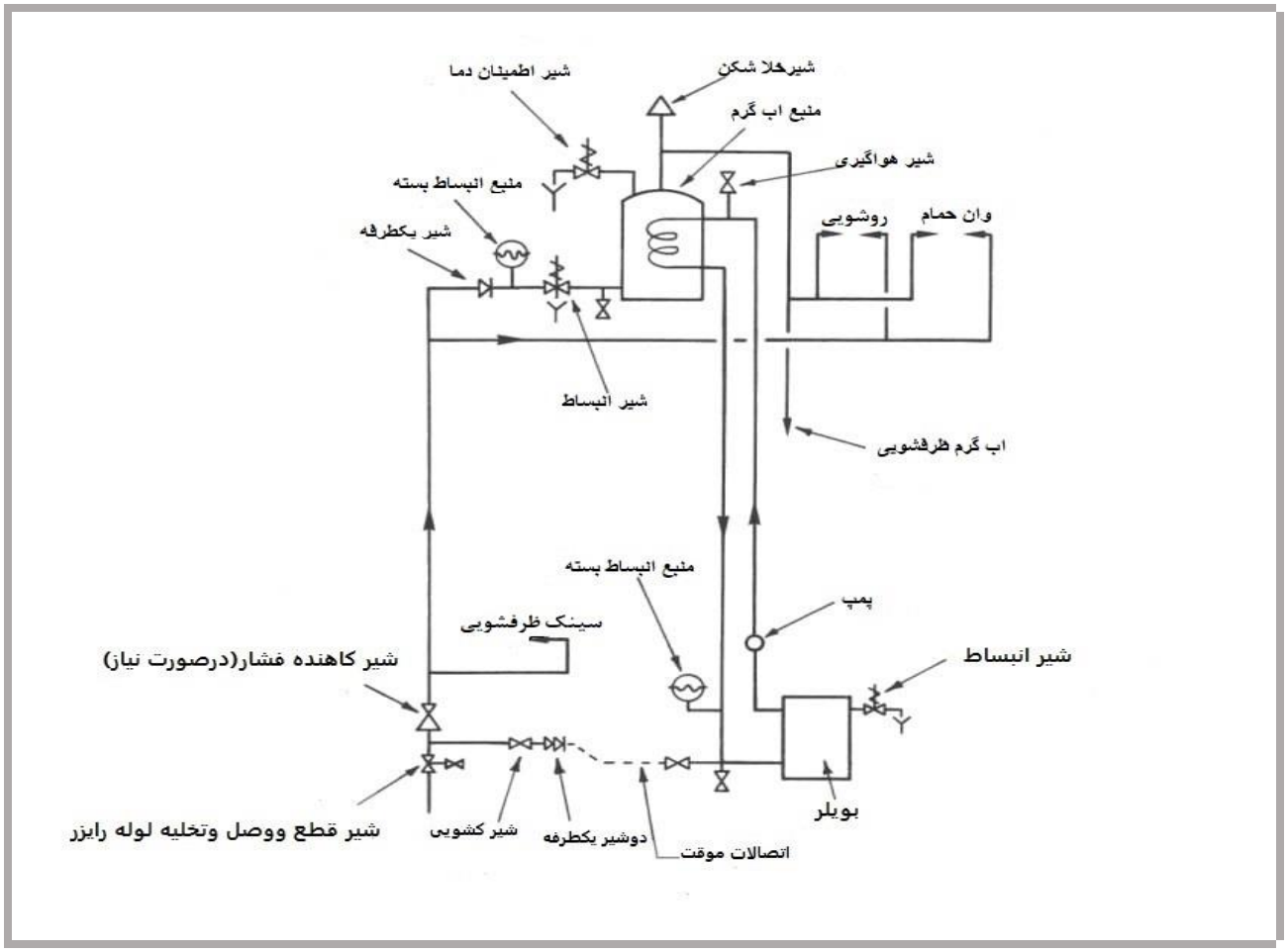
1-دمای اب داغ باید بین ۶۰°C تا ۶۵°C باشد.

2-باید از بویلر با ترموستات و مشعل هوشمند استفاده شود تا دمای اب نوسان کمتری داشته باشد.

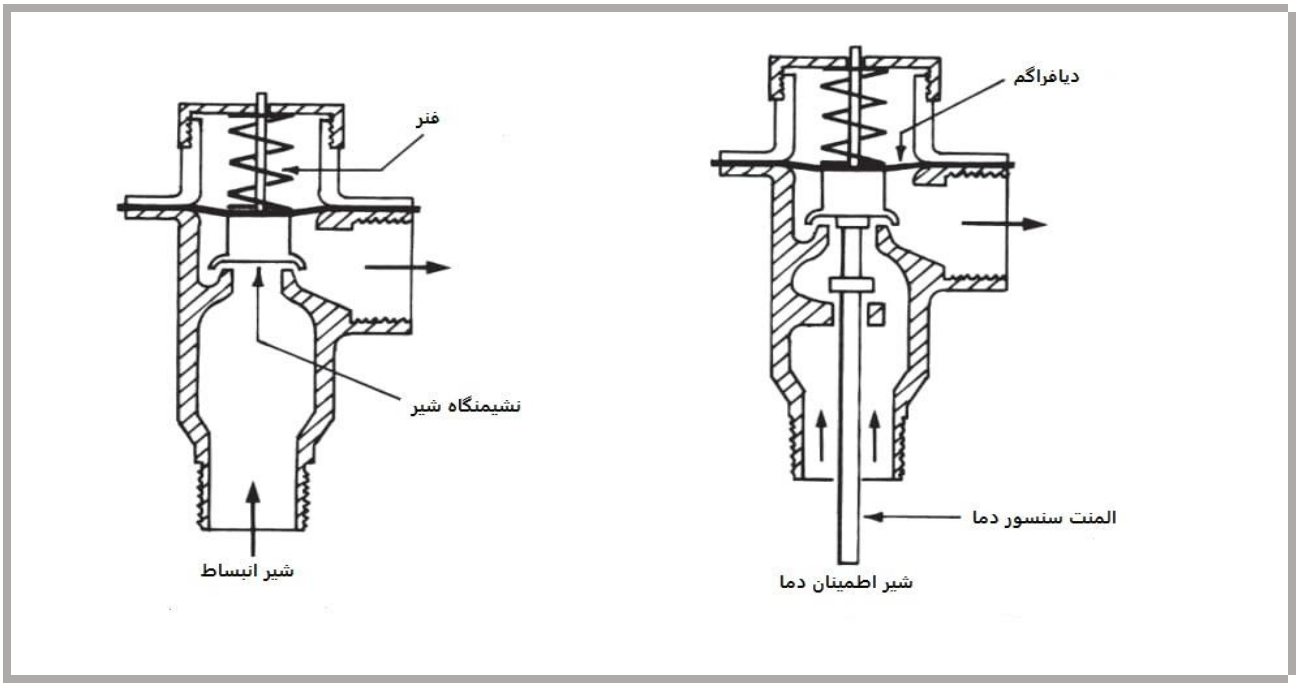
3-شیر اطمینان و انبساط باید روی ۹۵°C باشد.

4-روی خطوط اصلی لوله کشی باید شیر یک طرفه نصب شود.

این سیستم به فضای کمتر و هزینه نصب ونگه دار ی کمتری نسبت به سایر سیستمها نیاز دارد.حجم ذخیره منبه اب داغ ۱۵ لیتر می باشد.



شکل ۲۸-۱-جزئیات سیستم اب داغ با منبع انبساط بسته



شکل ۲۹-۱شیر انبساط و شیر اطمینان دما

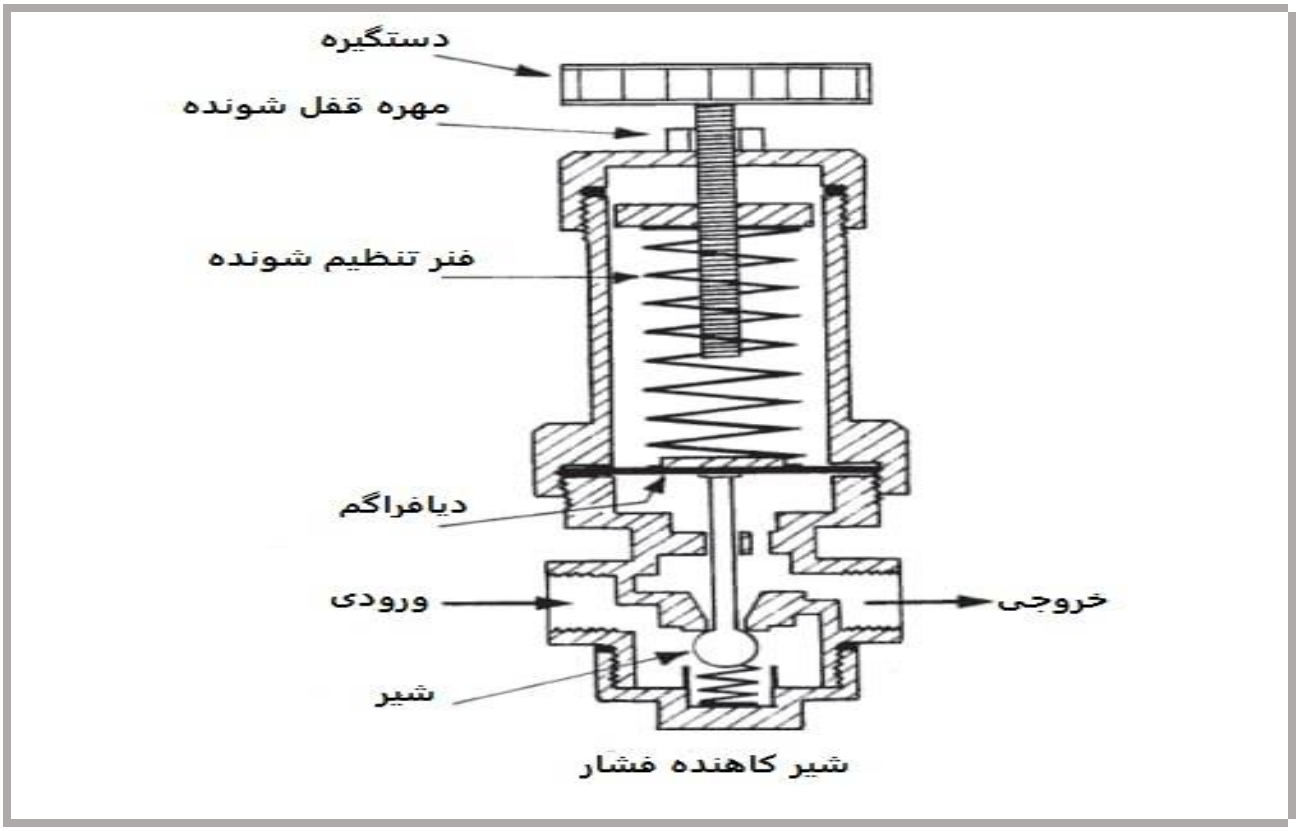
۱/۷/۶-شیر کاهنده

این شیر که به عنوان شیر تنظیم فشار شناخته می شود می تواند در انواع خطوط لوله کشی مثل گاز ،هوای فشرده،اب وبخار به کار برده می شود.در فشار زیاد سیستم نیاز به غلبه بر مقاومت طول خط لوله،تغییر جهت،شیرها و سایر فیتینگ دارد،در این مواقع نیاز به کاهش فشار می به دلایل زیر می باشد(شکل۳۰-۱):

- جلوگیری از پوششهای اضافی لوله و از اسیب به اتصالات و وسایل نصب شده.
- فراهم اوردن بیشترین ایمنی فشار کار و درنهایت جلوگیری از اسیب به کاربران ساختمان.
- تنظیم فشار در یک مقدار ثابت و تغییر ان درصورت نیاز.

۱/۷/۷-صافی

به عنوان فیلتر برای جلوگیری عبور از ذرات سیالها و جلوگیری از رسوب کردن اب سخت مورد استفاده قرار می گیرد.برای جلوگیری از خوردگی و سایش پوشش خطوط لوله و اتصالات و غیره این صافی ضروری می باشد.در تاسیسات نیروگاهها وصنایع نیز کاربرد دارد(شکل ۲۹-۱).



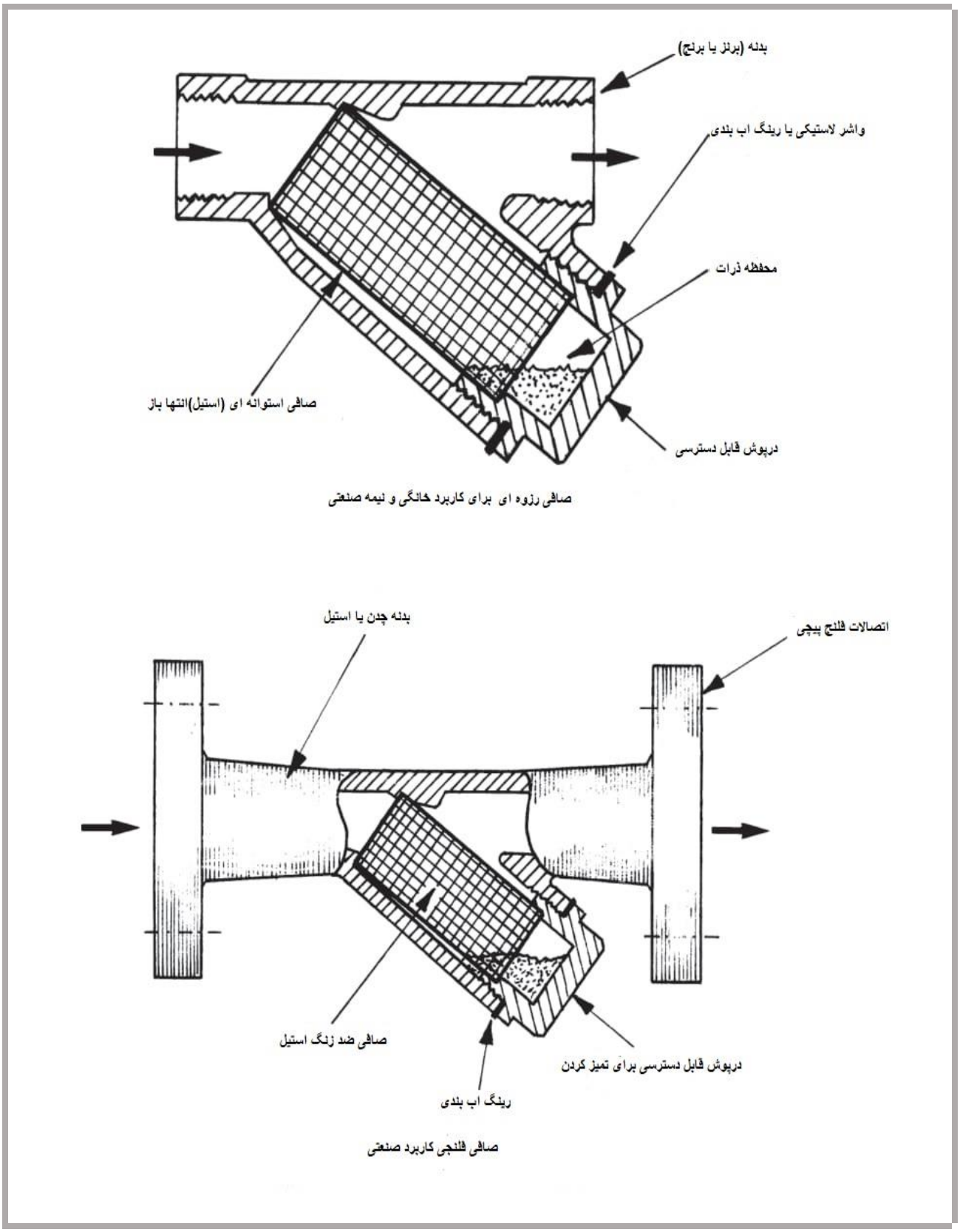
شکل ۳۰-۱-شیر کاهنده فشار

۱/۷/۸-سیستم غیر مستقیم اب داغ برای ساختمانهای چند طبقه

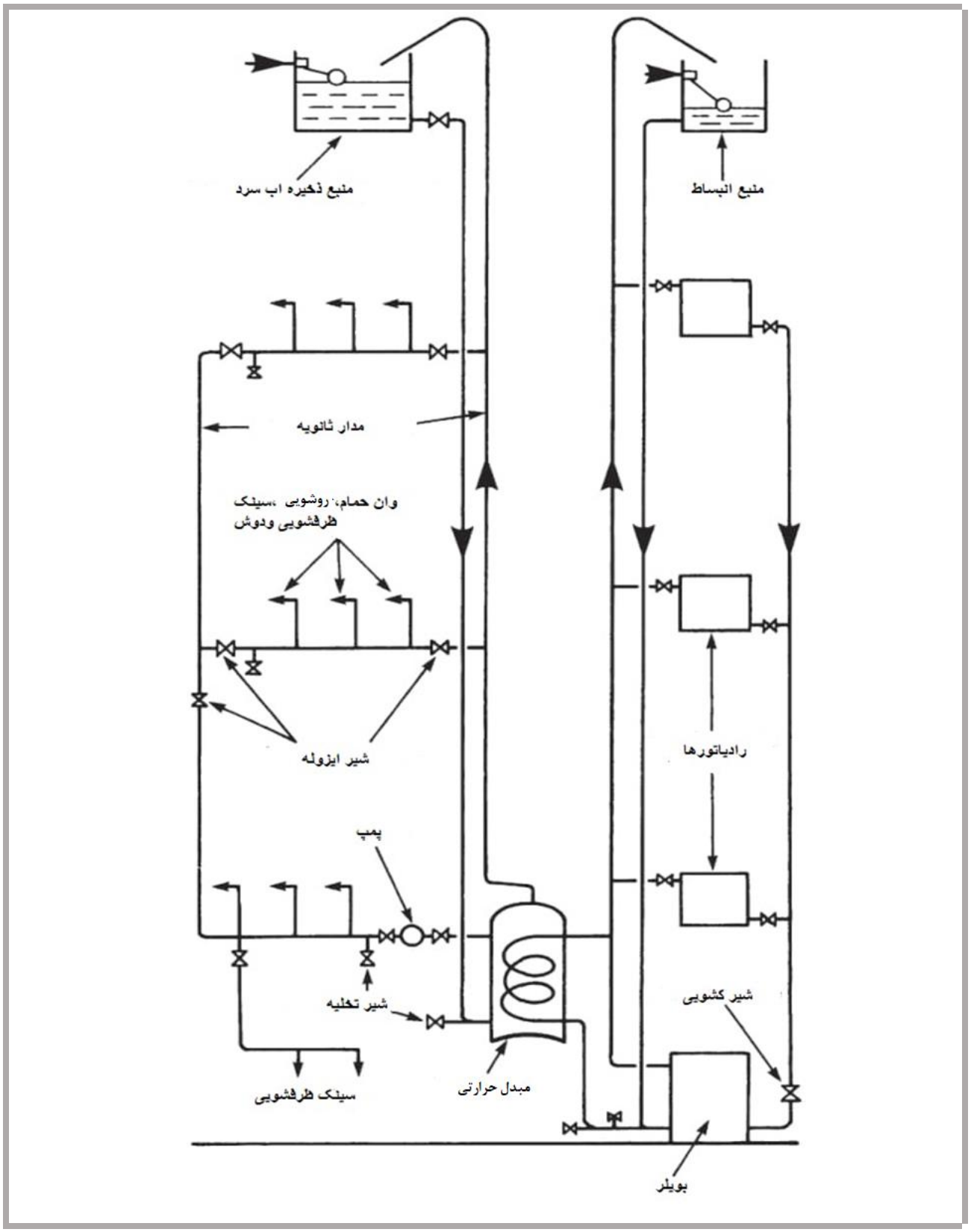
در این سیستم پمپ سیرکولاتور باعث بالاتر رفتن بازده می شود،در ساختمانهایی یک در بخش از روز مورد استفاده می شود (به عنوان مثال مدرسه و دفاتر اداری و...) یک برنامه کنترل زمان برای استفاده از پمپ باید در نظر گرفته شود.همچنین یک شیر قطع و وصل کنترلی باید نزدیک پمپ تعبیه شود تا در زمانی که نیاز از اب داغ نیست از پمپ و بویلر فرمان بگیرد وجریان را قطع کند.مدار ثانویه باید به درستی طراحی و نصب شود تا افت فشار در خط لوله را کاهش دهد.(شکل ۳۱-۱)

۱/۷/۹-سیستم تکمیل کننده غیر مستقیم اب داغ

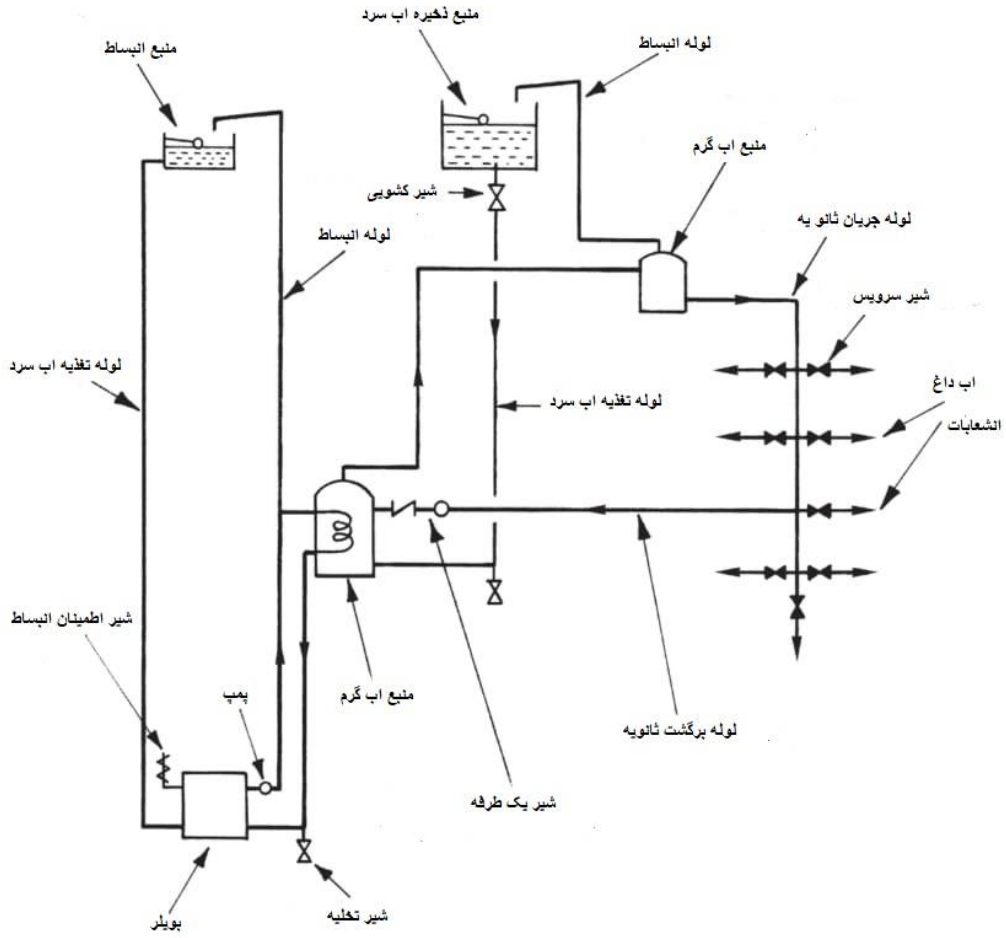
برای ساختمانهای بزرگ مانند هتل وخانه های ویژه و...که میزان تقاظا زیاد تخمین زده می شود می توان از یک مخزن بزرگ اب یا دو مخزن استفاده کرد.بسته به نیاز ممکن است مخزن دوم در بالاترین ارتفاع نصب شود،این مخزن نسبتا کوچکتر می باشد ونباید بیش از ۲۰ درصد ظرفیت طراحی کل باشد.(شکل ۳۳-۱)



