بسم الله الرحمن الرحیم

تأسیسات بهداشتی ساختمان

رشتهٔ تأسیسات

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۱۸۵۹

۶۹۶ تأسیسات بهداشتی ساختمان/ مؤلفان : سیدحسن میرمنتظری...[و دیگران]. ــ تهران : شرکت
۲۲۹ ت/ چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
۱۳۹۴ ۲۳۷ ص. : مصور. ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۱۸۵۹)
متون درسی رشتهٔ تأسیسات، زمینهٔ صنعت.
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ تأسیسات دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
۱. تأسیسات. ۲. لوله‌کشی. ۳. حمام‌ها ــ لوله‌کشی و نصب. ۴. تهویه مطبوع. ۵. حرارت مرکزی. الف. میرمنتظری، سیدحسن. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **info@tvoccd.sch.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch.ir**

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **تأسیسات بهداشتی ساختمان ـ ۳۵۹/۳۹**

مؤلفان : **سیدحسن میرمنتظری، علی رئیسی، علی حکمت و احمد آقازاده**

اعضای کمیسیون تخصصی : **اصغر قدیری مقدم، محمد قربانی، حسن ضیغمی، گیتی شیروانی، امیر لیلاز مهرآبادی، احمد آقازاده، غلامرضا رنجبر، مهدی ثنایی عالم و سیروس کشور دوست**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا : **معصومه چهره‌آرا ضیابری**

طراح جلد : **محمدحسن معماری**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)**

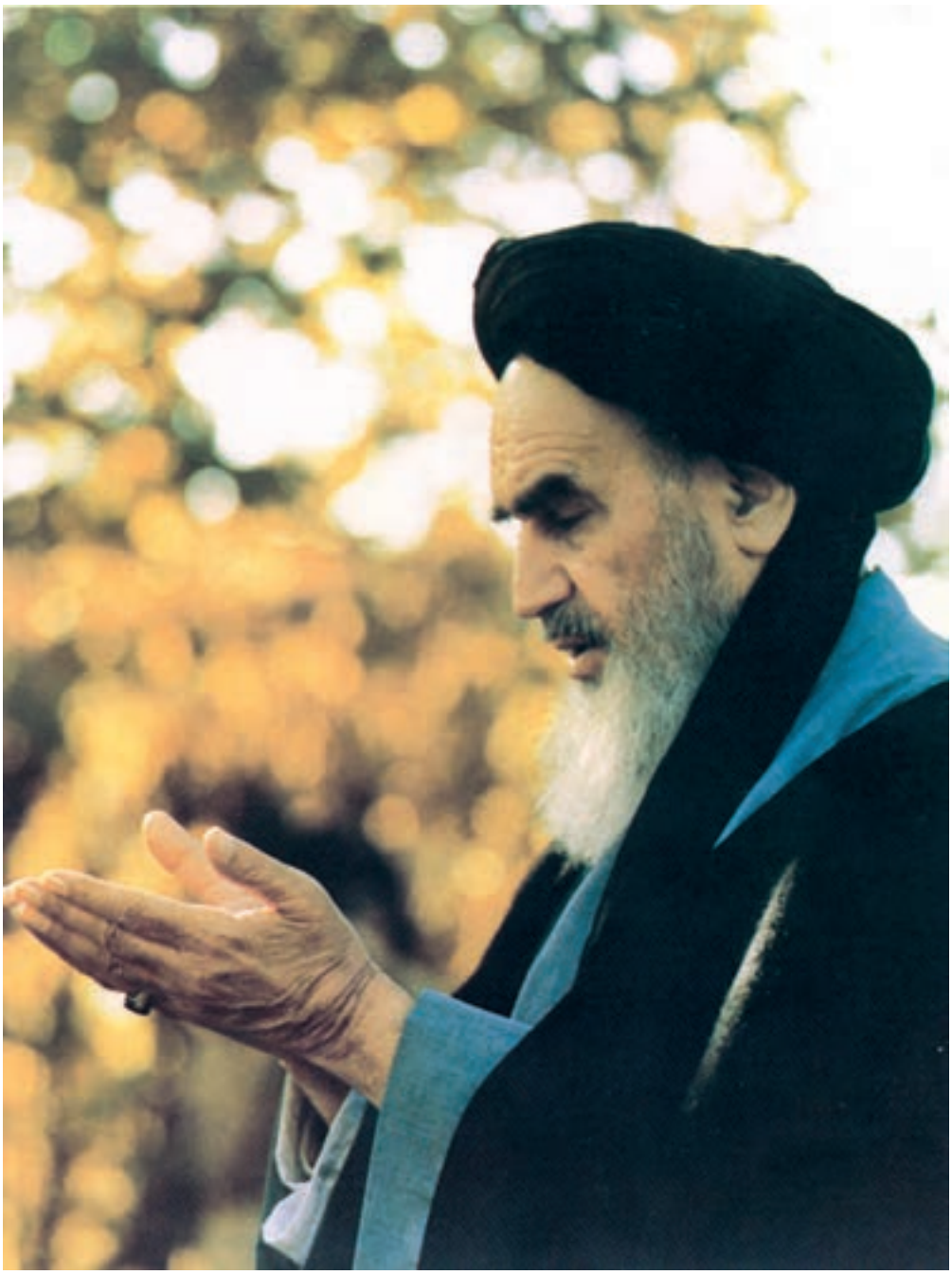
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»**

سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ سیزدهم ۱۳۹۴**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۵-۱۲۱۲-۰۵-۹۶۴ **ISBN 964-05-1212-5**



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتّکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اوّل : آب ۱
۱ــ آب ۱
۱ــ۱ــ گردش آب در طبیعت ۱
۱ــ۲ــ منبع های آب ۲

فصل دوم : ویژگی‌های آب ۶
۲ــ ویژگی های آب ۶
۲ــ۱ــ ویژگی‌های فیزیکی آب ۶
۲ــ۲ــ ویژگی‌های آب آشامیدنی ۷
۲ــ۳ــ ویژگی آب صنعتی ۹

فصل سوم : تصفیهٔ آب ۱۱
۳ــ تصفیهٔ آب ۱۱
۳ــ۱ــ شبکه‌های آشغالگیر ۱۱
۳ــ۲ــ ته‌نشین کردن مواد خارجی آب ۱۱
۳ــ۳ــ صافی‌ها ۱۲
۳ــ۴ــ هوادهی ۱۳
۳ــ۵ــ گندزدایی آب ۱۴
۳ــ۶ــ گرفتن سختی آب ۱۴

فصل چهارم : محاسبات فنی ۲۰
۴ــ محاسبات فنی ۲۰
۴ــ۱ــ محاسبات طول ۲۰
۴ــ۲ــ محاسبات سطح ۲۴
۴ــ۳ــ محاسبات حجم ۲۷
۴ــ۴ــ محاسبات جرم ۳۱

فصل پنجم : آب‌رسانی ساختمان ۴۰
۵ــ آب‌رسانی ساختمان ۴۰
۵ــ۱ــ انشعاب از لولهٔ اصلی ۴۰

۲ـ۵ـ شیر انشعاب ۴۰
۳ـ۵ـ لولهٔ انشعاب ۴۰
۴ـ۵ـ شیر پیاده‌رو ۴۰
۵ـ۵ـ کنتور آب ۴۰
۶ـ۵ـ تشریح لوله‌کشی یک ساختمان ۴۲
۷ـ۵ـ حفاظت آب آشامیدنی ۴۳
۸ـ۵ـ لوازم جلوگیری از برگشت جریان ۴۴
۹ـ۵ـ ضربهٔ قوچ ۴۵
۱۰ـ۵ـ خوردگی ۴۷
۱۱ـ۵ـ لوله‌کشی توزیع آب‌گرم مصرفی ۴۸
۱۲ـ۵ـ عایق‌کاری ۴۸
۱۳ـ۵ـ مقررات ملی در لوله‌کشی آب مصرفی ۴۹

فصل ششم : لوله‌ها و فیتینگ‌ها در آب‌رسانی ۵۲
۶ ـ لوله‌ها و فیتینگ‌ها در آب‌رسانی ۵۲
۱ـ۶ ـ تعاریف ۵۲
۲ـ۶ ـ لولهٔ فولادی گالوانیزه (سفید) ۵۳
۳ـ۶ ـ لوله‌های مسی ۵۸
۴ـ۶ ـ لوله‌های پلی‌مری ۶۵

فصل هفتم : شیرها ۷۸
۷ـ شیرها ۷۸
۱ـ۷ـ انواع شیرها از نظر نوع اتصال ۷۸
۲ـ۷ـ انواع شیرها از نظر جنس ۷۹
۳ـ۷ـ انواع شیرها از نظر کاربرد ۷۹
۴ـ۷ـ شیرها و مقررات ملّی ساختمان ۹۰
۵ـ۷ـ بهینه‌سازی مصرف انرژی ۹۱

فصل هشتم : محاسبه آب آشامیدنی ۹۶
۸ ـ محاسبه لوله‌کشی آب آشامیدنی ۹۶
۱ـ۸ـ مقدار آب مصرفی ۹۶
۲ـ۸ـ واحد مصرف ۹۶
۳ـ۸ـ تعیین قطر لوله‌کشی آب آشامیدنی ۱۰۲