شکل ۳۱-۱-نوع های متداول صافی



شکل ۳۲-۱-جزئیات سیستم غیر مستقیم اب داغ برای یک ساختمان سه طبقه



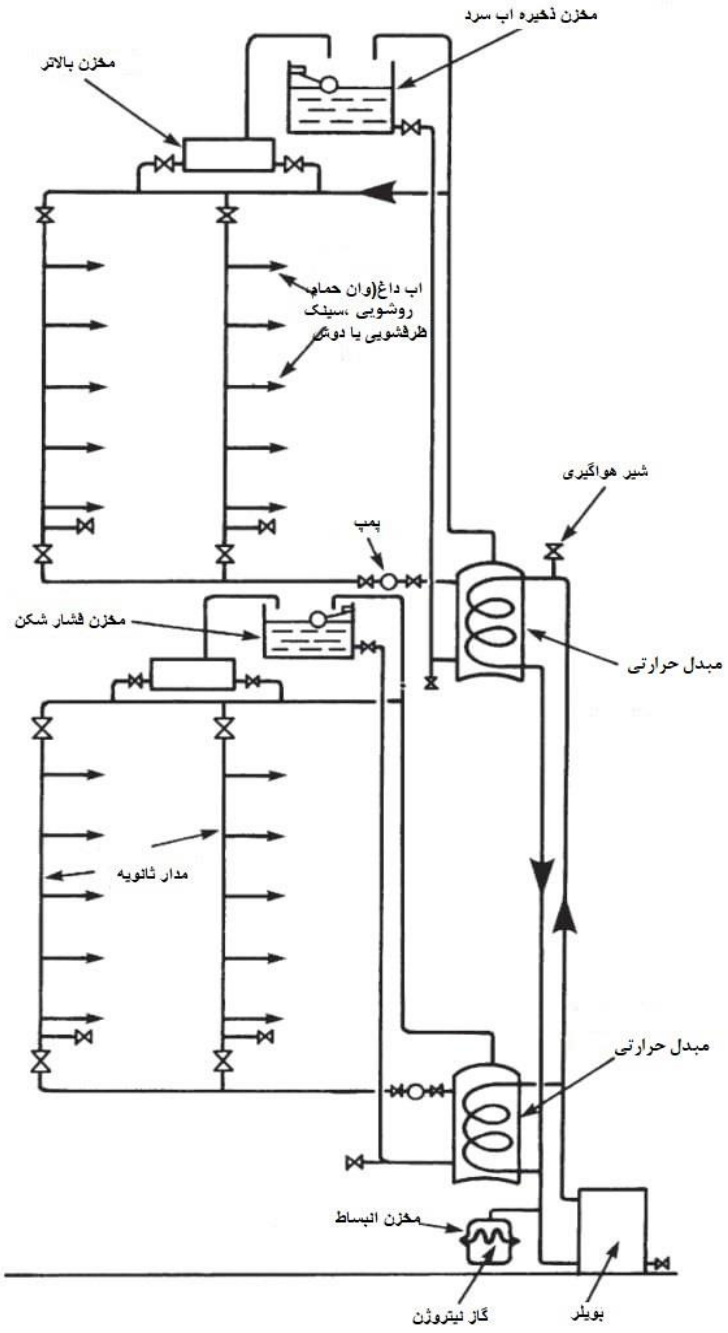
شکل ۳۳-۱-جزئیات سیستم تکمیل کننده غیر مستقیم اب داغ

۱/۷/۱۰- سیستم غیر مستقیم اب داغ برای ساختمانهای بلند مرتبه

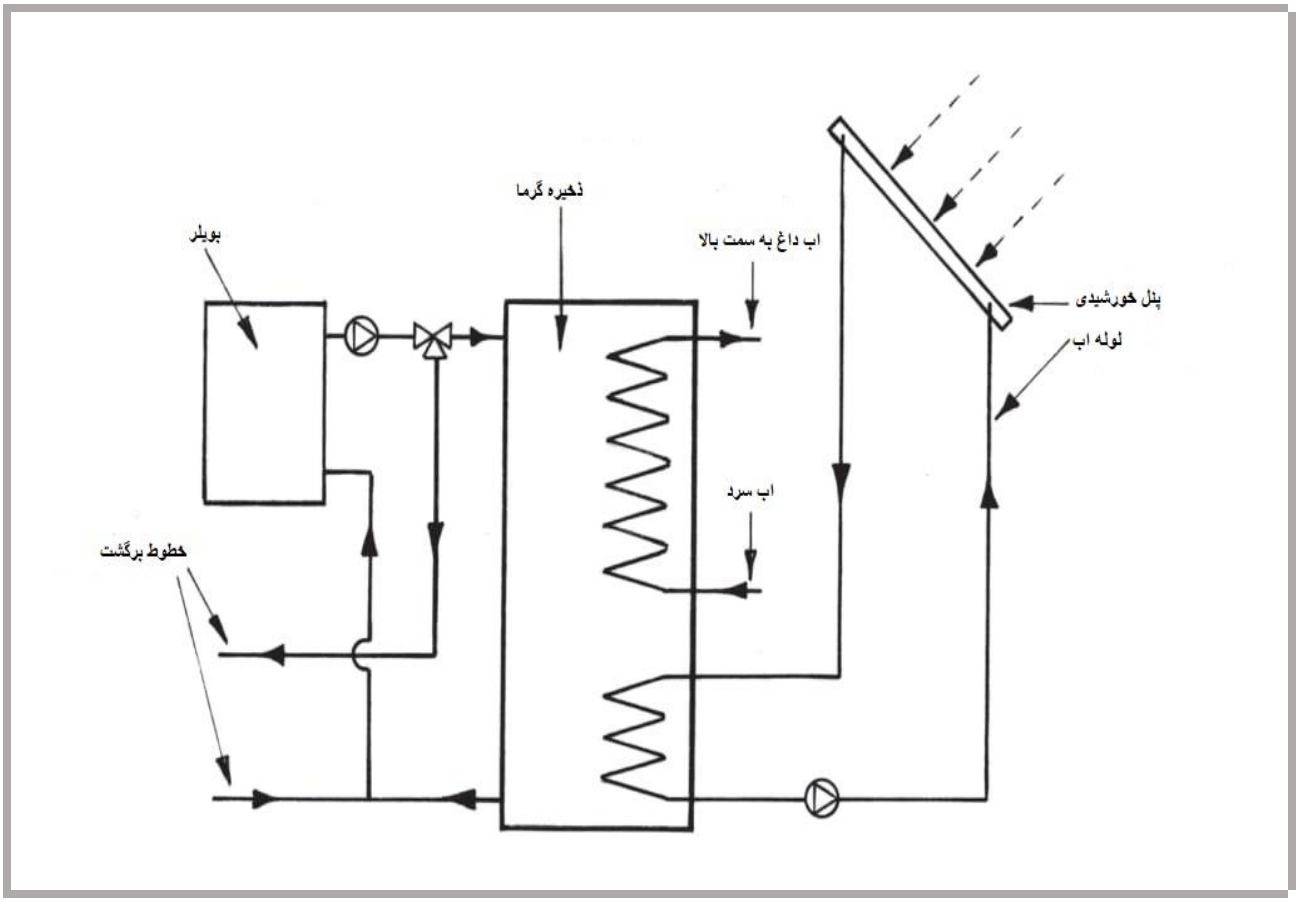
برای راحتی و کاهش هزینه پوششهایی مانند عایق کاری و کاهش فیتینگها در جاهایی که فشار بیش از ۳۰ متر می باشد از این سیستم استفاده می شود.در هر مدار جدای لوله کشی از یک مخزن فشار شکن استفاده می شود.مخزن در ارتفاع بالاتر حجم کافی وایمن اب د اغ را به راحتی به طبقات بالاتر انتقال می دهد.تمام خطوط لوله و تجهیزات باید به خوبی عایق شوند.

۱/۷/۱۱- طرح ترکیبی متداول گرمایش اب با بویلرسوخت فسیلی و منبع انرژی خورشیدی

به شکل(۳۵-۱) رجوع شود.



شکل ۳۴-۱-جزئیات سیستم غیر مستقیم اب داغ برای ساختمانهای بلند مرتبه



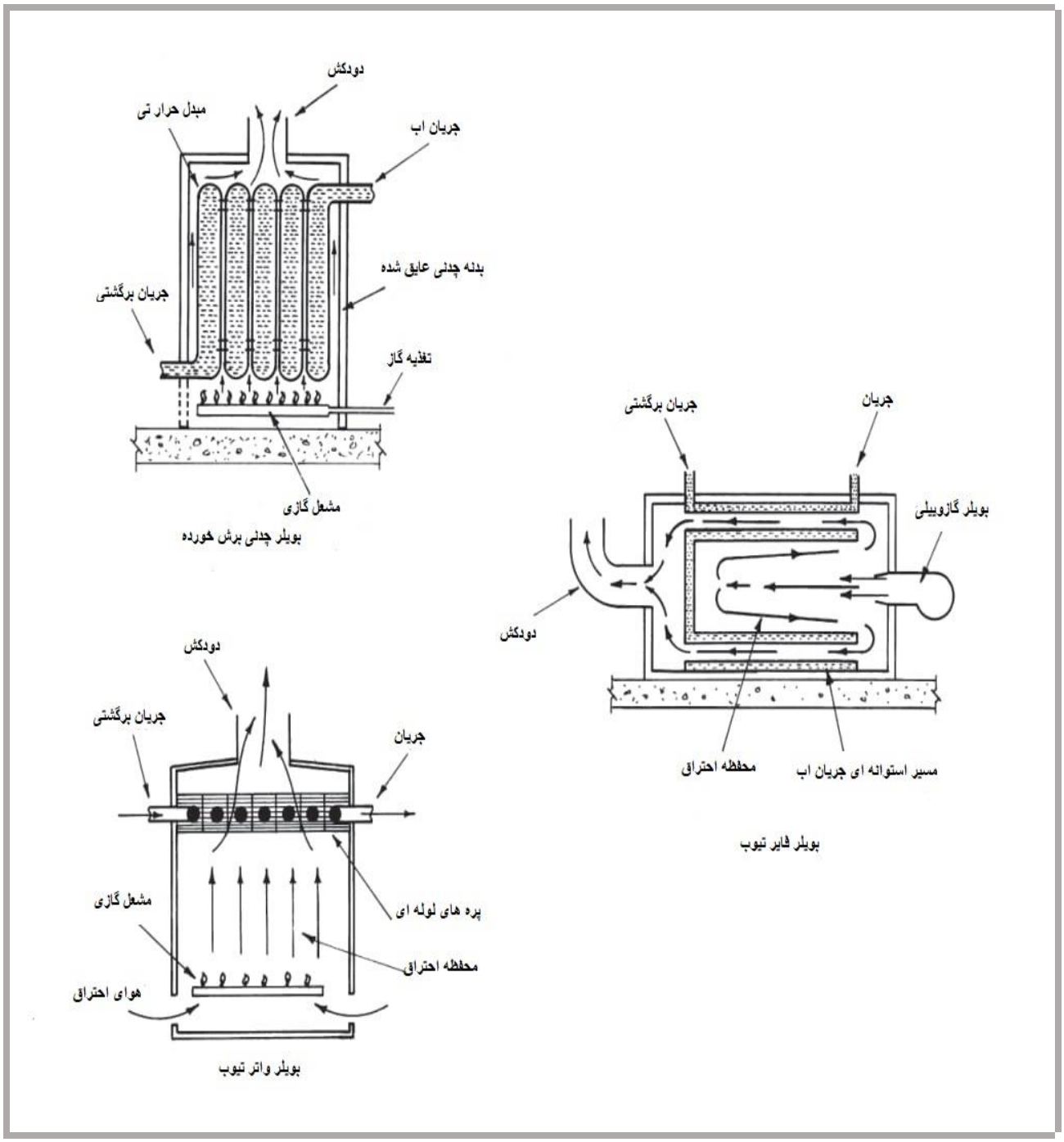
شکل ۳۵-۱-سیستم ترکیبی بویلر سوخت فسیلی و انرژی خورشیدی

۱/۷/۱۲- انواع بویلر

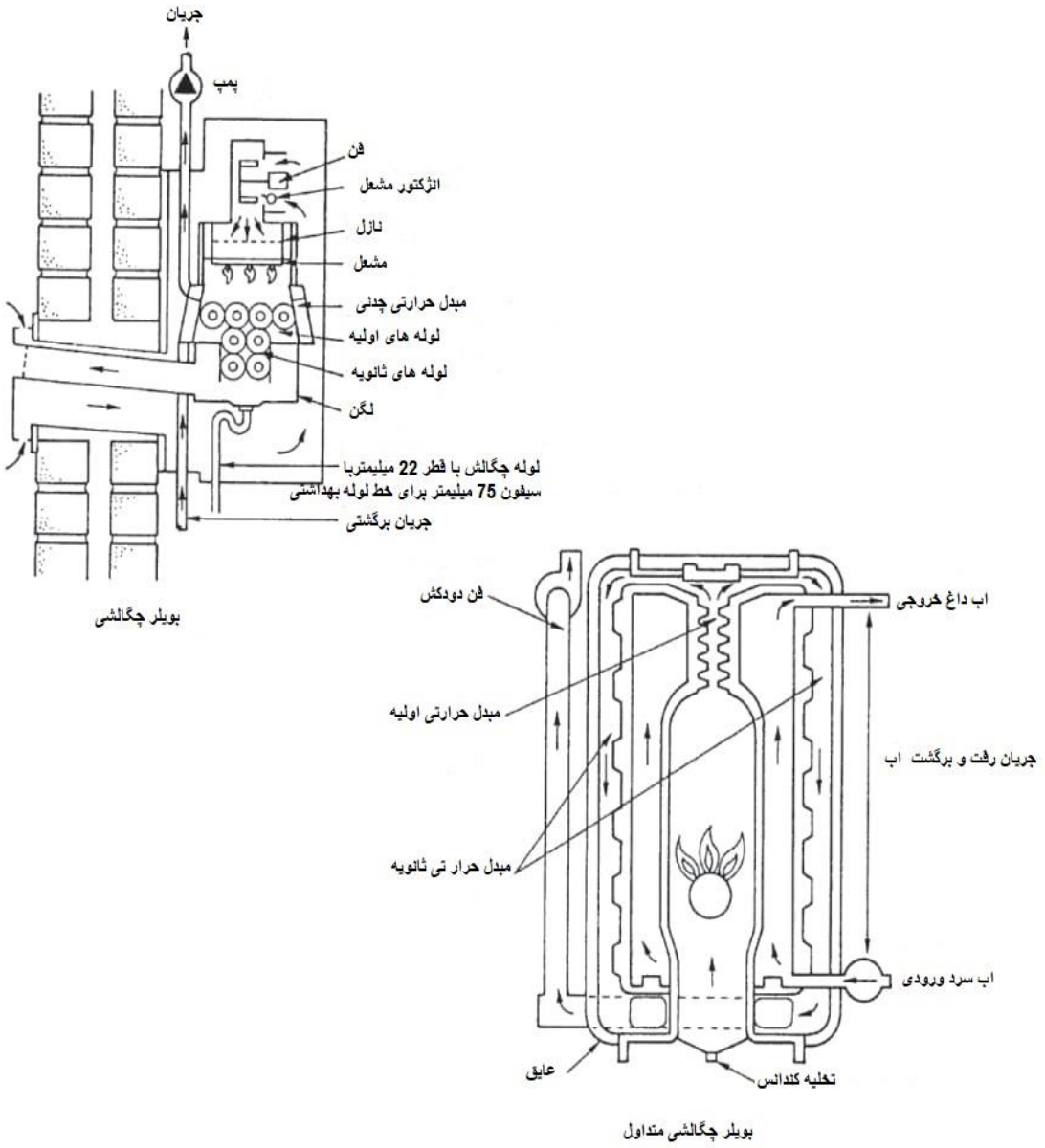
بویلرهای چدنی با سوخت فسیلی دارای کاربرد خانگی تا صنعتی می باشند.بویلرهای با پوسته فولادی وفایر تویوب که لوله های ان ممکن ان حلقوی باشند،که در ساختمانهای تجاری و صنعتی به کار برده می شوند. در نوع دیگر که لوله های ان مسی یا فولادی است واتر تیوب می باشند که اب در لوله ها جریان دارد، این نوع مبدلهای حرارتی،بویلرهای خانگی می باشد.(شکل ۳۶-۱)

بویلرهای گازی چگالشی: این بویلرها نسبت به سایر بویلرها مساحت مبدل حرارتی ان بزرگتر است، به علاوه انتقال حرارت از مشعل مستقیم می باشد و از گرمایش ثانویه ای برای واتر جکت ان استفاده می شود. برای اینکه تولید بویلر های چگالشی اقتصادی و قابل مدیریت در نصب باشند، مبدل های داخلی در کوچک ترین سایز های فنی ممکن ساخته می شوند. این امر باعث تولید مبدل هایی با مقاومت بالا در طرف محفظه احتراق شده است و از فن برای به حرکت در آوردن محصولات احتراق در مجراهای باریک استفاده شده است که استفاده از فن بخاطر خارج کردن گازهای خروجی الزامی می باشد چون گاز ها معمولاً تا دماهای زیر ۱۰۰°C خنک می شوند و بویلرر

نیروی شناوری را برای خروج طبیعی از دودکش ندارد.بازده این نوع بویلر ۹۰ درصد می باشد.ولی بازده بولیرهای متداول ۷۵ درصد می باشد.گرچه هزینه خریداری انها بیشتراست اما صرفه جویی در مصرف سوخت در چند سال قابل ملاحظه است.(شکل ۳۷-۱)



شکل ۳۶-۱-انواع بویلر



شکل ۳۷-۱-بویلرهای چگالشی

۱/۷/۱۲/۱- محاسبه توان بویلر

1-20-توان بویلر

$$p(kw)=\frac{m\times c\times \Delta T}{t(s)}$$

مثال۱۲-۱-بویلری با مقدار اب ۱۵۰۰ کیلوگرم و دمای ورودی ۳۰°C و خروجی ۶۰°C ۱.۵ ساعت روشن می باشد. توان ان را محاسبه کنید؟(بازده ۸۰ درصد وظرفیت گرمایی اب $4.2\,^{kj}/_{kgk}$ می باشد)

$$p(\mathrm{kw})=\frac{\mathrm{m}\times\mathrm{c}\times\Delta\mathrm{T}}{\mathrm{t(s)}}=\frac{۱۵۰۰\times۴.۲\times(۶۰-۳۰)}{۱.۵\times۳۶۰۰}=۳۵(\mathrm{kw})$$

$$۳۵\times\frac{۱۰۰}{۸۰}=۴۳.۷۵(\mathrm{kw})$$

۱/۸- تعیین قطر لوله

سرعت پیشنهادی برای لوله های مسی و فولادی به شرح جدول زیر است:

قطر داخلی لوله	کمترین سرعت	بیشترین سرعت(لوله های مسی)	بیشترین سرعت(لوله های فولادی)
mm ۵۰<	$^{m}/_{s}$ 0.5	$^{m}/_{s}$ 1	$^{m}/_{s}$ 1.5
mm ۵۰>	$^{m}/_{s}$ 1.25	$^{m}/_{s}$ 1.5	$^{m}/_{s}$ 3

جدول۱۰-۱-سرعت جریان اب در لوله ها

خارج از این محدوده باعث ایجاد سروصدا و خوردگی لوله ها می شود.

۱/۸/۱-محاسبه دبی جریان جرمی

برای محاسبه دبی جریان جرمی با توجه به توان بویلر و دماهای اولیه ونهایی اب می توان از فرمول زیر استفاده کرد:

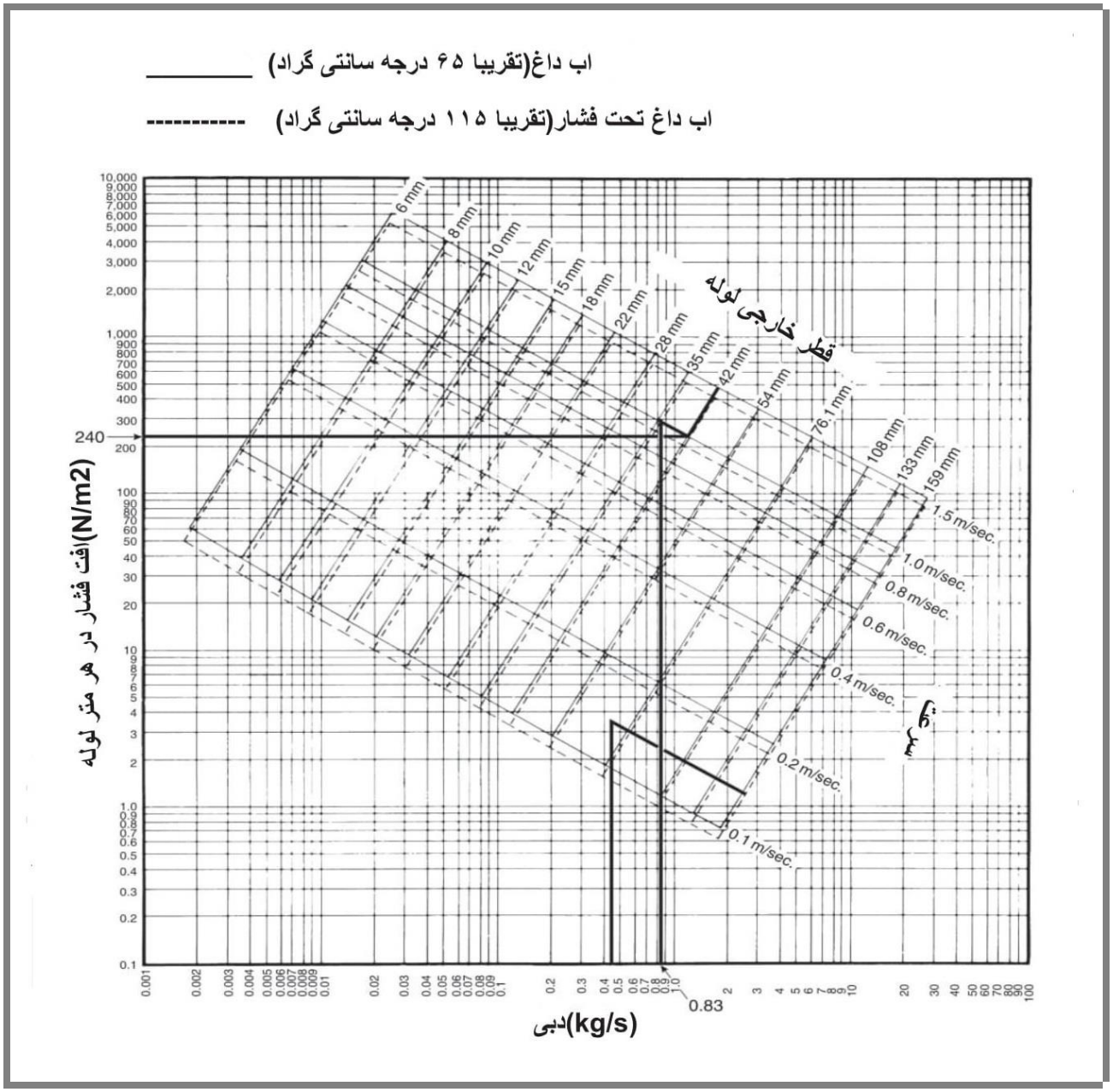
1-21-دبی جرمی جریان (با توجه به توان بویلر)

$$\dot{m}=\frac{p(boiler)}{c\times\Delta T}$$

مثال ۱۳-۱-اختلاف دمای بین جریان اولیه و برگشت در سیستم لوله کشی ۱۰ درجه کلوین می باشد.دبی جرمی اب و قطر لوله را محاسبه و تخمین بزنید ؟(توان بویلر۳۵ کیلو وات می باشد)

$$\dot{\mathrm{m}}=\frac{۳۵}{۴.۲\times۱۰}=۰.۸۳\left(^{\mathrm{kg}}/_{\mathrm{s}}\right)$$

از روی چارت طراحی در دبی ت $0.83\left(kg/s\right)$ وسط پمپ با سرعت $1\left(m/s\right)$ قطر لوله داخلی لوله مسی ۴۲mm تخمین زده می شود.



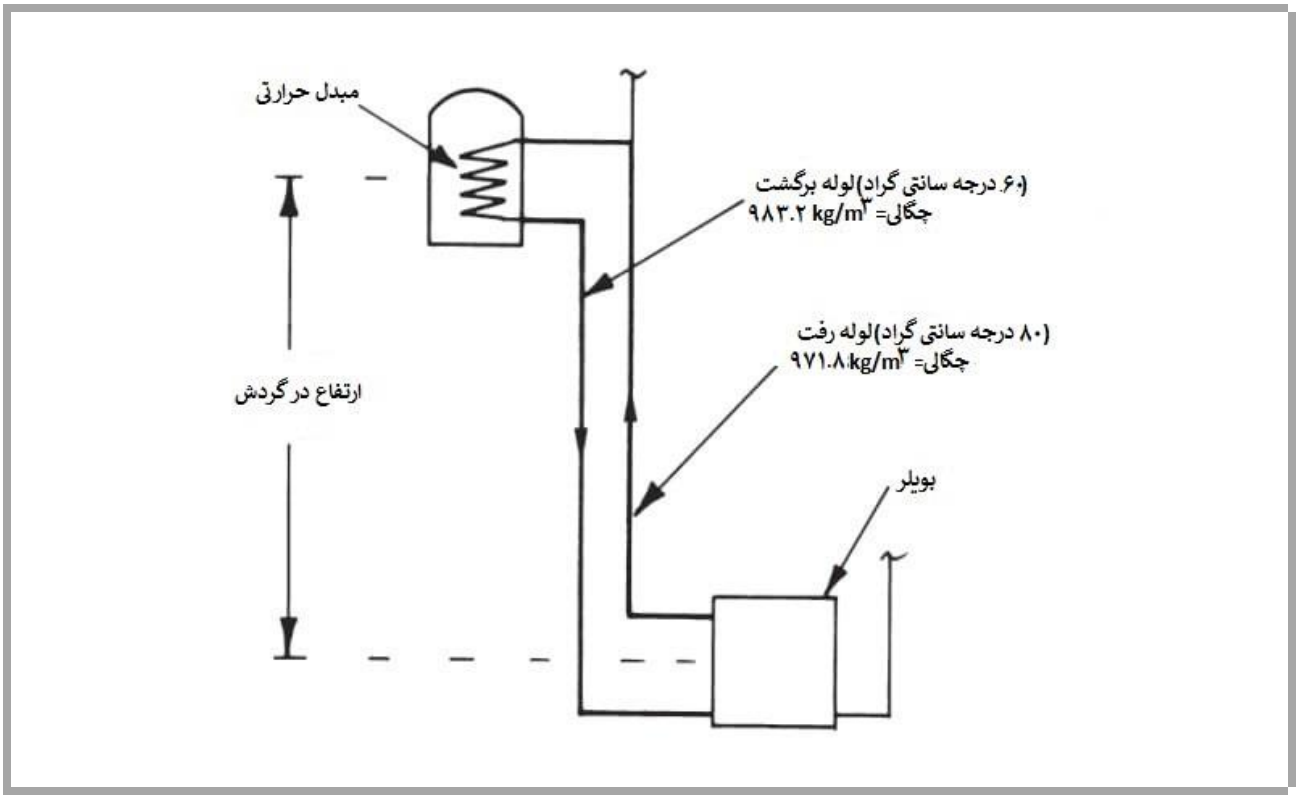
شکل ۳۸-۱-چارت مقاومت جریان در لوله

۱/۸/۲-فشار در گردش(سیستم جاذبه ای)

در جایی که جاذبه نقش جابجایی اب داغ از بویلر تا تجهیز خروجی دهنده اب وجود دارد محاسبه فشار در گردش

با به کار گرفتن جاذبه استاندارد($۹.۸۱\left(\frac{m}{s^۲}\right)$)با توجه به اختلاف چگالی اب بین بویلر و لوله برگشت جریان در نظر گرفته می شود.

فشار در گردش=۹.۸۱×اختلاف چگالی بین جریان رفت و برگشت



شکل ۳۹-۱-فشار در گردش(سیستم جاذبه ای)

اختلاف چگالی اب $= ۹۸۳.۲ - ۹۷۱.۸ = ۱۱.۴\left(\frac{kg}{m^۳}\right)$

فشار در گردش برای هر متر: $CP = ۹.۸۱\frac{m}{s^۲} \times ۱۱.۴\frac{kg}{m^۳} = ۱۱۱.۸ \approx ۱۱۲\frac{N}{m^۲}$

که اگر توان خروجی سیستم $۸.۴kw$ باشد،دبی جرمی به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

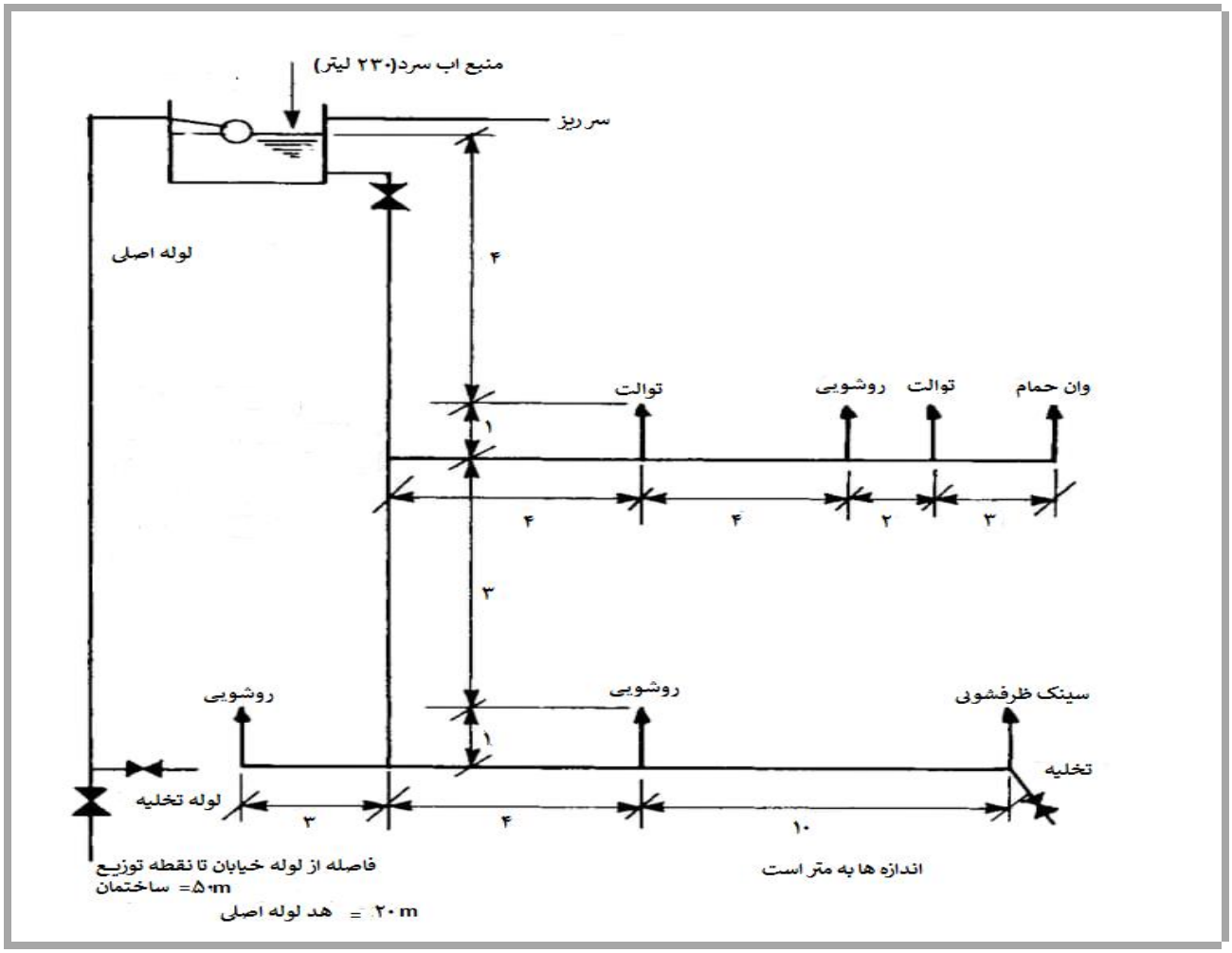
$$\frac{۸.۴}{۴.۲ \times ۲۰} = ۰.۱\frac{kg}{S}$$

با بدست اوردن مقدار فشار در گردش و دبی جرمی از روی چارت طراحی صفحه قبل لوله ی مسی با قطر خارجی ۲۲ میلیمتر برای لوله رفت و برگشت محاسبه می شود.

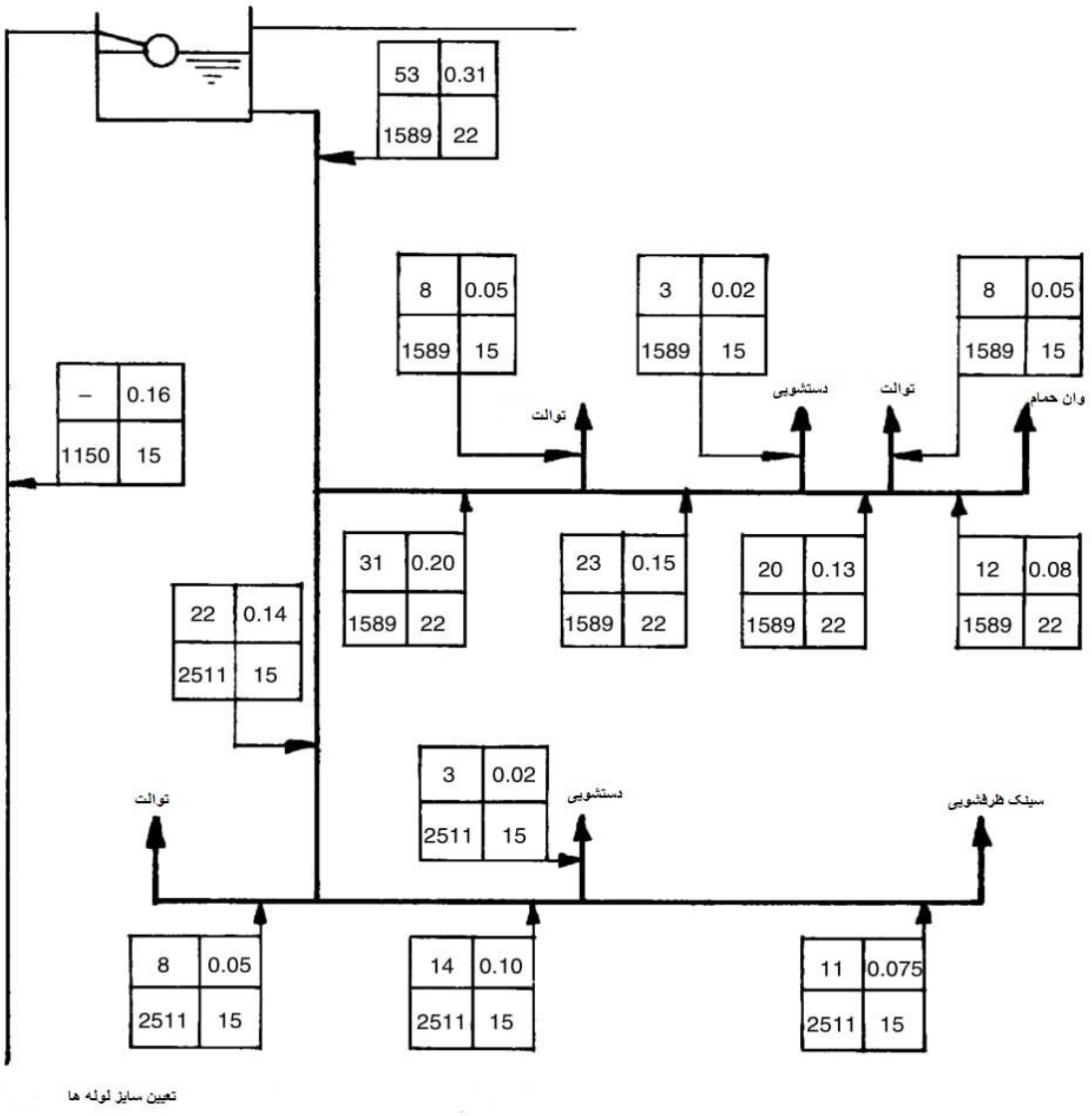
مثال ۱۴-۱-در یک ساختمان مسکونی ۱۳۵ لیتر اب در منبع ذخیره شده است.دمای اب گرم و سرد به ترتیب ۶۵ و ۱۰°C می باشد.مقدار انرژی حرارتی مورد نیاز در مدت سه ساعت را برای گرم کردن اب محاسبه کنید؟

$$q = \frac{m \times c}{t} \times \Delta T = \frac{۱۳۵}{۳} \times \frac{۱}{۳۶۰۰} \times \frac{۱}{۱} \times ۴.۱۹ \times (۶۵ - ۱۰) = ۲.۸۸۱ kw$$

مثال۱۵-۱-یک سیستم توزیع اب سرد خانگی در شکل زیر نشان داده شده است.لوله اصلی اب از بیرون تا نقطه توزیع به داخل ساختمان ۵۰ متر می باشد.فشار استاتیک مینیمم ۲۰ متر ستون اب می باشد،سرعت و مقاومت اصطکاکی بال ولو۲ متر ستون اب می باشد.قطر لوله را تعیین کنید؟



شکل ۴۰-۱-شکل مثال(۱۴-۱)



تعیین سایز لوله ها

سایز شیر روی لوازم بهداشتی ۱۵mmو روی وان حمام ۲۲mmمی باشد.با استفاده از جدول ۵-۱ مقدارSFU برای وسایل بهداشتی محاسبه می کنیم وبدین ترتیب مقدار DFUتوالت۸،دستشویی ۳،سینک ظرفشویی ۱۱و وان حمام ۱۲ می باشد.

مقدار هد طبقات بالاتر ۴ وطبقات پایین تر ۸ متر می باشد.

طول لوله کشی از منبع انبساط تا اخرین وسیله بهداشتی(وان در طبقه دوم $L=(۴+۱+۴+۴+۲+۳+۱)=۱۹$

طول معادل لوله برای طبقه دوم،۳۰ درصد مقاومت اصطکاکی اتصالات اضافه می شود):

$$EL_1 = ۱.۳ \times ۱۹m = ۲۴.۷m$$

طول معادل لوله برای طبقه اول(سینک در طبقه اول):

$$EL_2 = ۱.۳ \times (۴+۱+۳+۱+۴+۱۰+۱)m = ۳۱.۲m$$

نرخ افت هد در طبقه دوم:

$$\frac{H_1}{EL_1} = \frac{۴m}{۲۴.۷m} = ۰.۱۶۲\frac{head}{m}$$

نرخ افت هد در طبقه اول:

$$\frac{H_2}{EL_2} = \frac{۸m}{۳۱.۲m} = ۰.۲۵۶۴\frac{head}{m}$$

ارتفاع ستون اب :

$$H = \frac{\Delta p}{۹۸۰۷} mH_2o$$

افت فشار در طبقه دوم

$$\frac{\Delta p_1}{EL_1} = \frac{H_1}{EL_1} \times ۹۸۰۷ = ۰.۱۶۲ \times ۹۸۰۷ = ۱۵۸۹ \, N/m^3$$

افت فشار در طبقه اول

$$\frac{\Delta p_2}{EL_2} = ۰.۲۵۶۴ \times ۹۸۰۷ = ۲۵۱۴.۵ \, N/m^3$$

افت فشار=فشار استاتیکی-طول لوله رایزر-مقاومت اصطکاکی-شیر بال ولو

ستون اب $H_3 = ۲۰(۴+۱+۳+۱)-۲ = ۹m$

$$EL_3 = ۱.۳ \times (۵۰+۴+۱+۳+۱) = ۷۶.۷m$$

$$\frac{H_3}{EL} = \frac{۹}{۷۶.۷} = ۰.۱۱۷۳m$$

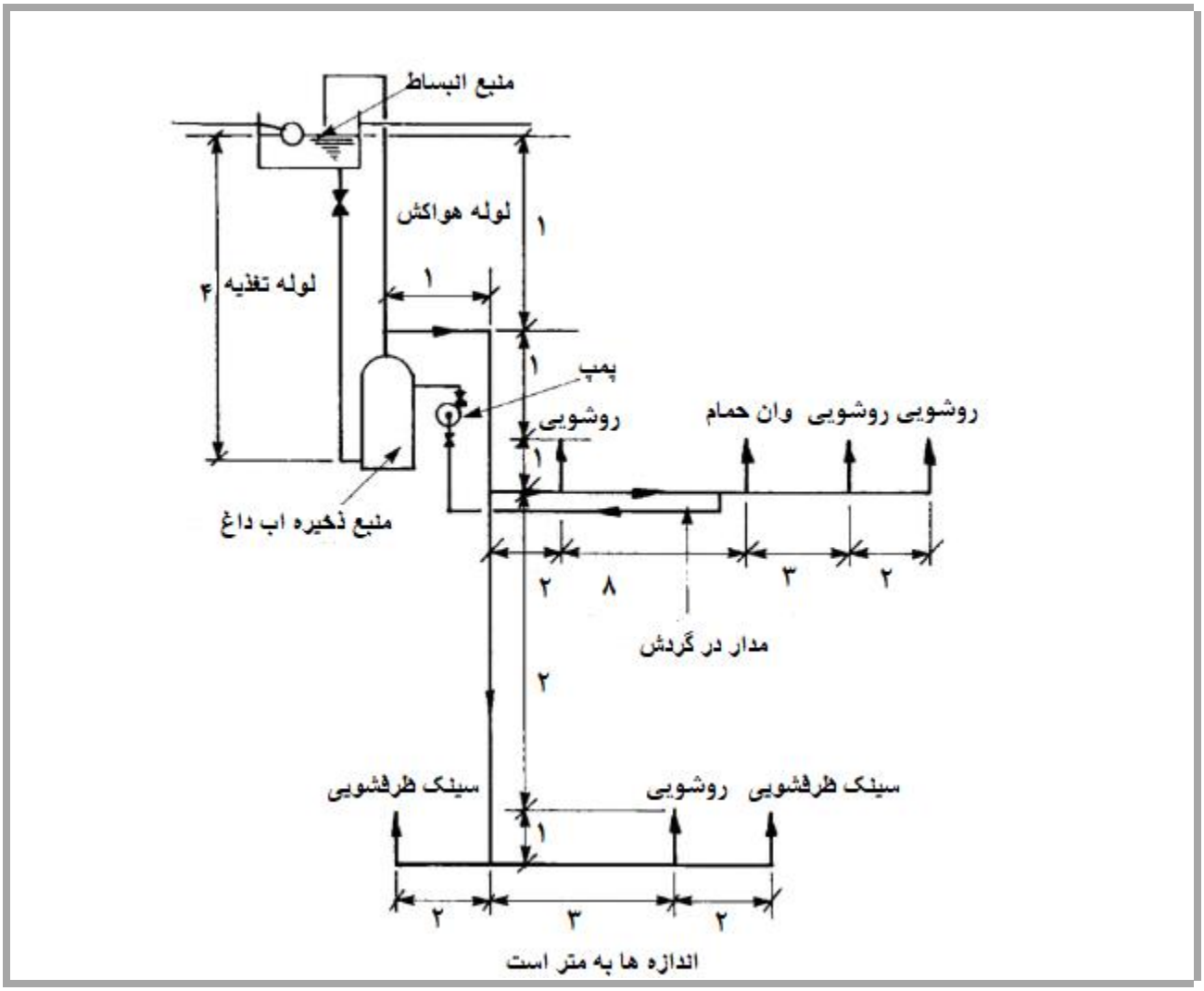
$$\frac{\Delta p}{EL_3} = ۰.۱۱۷۳ \times ۹۸۰۷ \, N/m^3$$

طول معادل لوله از منبع انیساط تا محل تغذیه اب :

با این افت فشار قطر لوله اصلی ۱۵mmودبی $۰.۱۶ \, kg/s$ می باشد وزمان لازم برای پرکردن مخزن انبساط به صورت زیر محاسبه می شود:

$$۲۳۰kg \times \frac{s}{۰.۱۶kg} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s} = ۰.۴h$$

مثال۱۶-۱-سیستم لوله کشی اب داغ در شکل زیر را در نظر بگیرید.با استفاده از مقادیر داده داده شده قطر لوله ها و وظیفه پمپ را مشخص کنید؟



شکل ۴۱-۱-شکل مثال۱۵-۱

$$\frac{H_1}{EL_1} = \frac{3}{1.3 \times 24} = 0.0962 \, head/m$$

$$\frac{\Delta p_1}{EL_1} = 0.0962 \times 9807 = 943.4 \, N/m^3$$

افت فشار در طبقه دوم:

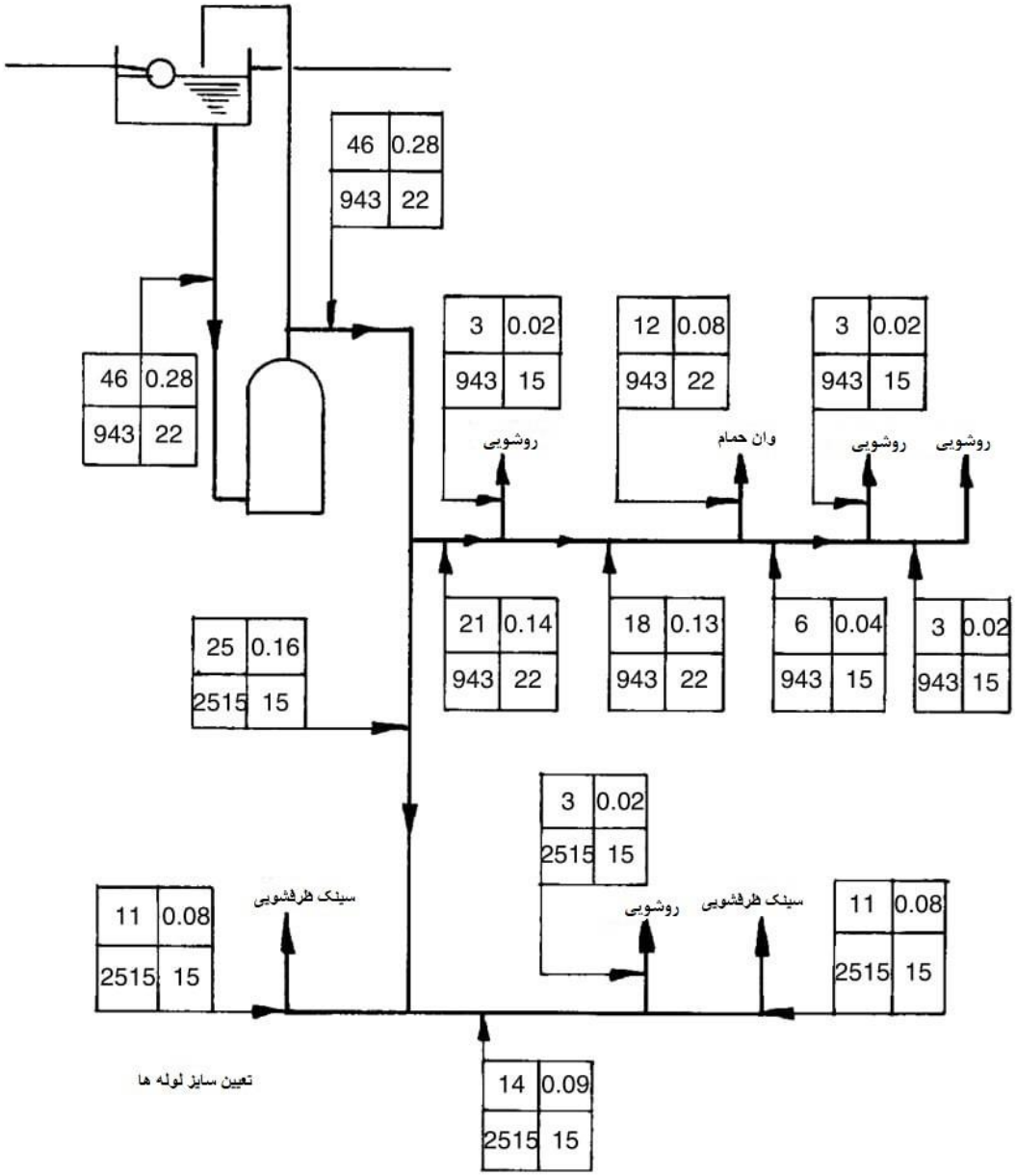
$$\frac{\Delta p_2}{EL_2} = \frac{6}{1.3 \times 18} \times 9807 = 2514.6 \, N/m$$