فصل نهم : تهیهٔ آب گرم مصرفی ۱۱۴
۹ــ تهیهٔ آب گرم مصرفی ۱۱۴
۱ــ۹ــ آب گرم کن‌های نفت‌سوز ۱۱۴
۲ــ۹ــ آب گرم کن‌های برقی ۱۱۴
۳ــ۹ــ آب گرم کن‌های گازسوز ۱۱۵
۴ــ۹ــ آب گرم کن‌های خورشیدی ۱۲۴
۵ــ۹ــ مقررات مربوط به ساخت و جنس آب گرم کن‌ها ۱۲۷

فصل دهم : مخازن ذخیره و تأمین فشار آب ۱۳۱
۱۰ــ مخازن ذخیره و تأمین فشار آب ۱۳۱
۱ــ۱۰ــ پمپ و مخزن ذخیره در ارتفاع ۱۳۱
۲ــ۱۰ــ پمپ بدون مخزن تحت فشار ۱۳۴
۳ــ۱۰ــ پمپ و مخزن تحت فشار ۱۳۶

فصل یازدهم : جمع‌آوری و دفع فاضلاب ۱۳۹
۱۱ــ جمع‌آوری و دفع فاضلاب ۱۳۹
۱ــ۱۱ــ شبکه جمع‌آوری فاضلاب و هواکش ۱۴۰
۲ــ۱۱ــ اهمیت لوله‌کشی هواکش در شبکه فاضلاب ۱۴۲
۳ــ۱۱ــ جمع‌آوری آب باران ۱۴۴
۴ــ۱۱ــ دفع فاضلاب ۱۴۵
۵ــ۱۱ــ دفع آب باران ۱۴۸
۶ــ۱۱ــ مقرّرات ملی ساختمانی ایران ۱۴۹

فصل دوازدهم : محاسبهٔ شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب ساختمان ۱۵۱
۱۲ــ محاسبهٔ شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب ساختمان ۱۵۱
۱ــ۱۲ــ شیب خطوط لولهٔ فاضلاب ۱۵۱
۲ــ۱۲ــ واحد مصرف (DFU) ۱۵۲
۳ــ۱۲ــ اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی فاضلاب ۱۵۳
۴ــ۱۲ــ تعیین قطر نامی لوله هواکش فاضلاب ۱۵۷
۵ــ۱۲ــ اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی آب باران ۱۵۹
۶ــ۱۲ــ محاسبهٔ حجم سپتیک تانک ۱۶۲

فصل سیزدهم : لوله‌ها و فیتینگ‌های شبکهٔ فاضلاب ۱۶۵
۱۳ــ لوله‌ها و فیتینگ‌های شبکهٔ فاضلاب ۱۶۵
۱ــ۱۳ــ لوله‌های چدنی ۱۶۵
۲ــ۱۳ــ لوله و فیتینگ PVC ۱۸۲
۳ــ۱۳ــ لوله‌های پلی‌اتیلنی ۱۸۳
۴ــ۱۳ــ لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه ۱۸۶
۵ــ۱۳ــ سیفون‌ها ۱۸۶
۶ــ۱۳ــ مقرّرات ملی ۱۹۱

فصل چهاردهم : تأسیسات استخر ۱۹۴
۱۴ــ تأسیسات استخر ۱۹۴
۱ــ۱۴ــ استخر ۱۹۴
۲ــ۱۴ــ تأسیسات جکوزی ۲۰۸
۳ــ۱۴ــ تأسیسات سونا ۲۱۱

فصل پانزدهم : آتش‌نشانی ۲۱۴
۱۵ــ آتش‌نشانی ۲۱۴
۱ــ۱۵ــ چگونگی ایجاد حریق ۲۱۵
۲ــ۱۵ــ طبقه‌بندی حریق‌ها ۲۱۶
۳ــ۱۵ــ روش‌های جلوگیری از ایجاد حریق ۲۱۶
۴ــ۱۵ــ نکات ایمنی ۲۱۷
۵ــ۱۵ــ روش‌های اطفاءِ حریق ۲۱۷
۶ــ۱۵ــ خاموش‌کننده‌های دستی ۲۱۷
۷ــ۱۵ــ سیستم‌های اطفاءِ حریق با آب ۲۲۱

منابع و مآخذ ۲۳۵

هدف کلی

ایجاد تغییر رفتار در هنرجو به‌طوری که بتواند اصول، استانداردها، مقررات ملی ساختمانی پیرامون آب‌رسانی سرد و گرم مصرفی ساختمان، وسایل بهداشتی، لوله‌کشی، جمع‌آوری، دفع فاضلاب مواد و مصالح مربوطه را توضیح داده و محاسبات مربوطه را انجام دهد.

جدول زمان‌بندی کتاب

فصل	زمان به ساعت
فصل اول	۲
فصل دوم	۲
فصل سوم	۴
فصل چهارم	۱۸
فصل پنجم	۴
فصل ششم	۱۰
فصل هفتم	۴
فصل هشتم	۲۴
فصل نهم	۶
فصل دهم	۸
فصل یازدهم	۸
فصل دوازدهم	۱۲
فصل سیزدهم	۶
فصل چهاردهم	۶
فصل پانزدهم	۶

مقدمه

مردم کشور ما همیشه سعی داشته‌اند در استفاده از آب بیشترین بهره را ببرند و از هدر رفتن آن جلوگیری کنند. چنان‌که این موضوع در آثار ملی و مذهبی ما مشهود می‌باشد.

استفاده از بندها و سدهای بسیار زیادی جهت برداشت از آب رودخانه‌ها از حدود ۳۰۰۰ سال قبل در تاریخ این سرزمین ثبت گردیده است. همچنین اجداد ما برای برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی، نخست با حفر چاه و سپس با کندن قنات و با زحمت بسیار زیاد آب را با کمترین شیب ممکن، از چاه مادر به روی زمین روان می‌ساختند. در این زمینه بی‌تردید از نظر تکنیک مهندسی، ایرانیان، صاحب سبک و مقام بوده‌اند. به‌طوری که این تکنولوژی را به سایر تمدن‌های بزرگ دنیا نیز انتقال داده‌اند.

امروزه در کشور پهناور و پرجمعیت ما تهیه و تأمین آب موردنیاز مردم با توجه به شرایط اقلیمی آن یک امر بهداشتی و بسیار حیاتی محسوب می‌شود. به همین جهت استفاده بهینه از تأسیسات برداشت، تصفیه و توزیع آب در شهرها و در کنار شبکه‌ها، لوله‌کشی آب مصرفی در داخل ساختمان‌ها به یک ضرورت راهبردی تبدیل کرده است.

تجربه کشورهای پیشرفته نشان داده که برای حفظ بهداشت تنها تأمین آب کافی نیست بلکه جمع‌آوری و دفع آب‌های آلوده باید به‌صورت مکمل تأسیسات آب‌رسانی مورد استفاده قرار گیرد. به همین دلیل استفاده از انواع وسایل بهداشتی، اجرای شبکه فاضلاب خانگی و شهری و طراحی و ساخت تصفیه‌خانه‌های فاضلاب باید در دستور کار قرار گیرد.

خوشبختانه صنعت ساختمان‌سازی و شهرسازی در چند دهه اخیر در این جهت حرکت کرده است و برای تربیت نیروی انسانی آگاه به این تکنولوژی و توانا به اجرای صحیح آن، راه‌کارهای ضروری فراهم شده است. به همین جهت بخشی از مسئولیت تأمین نیروی انسانی موردنیاز به‌عهده هنرستان‌های کشور نهاده شده است و هنرجویان رشته تأسیسات قسمتی از آموزش‌های علمی و عملی خود را به یادگیری تکنولوژی تأسیسات آب‌رسانی تأسیسات بهداشتی می‌گذرانند.

این کتاب براساس برنامه مصوب و برای پاسخ‌گویی به نیازهای این بخش تدوین گردیده است. در بخش‌های مختلف این کتاب به تفکیک در زمینه روش‌های تهیه، تأمین، ازدیاد فشار و لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی از نظر تکنولوژی و محاسبات اولیه بحث می‌گردد. سپس موضوع جمع‌آوری لوله‌کشی و دفع فاضلاب مورد بررسی قرار می‌گیرد.

قابل ذکر است که برای آشنایی هنرجویان با مقررات ملی ساختمان ایران در زمینه آب‌رسانی و تأسیسات بهداشتی سعی شده است به اختصار در هر قسمت، بندهایی از آیین‌نامه و مقررات مربوطه بیان گردد.

بی‌شک به‌رغم توجه و تذکرهای ارزنده کمیسیون تخصصی رشتهٔ تأسیسات هنوز مواردی وجود دارد که بتوان با اشاره دوستان و همکاران صاحب تجربه و فاضل تصحیح نمود.

فصل اوّل

آب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ گردش آب در طبیعت را شرح دهد.

۲ــ منبع‌های آب را نام ببرد.

۳ــ چگونگی تشکیل سفره‌های زیرزمینی را شرح دهد.

۴ــ چاه و انواع آن را شرح دهد.