افت فشار در طبقه اول:

قطر لوله(mm)	15	22	28	35	42

ضریب انتشار(w/mk)	0.19	0.23	0.25	0.29	0.32

جدول۱۱-۱-ضریب انتشار حرار تی لوله



تلفات حرارتی سیستم لوله کش:

$$q = ۱۳ \times ۰.۲۳ \times (۶۵ - ۲۰) + ۱۳ \times ۰.۱۹ \times (۶۵ - ۲۰) = ۲۴۵.۷W = ۰.۲۴۵۷KW$$

$$Q = \frac{۰.۲۴۵۷}{۴.۱۹ \times ۵} = ۰.۰۱۱۷ \, kg/s$$

دبی جرمی جریان اب درون لوله:

با مراجعه به چارت طراحی(شکل۳۷-۱) قطر لوله ۱۸mm وافت فشار $۲۰۰\,N/m^۳$ تخمین زده می شود.وهد پمپ به صورت زیر محاسبه می شود:

$$H = ۲۶\times ۱.۳\times ۲۰۰\times \frac{۱}{۹۸۰۷} = ۰.۶۹$$ متر ستون اب

مثال۱۷-۱-یک گروه ۲۲ تایی دوش که دبی هریک $۰.۱۵\,L/s$ برای یک مدرسه ژیمناستیک در ۴ گروه از دانش اموزان به مدت ۶ روز مورد استفاده قرار گرفته است.نسبت هداستاتیک به شاخص طول ۰.۰۹ می باشد،اگر منبع ۱۵ لیتر برای هر دانش اموز ذخیره اب داشته باشد،بدون استفاده از جدول سایز الف)مبدل حرارتی ب)بویلر ج)حجم ذخیره اب سرد و قطر لوله ثانویه خروجی را تعیین کنید؟

الف) اگر ۴ گروه از دانش اموزان مدت ۶ ساعت از دوشها استفاده کنند ،مبدل حرارتی برای هر گروه باید تعیین ظرفیت گردد،در این مورد دوره جدید چنین می باشد:

$$\frac{۶}{۴} = ۱.۵h$$

ظرفیت مبدل حرارتی=تعداد دوش×۱۵ لیتر برای هر دانش اموز=۲۲×۱۵=۳۳۰ لیتر

ب) توان بویلر:

$$p_b = \frac{V\times c\times \Delta T}{t} = \frac{۳۳۰\times ۴.۲\times (۶۵-۱۰)}{۱.۵\times ۳۶۰۰} = ۱۴.۱(kw)$$

ج) حجم منبع ذخیره اب

$$V = ۴\times ۲۲\times ۱۵ = ۱۳۲۰$$ لیتر

د) دبی جریان لحظه ای برای کل دوشها:

$$Q = ۲۲\times ۰.۱۵ = ۳.۳\left(L/s\right)$$

فشار استاتیک:

$$\left(h/L\right)\times ?\times g = ۰.۰۹\times ۱۰۰۰\times ۹.۸۱ = ۸۸۳\left(pa/m\right)$$

$$\frac{dp}{L} = \frac{Q^۲ f\rho g}{۳d^۵} \Rightarrow d = \left(\frac{Q^۲ f\rho g}{۳dp/L}\right)^{۱/۵} = \left(\frac{(۰.۰۰۳۳)^۲\times ۰.۰۰۵\times ۹۸۰\times ۹.۸۱}{۳\times ۸۸۳}\right)^{۱/۵} = ۰.۰۴۵۶m$$

نزدیک ترین مقدار استاندارد لوله مسی با قطر ۵۴ میلی متر است.برای دبی $۳.۳ L/s$ ،افت فشار $۳۸۶ pa/m$ در دمای ۷۵°C جریان خروجی و برای تغذیه اب سرد $۴۸۳ pa/m$ در دمای ۱۰°C می باشد.

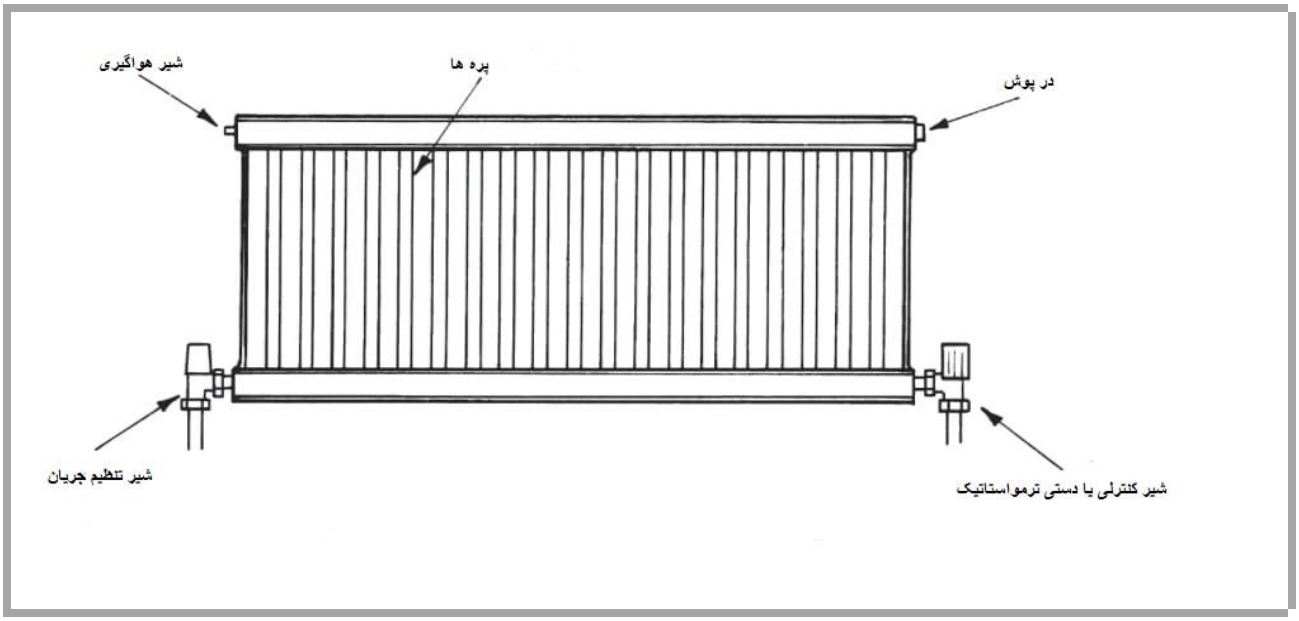
فصل ۲: سیستم های گرمایش

۲/۱- مقدمه

سیستم های گرمایشی ، بزرگ ترین مصرف کنندگان انرژی در ساختمان به شمار می روند. مقدار بسیار قابل ملاحظه ای از انرژی به گرمایش اختصاص دارد. میزان انرژی مصرفی در خصوص تامین آب گرم بهداشتی نیز در حدود ۱۶ درصد است که می توان به تقریب دریافت که حدود ۵۷ درصد انرژی صرف تامین شرایط آسایش حرارتی و برودتی یک ساختمان می شود. این در حالی است که در کشورهای توسعه یافته، تخمین دقیق بارهای حرارتی و برودتی، استفاده از سیستم های با راندمان بالا، به کارگیری انواع ابزارهای کنترل کننده میزان مصرف انرژی و در نهایت استفاده از انواع تجهیزات و مصالح کاهنده مصرف انرژی، امرزی متداول و اجباری است. متاسفانه در ایران، نه تنها در تعیین بارهای گرمایشی ساختمان ها دقت نمی شود، بلکه پایین بودن راندمان تجهیزات تاسیسات ساختمانی، بکار نگرفتن وسایل کنترل کننده و همچنین استفاده نکردن از کاهنده های مصرف انرژی مزید برعلت شده و بررسی های حاکی از بالا بودن انرژی مصرفی در خصوص گرمایش، و تامین آب گرم بهداشتی نسبت به کشورهای پیشرفته دارد، به گونه ای که میزان مصرف انرژی در ساختمان، ۴۰ درصد انرژی کشور را به خود اختصاص می دهد.

۲/۲- انتشار دهنده های گرما

رادیاتورها وکنوکتورها(بخاری ها) بر اساس انتشار حرارت در ساختمانها کار میکنند.حدود ۴۰ درصد انتقال حرارت به صورت تشعشعی می باشد.عموما رادیاتورها از جنس چدن یا الومینیوم و یا فولاد می باشند.(شکل ۲-۲و ۳-۲)



شکل ۱-۲-رادیاتور فولادی و اتصالات

رادیاتور ها و کنوکتورها یک گرمای مطلوب و یکنواختی را در اتاق ایجاد می کنند.دما در انها توسط شیر ترموستاتیک قابل کنترل می باشد.

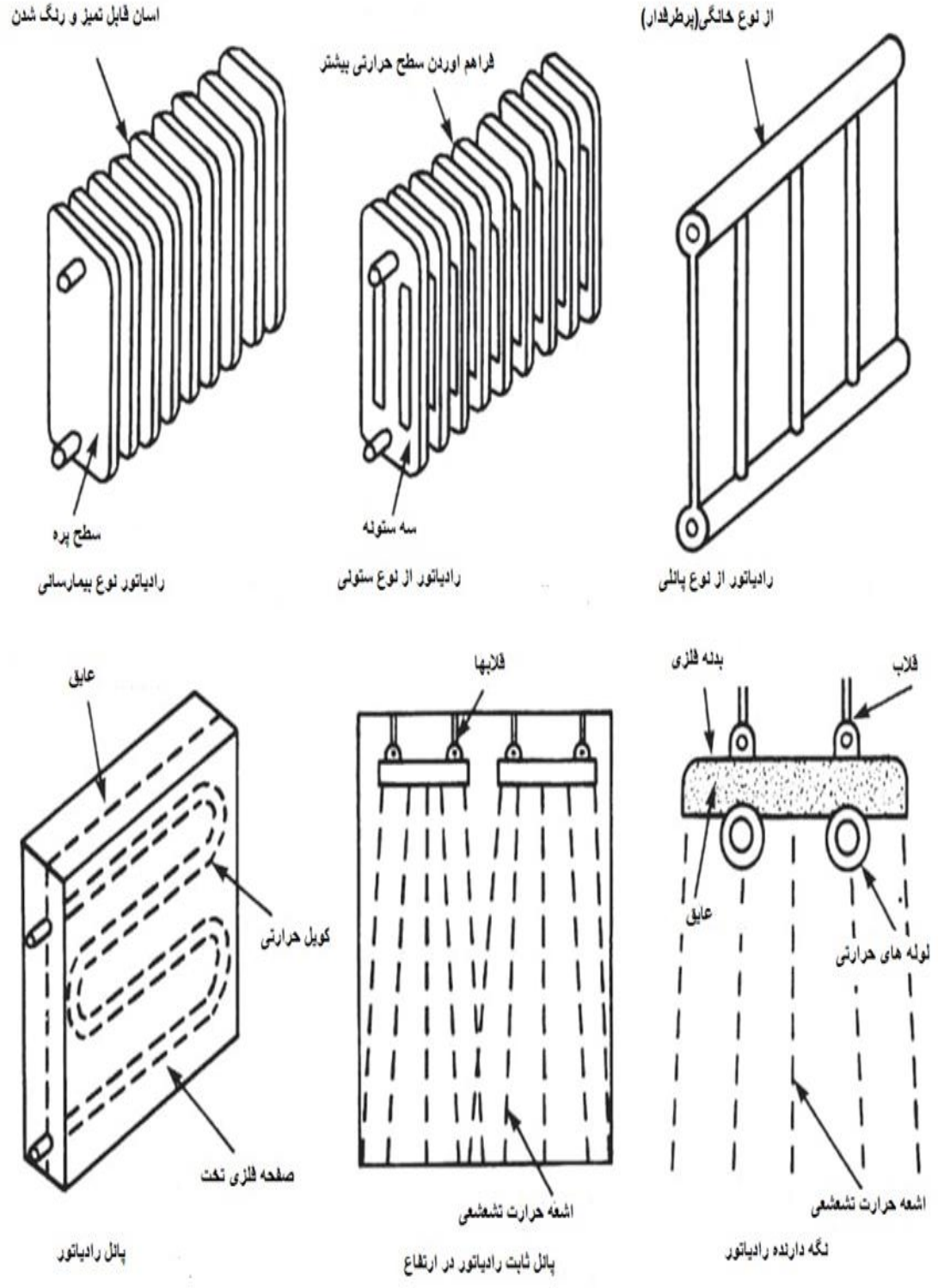
۲/۳- انرژی مورد نیاز برای گرم کردن ساختمانها در اقلیم مختلف

گرمای داخل ساختمان به دمای داخل و خارج بستگی دارد،اگر این اختلاف دما صفر باشد به دما متعادل می باشد و نیازی به گرمایش نمی باشد.

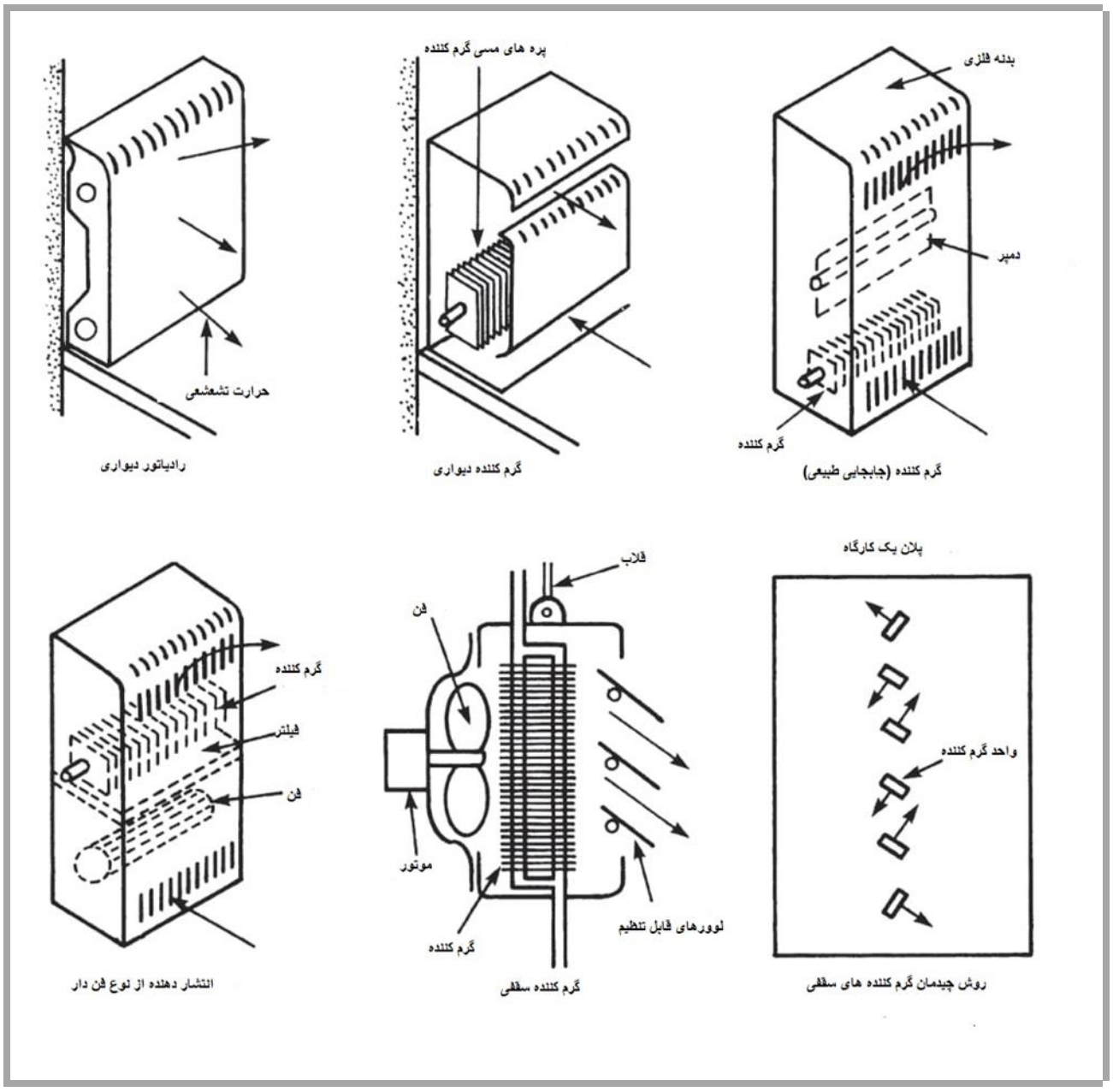
۲/۳/۱-تلفات حرارتی ساختمان

که مقدار ان به عوامل زیر بستگی دارد:

- جریان حرارتی عبوری از سازه ساختمان، q_f (برحسب وات)
- نرخ نشتی هوای خارج به داخل(q_v)
- شکل و جهت قرارگیری ساختمان
- موقعیت جغرافیایی و نوردهی ساختمان


از نوع خانگی(پرطرفدار)
رادیاتور از نوع پانلی
فراهم اوردن سطح حرارتی بیشتر
سه ستونه
رادیاتور از نوع ستونی
اسان قابل تمیز و رنگ شدن
سطح پره
رادیاتور نوع بیمارستانی
قلاب
بدنه فلزی
عایق
لوله های حرارتی
اشعه حرارت تشعشعی
نگه دارنده رادیاتور
قلابها
اشعه حرارت تشعشعی
پانل ثابت رادیاتور در ارتفاع
عایق
کویل حرارتی
صفحه فلزی تخت
پانل رادیاتور

شکل۲-۲-انواع رادیاتور



شکل۳-۲-انواع انتشار دهنده گرما

۲/۳/۱/۱-تلفات حرارتی سازه ساختمان

مقاومت حرارتی از پارامترهای مهم تلفات حرارتی سازه ساختمان می باشد.

2-1-مقاومت حرارتی کل

$$R_t = R_{si} + \sum\left(\frac{L}{k}\right) + R_a + R_{so}$$

2-2-ضریب انتقال حرارت $U = \frac{۱}{R_t}$

تلفات حرارتی ساختمان $Q_f = \sum(UA)dt$

2-3-ظرفیت حرارتی ویژه $q_v = ۰.۳۳NV$

2-4-تلفات حرارتی ساختمان(گرمای خروجی از دستگاه) $\left(\sum(UA)+۰.۳۳NV\right)(t_i - t_۰) = KA(t_m - t_i)^n$

شاخصn برای رادیتور ۱/۳ و برای کانوکتورهای گردش هوای طبیعی ۱/۵ می باشد.

مثال۱-۲-یک اتاق با تلفات حرارتی ۶ کیلو وات دمای داخل ان ۲۰ و دمای خارج $۱^{\circ}C$- میباشد.الف)سطح موردنیاز رادیاتور را محاسبه کنید؟ب)اگر دمای بیرون $۵^{\circ}C$ باشد،دمای سطح رادیاتور رابیابید؟(دمای در گردش جریان رادیاتور ۸۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد ، $n=۳.۱$ و $k=۱۳\left(\frac{w}{m^۲k}\right)$ می باشد)

شرایط	تلفات حرارتی(w)	حرارت خروجی رادیاتور(w)	اختلاف دما(k)	دمای بیرون
طراحی	6000	6000	55	-1
اجرایی	4286	4286	42	5

جدول مثال۱-۲

$\left(\sum(UA)+۰.۳۳NV\right)(t_i - t_۰) = KA(t_m - t_i)^n$

الف) مساحت سطح رادیاتور $۶۰۰۰ = ۱۳A(۷۵-۲۰)^{۱.۳} \Rightarrow A = ۲.۵۲m^۲$

ب) تلفات حرارتی رادیاتور $q = \frac{۶۰۰۰\times(۲۰-۵)}{۲۰+۱} = ۴۲۸۶w$

با جایگذاری در معادله(۴-۲)

دمای میانگین رادیاتور $۴۲۸۶ = ۱۳\times۲.۵۲۲(t_m - ۲۰)^{۱.۳} \Rightarrow t_m = ۶۲^{\circ}C$

مثال۲-۲-در مدارجریان یک کنوکتور گردش طبیعی چنین شرایطی طراحی شده است:

$\left(t_i = 20°c, t_0 = -1°c, t_f = 82°c, t_r = 70°c\right)$.دمای میانگین و دمای رفت و برگشت مورد نیاز را برای ثابت نگه داشتن دمای داخل وقتی دمای بیرون$7°C$ می باشد،تعیین کنید؟(شاخص $n=1.5$)

$$q = mc\left(t_f - t_r\right)$$

$$\left(t_i - t_\circ\right) \infty \left(t_m - t_i\right)^n \infty \left(t_f - t_r\right)$$

$$\frac{\left(t_i - t_\circ\right)_p}{\left(t_i - t_\circ\right)_d} = \frac{\left(t_m - t_i\right)_p^n}{\left(t_m - t_i\right)_d^n} = \frac{\left(t_f - t_r\right)_p}{\left(t_f - t_r\right)_d} = \frac{20-7}{20+1} = \frac{\left(t_m - 20\right)^{1.5}}{\left(76-20\right)^{1.5}} \Rightarrow t_m = 60.7°c$$

$$\frac{13}{21} = \frac{dt}{82-70} \Rightarrow dt = 7.4k$$

معادله افت فشار:

$$t_f = t_m + \frac{1}{2}dt = 60.7 + 3.7$$

$$t_r = t_m - \frac{1}{2}dt = 60.7 - 3.7$$

$$t_f = 64.4°c, t_r = 57°c$$

2-5-معادله تعادل دما

$$t_b = t_i - \frac{q}{\Delta P_d}$$

۲/۳/۱/۲-ظرفیت گرمایی بازشوهای ساختمان

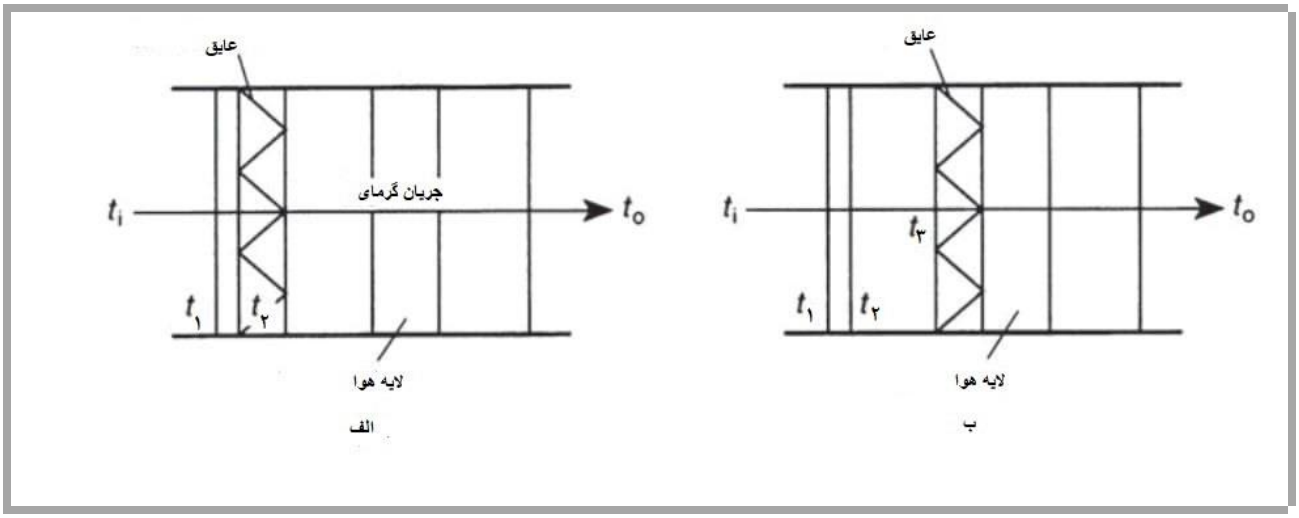
از خصوصیات مواد به کار رفته در ساختمان می باشد و معادله ان به صورت زیر می باشد:

2-6-ظرفیت گرمایی

$$H = L \times \rho \times C \times \left(t_m - t_d\right)$$

مثال۳-۲-دیوار کامپوزیت شکل زیر را درنظر بگیرید،ظرفیت گرمایی دیوار روی سطح عایق ان را محاسبه کنید؟(اجزای دیوار شامل $10mm$گچ، $25mm$فیبر معدنی، $100mm$اجر،لایه هوا ولایه دیگری از اجر $100mm$می باشد)

توجه:دمای داخل اتاق ۲۰ و دمای خارج ۱- ودمای لایه ها $12°C$ می باشد.



شکل ۴-۲-دو دیوار مشابه با عایق در دو موقعیت متفاوت(مثال۳-۲)

$$\frac{R_{si}}{R_t}=\frac{t_i-t_1}{t_i-t_.}\Rightarrow\frac{۰.۱۲}{۱.۴۱۷۱}=\frac{۲۰-t_1}{۲۰+۱}\Rightarrow t_1=۱۸.۲۲^{\circ}c$$

$$\frac{۰.۱۲+۰.۰۶۲۵}{۱.۴۱۷۱}=\frac{۲۰-t_2}{۲۰+۱}\Rightarrow t_2=۱۷.۳^{\circ}c$$

به صورت مشابه

$$t_m=\frac{t_1+t_2}{۲}=\frac{۱۸.۲۲+۱۷.۳}{۲}=۱۷.۷۶^{\circ}c$$

دمای میانگین لایه گچ دیوار :

$$H=۰.۰۱\times۶۰۰\times۱\times(۱۷.۷۶-۱۲)=۳۴.۶\,{kj}/{m^2}$$

ظرفیت گرمایی لایه گچ دیوار:

$$\frac{t_i-t_3}{t_i-t_.}=\frac{R_{si}+R_p+R_b}{R_t}\Rightarrow\frac{۲۰-t_3}{۲۰+۱}=\frac{۰.۱۲+۰.۰۶۲۵+۰.۱۶۱۳}{۱.۴۱۷۱}\Rightarrow t_3=۱۴.۹^{\circ}c$$

$$t_m=۱۶.۱^{\circ}c$$

دمای میانگین لایه اجر دیوار:

$$H=۳۳.۶+(۰.۱\times۱۷۰۰\times۰.۸)\times(۱۶.۱-۱۲)=۵۹۲\,{kj}/{m^2}$$

ظرفیت گرمایی لایه های دیوار:

۲/۴- سیستم گرمایش اب داغ،دما پایین

در سیستم دما پایین ،اب داغ بویلر توسط شیر ترموستاتیکی حدود ۸۰°C تنظیم و کنترل می شود. فشار این سیستم ها با فشار جو برابر است و از منبع انبساط باز استفاده می کنند. آب گرم مورد نیاز سیستم های حرارت

مرکزی با سیستم های آب گرم دمای کم (LTW) معمولا توسط دیگ های چدنی تامین می شود. دیگ های چدنی به علت سهولت حمل و نقل و قابلیت های خوب دیگری که دارند هنوز هم به عنوان گزینه خوبی برای انتخاب تجهیزات شناخته می شوند. این دیگ ها معمولا به شکل پره پره ساخته می شوند و در صورت خرابی یا ترکیدگی یکی از پره های این دیگ ها امکان تعویض همان پره به صورت مجزا در سریع ترین زمان ممکن و با هزینه ای محدود فراهم می باشد. البته دیگ های فولادی آب گرم نیز وجود دارند.

سیستم	دمای اب (^{o}C)	اختلاف دما	فشار گیج(بار)
اب داغ دمای خیلی پایین	50	10	-
اب داغ دما پایین	80 تا ۸۵	10 تا ۱۲	-
اب داغ دما متوسط	120	15 تا ۲۰	2.7
اب داغ دما بالا	180	30 تا ۵۰	10

جدول۲-۱-سیستمهای گرمایش اب

یونیت هیتر: کارخانه ها،اشپزخانه ها،بارها،گاراژهاو کارگاه ها	رادیاتورها و کنوکتورهای گردش طبیعی هوا: دفاتر،مدارس،خانه های خصوصی ، هتلها،رستورانها وبیمارستانها
کویلهای حرارتی: ورودی سالنها،محلهای عمومی،موزه هاو کتابخانه ها	کنوکتورهای جابجایی اجباری هوا: مراکز اجتماع،ورود ی ها،سالنهای ناهارخوری و اتاقهای جلسات مدیریت
هیترهای چند لایه: کارگاهها،مساجد	پانلها : کارخانه ها

جدول۲-۲-کاربرد انواع وسایل گرمایشی

سیستم لوله کشی تک لوله ای: در این سیستم، که یکی از روش های صحیح لوله کشی شوفاژ است، تنها یک لوله وظیفه انتقال و بازگرداندن آب مدار بسته رو بر عهده دارد و دقیقا همان لوله ای که از سمت منبع تولید آب گرم شوفاژ (همانند پکیج شوفاژ دیواری) به سمت مصرف کننده های حرارت (همانند رادیاتور، فن کویل و ..) حرکت می کند وظیفه برگرداندن آب به منبع تولید حرارت را خواهد داشت. محاسن لوله کشی تک لوله ای:

1-مناسب ترین گزینه برای لوله کشی روکار

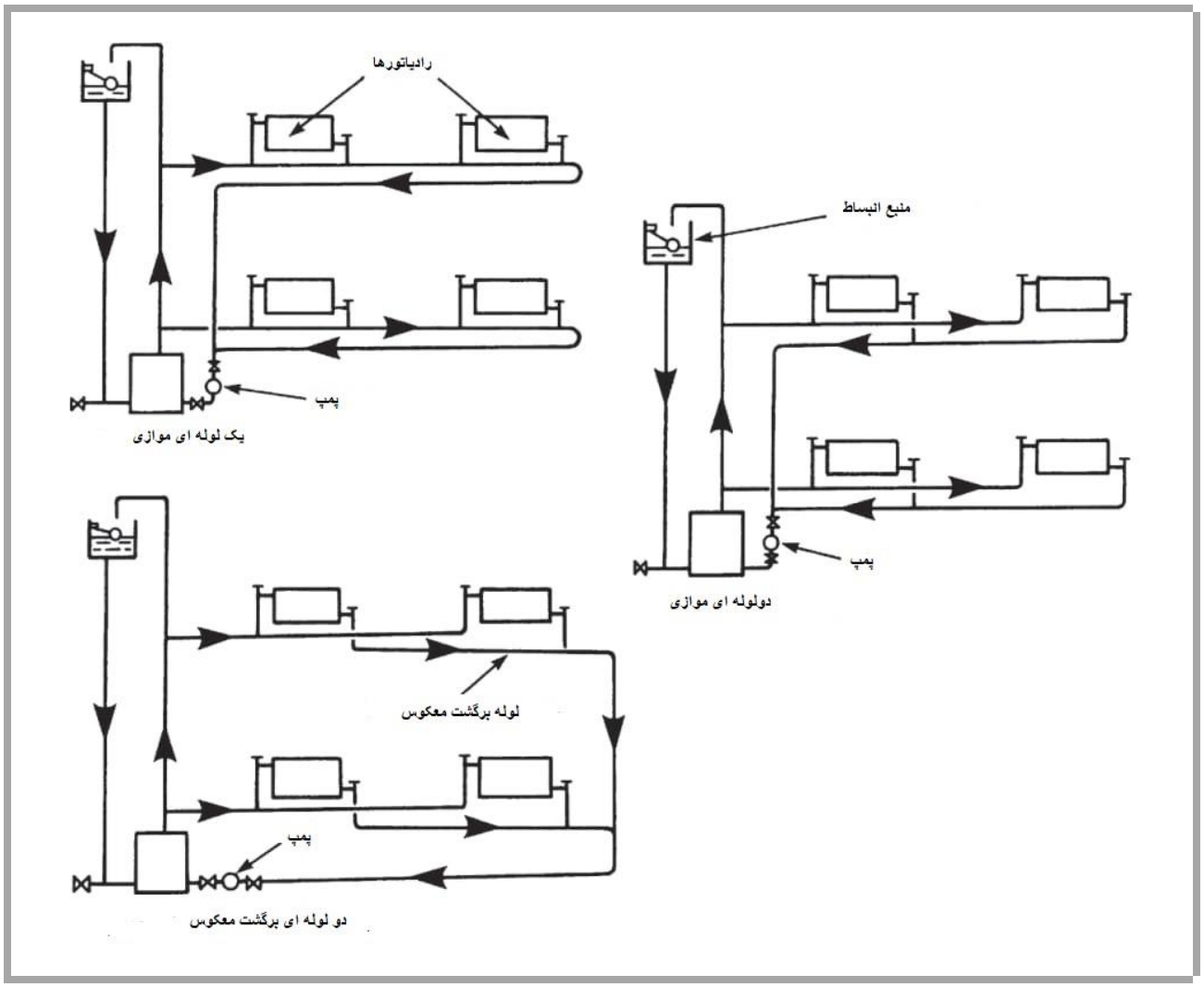
2-مصرف کمتر لوله و در نتیجه کم هزینه تر بودن نسبت به سایر روش ها

معایب لوله کشی مستقیم:

1-نیازمند دقت بالاتر در اجرای سیستم

2-مناسب نبودن برای بیش از ۵ تا ۶ رادیاتور

سیستم دو لوله ای :در این روش، که دومین روش صحیح لوله کشی شوفاژ است، بر خلاف روش قبلی، آبرسانی توسط دو لوله مستقل با نام های لوله رفت (Flow Pipe) و لوله برگشت (Return Pipe) انجام می شود. پرواضح است که خط لوله رفت دارای دمای بالاتر و خط لوله برگشت دارای دمای پایین تر است. این نوع لوله کشی خود بر دو نوع است:



شکل ۵-۲-انواع سیستم لوله کشی

سیستم لوله کشی با برگشت مستقیم

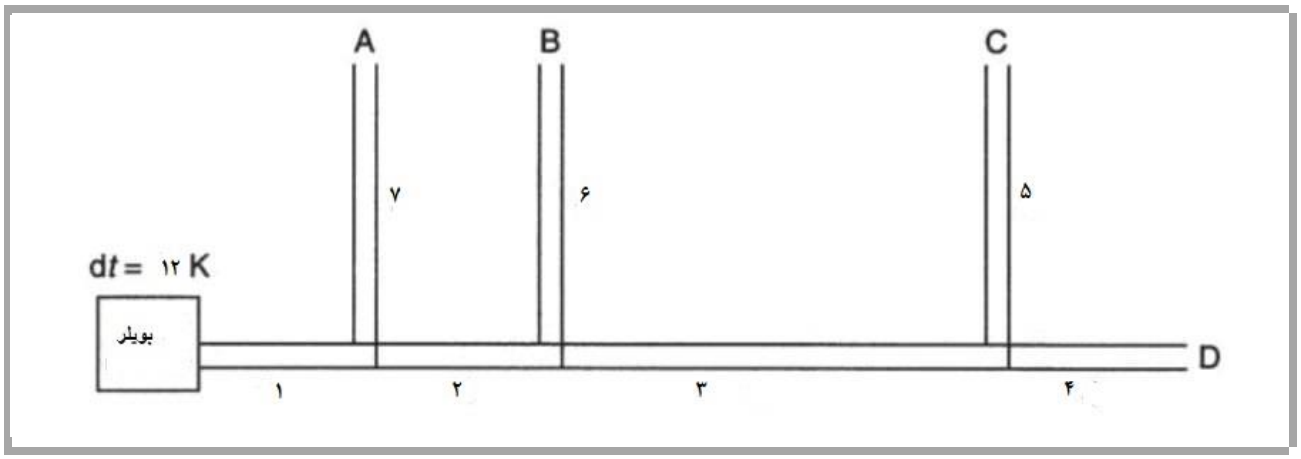
سیستم لوله کشی بارگشت معکوس

سیستم دولوله ای معمولا دارای بازده بهتر در توزیع اب داغ می باشد.

2-7-دبی جریان جرمی

$$M = \frac{q}{cdt}$$

مثال۴-۲-دیاگرام شکل (۵-۲) را در نظر بگیرید.داده ها در جدول زیر طراحی شده است.افت فشار در فیتینگ را ۲۰ درصد در نظر بگیرید.به این موارد پاسخ دهید؟الف)دبی جرمی در هر شاخه لوله کشی را محاسبه کنید؟ب)افت فشار درلوله کشی رامحاسبه کنید؟ج)قطر لوله کشی را بدست اورید؟د)افت فشار برای تعادل هیدرولیکی سیستم محاسبه کنید؟ذ)وظیفه پمپ را محاسبه کنید؟

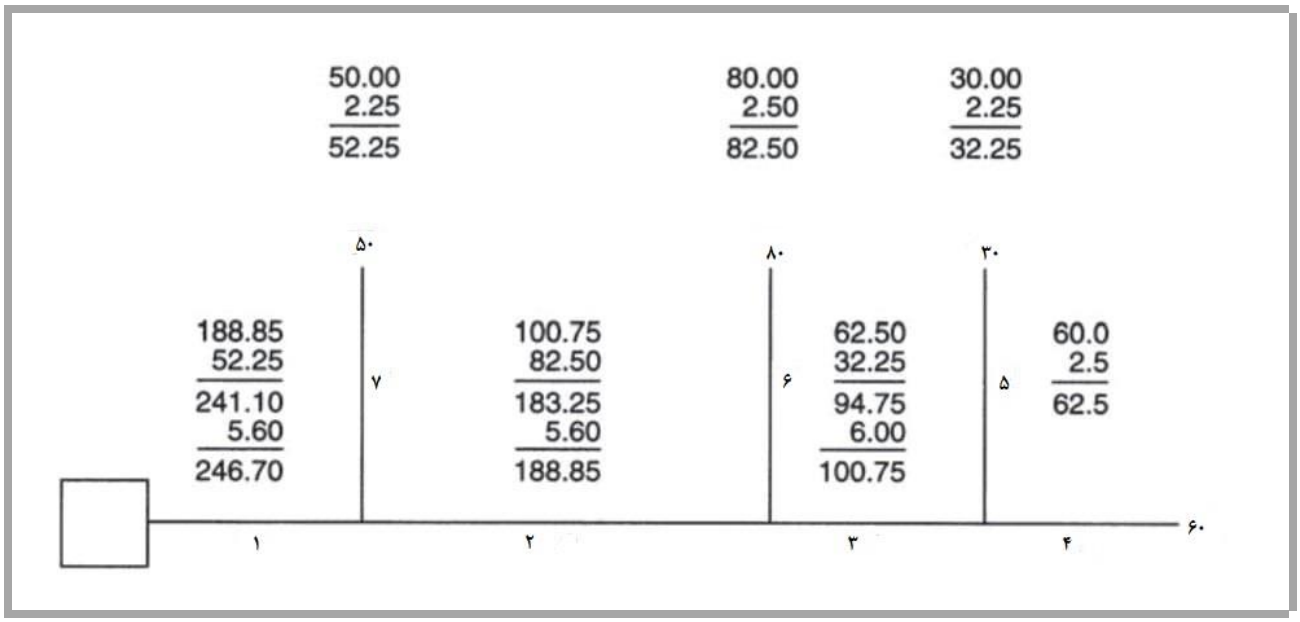


شکل ۶-۲--شکل مثال(۴-۲)

رادیاتور توان (kw) افت فشار (kpa)	A 50 10	B 80 20	C 30 10	D 60 15	B/H 246.7 45		
انشعاب طول لوله رفت وبرگشت حرارت منتشر از لوله (kw)	1 30 5.6	2 30 5.6	3 40 6	4 20 2.5	5 20 2.25	6 20 2.5	7 20 2.25

2-3-جدول مثال (۴-۲)

توجه داشته باشد ما باید افت فشار در لوله ها و رادیتورها وبویلر رامحاسبه نماییم.ما فرض میگیریم که ضخامت عایق لوله ها ۲۵mm با ضریب هدایت $۰.۰۷\,^{w}/_{m.k}$ باشد.حرارت منتشر شده ازلوله ها ۵.۵۶kw که ۲.۷ درصد کل توان سیستم(۲۲۰kw) می باشد.اگر فرض کنیم لوله ها عایق نباشد،حرارت منتشر شده از لوله ها ۲۶.۷kw که ۱۲.۱ درصد توان کل سیستم می باشد.



دبی در شاخه لوله کشی ۱-۷

$$M = \frac{q}{cdt} = \frac{۲۴۶.۷}{۴.۲\times۱۲} = ۴.۹\,^{kg}/_{s}$$

$$dt = \frac{۲۴۱.۱}{۴.۹\times۴.۲} = ۱۱.۷۲k$$

$$M_{۲} = \frac{۱۸۸.۸۵}{۴.۲\times۱۱.۷۲} = ۳.۸۴\,^{kg}/_{s}$$

$$M_{۲} = M_{۱} - M_{۲} = ۴.۹ - ۳.۸۴ = ۱.۰۶\,^{kg}/_{s}$$

اختلاف دما در شاخه ۲-۷

$$dt = \frac{۱۸۳.۲۵}{۳.۸۴\times۴.۲} = ۱۱.۳۶k$$

$$M_{۶} = \frac{۱۰۰.۷۵}{۴.۲ \times ۱۱.۳۶} = ۲.۱۱ \, kg/s$$

$$M_{۶} = M_{۲} - M_{۳} = ۳.۸۴ - ۲.۱۱ = ۱.۷۳ \, kg/s$$

دبی در شاخه۶-۳

$$dt = \frac{۹۴.۷۵}{۲.۱۱ \times ۴.۲} = ۱۰.۷k$$

اختلاف دما در شاخه ۳-۴

$$M_{۴} = \frac{۶۲.۵}{۴.۲ \times ۱۰.۷} = ۱.۳۹$$

$$M_{۵} = M_{۳} - M_{۴} = ۲.۱۱ - ۱.۳۹ = ۰.۷۲ \, kg/s$$

اختلاف دما در بویلر و در شاخه ۱-۲ وشاخه ۳-۲ وشاخه ۳-۴ به ترتیب ۱۲و ۱۱.۷۲ و۱۱.۳۶ و۱۰.۷ کلوین می باشد.

انشعاب	1	2	3	4	5	6	7
دبی(kg/s)	4.9	3.84	2.11	1.39	0.72	1.73	1.06
افت فشارموجود(pa/m)	250	250	250	300	548	576	1263
قطر(mm)	65	65	50	40	32	40	32
افت فشار واقعی (pa/m)	288	180	222	340	216	520	453
طول معادل	36	36	48	24	24	24	24
شاخص افت فشار(kpa)	10.37	6.48	10.66	8.16			

جدول۴-۲- پارامترهای بدست امده مثال(۴-۲)

$$dp_{s} = pd_{s}/TEL = ۱۳۱۶۰/۲۴ = ۵۴۸ \, pa/m$$

$$pd = ۵ + dp_{۳} = ۲۳۱۶۰ + ۱۰۶۶۰ = ۳۳۸۲۰ pa$$

$$pd = ۳۳۸۲۰ - ۲۰۰۰۰ = ۱۳۸۲۰ pa$$

$$dp_{۶} = pd_{۶}/TEL = \frac{۱۳۸۲۰}{۲۴} = ۵۷۶ \, pa/m$$

افت فشار درشاخه های ۵و۶و۷ :

$$pd_{۶} + dp_{۲} = ۳۳۸۲۰ + ۶۴۸۰ = ۴۰۳۰۰ pa$$

$$pd_{۷} = ۴۰۳۰۰ - ۱۰۰۰۰ = ۳۰۳۰۰ pa$$

$$dp_{۷} = pd_{۷}/TEL = ۳۰۳۰۰/۲۴ = ۱۲۶۳ \, pa/m$$

$$pd_{۵} = pd \times TEL = (۵۴۸ - ۲۱۶) \times ۲۴ = ۷۹۶۸\,pa$$
$$pd_{۶} = (۵۷۶ - ۵۲۰) \times ۲۴ = ۱۳۴۴\,pa$$
$$pd_{۷} = (۱۲۶۳ - ۴۵۳) \times ۲۴ = ۱۹۴۴۰\,pa$$

معادلات تعادل (افت فشار) در شاخه های۵و ۶و۷:

$$pd_{index} = (۱,۲,۳,۴) + BH + radiator_{index} = ۳۵.۶۷ + ۴۵ + ۱۵ = ۹۵.۶۷kpa$$

دبی جرمی کل که توسط پمپ جابجا می شود $۴.۹\,^{kg}/_{s}$ در فشار ۹۶kpa می باشد.