۵ــ قنات و ساختمان آن را شرح دهد.

۶ــ هدف از حفر قنات را بیان کند.

۷ــ منبع‌های روزمینی و زیرزمینی را نام ببرد.

۸ــ رودخانه و چگونگی استفاده از آن در آب‌رسانی شهری را توضیح دهد.

۱ــ آب

۱ــ۱ــ گردش آب در طبیعت

آب در طبیعت همواره در مداری بسته سیر می‌کند که ضمن آن حالت خود را از مایع به بخار یا جامد (یخ) و برعکس تغییر می‌دهد.

شکل ۱ــ۱ــ گردش آب در طبیعت

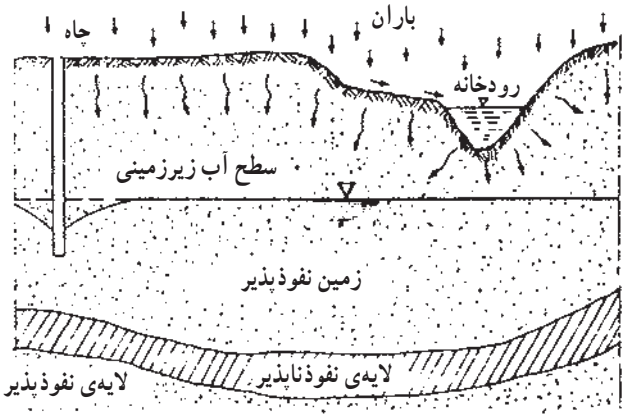
قسمتی از آب‌های روی زمین در اثر گرمای ناشی از تابش خورشید بخار شده و به‌صورت ذرات بسیار ریزی (به قطر حدود ۰/۰۲ میلی‌متر) ابرها را تشکیل می‌دهند. این ذرات در حالت عادی، به علت جریان باد، سرعت سقوط کمی دارند و تقریباً در هوا معلق می‌باشند، ولی بر اثر تغییرات درجه حرارت و فشار موجود در جوّ به حالت بخار اشباع درآمده، ذرات ریز به هم پیوسته و دانه‌های بارانی به قطر حدود ۰/۵ تا ۸ میلی‌متر تشکیل می‌دهند. این دانه‌های نسبتاً درشت بر اثر وزن خود به سوی زمین فرود می‌آیند. ذرّات باران اگر در مسیر خود به لایه‌ی سردی از هوا برخورد کنند تبدیل به برف یا تگرگ می‌گردند. گاهی هم ممکن است حالت اشباع نامبرده کاملاً در سطح زمین انجام گیرد که در این‌صورت شبنم پدید می‌آید.

۲ــ۱ــ منبع‌های آب

بیشتر بارش‌های آسمانی پس از باریدن مستقیماً و یا در اثر تعریق گیاهان به‌صورت بخار درآمده به آسمان برمی‌گردند. قسمت کمتری از این بارش‌ها هم به شکل‌های گوناگون بر روی زمین جاری می‌شود و یا در زیرزمین انبار می‌گردد. آب‌هایی را که از طریق جوی‌ها و رودخانه‌ها جریان یافته و به دریاچه‌ها و دریاها می‌ریزند آب‌های سطحی می‌نامند. آب‌هایی هم که به زیرزمین نفوذ می‌کند آب‌های زیرزمینی نام دارد که از آن‌ها تحت عنوان «منبع‌های آب» یاد می‌کنند.

باید دانست که میانگین بارندگی در کشور ما در حدود ۲۳ سانتی‌متر در سال است که در مقایسه با میانگین بارش در خشکی‌های زمین (حدود ۶۶ سانتی‌متر) بسیار کم و ناچیز می‌باشد. از این جهت می‌توان ایران را جزء مناطق خشک و کم‌باران محسوب نمود. بنابراین باید از منبع‌های آب سطحی و زیرزمینی کشورمان حفاظت کرده، در مصرف آب جداً صرفه‌جویی نموده و بهینه‌سازی مصرف را درنظر داشته باشیم.

۱ــ۲ــ۱ــ منبع‌های زیرزمینی آب: نفوذ آب حاصل از بارش باران و برف در زمین سبب پر شدن قسمتی از فضای خالی بین ذرّات جامد زمین می‌شود. این نفوذ، تحت تأثیر نیروی جاذبه‌ی زمین، از نقاط بلندتر به سمت نقاط پست‌تر صورت می‌گیرد. سرعت این نفوذ یا حرکت، بسته به نوع زمین متفاوت است. هنگام مواجه شدن با لایه‌های نفوذناپذیر مانند خاک رُس، این آب‌ها متوقف شده تشکیل منبع‌های زیرزمینی را می‌دهند. همچنان‌که در شکل ۲ــ۱ مشاهده می‌شود در طبیعت غالباً چند منبع آبی روی هم قرار می‌گیرند که به‌وسیله‌ی لایه‌های نفوذناپذیر از هم جدا می‌شوند.



شکل ۲ــ۱ــ تشکیل سفره‌های آب زیرزمینی

سطح آب در منبع بالایی معمولاً ثابت نیست و با بارندگی‌های فصلی تغییر می‌کند. لذا بهره‌برداری از منابع گودتر مطمئن‌تر ولی گران‌تر است. افزون بر این، منابع گودتر، از آلودگی سطحی زمین بیشتر در امان می‌باشند. طبقات خاک خاصیت صاف‌کنندگی دارد، بنابراین آب هنگام گذر از آن‌ها تصفیه شده، مواد معلّق خود را از دست می‌دهد و تنها نمک‌های محلول را در خود نگه می‌دارد. دمای آب نیز در اثر تماس با لایه‌های گودتر زمین تقریباً ثابت می‌ماند و تنها از ۸ تا ۱۲ درجه متغیّر است.

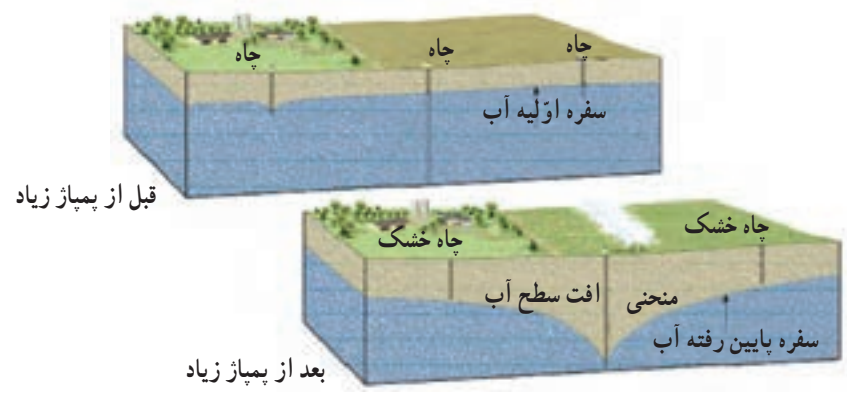
۲ــ۲ــ۱ــ روش‌های بهره‌برداری از منبع‌های زیرزمینی

چاه‌ها: چاه حفره‌ی استوانه‌ای قائمی است که سطح زمین را به یک مخزن زیرزمینی آب متصل می‌سازد. آب‌های زیرزمینی از راه درزها و شکاف سنگ‌ها و خُلل و فُرج زمین در چاه تراوش می‌نماید.

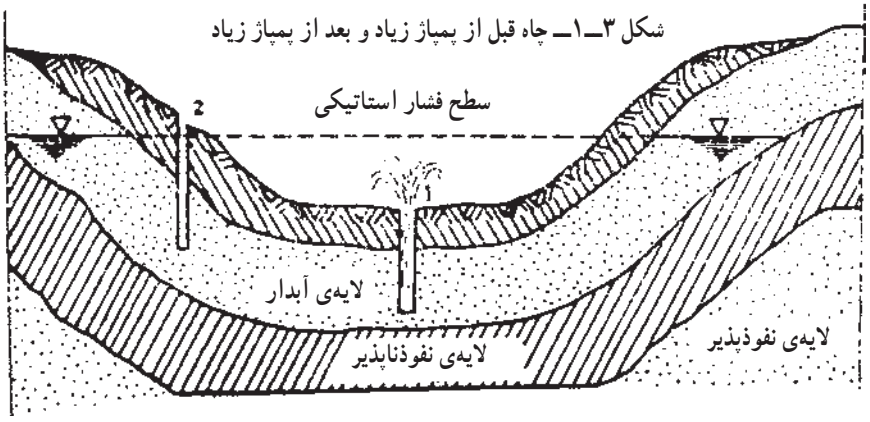
چاه‌ها دارای دسته‌بندی‌های مختلفی می‌باشند. از نظر وضع طبیعی زمین، چاه‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند :

گروه نخست چاه‌های نشتی یا معمولی هستند که آب در آن‌ها به‌صورت آزاد جریان دارد و سطح آب آن‌ها، پیش از برداشت، هم‌تراز سطح آب زیرزمینی مجاور می‌باشد.

گروه دوم چاه‌های آرتزین و نیمه‌آرتزین‌اند که آب زیرزمینی با فشار وارد آن‌ها می‌گردد و سطح آب در چاه، پیش از برداشت از آن، بالاتر از سطح منبع زیرزمینی مجاور چاه است درنتیجه اغلب خودبه‌خود بر روی زمین جاری می‌شوند. در شکل ۳ــ۱ یک چاه نشتی و در شکل ۴ــ۱ چاه‌های آرتزین و نیمه‌آرتزین مشاهده می‌شوند.



شکل ۳ــ۱ــ چاه قبل از پمپاژ زیاد و بعد از پمپاژ زیاد

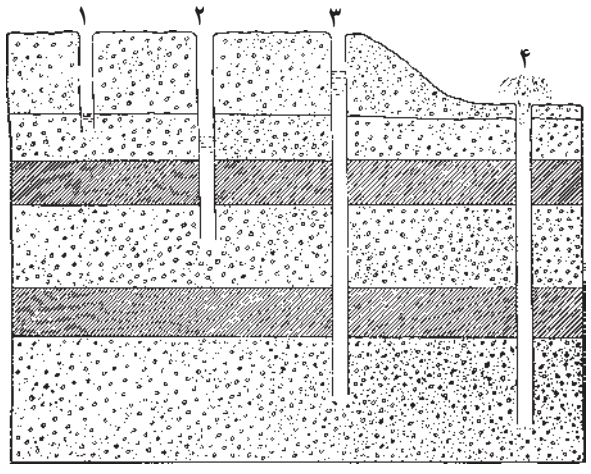


شکل ۴ــ۱ــ سفره‌ی آبی و چاه آرتزین و نیمه‌آرتزین

چاه‌ها از نظر گودی نیز به دو دسته تقسیم می‌گردند :

دسته‌ی اول چاه‌های کم‌عمق که غالباً به‌صورت دستی و به قطرهای ۸۰ سانتی‌متر تا چند متر حفر می‌شوند. عمق این چاه‌ها می‌تواند درحالت معمولی تا ۲۰ متر هم برسد. باید دانست که در عمق‌های بیشتر، بسته به قطر چاه و ویژگی‌های محلی و مقدار گازهای زیرزمینی، به‌تدریج، کار کردن انسان بدون تزریق هوای فشرده به درون چاه مشکل می‌گردد.

دسته‌ی دوم چاه‌های نیمه‌عمیق و عمیق با گودی بیش از ۲۰ متر هستند که در کندن آن‌ها امروزه معمولاً از ماشین‌های گوناگون چاه‌کنی «ضربه‌ای» و «دورانی» استفاده می‌شود. در این صورت بسته به احتیاج، قطر آن‌ها از ۲۰ سانتی‌متر تا ۱/۲ متر انتخاب می‌گردد. شکل ۵ــ۱، به‌صورت ترسیمی، ساختمان انواع چاه را نشان می‌دهد. برای برداشت آب از این‌گونه چاه‌ها، به جز مورد آرتزین، از پمپ‌های مناسب، بسته به عمق چاه، استفاده می‌شود.



۱ــ چاه سطحی ۲ و ۳ــ چاه عمیق ۴ــ چاه آرتزین

شکل ۵ــ۱ــ مقایسه‌ی انواع چاه‌ها از نظر عمق آن‌ها

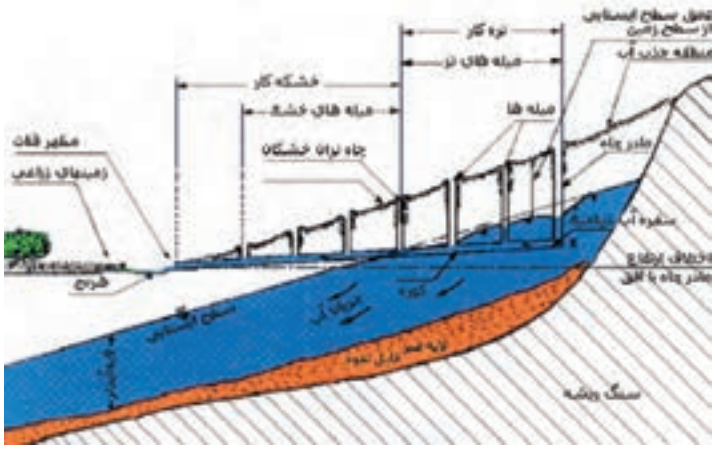
امروزه با توسعه‌ی شبکه‌ی برق‌رسانی، برای چاه‌های دستی (سطحی) و کم‌عمق از پمپ‌های سرچاه یا کف‌کش و در سایر موارد از پمپ‌های شناور استفاده می‌کنند. این مطلب در درس پمپ‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. در گذشته، بیشتر از پمپ‌های کمر چاهی، به کمک جعبه دنده و موتور دیزل در مناطق بدون برق استفاده می‌شد هنوز هم در بعضی مزارع کشاورزی از این نوع پمپ‌ها استفاده می‌شود که به آن‌ها تلمبه یا موتور می‌گویند.

قنات یا کاریز: قنات‌ها تاریخ استفاده‌ی طولانی دارند. مورخان قنات‌سازی را فنّاوری ملی ایرانیان باستان در آب‌رسانی کشتزارها و شهرها می‌دانند. ایرانیان با ساختن قنات به دو هدف می‌رسیدند.

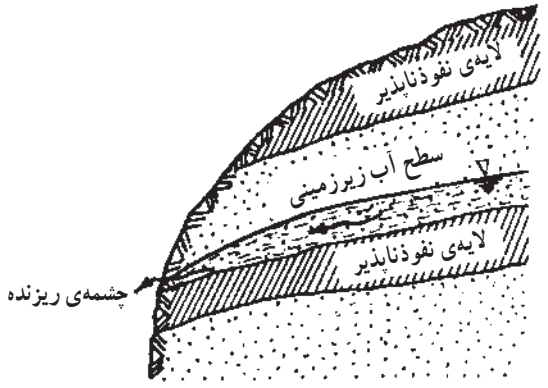
هدف مهم‌تر و اصلی روان ساختن آب‌های زیرزمینی به روی زمین بود که درنتیجه‌ی بی‌نیاز شدن از بالا کشیدن آب از چاه با کمک دلو، در نیروی انسانی صرفه‌جویی می‌شده است. هدف دوم نیز جلوگیری از تبخیر و هدر رفتن آب بوده است.

قنات برای برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سفره‌هایی که عمق آن‌ها از یک صد متر بیشتر نباشد و علاوه بر این، در فواصل دور و در شیب زمین قرار گرفته باشد. قنات از دو قسمت تشکیل می‌شود : اوّل مجرای زیرزمینی تقریباً افقی (با شیب ۰/۵ تا ۲ متر در هزار متر) به نام «پیشکار»، و دوم مجراهای استوانه‌ای عمودی که به صورت چاه، پیشکار را به‌سطح زمین اتصال می‌دهند و «میله» نامیده می‌شوند. اوّلین و عمیق‌ترین میله را «مادر چاه» و محل بیرون آمدن آب از قنات را «مظهر» قنات می‌گویند (شکل ۶ــ۱).

چشمه: چشمه جایی است که در آن، آب زیرزمین بدون دخالت انسان به روی زمین روان شود. چشمه‌ها به دو گروه «ریزنده» و «جهنده» تقسیم می‌شوند (شکل ۷ــ۱).



شکل ۶ــ۱ــ نمای ساده‌ی قنات



شکل ۷ــ۱ــ چشمه‌ها

۳ــ۲ــ۱ــ آب‌های سطحی: آب‌های سطحی که از جریان یافتن آب‌های ناشی از بارندگی بر روی زمین به‌دست

می‌آیند، به علت تماس با هوا از یک سو و شستن آلودگی‌های روی زمین از سوی دیگر، آلودگی‌های گوناگونی را می‌توانند با خود داشته باشند ؛ از این‌رو، قبل از آشامیدن حتماً باید تصفیه شوند. از منبع‌های آب سطحی رودخانه‌ها و دریاچه‌های آب شیرین، اعم از مصنوعی و طبیعی و انبارهای جمع‌آوری آب باران را می‌توان نام برد.

رودخانه: آب‌های رودخانه‌ها، به‌ویژه در کشورهای صنعتی، آلوده‌ترین آب‌های سطحی هستند که در آب‌رسانی شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، کم بودن درجه‌ی سختی این آب‌ها باعث شده است که بهره‌برداری از آن‌ها برای مصرف‌های صنعتی بسیار مناسب باشد.

برای برداشت آب رودخانه باید در درجه‌ی اوّل محل برداشت در قسمت تمیزتر رودخانه و پیش از آبادی‌ها و نقاطی باشد که فاضلاب‌های شهری یا صنعتی وارد آن می‌گردد و در درجه‌ی دوم محل برداشت آب، با توجه به تغییر سطح آب در طول سال، طوری انتخاب شود که هیچ‌گاه لوله‌ی برداشت بیرون از آب قرار نگیرد.