تلفات هد در فیتینگ لوله که تولید انرژی جنبشی می کند ،با تئوری برنولی قابل بیان می باشد:

2-8-تلفات هد ناشی از جریان اشفته در لوله

$$dh = {(۴\,fLu^{۲})}/{(۲gd)}$$
$$dh = {(u_{۱}^{۲} - u_{۲}^{۲})^{۲}}/{۲g}$$

2-9-طول معادل لوله

$$l_e = k \times \frac{d}{4f}$$
$$l_e = \frac{\left({u_{۲}}/{۲g}\right) \times \rho \times g}{dp}$$

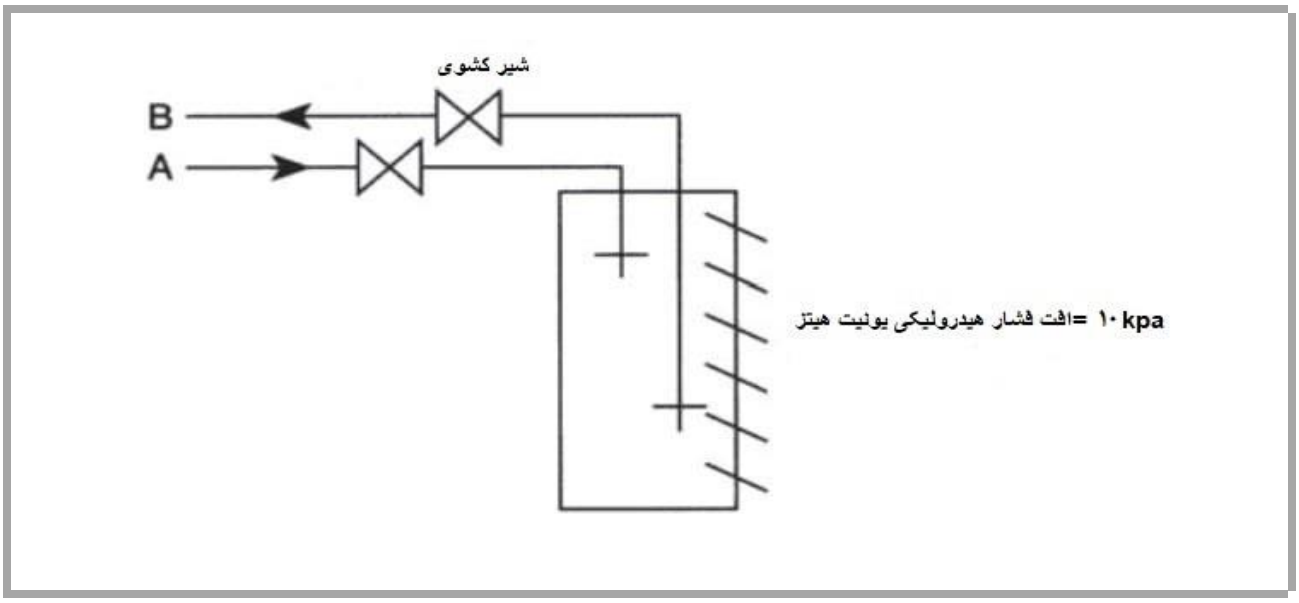
مثال۵-۲-طول معادل لوله سیاه گرید سنگین وقتی که $k = ۱, M = ۳.۲۲\,{kg}/{s}, d = ۵۰mm, T = ۷۵°c$ را بیابید؟

$$\left(\rho = ۹۷۵\,{kg}/{m^{۳}}, dp = ۵۰۰\,{pa}/{m}, u = ۱.۶\,{m}/{s}, le = ۲.۵\right)$$

با استفاده از فرمول(۶-۲):

$$le = \frac{{(۱.۶)^{۲}}/{۲g} \times ۹۷۵ \times g}{۵۰۰} = ۲.۴۹۶$$

مثال۶-۲-شکل (۲-۵) اتصالات یک یونیت هیتر را نشان می دهد.افت فشار عبوری از خطوط لوله کشی Aو B را تعیین کنید؟



شکل ۷-۲-ارتفاع اتصالات تا یونیت هیتر

داده ها: اتصالات از چدن وشامل دوشیرکشویی با ۴ خم می باشد،لوله ها سیاه سنگین وزن با قطر mm 40است.دمای اب ۷۵°C با دبی $۱.۵۵\,^{kg}/_{s}$ وافت فشار $۴۲۰\,^{pa}/_{m}$ می باشد.

$$\left(u = ۱.۲۵\,^{m}/_{s}, L_e = ۱.۸, \rho = ۹۷۵\,^{kg}/_{m^۳}, L = ۵m\right)$$

ضریب اصطکاک:

$$l_e = {}^{d}/_{۴f} \Longrightarrow f = \frac{۰.۰۴}{۴\times ۱.۸} = ۰.۰۰۵۵۶$$

افت فشار در لوله مستقیم برای جریان اشفته:

$$dh = \frac{۴fLu^۲}{۲gd}$$

$$dp = \frac{۴fLu^۲\rho}{۲d} = \frac{۴\times ۰.۰۰۵۵۶\times ۵\times (۱.۲۵)^۲\times ۹۷۵}{۲\times ۰.۰۴} = ۲۱۱۷\,pa$$

ضریب k برای فیتینگ:

۲شیر کشویی : $۲\times ۰.۲ = ۰.۴$

4 خم چدنی: $۴\times ۰.۲ = ۲$

مقدار کل : $k_t = ۲.۴$

$$dp = k_t \frac{۱}{۲} \rho u^{۲} = ۲.۴ \times \frac{۱}{۲} \times ۹۷۵ \times (۱.۲۵)^{۲} = ۱۸۲۸\, pa$$

افت فشار ناشی از فیتینگ:

افت فشار بین نقاط A و B:

$$dp = (L + k_t \times le) \times {dp}/{m} + pd_{heater} = (۵ + ۲.۴ \times ۱.۸) \times ۱۰۰۰۰ = ۱۳.۹۱۴ kpa$$

2-10-افت دمای رادیاتور

$$dt_r = dt_t \left(\frac{q}{Q}\right)\left(\frac{M_t}{M_r}\right)$$

$$\text{CF} = \left(\frac{\Delta T_r}{\Delta T_c}\right)^n$$

2-11-ضریب تصحیح دمای رادیاتور

$$\text{CF} = \left(\frac{\Delta T_r}{\Delta T_c}\right)^n$$

2-12-دبی جرمی جریان اب در رادیاتور

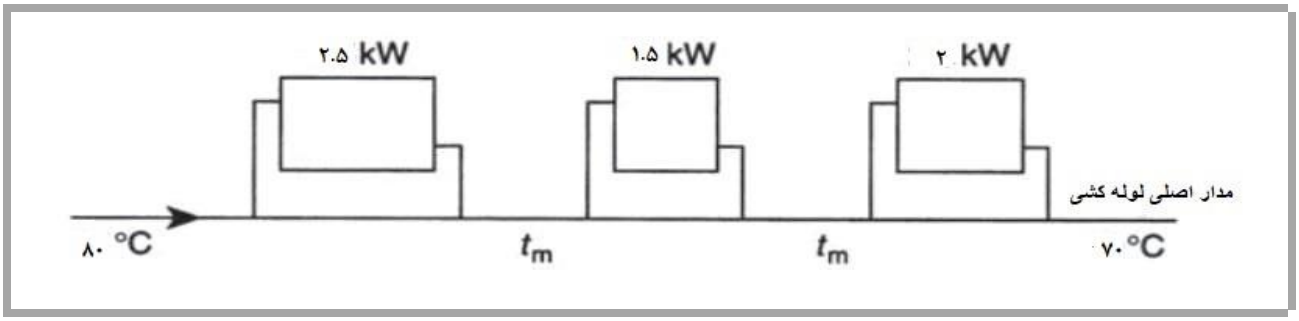
$$\text{Q} = \frac{۱.۱ \times \text{q}}{c \times \Delta \text{T}}$$

$(\Delta T_r, \Delta T_c, n)$ به ترتیب شاخص رادیاتور(۱.۳) و اختلاف دمای کاتالوگ و اختلاف دمای بدست امده(دمای میانگین) می باشد.

dt_t افت دمای کلی و q خروجی رادیاتور و Q خروجی کلی رادیاتورها برای هر مدار لوله کشی می باشد.

مثال۷-۲: سیستم تک لوله ای شکل (۷-۲) را در نظر بگیرید:الف)دمای میانگین در هر رادیاتور را تعیین کنید؟ب)قطر لوله حلقه اصلی لوله کشی و اتصالات رادیاتور را بیابید؟ج) ضریب فاکتور برای هر رادیاتور را تعیین کنید؟

داده ها: اختلاف دمای بین رادیاتور و اتاق ۶۰k و دمای اتاق $۲۰\,^{\circ}\text{C}$ می باشد.حرارت منتشر شده از لوله ها نادیده بگیرید،لوله ها سیاه وزن متوسط می باشند.



شکل ۸-۲-سیستم تک لوله ای

ضریب تصحیح دمای رادیاتور= ^{n} (اختلاف دمای کاتالوگ/ اختلاف دمای بدست امده)

شاخص nبرای رادیاتورها تقریبا برابر ۱.۳ می باشد.

$$M_t = \frac{q}{Cdt_t} + \frac{۶}{۴.۲\times(۸۰-۷۰)} = ۰.۱۴۳\frac{kg}{s}$$

دبی جرمی در حلقه اصلی لوله کشی:

$\frac{M_t}{M_r} = ۵$ قطر $^{۱۰۷\,pa/m}$ بدست می اید.با تقریب اگر قطر لوله ۲۰mmباشد،افت فشار با استفاده از چارت طراحی ۱۵mmبرای اتصالات رادیاتور محاسبه می گردد.

$$dt_r = (۸۰-۷۰)\left(\frac{۲.۵}{۶}\right)(۵) = ۲۰.۸k$$

افت دما برای رادیاتور اول:

$\frac{M_t}{M_r} = ۳$ که این افت دما مقدار زیادی است،پس باید قطر اتصالات رادیاتور را باید به ۲۰mmافزایش دهیم ومقدار

$$dt_r = (۸۰-۷۰)\left(\frac{۲.۵}{۶}\right)(۳) = ۱۲.۵k$$

در نظر گرفته می شود.

$$T_m = \frac{(۸۰-۱۲.۵)}{۲}\,۷۳.۷۵°c$$

بنابراین دمای میانگین برای رادیاتور اول بدین صورت می شود:

$$\Delta T_m = ۷۳.۷۵-۲۰ = ۵۳.۷۵k$$

واختلاف دمای میانگین اب و اتاق:

$$CF = \left(\frac{۵۳.۷۵}{۶۰}\right)^{۱.۳} = ۰.۸۶۷$$

ضریب تصحیح رادیاتور اول:

$$dt_m = dt\left(\frac{q}{Q}\right) = ۱۰\left(\frac{۲.۵}{۶}\right) = ۴.۱۷k$$

برای رادیاتور دوم:

$$t_m = ۸۰ - ۴.۱۷ = ۷۵.۸۳°c$$

دمای میانگین رفت رادیاتور دوم:

افت دما در صورتی که قطر اتصالات در رادیاتور دوم ۱۵mm باشد:

$$dt_r = dt_t\left(\frac{q}{Q}\right)\left(\frac{M_t}{M_r}\right) = ۱۰\left(\frac{۱.۵}{۶}\right)(۵) = ۱۲.۵k$$

$$T_m = \left(\frac{۷۵.۸۳ - ۱۲.۵}{۲}\right) = ۶۹.۵۸$$

$$\Delta T_m = ۶۹.۵۸ - ۲۰ = ۴۹.۵۸k$$

دمای میانگین در رادیاتور واختلاف دمای میانگین اب واتاق رادیاتور دوم:

$$CF = \left(\frac{۴۹.۵۸}{۶۰}\right)^{۱.۳} = ۰.۷۸$$

ضریب تصحیح دما برای این رادیاتور:

$$dt_m = dt\left(\frac{q}{Q}\right) = ۱۰\left(\frac{۱.۵}{۶}\right) = ۲.۵k$$

$$t_m = ۷۵.۸۳ - ۲.۵ = ۷۳.۳۳°C$$

محاسبات رادیاتور سوم:

$$dt_r = dt\left(\frac{q}{Q}\right)\left(\frac{M_t}{M_r}\right) = ۱۰\left(\frac{۲}{۶}\right)(۵) = ۱۶.۷k$$

افت دما اگر قطر اتصالات رادیاتور ۱۵mm باشد:

$$T_m = \left(\frac{۷۳.۳۳ - ۱۶.۷}{۲}\right) = ۶۴.۹۸°c$$

دمای میانگین اب رادیاتور:

$$\Delta T_m = ۶۴.۹۸ - ۲۰ = ۴۴.۹۸k$$

واختلاف دمای میانگین اب واتاق رادیاتور :

$$CF = \left(\frac{۴۴.۹۸}{۶۰}\right)^{۱.۳} = ۰.۶۸۸$$

ضریب تصحیح رادیاتور سوم:

مثال ۸-۲-یک رادیاتور دو پانله در یک اتاق که دمایش $22^{\circ}C$ و تلفات حرارتی اش $4250w$ می باشد،نصب شده است.دمای اب جریان لوله رفت ۸۲ و دمای جریان لوله برگشت $72^{\circ}C$ است.اختلاف دمای درج شده در کاتالوگ $55k$در جدول (۵-۲) اطلاعات رادیاتور اورده شده است،رادیاتور مناسب و دبی جریان گذرنده از ان را تعیین کنید؟

حرارت خروجی رادیاتور (کیلو وات) برای ۵۵ درجه اختلاف دما			طول رادیاتور(متر)
mm900	mm700	mm500	
2.9	2.6	2	1.72
3.3	2.9	2.3	1.92
3.75	3.25	2.6	2.2
4.25	3.6	2.85	2.4
4.8	3.9	3.1	2.6

جدول۵-۲-حرارت خروجی از رادیاتور فولادی دوپانلی

$$CF=\left[\frac{\left(۸۲+۷۱\right)/۲-۲۲}{۵۵}\right]^{۱.۳}=۰.۹۸۸$$

ضریب تصحیح دمای رادیاتور(معادله ۸-۲):

$$q_r=\frac{۴۲۵۰}{۰.۹۸۸}=۴۳۰۲(w)$$ k:

حرارت خروجی رادیاتور در اختلاف دمای۵۵

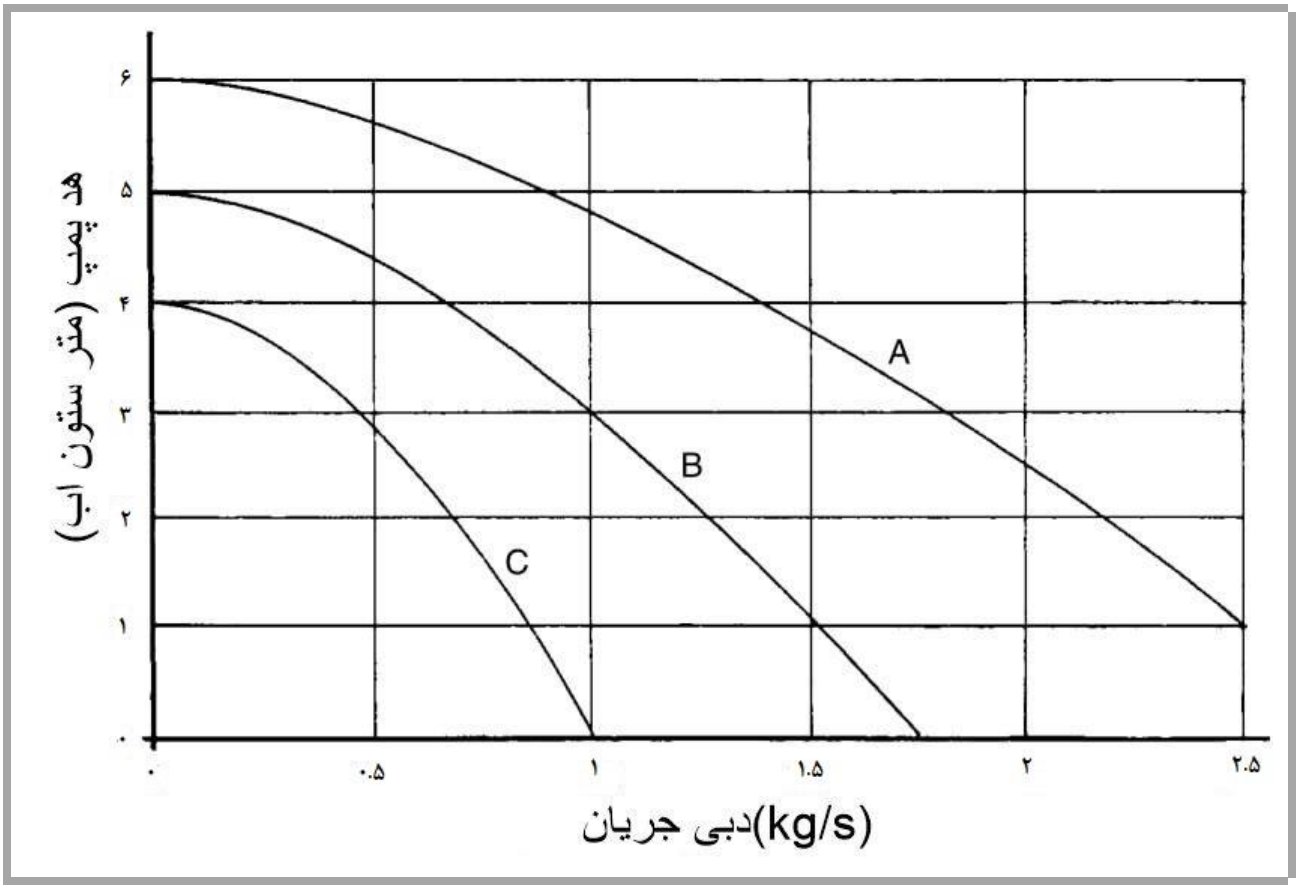
پس رادیاتور ب ابعاد $2.6m\times900mm$مورد نیاز می باشد.

$$Q=\frac{۱.۱\times q}{c\times\Delta T}=\frac{۱.۱\times۴.۲۵}{۴.۱۹\times\left(۸۲-۷۱\right)}=۰.۱۰۱۴\left(kg/s\right)$$

دبی جریان اب درون رادیاتور:

$$H=\Delta P\times\left(\frac{۱}{\rho g}\right)=\frac{\Delta P}{۹.۸۰۷\times۱۰۰۰}=\frac{\Delta P}{۹۸۰۷}(m)$$

هد پمپ:



شکل۹-۲--منحنی عملکرد پمپ

اگر از منحنی B استفاده شود دبی $۱^{kg/s}$ و هد ۳ متر می شود:

$$\Delta P=۹۸۰۷H=۹۸۰۷\times۳m=۲۹۴۲۱(N/m^۲)$$

$$\frac{\Delta P}{EL}=\frac{۲۹۴۲۱}{EL}$$

طول معادل خط لوله:

$$EL=۵m\times۱.۲۵=۶۲.۵m$$

$$\frac{\Delta P}{EL}=\frac{۲۹۴۲۱}{۶۲.۵}=۴۷۱\left(N/m^۲\right)$$

که این بیشترین مقدار نرخ افت فشار می باشد، که با توجه نرخ افت فشار

ودبی از جدول(۶-۲) قطر لوله ۱۵mmتخمین زده می شود.

$\Delta p/EL$ (N/m^3)	دبی جریان اب (kg/s)						
	6 mm	15 mm	22 mm	28 mm	35 mm	42 mm	
200	0.013	0.065	0.174	0.381	0.656	1.060	$v = 1.0$
260	0.015	0.075	0.202	0.441	0.760	1.230	
300	0.016	0.081	0.219	0.478	0.823	1.330	
360	0.018	0.090	0.242	0.529	0.910	1.470	
400	0.019	0.096	0.257	0.561	0.965	1.560	
460	0.020	0.104	0.278	0.607	1.040	1.680	$v = 1.50$
500 $v = 0.50$	0.021	0.109	0.291	0.635	1.090	1.760	
560	0.023	0.116	0.310	0.677	1.160	1.880	
600	0.024	0.120	0.323	0.703	1.210	1.950	
660	0.025	0.127	0.340	0.741	1.270	2.050	
700	0.026	0.131	0.352	0.766	1.320	2.120	
760	0.027	0.138	0.368	0.802	1.380	2.220	
800	0.028	0.142	0.379	0.825	1.420	2.280	

نکته: تلفات سرعت اب و نرخ افت فشار ناشی از اصطکاک می باشد.

جدول۶-۲-دبی جریان لوله های مسی با قطرهای متفاوت با توجه به نرخ افت فشار

۲/۵- سیستم گرماش اب داغ دما بالا

سیستم اب داغ تحت فشار اجازه می دهد اب تا دمای ۲۰۰°C داغ شود بدون انکه تبدیل به بخار شود.این مهم اجازه می دهد از لوله ها و اتصالات تجهیز با قطر نسبتا کوچکتر استفاده شود،اما به دلیل ایمنی برای مقاصد تجاری وصنعتی مناسب می باشد.همه ی لوله ها و گرم کننده ها باید دارای بالاترین استاندارد باشند.اب می تواند توسط بخار یا نیتروژن تحت فشار قرار بگیرد.محفظه بخار در بالای بویلر قرار می گیرد.

۲/۵/۱-انبساط و تامین فشار در سیستم گرمایش با اب

چهار روش اصلی برای حفظ فشار هیدرولیکی سیستم در سطح مطلوب وجود دارد:

۲/۵/۱/۱-بالا بردن مبع ذخیره

این روش ساده ترین روش تامین فشار است ولی چون باید منبع را در ارتفاع زیادی نصب کرد معمولا از این روش استفاده نمی شود.

۲/۵/۱/۲-تامین فشار با بخار

در این روش باید یک مخزن انبساط برای سیستم در نظر گرفت.مخزن انبساط باید دارای شیر اطمینان بخار باشد.این شیر باید بتواند بخار تولیدی در تمام سیستم تخلیه کند.

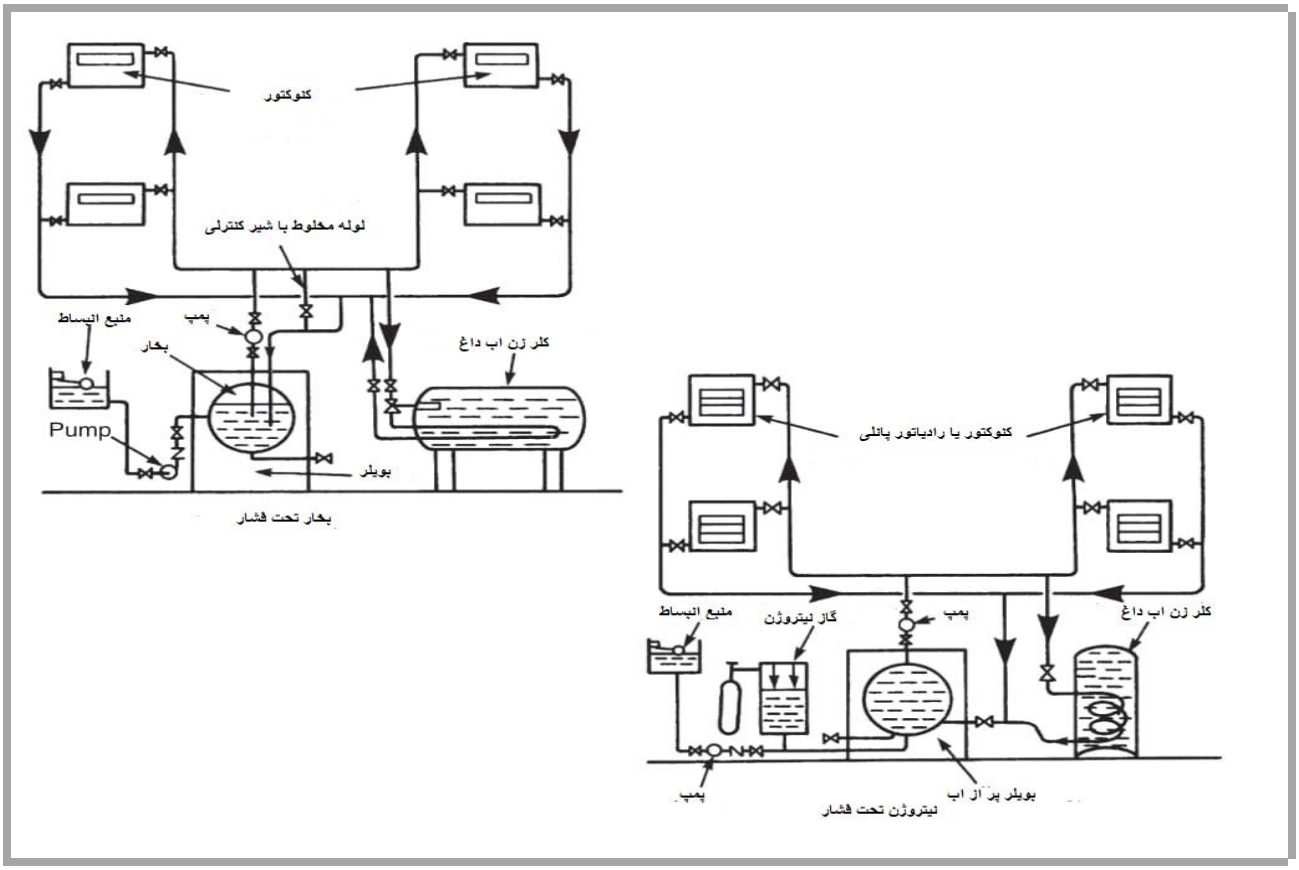
۲/۵/۱/۳-تامین فشار توسط پمپ

این روش ساده ترین روش است و از یک پمپ تغذیه و شیر تنظیم فشار تشکیل می شود.این پمپ به طور دائم اب را از یک مخزن جایگزین به درون سیستم می فرستد.شیر تنظیم فشار مقداراب اضافی را به طور دائم به مخزن اب جایگزین برمی گرداند.این روش فقط در سیستمهای کوچک مورد استفاده فرایندها کاربرد دارد.در عین حال در هنگام بازرسی و تعمیرات مخزن انبساط سیستمهای بزرگتر نیز می توان از این سییتم به طور موقت استفاده کرد.