پرسش

۱ــ گردش آب در طبیعت را شرح دهید.
۲ــ نحوه‌ی تشکیل باران و شبنم را توضیح دهید.
۳ــ منبع‌های آب را توضیح دهید.
۴ــ چگونگی تشکیل منبع‌های زیرزمینی آب را توضیح دهید.
۵ــ روش‌های بهره‌برداری از منبع‌های زیرزمینی را نام ببرید.
۶ــ انواع چاه را توضیح دهید.
۷ــ چاه آرتزین و نیمه‌آرتزین را شرح دهید.
۸ــ انواع چاه را از نظر گودی شرح دهید.
۹ــ در ایران اهداف عمده از کندن قنات چه بوده است؟
۱۰ــ ساختمان قنات را توضیح دهید.
۱۱ــ ساختمان چشمه را توضیح دهید.
۱۲ــ منبع‌های سطحی یا روی زمینی آب را نام ببرید.

فصل دوم

ویژگی‌های آب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ ویژگی‌های فیزیکی آب را توضیح دهد.
۲ــ ویژگی‌های فیزیکی آب آشامیدنی را توضیح دهد.
۳ــ ویژگی‌های شیمیایی آب آشامیدنی را توضیح دهد.
۴ــ ویژگی‌های باکتریولوژیکی آب آشامیدنی را توضیح دهد.
۵ــ ویژگی‌های آب صنعتی را توضیح دهد.

۲ــ ویژگی‌های آب

آب ماده‌ای است به فرمول شیمیایی H_2O . حدود یازده درصد وزنی آب را هیدروژن و ۸۹ درصد آن‌را اکسیژن تشکیل می‌دهد. در طبیعت آب خالص یافت نمی‌شود و همیشه با مقداری مواد خارجی همراه است.

۱ــ۲ــ ویژگی‌های فیزیکی آب

۱ــ۱ــ۲ــ جرم مخصوص: آب در دمای $4^{\circ}C$ بیشترین جرم مخصوص خود را دارد و آن یک گرم بر سانتی‌مترمکعب. $(\rho = 1\frac{gr}{cm^3})$ معادل یک کیلوگرم بر لیتر $(\rho = 1\frac{kg}{lit})$ است.

۲ــ۱ــ۲ــ دمای تبخیر: آب در فشار یک اتمسفر (فشار جو در سطح دریای آزاد) در $100^{\circ}C$ به بخار تبدیل می‌شود. با کم شدن فشار محیط دمای تبخیر آب کاهش می‌یابد، به‌طوری که اگر فشار مطلق به ۰/۲ تا ۰/۵ اتمسفر (فشار نسبی برابر ۰/۸− تا ۰/۵− اتمسفر) برسد آب در دمای محیط‌های معمولی نیز تبدیل به بخار می‌گردد. همین پدیده است که سبب قطع جریان آب در لوله‌های مکش پمپ می‌شود.

۳ــ۱ــ۲ــ انجماد آب: آب خالص در فشار یک اتمسفر در دمای $0^{\circ}C$ یخ می‌بندد و حجم آن حدود ۹ درصد افزایش می‌یابد[1]. این پدیده ممکن است سبب شکستن ظرف آب و یا لوله‌های آب‌رسانی گردد.

۴ــ۱ــ۲ــ انحلال‌پذیری گازها: انحلال‌پذیری گازها در دمای کم و فشار زیاد بیشتر است. با گرم شدن آب، گازهای محلول آن به‌تدریج از آن خارج می‌شوند. مثلاً آب‌های زیرزمینی که مقدار گازهای محلول در آن‌ها زیاد است پس از رسیدن به سطح زمین، به علت کم شدن فشار و گرم شدن گازهای محلول خود، نظیر گازکربنیک، را از دست می‌دهند.

۵ــ۱ــ۲ــ هدایت الکتریکی: آب خالص قابلیت هدایت الکتریسیته یا رسانایی بسیار ناچیزی دارد به‌طوری که می‌توان آن‌را عایق الکتریسیته یا نارسانا دانست. ولی با ورود نمک‌های گوناگون به آب، بسته به نوع و مقدار نمک، هدایت‌پذیری آب به شدت زیاد می‌شود. لذا با اندازه‌گیری مقدار قابلیت هدایت ویژه‌ی آب‌های ناخالص می‌توان به مقدار و نوع نمک‌های گوناگون آن پی برد.

۱ــ برخلاف آب، حجم اکثر مواد در اثر انجماد کاهش می‌یابد.

۲ــ۲ــ ویژگی‌های آب آشامیدنی

۱ــ۲ــ۲ــ تعاریف

ــ حداکثر مطلوب: عبارت است از حداکثر غلظتی از مواد که برای آب آشامیدنی مناسب تشخیص داده می‌شود. چنان‌چه آب حاوی موادی با غلظت بالاتر از حداکثر مطلوب باشد از نظر کیفیت در حد پایین‌تری قرار دارد، امّا هنوز قابل آشامیدن است.

ــ حداکثر مجاز: عبارت است از حدّی که اگر غلظت مواد موجود در آب از آن تجاوز کند، آب مزبور برای آشامیدن مناسب نیست و مصرف مداوم آن در درازمدت، اثر زیان‌بخشی بر سلامت مصرف‌کننده خواهد گذاشت.

۲ــ۲ــ۲ــ ویژگی‌های فیزیکی آب‌های آشامیدنی

دما: آب بسیار سرد آثار ناگواری بر دستگاه گوارش انسان دارد برعکس آب با دمای زیاد هم، حالت بی‌مزگی داشته و گوارا نیست. دمای آب آشامیدنی باید بین $5^{\circ}C$ تا $15^{\circ}C$ باشد. مناسب‌ترین دمای آب آشامیدنی بین ۸ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. دمای آب‌های زیرزمینی در عمق ۱۰ متر از سطح زمین در حدود $10^{\circ}C$ است و به‌ازای هر ۳۳ متر افزایش عمق تقریباً یک درجه به گرمی آب‌های زیرزمینی افزوده می‌شود.

رنگ: آب آشامیدنی باید بی‌رنگ باشد و در ضخامت‌های زیاد رنگ آبی مایل به سبز زلالی داشته باشد. کدری آب به‌واسطه‌ی وجود مواد معلق در آب است.

کدری آب ممکن است موقتی هم باشد ؛ مانند کدری شیری رنگی که درنتیجه‌ی ورود بیش از حد اشباع مولکول‌های هوا در آب به‌وجود می‌آید و پس از مدتی با بیرون رفتن ذرات هوا، آب حالت زلالی خود را به‌دست می‌آورد. رنگ آب مربوط به موادی است که در آن نمک‌هایی به‌صورت حل شده یا معلق وجود داشته باشد. مثلاً نمک‌های آهن به آب رنگ مایل به قرمز و نمک‌های منگنز رنگ قهوه‌ای مایل به سیاه می‌دهند. زردی رنگ آب نشانه‌ی وجود ترکیب‌های گیاهی و اسیدهای آلی ناشی از فساد آن‌ها و یا وجود خاک رس می‌باشد، درحالی‌که سبزی آب نشانه‌ی وجود گیاهانی از قبیل آلک‌ها و جلبک‌ها در آن می‌باشد.

بو: آب آشامیدنی باید بی‌بو باشد. وجود اسیدسولفوریک، کلر، فنل و آمونیاک به آب بوی ناخوشایند می‌دهد.

مزه: مزه‌ی آب باید گوارا باشد. آب با درجه‌ی سختی خیلی کم طعم بی‌مزه و ناخوشایندی دارد. شوری آب نشانه‌ی وجود نمک خوراکی و تلخی آن دلیل زیادی ترکیب‌های منیزیم می‌باشد. آب‌های قلیایی ($pH > 9$) مزه‌ی آب صابون دارند درحالی که آب‌های اسیدی ($pH < 6$) ترش‌مزه‌اند. وجود زیاد نمک‌های آهن و آلومینیم مزه‌ی آب را گس می‌کند درحالی‌که مزه‌ی گندیدگی آب به علت آلودگی‌های آلی آن است که ممکن است همراه با میکروب‌های بیماری‌زا نیز باشد.

ــ حدود ویژگی‌های فیزیکی آب آشامیدنی: ویژگی‌های فیزیکی آب آشامیدنی نباید از مشخصات داده شده در جدول ۱ــ۲ تجاوز کند.

جدول ۱ــ۲ــ حدود مجاز ویژگی‌های فیزیکی آب آشامیدنی

ویژگی	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
رنگ (Pt - Co)	۵	۲۰
بو	غیرقابل اعتراض	ــ
pH	کمتر از ۷ یا بیشتر از ۸/۵ نباشد	کمتر از ۶/۵ یا بیشتر از ۹/۲ نباشد
تیرگی (JTU)	۵	۲۵

۳ــ۲ــ۲ــ ویژگی‌های شیمیایی آب آشامیدنی

ــ سختی آب: سختی آب به‌واسطه‌ی وجود نمک‌های کلسیم و منیزیم در آن ایجاد می‌شود و سختی از نظر پایداری دو نوع است : ناپایدار و پایدار.

سختی ناپایدار یا سختی کربناتی، که ناشی از وجود بی‌کربنات کلسیم و بی‌کربنات منیزیم در آب می‌باشد.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca(CO_3H)_2$$

$$MgCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Mg(CO_3H)_2$$

سختی پایدار یا سختی غیرکربناتی، که به علت وجود ترکیبات دیگری از کلسیم و منیزیم در آب، به‌وجود می‌آید و کربن در آن دخالت ندارد. مثلاً سولفات‌ها، کلرورها، نیترات‌ها، فسفات‌ها و سیلیکات‌های کلسیم و منیزیم سختی پایدار به‌وجود می‌آورند.

مجموع سختی کربناتی و سختی غیرکربناتی «سختی کلی آب» را تشکیل می‌دهد.

درجه‌ی اشباع آب نسبت به سختی‌های ناپایدار به حدود ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر و برای سختی پایدار به ۱۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد.

اثرات سختی آب آشامیدنی: بدن انسان در برابر سختی آب حساسیت زیادی ندارد. به‌طوری که می‌توان آب‌های سخت تا ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر را به‌راحتی و آب‌های با سختی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر را، در صورت ضرورت و برای مدتی کوتاه، به مصرف آشامیدن رسانید. لذا در تصفیه‌خانه‌های بیشتر شهرها، به‌ویژه آن‌هایی که از آب‌های سطحی استفاده می‌کنند کمتر به کاستن سختی آب مبادرت می‌ورزند. آب خیلی سبک برای کاربرد در کارخانه‌ها مناسب است ولی از نظر آشامیدنی خوش‌مزه نیست. آب آشامیدنی باید حداقل ۳۰ میلی‌گرم در لیتر (30ppm)[1] سختی داشته باشد.

آب‌های با درجه‌ی سختی بسیار، در صورت گرم شدن و به علت جدا شدن مقداری از گازکربنیک آن‌ها، در جدار ظرف‌ها ایجاد رسوب می‌کنند. همچنین در شست‌وشوی لباس، کف کردن صابون را به تأخیر می‌اندازند و درنتیجه صابون بیشتری مصرف می‌نمایند. زیرا صابون‌ها با نمک‌های کلسیم و منیزیم ترکیبات نامحلولی را به‌وجود می‌آورند و این فعل و انفعال‌ها تا وقتی ادامه دارد که نمک‌های مزبور در آب به پایان برسند.

$$2NaC_{15}H_{31}COO + CaCO_3 \longrightarrow$$

$$Ca(C_{15}H_{31}COO)_2 + Na_2CO_3$$

البته این مشکل، از اواسط قرن بیستم به بعد، با پیدایش پودرهای لباس‌شویی که از مواد دترجنت تولید می‌شوند و در برابر آب‌های سخت حساس نیستند مرتفع شده است.

درجه‌ی اسیدی آب یا pH: درجه‌ی تمرکز یون‌های آزاد H^+ را که بیانگر میزان خاصیت اسیدی آب است با pH و درجه‌ی تمرکز یون‌های آزاد OH^- را که بیانگر میزان خاصیت قلیایی آن است با pOH نشان می‌دهند.

هرگاه درجه‌ی pH و pOH آب یکسان باشد آب حالت خنثی دارد. همچنین اگر $pH < ۷$ باشد آب خاصیت اسیدی و اگر $pH > ۷$ باشد آب خاصیت قلیایی دارد. برای مثال، محلول نرمال اسید کلریدریک، که اسیدی قوی است، دارای $pH = ۰$ و محلول نرمال سود سوزآور، که یک باز قوی است، دارای $pH = ۱۴$ می‌باشد. آب آشامیدنی خوب باید کمی مایل به قلیایی باشد (۷ تا ۸ = pH).

ــ ترکیب‌های شیمیایی دیگر: مهم‌ترین عناصر و ترکیب‌های شیمیایی دیگر که اغلب در آب‌ها یافت می‌شوند عبارت‌اند از :

اکسیژن (O_2): در طبیعت همیشه در آب‌ها مقداری اکسیژن محلول وجود دارد که از چند نظر لازم است. اکسیژن محلول در آب برای ادامه‌ی زندگی حیوان‌های آب‌زی لازم است و موجب فعل و انفعال‌های تصفیه‌ی زیستی خودبه‌خودی در آب می‌گردد.

میزان اکسیژن لازم در آب آشامیدنی ۵ میلی‌گرم در لیتر است. از این‌رو، به آب‌هایی که اکسیژن محلول کمتری دارند در تصفیه‌خانه به طریق هوادهی، اکسیژن می‌دهند.

فلوئور (F): وجود ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر فلوئور در آب آشامیدنی، برای تقویت لثه و مینای دندان، مفید است. چون در طبیعت مقدار فلوئور موجود در آب‌ها معمولاً کمتر از این مقدار است به آب فلوئور اضافه می‌کنند. اضافه کردن فلوئور در تصفیه‌خانه‌ها باید خیلی با احتیاط انجام گیرد زیرا، بسته به دمای آب، مقدار بیش از ۱ تا ۱/۷ میلی‌گرم در لیتر فلوئور اثر مسموم‌کنندگی دارد.

۱ــ Part Per million

۳ــ۲ــ ویژگی آب صنعتی

خواص آب مصرفی مورد نیاز در کارخانه‌ها باید در هر مورد با توجه به نوع فراورده‌ی کارخانه بررسی و تعیین گردد. چه‌بسا در یک کارخانه برای مصرف‌های گوناگون نیاز به انواع مختلفی از آب باشد. مثلاً در یک کارخانه‌ی قند آب لازم برای شست‌وشوی چغندرقند با آب مصرفی برای گرفتن شیره‌ی چغندر و نیز آب لازم برای دیگ‌های بخار کارخانه از یک نوع نیست.

نظر به رشد روزافزون صنایع و تنوع آن‌ها نمی‌توان در این‌جا مشخصات آب مصرفی هر قسمت را جداگانه بررسی نمود. ولی چون تنها قسمتی که تقریباً در تمام کارخانه‌ها به‌صورت یکسان وجود دارد آب دیگ‌های بخار است. لازم است گفته شود که آب مصرفی در دیگ بخار باید نمک‌زدایی شده و سختی آن کم یعنی در حدود ۲۰ میلی‌گرم در لیتر باشد. ضمناً حداکثر مجاز درجه‌ی سختی آب مصرفی در دیگ‌های بخار، طبق استاندارد آلمان، ۴۵ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم است.

آب صنعتی در کارهای ساختمانی: آب در کارهای ساختمانی یا برای تهیه‌ی ملات و یا آب‌پاشی روی قطعه‌های تازه‌ساز بتنی به‌کار می‌رود. ملات‌هایی از قبیل گل، شفته آهک و ماسه آهک حساسیت زیادی در برابر ناخالصی‌های آب مصرفی ندارند ولی آبی که برای تهیه‌ی ملات ماسه سیمان، که امروزه مهم‌ترین ملات را در کارهای ساختمانی تشکیل می‌دهد به‌کار می‌رود و نیز آب مورد نیاز برای ساختن قطعه‌های بتنی و بتن‌آرمه باید دارای خواص شیمیایی مشخص باشد.

چنان‌که می‌دانید آب‌های موجود در طبیعت دارای خواص فیزیکی و شیمیایی یکسانی نیستند و برای کاربرد آن‌ها در هر مورد شناخت لازم است. از سوی دیگر آب تنها برای آشامیدن مصرف نمی‌گردد، استفاده از آب برای شست‌وشو، برای تأسیسات حرارت مرکزی، برای تهویه و بالاخره استفاده از آن در کارخانه‌ها جزء مصرف‌هایی است که شبکه آب‌رسانی شهری باید آن را تأمین نماید. از آن‌جا که آب لازم برای هر یک از مصرف‌های نام برده باید دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مخصوص به خود باشد، آب شبکه‌ی شهری، از نظر خواص شیمیایی عملاً نمی‌تواند برای تمام مصرف‌های گفته شده بسیار خوب و مطلوب باشد.

اولین و مهم‌ترین مسئله‌ای که باید پیش از فرستادن آب به درون شبکه‌ی شهری مورد توجه قرار گیرد همانا بی‌ضرر بودن آن از نظر وجود میکروب‌های بیماری‌زا است. لذا گندزدایی آب پیش از وارد شدن آن به شبکه‌ی مصرف هیچ‌گاه نباید از سیستم تصفیه حذف گردد. بعد از گندزدایی، به لحاظ اهمیت، آن دسته از ترکیب‌های شیمیایی را باید از آب جدا نمود که وجود آن‌ها سبب مسمومیّت آنی و یا تدریجی انسان را فراهم می‌سازند. در مرحله‌ی سوم توجه به آن دسته از خواص فیزیکی و ترکیب‌های شیمیایی آب لازم می‌شود که موجب بروز عوارض تدریجی در دستگاه‌های گوارش می‌گردد.

پس از به‌دست آوردن اطمینان از بهداشتی بودن آب باید توجه شود که تا آن‌جا که ممکن است آبی که در شبکه فرستاده می‌شود از دید فنی نیز مناسب کاربردهای دیگر نیز باشد و لذا آن دسته از کارخانه‌های تصفیه‌ی خصوصی، آب مورد نیاز خود را تهیه می‌کنند.