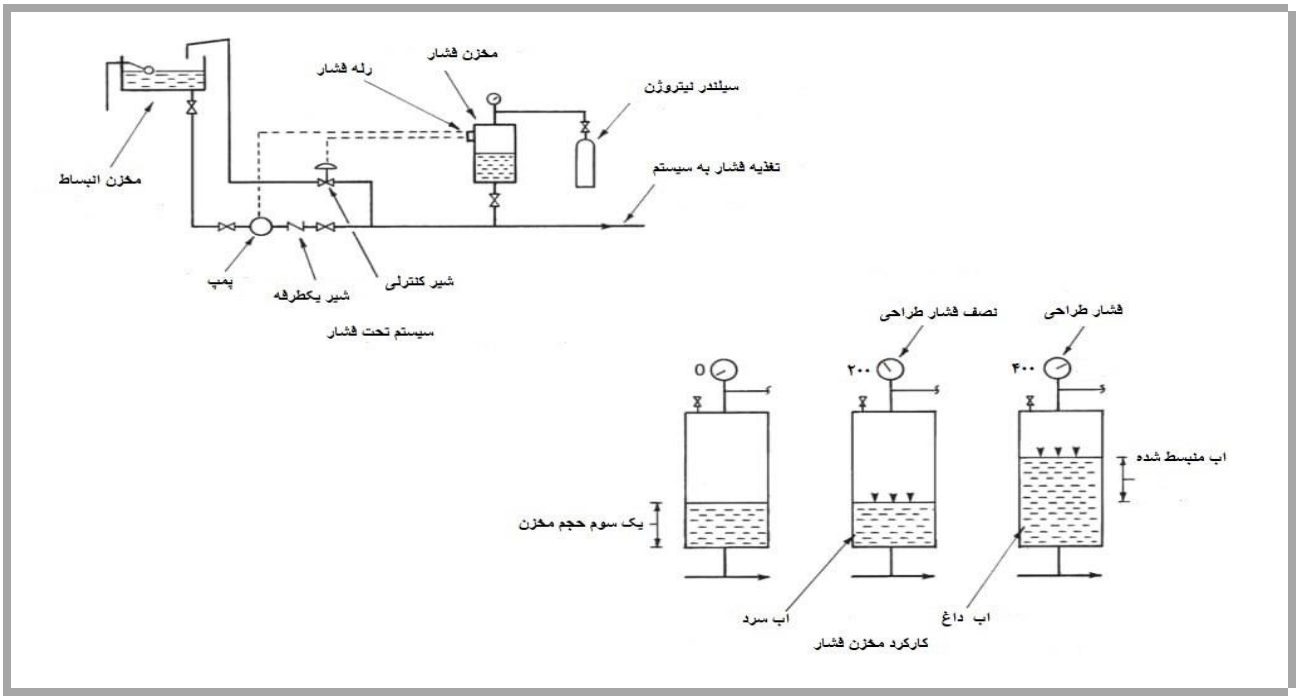
۲/۵/۱/۴-سیستم تحت فشار با نیتروژن

.به منظور جلوگیری از احتمال فلشینگ اب تحت فشار در بخار،یک لوله مخلوط بین جریان رفت و برگشت مورد نیاز است.گاز نیتروژن در داخل مخزن جدا از بویلر قرار می گیرد.این فرایند نسبت به بخار تحت فشار پرطرفدارتر ، راحت تر ،قابل کنترل ، تمیز تر و خوردگی کمتری دارد.(شکل ۸-۲).استفاده از نیتروژن در سیستمهای بزرگ کاربرد دارد.مهم است که با افزایش دما در خط،فشار سیستم را افزایش دهیم،این باعث جلوگیری از فلشینگ،تبدیل بخاراب به بخار وجلوگیری از نقص سیستم واسیب احتمالی به تجهیزات می شود.برای راه اندازی سیستم۱-اب باید از منبع انبساط پمپ شود.۲-سیستم از بالا هواگیری شود.۳-مخزن فشار تا زمان رسیدن حجم اب به یک سوم مخزن باید هواگیری شود.۴-نیتروژن باید در فشار نصف فشار کار ،مخزن فشار را شارژ کند.

حرارت بویلر و انبساط اب داغ سبب می شود حجم اب و فشار نیتروژن در مخزن دوبرابرشود.(شکل ۱۱-۲)



شکل ۱۰-۲جزئیات سیستم اب داغ تحت فشار (بخار ویا نیتروژن)

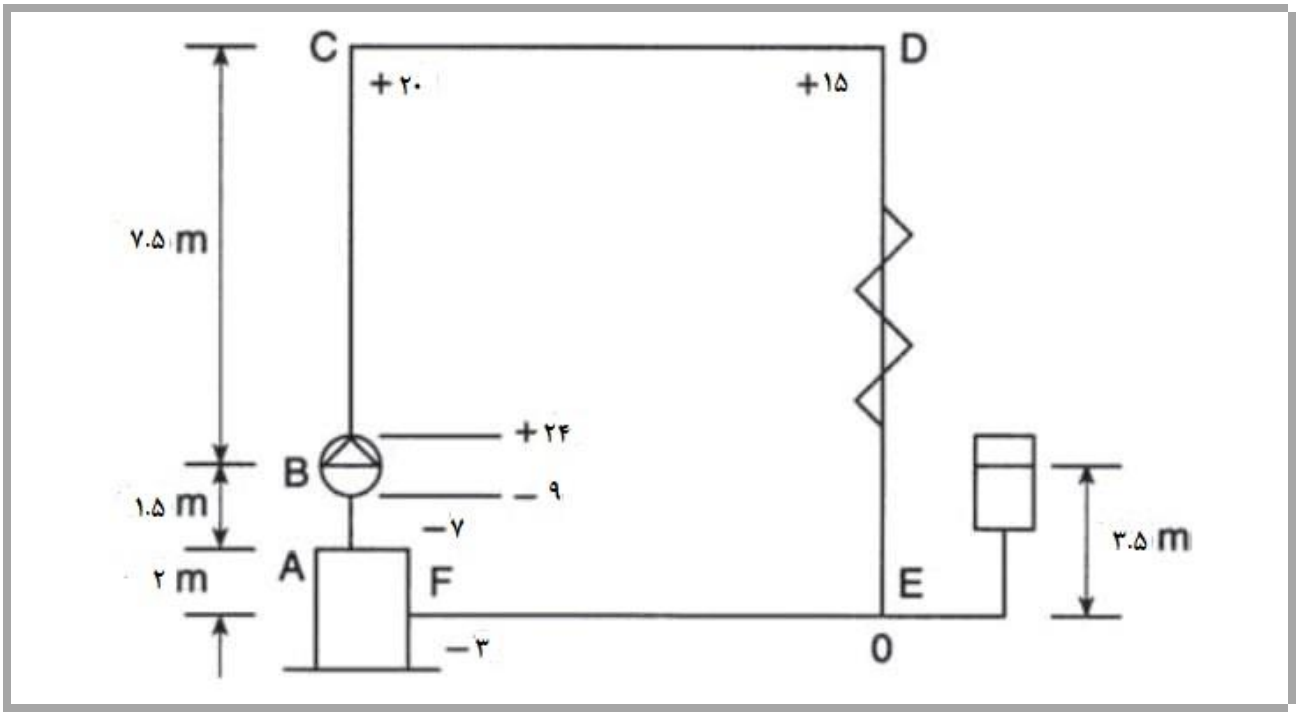


شکل۱۱-۲-سیستم اب داغ تحت فشار با نیتروژن

مثال۹-۲-شکل(۱۱-۲) سیستم گرمایش اب داغ دما بالا را نشان می دهد.حجم و کمترین فشار راه اندازی مخزن انبساط وجرم گاز نیتروژن مخزن را بدست اورید؟

داده ها: دمای جریان رفت بویلر ۱۶۵°C ،فشار پر کردن ۱.۵ بار،ظرفیت سیستم۲۲۰۰ لیتر ،چگالی اولیه اب $۱۰۰۰ kg/m^۳$ ،چگالی اب در دمای میانگین راه اندازی و اختلاف دمای ضد فلش ۱۵kاست .

شاخه لوله کشی	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-A
مقاومت هیدرولیکی(kpa)	2	4	5	15	3	4



شکل ۱۲-۲-سیستم اب داغ دما بالا تحت فشار با نیتروژن و پمپ

مقاومت هیدرولیکی در کل مدار $۳۳kpa$ می باشد.لازم است که ارتفاع استاتیکی به فشار استاتیکی تبدیل شود:

$۹ \times ۹.۸۱ = ۷۹kpa$

۱.۵ متر در نقطه B معادل است با:

۱۵متر در نقطه C-D معادل است : نقطه 2 Eمتر است که معادل است با:

دمای ضد فلش $15k$با دمای اشباع $165+15=180^{\circ}C$ تطابق دارد،از جداول بخار (پیوست۱) به فشار ۱۰ بار،۹ بار گیج می رسیم.

نقطه	فشار استاتیک	پمپ	فشار مرکب
A	0	-7	-7
B(ورود)	-13	-9	-22
B(خروج)	-13	24	11
C	-79	20	-59
D	-79	15 0	-64
E	17	-3	17
F	17		14

فشار در نقطه D،۰.۶۴ بار می باشد. $9-0.64=8.36bar$

از جداول بخار(پیوست ۱) ،دمای اشباع در این فشار $177^{\circ}C$ می باشد.دمای جریان رفت در نقطه D نزدیک به دمای بویلر($65^{\circ}c$) و اختلاف دمای ضد فلش در این نقطه $(177-165=12)$ می باشد.فشار در نقطه E، $9+0.17=9.17$ بار می باشد.منبع انبساط در $3.5m$بالاتر از این نقطه قرار دارد،که معادل $20kpa$ فشار استاتیک است،بنابراین فشار در سطح برابر است با: $9.17-0.2=8.87bar$

لازم است اختلاف دما در محدوده ضد فلش $15k$در این نقطه باقی بماند.فشار اولیه در منبع انبساط ۱ اتمسفر است. حجم منبع انبساط: لیتر $E=\frac{2200(1000-890)}{890}=272$

حجم منبع انبساط در صورت اختلاف دمای $15k$در نقطه :D لیتر $V_1=\frac{2.5}{1}\times\frac{1.051\times272}{10.5-2.5}=893$

حجم منبع انبساط در صورت اختلاف دمای $12k$در نقطهD : لیتر $V_1=\frac{2.5}{1}\times\frac{9.87\times272}{9.87-2.5}=911$

ثابت گاز برای نیتروژن ۲۹۷ و $T_2=293k, P_1=P_N=1bar$ می باشد.

$$P_1V_1 = P_2V_2 = m_2RT_2 \Rightarrow m_2 = \frac{P_1V_1}{RT_2} = \frac{100000 \times 0.893}{297 \times 293} = 1.026kg$$

$$V_1 = \left(\frac{2.5}{1}\right)^{\frac{1}{1.26}} \times \frac{272}{1-\left(2.5/10.51\right)^{\frac{1}{1.26}}} = 827$$

حجم مخزن در فرایند پلی تروپیک: لیتر

گفته می شود ۷۵ درصد اب منبسط شده سرریز می شود: حجم مخزن سرریز: $875 \times 0.75 = 620$ لیتر

حجم منبع انبساط: $827 \times 0.25 = 207$ لیتر

۲/۶- سیستم گرمایش بخار

استفاده از بخار به عنوان منبع انرژی به دوران ویکتوریا برمی گردد،دران زمان برای تولید برق و به حرکت در اوردن تجهیزات و قطار از انرژی بخار استفاده می کردند.با استفاده از استانداردهای معاصر به صورت غیر اقتصادی از تولید بخار برای گرمایش استفاده می شد.همچنانکه از جمله در اتاقهای استریل و رختشویی و اشپرخانه های تجاری و کارخانجاتد و تولید برق از بخار استفاده می شود.اکث این کاربردها به فشار خیلی بابل نیاز می باشد،بنابراین شیر کاهنده فشار در قسمت رفت مدار گرمایش نصب می شود.سیستم بخار گرمای نهان اب رادر موقع تبدیل به بخار بیشینه می کند.گرمای نهان اب درنقطه جوش در این فرایند تقریبا $2260.\,kj/kg$ و گرمای محسوس $420.\,kj/kg$ می باشد.به دلیل بالا بودن این گرما می توان سایز اتصالات وسیله گرمازا وخطوط لوله کشی را کوچکتر از سیستم اب داغ در نظر گرفت.

۲/۶/۱-دسته بندی سیستم گرمایش بخار

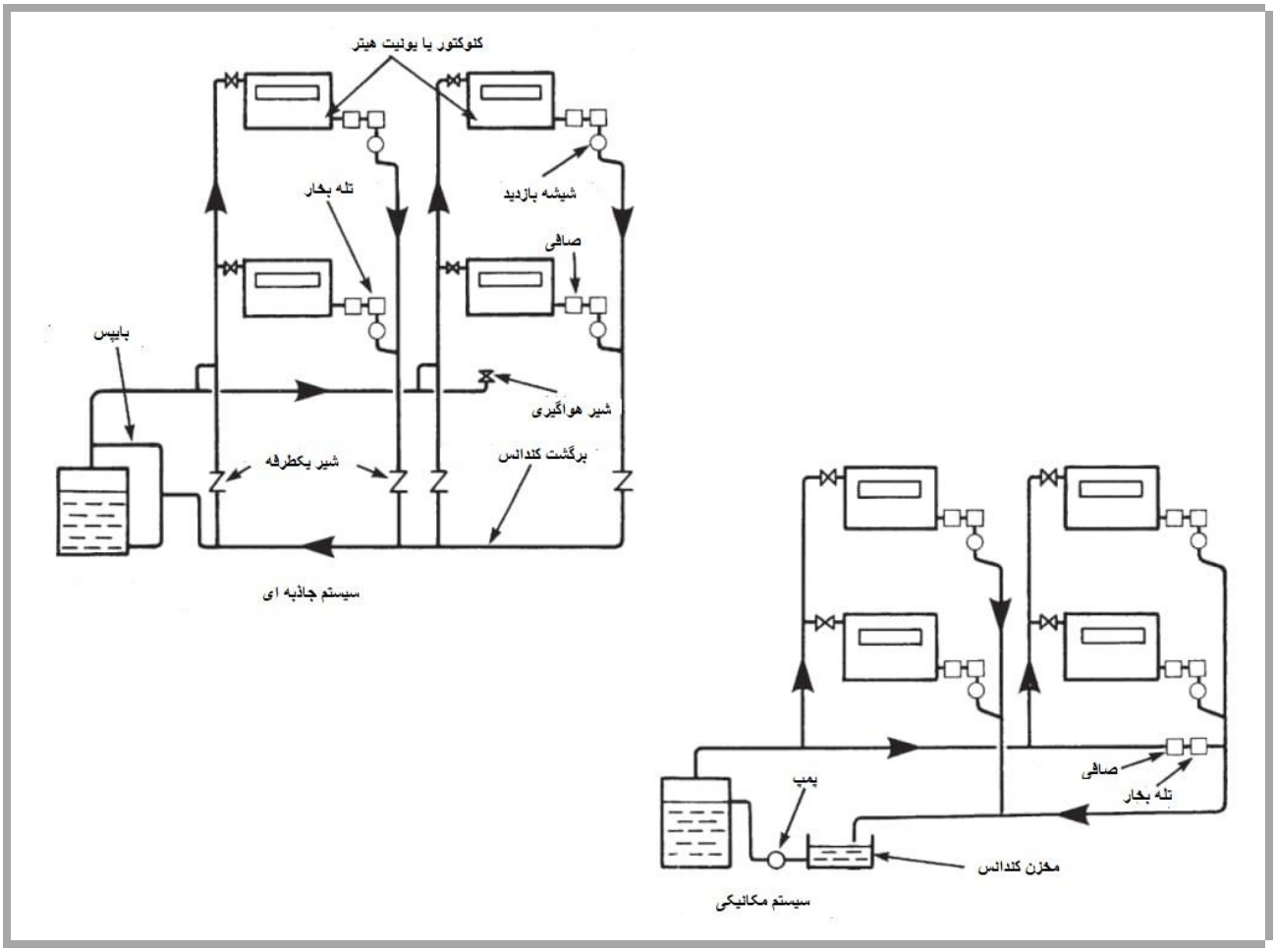
در سیستم فشار پایین دما وفشار $35kpa$ تا ۷۰ $(108 \uparrow 130°c)$،فشار متوسط $170kpa$ تا ۵۵۰ $(130 \uparrow 160°c)$ ودر فشار بالابیش از $550kpa$ ($130°c$ و بالاتر) می باشد.سرعت بخار در سیستم فوق داغ $60.\,m/s$ و در سیستم بخار اشباع $40.\,m/s$ پودر بخار تر $0.8\,m/s$ تا ۳۰ ودر اتصالات بخار و تجهیزات باشد.سیستم به دو دسته جاذبه ای و مکانیکی تقسیم می شود.در سیستم مکانیکی از پمپ جابجایی مثبت برای جابجایی کندانس بخار(برگشت به بویلر) استفاده می شود.از یک تله بخار برای جلوگیری از اتلاف انرژی در هر وسیله گرمازا استفاده می شودکه این قسمت از سیستم شامل صافی و یا فیلتر نیز می باشد.

2-13-دبی حجمی جریان

$$Q=u\times A=u\times\frac{\pi d^{۲}}{۴}$$

2-14-قطر لوله

$$d=۱.۱۲۸۴\sqrt{\left(Mv/u\right)}$$



شکل ۱۳-۲سیستمهای جاذبه ای و مکانیکی بخار

2-15-سرعت جریان سیال

$$u=k_{ع}\times M\times۱۰۰۰$$

$$k_{ع}=\left(۴/pd^{۲}\right)\times ۱/۱۰۰۰$$

مثال ۹-۲-یک مخزن مبدل حرارتی با ظرفیت ۶۰۰ لیتر اب دمای ۶۵°C که از خط تغذیه در دمای ۱۰ درجه در مدت ۱.۵ ساعت گرم می شود ،ذخیره می کند.اگر بخار در ۳ بار مطلق ۰.۹ خشک به خط وارد شود،دبی جرمی

بخار مورد نیاز،سایز اتصالات و سرعت واقعی بخار را تعیین کنید؟فرض کنید بیشترین سرعت بخار $۱۰^{m/s}$ در دمای $۱۳۰^{\circ}C$ از مبدل حرارتی خارج شود،از تلفات مبدل صرفه نظر شود.

$$M=\frac{Q}{dh}\Rightarrow Q=\frac{۶۰۰\times ۴.۲\times(۶۵-۱۰)}{۱.۵\times ۳۶۰۰}\ kw$$

تغییرات انتالپی(با استفاده از جداول بخار):

$$dh=h_{w(۵۵)}-h_{f(۱۳۰)}=(۰.۹\times ۲۱۶۴+۵۶۱)-۵۴۶=۱۹۶۲.۶(kj/kg)$$

دبی جرمی بخار:

$$M=\frac{۲۵.۶۷}{۱۹۶۳}=۰.۰۱۳۱(kg/s)$$

$$d=۱.۱۲۸۴\times\sqrt{V\left(Mv/u\right)}$$

از جداول بخار:

$$V_g=۰.۶۰۵۷(m^{۳}/kg)$$

$$v=V_g\times q=۰.۶۰۵۷\times ۰.۹=۰.۵۴۵(m^{۳}/kg)$$

$$d=۱.۱۲۸۴\times\sqrt{\frac{۰.۰131\times 0.545}{۱۰}}=۰.۰۳۰۱۳(m)$$

نزدیکترین قطر استاندارد لوله فولادی با قطر $۳۲mm$است.

سرعت واقعی بخار $۸.۸۸^{m/s}$ می باشد.

مثال ۱۰-۲-بخار با دبی $۰.۰۶۳^{kg/s}$ به صورت اشباع در فشار اولیه ۲.۷ بار مطلق در لوله اصلی جابجا می شود.طول لوله اصلی ۷۰ متر و امل ۶ خم جوش شده و یک شیر قطع و وصل می باشد.بیشترین سرعت را $۴۰^{m/s}$ فرض کنید:الف)قطر لوله اصلی را تعیین کنید؟ب)فشار نهایی را تعیین کنید؟ج)سرعت نهایی بخار را تعیین کنید؟د)سرعت اولیه بخار را تعیین کنید؟)ضریب افت فشار سرعتی برای خمهای فولادی جوش شده و برای شیر قطع و وصل می باشد (

الف) حجم مخصوص در فشار داده شده $۰.۶۶۸۶^{kg/m^{۳}}$ می باشد.

$$d = ۱.۲۸۴ \times \sqrt{\left(\frac{۰.۰۶۳ \times ۰.۶۶۸۶}{۴۰}\right)} = ۰.۰۳۶۶(m)$$

نزدیکترین استاندارد مربوط به لوله فولادی با قطر $۴۰mm$ می باشد.