پرسش

۱ــ جرم مخصوص آب چند کیلوگرم بر لیتر است؟
۲ــ آب در چه دمایی دارای حداکثر جرم مخصوص است؟
۳ــ انجماد آب چه تفاوتی با انجماد اکثر مواد دیگر دارد؟
۴ــ چرا یخ‌زدگی آب از سطح آن شروع می‌شود؟
۵ــ آب زیر سطح یخ بسته‌ی یک حوض دارای چه دمایی است؟ توضیح دهید.
۶ــ دمای تبخیر آب در فشار اتمسفر چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟
۷ــ آیا آب را می‌توان بدون حرارت دادن در دمای هوای اتاق به جوش آورد؟
۸ــ تبخیر آب در دمای پایین چه اثری در سیستم‌های لوله‌کشی با آب می‌تواند داشته باشد؟
۹ــ انحلال‌پذیری گازها در آب را توضیح دهید.
۱۰ــ هدایت یا عدم هدایت الکتریکی آب را توضیح دهید.
۱۱ــ حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز را تعریف کنید.
۱۲ــ ویژگی‌های آب آشامیدنی را توضیح دهید.
۱۳ــ سختی و انواع آن را تعریف کنید.
۱۴ــ سختی ناپایدار و سختی پایدار را تعریف کنید.
۱۵ــ حد مجاز سختی آب آشامیدنی را بیان کنید.
۱۶ــ pH و pOH و حد مجاز آن‌ها را در آب آشامیدنی تعریف کنید.
۱۷ــ وجود اکسیژن در آب آشامیدنی را توضیح دهید.
۱۸ــ وجود فلوئور در آب آشامیدنی را توضیح دهید.
۱۹ــ ویژگی‌های آب‌های صنعتی را توضیح دهید.
۲۰ــ حد مجاز سختی در دیگ‌های بخار را بیان کنید.

فصل سوم

تصفیه‌ی آب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ روش‌های مختلف تصفیه‌ی آب را بیان کند.
۲ــ دلایل و چگونگی گندزدایی آب را بیان کند.
۳ــ روش‌های مختلف گرفتن سختی را بیان کند.

۳ــ تصفیه‌ی آب

آبی که در طبیعت یافت می‌شود معمولاً قابل استفاده‌ی مستقیم نیست و باید قبل از استفاده تصفیه شود. این کار به‌ویژه برای آب‌های روی زمینی بیشتر ضرورت دارد. آب‌های آلوده را می‌توان به سه روش : مکانیکی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیک) تصفیه کرد. در تصفیه‌ی آب آشامیدنی، مهم‌ترین روش‌های متداول عبارت‌اند از : گرفتن مواد درشت با کمک آشغالگیرها، ته‌نشین کردن مواد خارجی معلق در آب، تصفیه‌ی آب به کمک صافی‌ها، اکسید کردن مواد آلی موجود در آب با کمک هوارسانی و گندزدایی آب توسط مواد شیمیایی.

۱ــ۳ــ شبکه‌های آشغالگیر

قبل از ورود آب به تصفیه‌خانه، به کمک این شبکه‌های فلزی مواد بزرگ شناور در آب گرفته می‌شود و لذا برای برداشت آب از منبع‌های روی زمینی مانند رودخانه‌ها به‌کار می‌روند. در صورت زیاد بودن مواد شناور در آب رودخانه و برای جلوگیری از بسته شدن شبکه‌های نام‌برده، آن‌ها را در دو یا سه ردیف با سوراخ‌های گوناگون قرار می‌دهند.

۲ــ۳ــ ته‌نشین کردن مواد خارجی آب

۱ــ۲ــ۳ــ ته‌نشینی بدون استفاده از مواد شیمیایی: تصفیه در استخرهای ته‌نشینی را تصفیه‌ی مقدماتی آب نیز می‌نامند. چون آب‌های موجود در طبیعت دارای مقداری مواد معلق هستند که در مرحله‌ی اوّل باید از آب گرفته شوند، برای رسیدن به این هدف آب را از یک طرف وارد استخرهای بزرگی می‌کنند و از طرف دیگر خارج می‌سازند. آب پس از وارد شدن به استخر کاهش سرعت پیدا می‌کند به‌طوری که ذرات معلق در آب امکان ته‌نشین شدن پیدا می‌کنند.

۲ــ۲ــ۳ــ ته‌نشین کردن با استفاده از مواد شیمیایی یا ته‌نشینی با انعقاد: برای کوتاه کردن مدت زمان ته‌نشینی و نیز برای کم کردن مقدار نمک‌های محلول در آب غالباً استخرها کفایت نکرده و کاربرد مواد شیمیایی برای تصفیه‌ی آب لازم می‌شود. مواد شیمیایی که برای ته‌نشینی مواد خارجی آب مصرف می‌شوند به دو صورت زیر کار می‌کنند.

اول: مواد شیمیایی که بیشتر دارای بار الکتریکی مثبت می‌باشند مواد ریز معلق در آب را که معمولاً دارای بار منفی هستند به خود جذب کرده و ذرات معلق بزرگ‌تر و سنگین‌تری را می‌سازند و برای ته‌نشین شدن آماده می‌کنند. این پدیده را انعقاد می‌نامند.

دوم: مواد شیمیایی با نمک‌های محلول در آب ترکیب شیمیایی انجام داده و از نمک‌های محلول نمک‌های نامحلول به‌وجود می‌آورند و آن‌ها را برای ته‌نشینی آماده می‌سازند. مهم‌ترین مواد شیمیایی که در تصفیه‌ی آب آشامیدنی به‌کار می‌روند عبارت‌اند از : سولفات آلومینیم (زاج سفید)، کلرور آلومینیم، کلرور آهن،

سولفات آهن و سولفات مس (کات کبود).

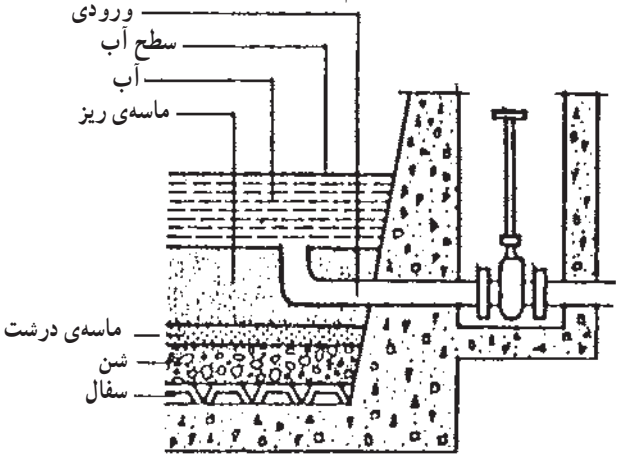
۳ــ۳ــ صافی‌ها

تصفیه‌ی نهایی آب به وسیله‌ی صافی‌ها انجام می‌گیرد. در صورتی که آب دارای مواد خارجی و معلق زیاد نباشد، صافی‌ها می‌توانند تنها وسیله‌ی تصفیه‌ی آب نیز باشند. برای آب‌های با درجه‌ی ناخالصی زیاد، باید پیش از صافی از استخرهای ته‌نشینی استفاده کرد.

صافی‌ها را از نظر سرعت آب در آن‌ها به دو دسته‌ی کند و تند تقسیم می‌کنند.

۱ــ۳ــ۳ــ صافی‌های شنی کند: این صافی‌ها استخرهای مستطیلی آجری یا بتنی هستند که روی کانال‌های جمع‌آوری آن‌ها با سفال‌های سوراخدار پوشانده شده است. بستر صافی از یک لایه ماسه‌ی ریز به عمق یک متر تشکیل شده است و آب با عمق تقریبی ۱/۲ متر بر روی آن قرار می‌گیرد. وقتی صافی برای اولین بار مورد استفاده قرار می‌گیرد فقط مواد معلق را جدا می‌کند. ماسه‌ی ریز تمیز جلوی عبور باکتری‌ها را نمی‌گیرد، اما سطح ماسه به زودی با لایه‌ی نازکی از مواد معلق پوشانده می‌شود که این لایه جلوی عبور باکتری‌ها را می‌گیرد، شکل ۱ــ۳ ساختمان صافی کند را نشان می‌دهد.

پس از چند روز، و تا حداکثر دو ماه، کارکردن به علت کثیف شدن لایه‌ی ماسه، افت فشار در صافی افزایش یافته و راندمان آن به‌شدت پایین می‌آید. در این مرحله با روش‌های مختلف به شست وشوی صافی اقدام می‌شود.



شکل ۱ــ۳ــ ساختمان صافی شنی کند

۲ــ۳ــ۳ــ صافی‌های شنی تند: تفاوت این نوع صافی‌ها با صافی‌های کند در سرعت عبور آب از آن‌ها است. به علت سرعت زیاد جلوگیری از عبور باکتری‌ها به خوبی صافی‌های کند نمی‌باشد.

۳ــ۳ــ۳ــ صافی‌های تحت فشار: ساختمان صافی‌های تحت فشار شبیه کار صافی‌های شنی تند و کند است، با این تفاوت که شن و ماسه و کانال جمع‌آوری در داخل استوانه‌ای قرار می‌گیرد که تحت فشار آب است. برای افزایش سرعت در بین لایه‌های ماسه از این صافی‌ها استفاده می‌شود. امروزه از این صافی‌ها برای مصارف خانگی، بهداشتی و صنعتی استفاده می‌کنند. برای افزایش درجه‌ی تصفیه ممکن است چند صافی را پشت سر هم قرار داد، به‌طوری که آب پس از خروج از یک صافی وارد صافی بعدی شود. شکل ۲ــ۳ این صافی را نشان می‌دهد.