ب) طول معادل لوله(از جدول):

$$\frac{Z_۱ - Z_۲}{L} = ۱۷۱ \Rightarrow l_e = ۱.۷(\text{m})$$

طول معادل کل :

$$TEL = L + k_t \times l_e$$

ضریب کا برای شش خم و یک شیر قطع و وصل:

$$k_t = ۶ \times ۰.۳ + ۱ \times ۶ = ۷.۸$$

$$TEL = \left(۷۰ + ۱.۷ \times ۷.۸\right) = ۸۳.۲۶m$$

هد استاتیک :

$$dZ = ۸۳.۲۶ \times ۱۷۱ = ۱۴۲۳۷m$$

$$Z = P^{۱.۹۲۹} \Rightarrow Z_۱ = ۲۷۰^{۱.۹۲۹} = ۴۸۹۸۹$$
$$Z_۱ - Z_۲ = ۱۴۲۳۷ \Rightarrow ۴۸۹۸۹ - Z_۲ = ۱۴۲۳۷ \Rightarrow Z_۲ = ۳۴۷۵۲$$

فشار نهایی ۲.۲۶ بار مطلق می باشد:

$$P_۲ = \sqrt[۱.۹۲۹]{۳۴۷۵۲} = ۲۲۶(kpa)$$

ج) از جداول بخار(پیوست۱) حجم مخصوص در فشار ۲.۲۶ بار $۰.۷۹ \, m^۳/kg$ بدست می اید.قطر لوله $۴۰mm$ ودبی جرمی $۰.۰۶۳ \, kg/s$ و با استفاده از فرمول زیر سرعت نهایی بخار بدست می اید:

$$d = ۱.۱۲۸۴\sqrt{Mv/u} \Rightarrow u = ۳۹\left(m/s\right)$$

د) ضریب سرعت $k_۶ = ۰.۷۸۶$ و حجم مخصوص در فشار ۲.۷ بار $۰.۶۶۸۶ \, m^۳/kg$ برای بخار اشباع می باشد که با جایگذاری در معادله روبه رو سرعت اولیه بخار $۳۳ \, m/s$ بدست می اید.

$$u = k_۶ \times M \times v \times ۱۰۰۰$$

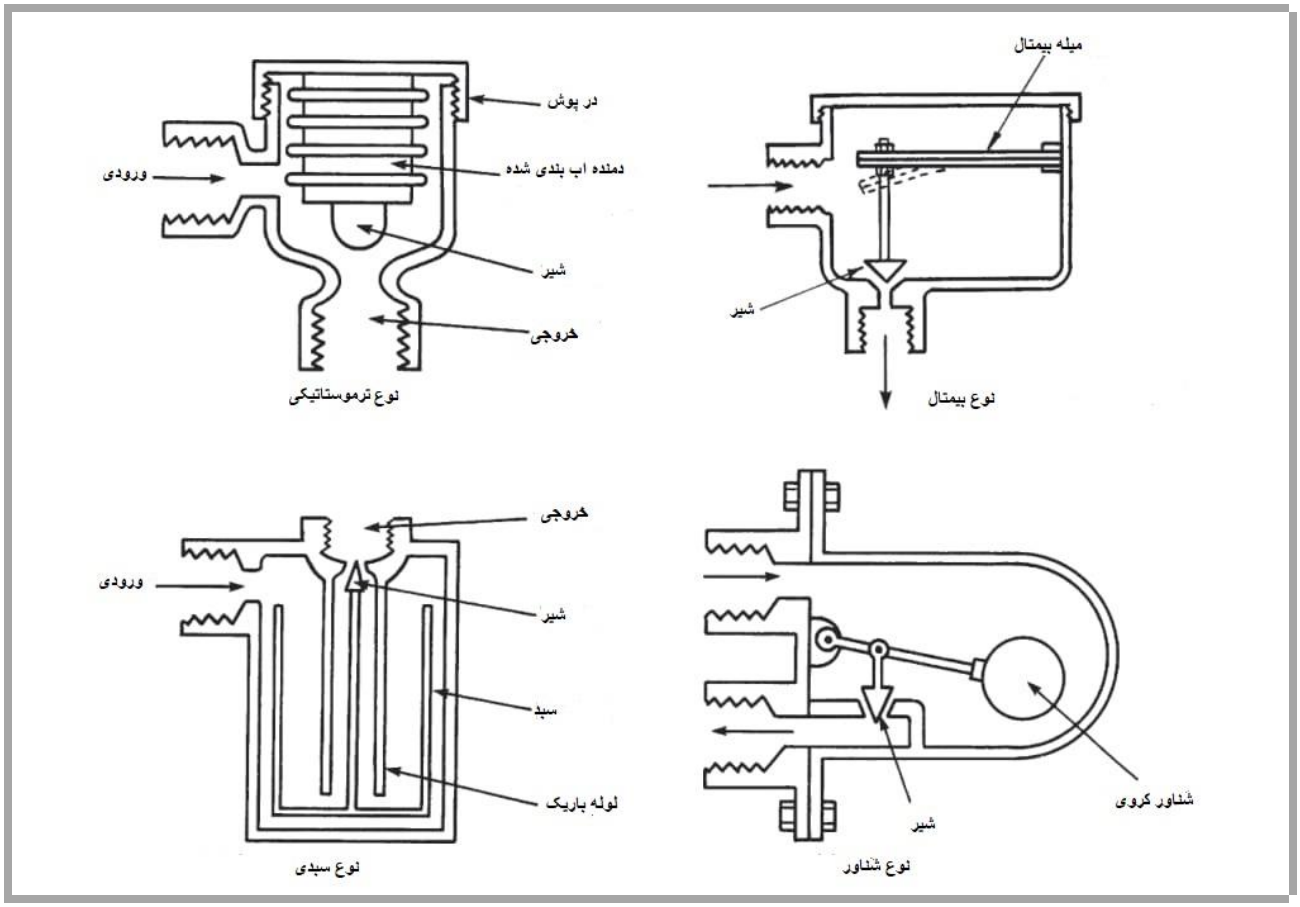
قطر لوله بخار(mm)	20	25	32	40	50	65	80	100	150

قطر لوله کندانس(mm)	15	20	20	25	32	32	50	65	80

جدول۷-۲-قطر پیشنهادی لوله بخار و کندانس

۲/۶/۲-تله بخار

هدف از نصب تله بخار جداکردن بخار از کندانس و نگه داشتن بازده بخار در توزیع خطوط لوله و وسایل گرمازا می باشد.تله های بخار د سایزهای مختلف و با توجه به شرایط مختلف ساخته می شودند.تله بخار ترموستاتیکی و بیمتال در ظرفیتهای نسبتا کوچک مانند رادیاتورها و یونیت هیترها و نوع سطلی . شناور برای ظرفیت بزرگتر در کندانس و بخار در انتهای خطوط لوله ومبدل حرارتیها استفاده می شوند.



شکل ۱۴-۲-انواع تله بخار

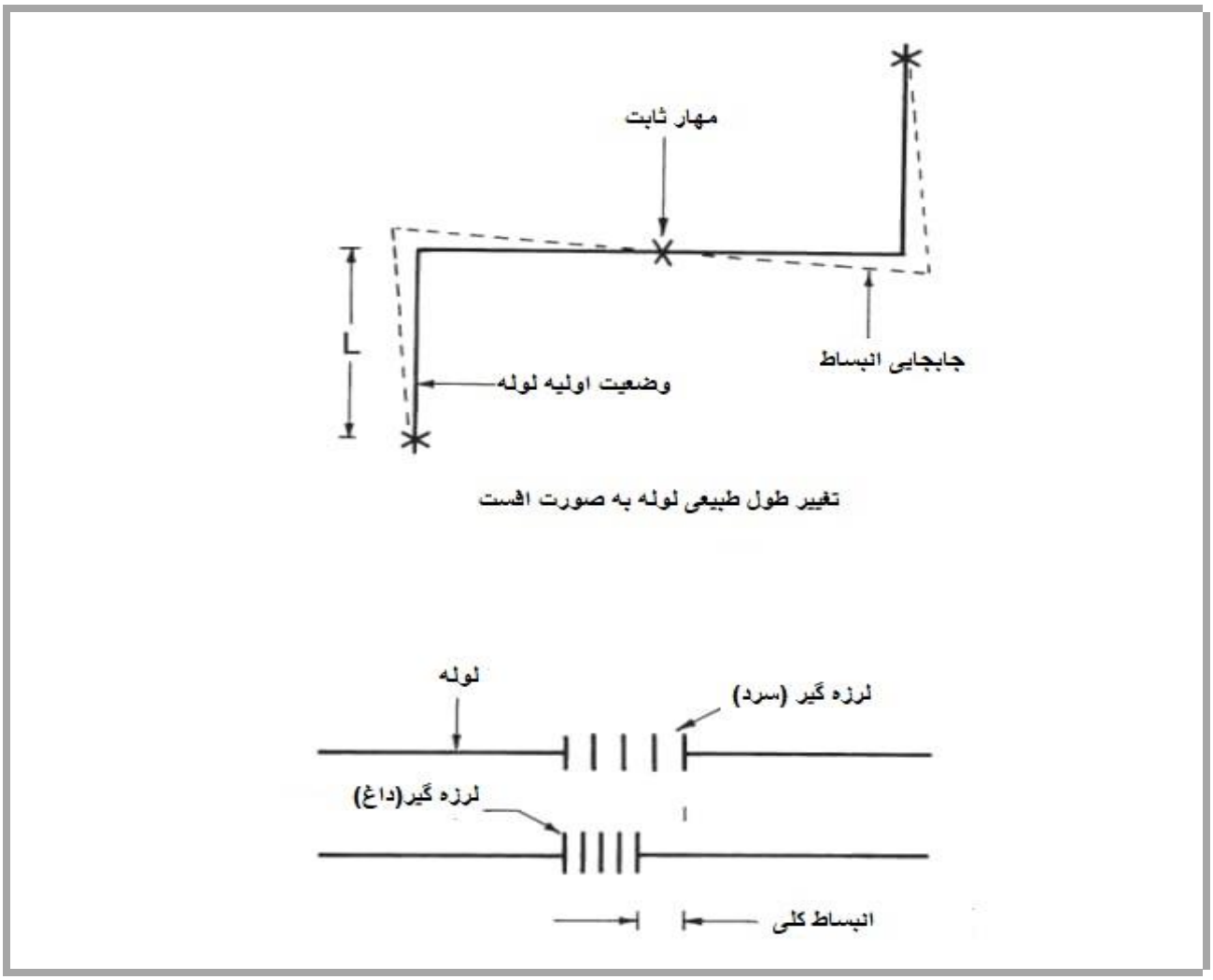
۲/۷- انبساط لوله ها

لوله های فلزی از جمله لوله مانیسمان و لوله درزدار به علت آلیاژ فلزی خود رفتاری شبیه به فلزات در مقابل تغییرات دمایی نشان می دهند. سیال جاری درون لوله و اتصالات دمای خود را به لوله های فلزی انتقال می دهد و موجبات انبساط و انقباض لوله فلزی را ایجاد می ،این تغییر طول باید به روشهای استاندارد مهار شوند تا از اسیب به خط لوله واتصالات و تجهیزات جلوگیری شود.

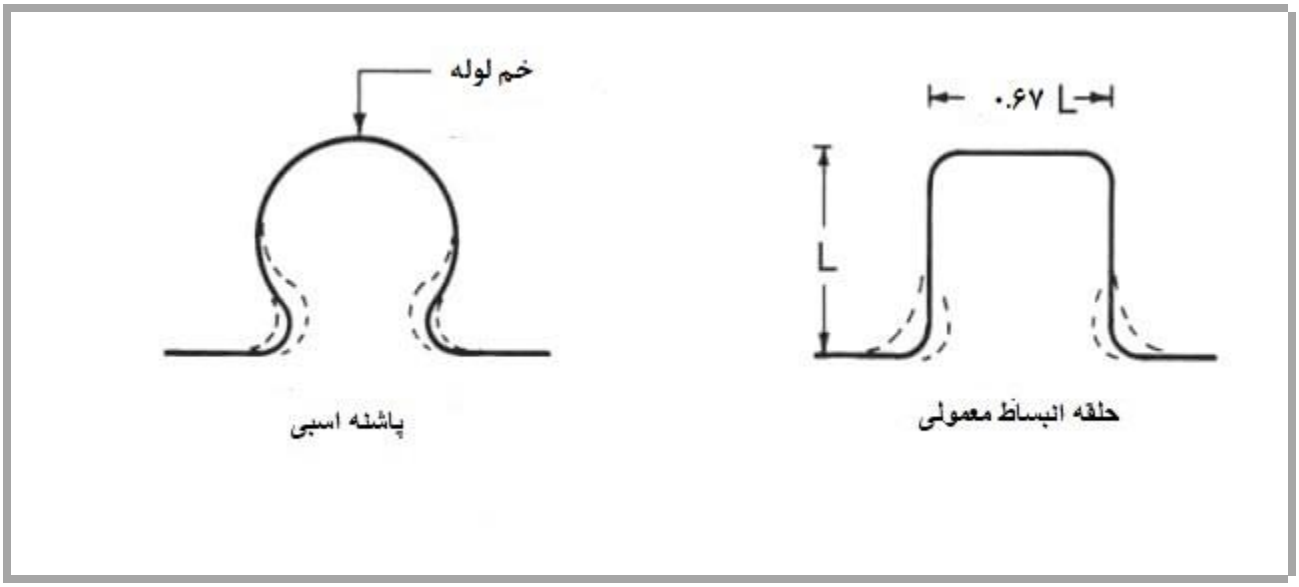
۲/۷/۱-انواع مهار انبساط لوله

1-تغییر طول طبیعی به صورت افست.۲-لرزه گیر اکاردئونی.۳-حلقه انبساط.

لرزه گیرها باید همه ی جابجایی لوله ها را جذب کند،وقتی که لوله یا سیال درون لوله سرد می شود لرزه گیر جمع می شود.



شکل ۱۵-۲-لرزه گیر اکاردئونی و افست



شکل ۱۶-۲-حلقه انبساط

۲/۷/۲-فرمول انبساط لوله در اثر تغییر دما

2-16-انبساط لوله $\Delta l = l_{\circ}\lambda\Delta\theta$

$(\Delta l, l_{\circ}, \Delta\theta, \lambda)$ به ترتیب از راست ضریب انبساط طولی ،تغییرات دما،طول اولیه وتغییرات طول می باشد.

مواد	ضریب انبساط طولی $\left(m/mk \times ۱۰^{-۶}\right)$
چدن	10.22
مس	16.92
پی وی سی اثر معمولی	11.34
پی وی سی اثر بالا	55.10
پلی اتیلن چگالی پایین	75.10
پلی اتیلن چگالی بالا	225
پلی استایرن	140.2

جدول ۸-۲-ضریب انبساط طولی لوله های مختلف

طول افست $L = ۱۰۰\sqrt{ld}$

طول حلقه انبساط $L = ۵۰\sqrt{ld}$

مثال ۱۱-۲-یک لوله استیل به قطر $۸۰mm$و طول $۲۰m$دمایش از ۲۰ به ۸۰ درجه سانتی گراد تغییر پیدا کرده است .مقدار انبساط لوله را محاسبه کنید؟در صورت استفاده از افست و حلقه انبساط مقدار تغییر طول را بدست اورید؟ $\Delta l = ۲۰ \times ۱۱.۳۴ \times ۱۰^{-۶} \times ۶۰ = ۰.۰۱۳۶m$

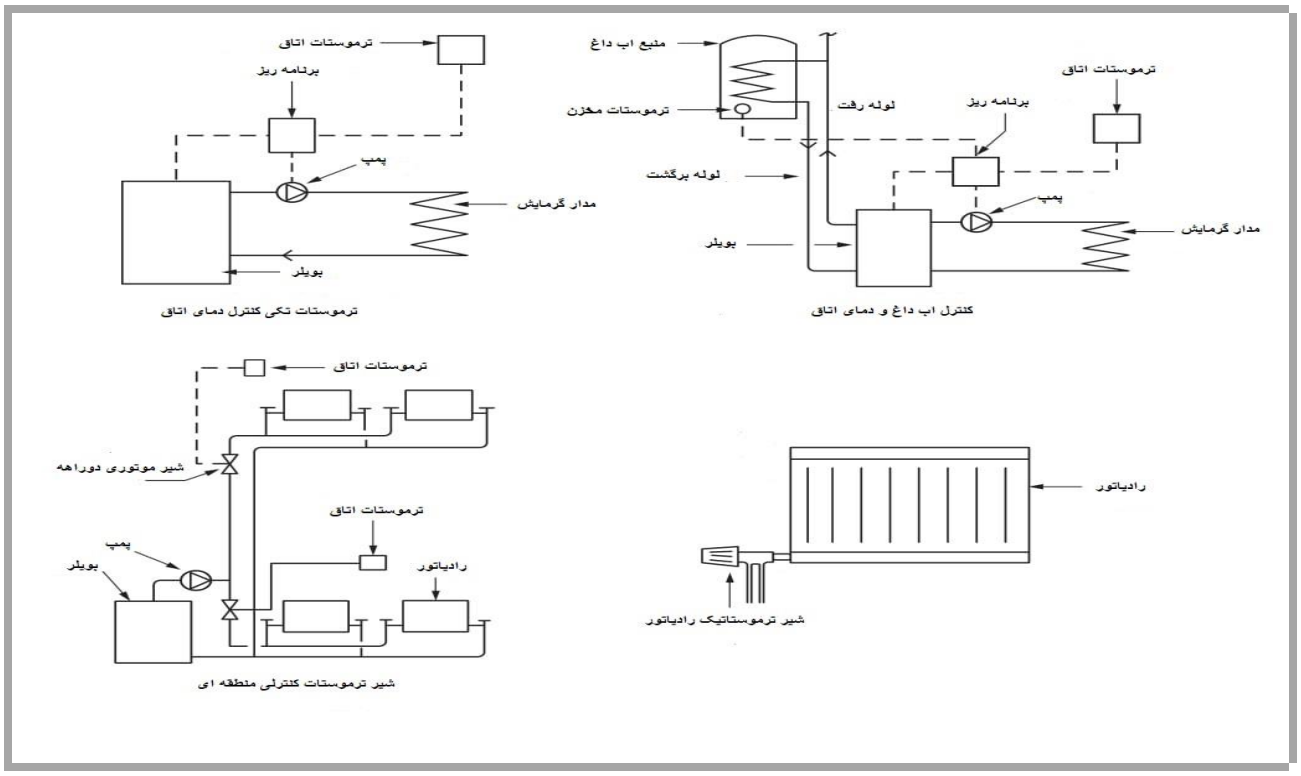
طول افست: کمترین مقدار $L = ۱۰۰\sqrt{ld} = ۱۰۰\sqrt{۰.۰۱۳۶ \times ۰.۰۸} = ۳.۳m$

طول حلقه انبساط: کمترن مقدار $L = ۵۰\sqrt{ld} = ۵۰\sqrt{۰.۰۱۳۶ \times ۰.۰۸} = ۱.۶۵m$

طول بالای افست(افقی): کمترین مقدار $= ۰.۶۷ \times L = ۱.۱m$

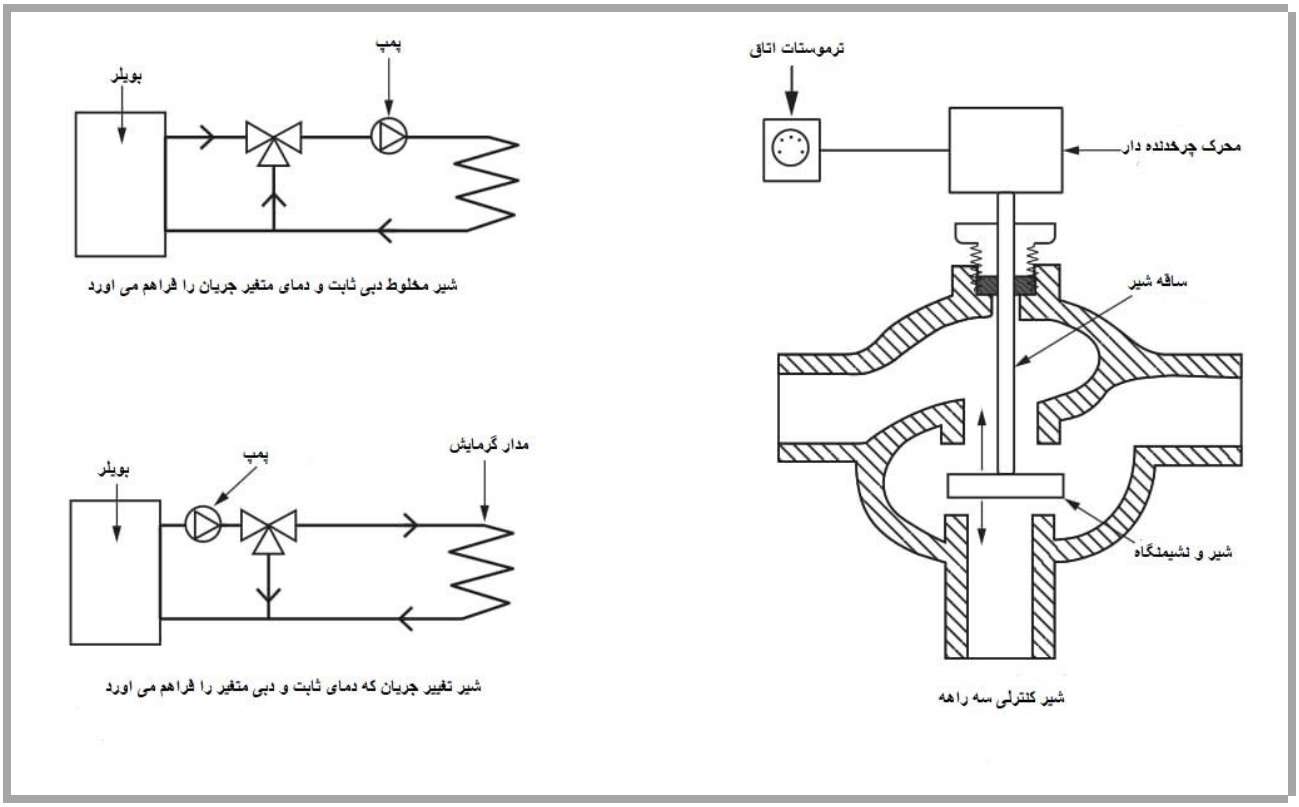
۲/۸- کنترل ترموستاتیکی سیستمهای گرمایش

کنترل ترموستاتیکی سیستمهای گرمایش و اب د اغ مصرف سوخت را کاهش می دهد،تنظیم مناسب دمای ساختمان برایز ساکنین و بهبود بازده حرارتی وسایل حرارتی را فراهم می اورد.رموستات اتلق باید دور از هوای ازاد و نور مستقیم افتاب و وسایل گرمازا باشد وبین ۱.۲ و ۱.۵ متر بالاتر از کف قرار بگیرد.شیر ترموستاتیک رادیاتور برای هر وسیله باید به طور مستقل از هر اتاق دیگری کنترل شود.



شکل ۱۷-۲-کنترل ترموستاتیکی سیستمهای گرمایش

شیرهای کنترلی سه راهه روی اب داغ از بویلر در مدار اولیه ومدار گرمایش نصب می شود.انها نقش مخلوط کردن یا تغییر مسیر جریان ،بسته به نوع طراحی سیستم را برعهده دارند.شیرهای مخلوط دور پورت ورودی و یک پورت خروجی دارند و شیرهای تغییر جریان یک ورودی و دو خروجی دارند.شیر متحرک تحت کوچکترین اثر از موتور الکتریکی یا محرک به فرمان ترموستاتیکی پاسخ می دهند.گرچه این شیرهای الکتریکی موتوری با اهرم دستی کار نمی کنند ولی با قراردادن انها در وضعیت دستی عمل تخلیه ویا پر کردن را انجام به صورت دستی انجام می دهند.



شکل ۱۸-۲-شیرهای کنترلی

۲/۹- شیر بای پس اتوماتیک

بای پس خودکار یک نوع شیر یک طرفه یا سوپاپ است و در مسیر لوله ای که مدار رفت گرمایش را به برگشت متصل می کند قرار دارد.در صورت گرفتگی مدار گرمایش یا بستن تمامی رادیاتورها بدون تغییر حالت زمستانی به تابستانی موجب افزایش ناگهانی دما و خرابی و کاهش عمر مفید مبدل یا افزایش فشار در چرخه می گردد. به منظور جلوگیری از این صدمات، یک مسیر انحرافی[۳] بین مسیر رفت و برگشت قبل از پمپ تعبیه شده است. در این مسیر یک سوپاپ در خلاف جهت عبور جریان در نظر گرفته شده که فنر این سوپاپ قدرت مشخصی دارد و در صورت بروز حالت های ذکر شده و بالا رفتن فشار مسیر رفت این سوپاپ عمل کرده و باز می شود و آب را از این مسیر به پمپ بازمی گرداند. حداکثر میزان گردش آب در مدار کنار گذر بستگی به مدل دستگاه خواهد داشت. طراحی فشار این فنر از شرکت سازنده پکیج، به گونه ای است که حداقل چرخش آب توسط پمپ را تضمین نماید.از دیگر مزایای بای پس می توان به جلوگیری از برگشت، به مدار رفت اشاره کرد.

[۳] Bypass