مهم‌ترین موارد استفاده‌ی صافی‌های شنی تحت فشار عبارت است از :

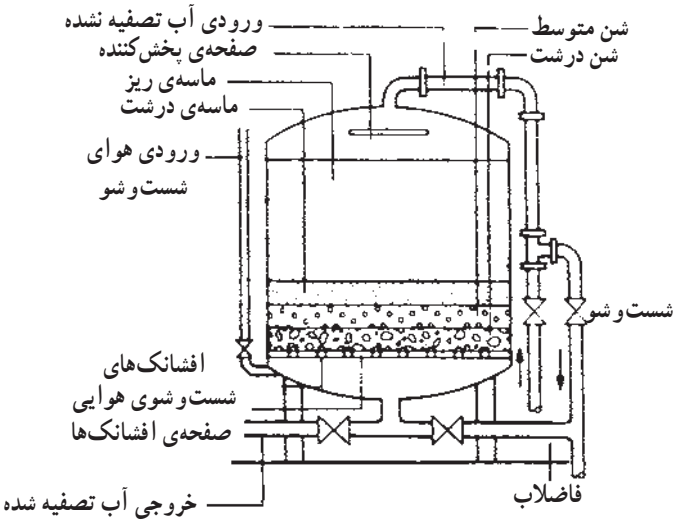
۱ــ تصفیه یا فیلتراسیون آب‌های سطحی: اکثر آب‌های سطحی مانند آب رودخانه‌ها و چاه‌های کم‌عمق دارای باکتری و مواد معلق بوده و قبل از استفاده جهت آشامیدن و مصارف صنعتی بایستی مواد معلق آن‌ها حذف گردد.

در صورتی‌که مواد معلق در آب بیش از حد مجاز باشد ابتدا باید از مخازن ته‌نشینی استفاده نمود و سپس آب را از صافی‌های شنی عبور داد.

۲ــ تصفیه یا فیلتراسیون آب استخرها: آب استخرها دارای ناخالصی‌هایی از قبیل مو، رنگ، مواد جامد و شناور و ... می‌باشد که حذف آن‌ها با سیرکولاسیون (گردش) دائمی آب استخر و عبور آن از صافی‌های شنی تحت فشار امکان‌پذیر خواهد بود.

۳ــ تصفیه‌ی آب برگشتی برج‌های خنک‌کن: مواد معلق در مدارهای برگشتی برج‌های خنک‌کن می‌تواند به بخش‌های مختلف سیستم صدمه برساند، با استفاده از صافی‌های شنی تحت فشار می‌توان میزان مواد معلق موجود در آب را به حداقل رساند.

۴ــ طعم و رنگ نامطبوع و کلرزدایی: با استفاده از کربن اکتیو متبلور در فیلترهای تحت فشار می‌توان طعم نامطبوع،



شکل ۲ــ۳ــ صافی تحت فشار

رنگ و کلر اضافی موجود در آب را حذف کرد.

۵ــ تصفیه‌ی نهایی پساب‌های صنعتی: در پساب خروجی از سیستم‌های تصفیه‌ی فاضلاب‌ها اغلب مقداری مواد معلق موجود است که با استفاده از صافی‌های شنی میزان این مواد معلق به حداقل می‌رسد.

شست‌وشوی صافی‌ها: صافی‌ها را به دو طریق شست‌وشو می‌دهند :

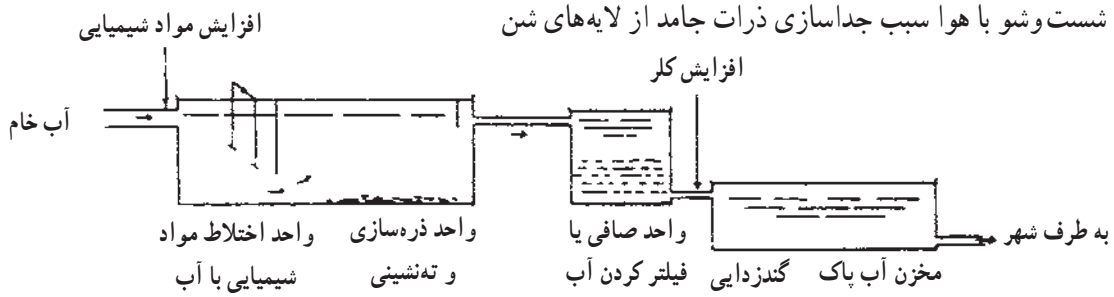
۱ــ شست‌وشو با هوا: در صورت لزوم، استفاده از هوا جهت شست‌وشوی صافی در اوّلین مرحله صورت می‌گیرد. شست‌وشو با هوا سبب جداسازی ذرات جامد از لایه‌های شن می‌گردد ضمن این‌که از مصرف آب زیاد جلوگیری می‌شود.

۲ــ شست‌وشو با آب: ذرات جمع شده توسط لایه‌های شن و سیلیس در طول مدت تصفیه به‌وسیله‌ی آب شست‌وشو و تخلیه می‌گردد. مسیر ورودی آب شست‌وشو در جهت عکس آب ورودی به صافی می‌باشد. برای شست‌وشوی صافی باید از آب تمیز و تصفیه شده استفاده نمود.

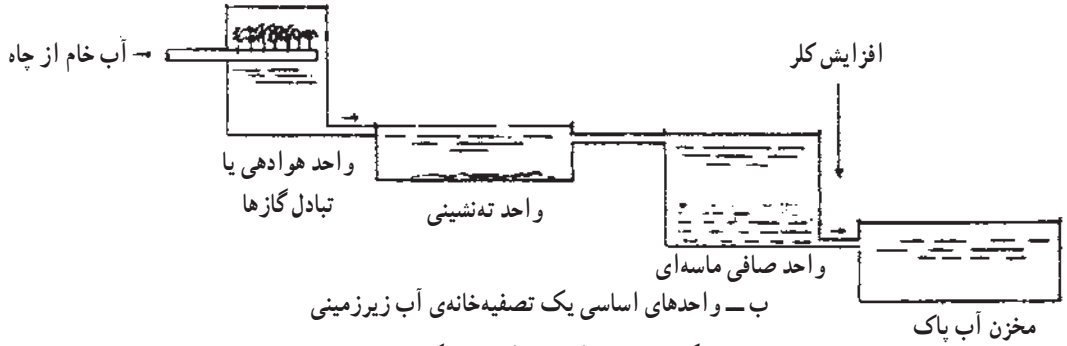
۴ــ۳ــ هوادهی

هوادهی، به عنوان یک واحد تصفیه، عبارت است از کاربرد روش‌ها و وسایلی که آب را در تماس نزدیک با هوا قرار می‌دهد تا غلظت مواد فرّار در آب کاهش یابد. مانند گاز کربنیک، ازت، هیدروژن سولفوره، اکسیژن، متان و نیز مواد فرّار مولّد بو و طعم.

هوادهی همچنین باعث می‌شود که غلظت آهن و منگنز موجود در آب‌های زیرزمینی کاهش یابد. در کشور ما که آب‌های زیرزمینی منشأ آب مشروب اکثر اجتماعات است هوادهی می‌تواند نقش تصفیه‌ی آب را ایفا نماید. زیرا در بسیاری از این آب‌ها آهن وجود دارد که اگر از آب گرفته نشود، باعث رنگین شدن اکثر وسایل مصرف آب می‌شود. آب پس از هوادهی وارد استخرهای ته‌نشینی و یا صافی‌ها می‌شود. شکل ۳ــ۳ واحدهای اساسی یک تصفیه‌خانه‌ی آب را نشان می‌دهد.



الف ــ واحدهای اساسی یک تصفیه‌خانه‌ی متداول آب سطحی

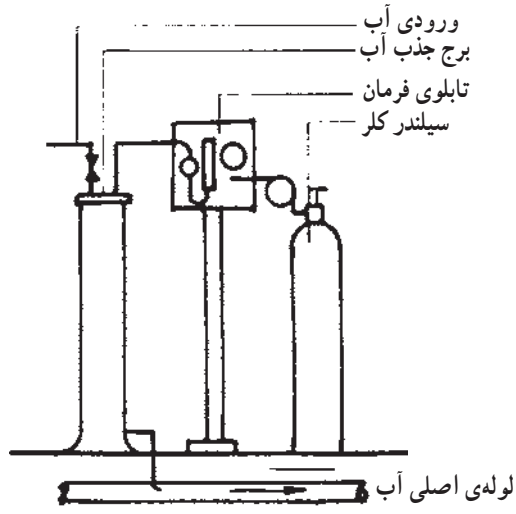


ب ــ واحدهای اساسی یک تصفیه‌خانه‌ی آب زیرزمینی

شکل ۳ــ۳ــ واحدهای اساسی یک تصفیه‌خانه

۵ــ۳ــ گندزدایی آب

آبی که برای مصرف آشامیدن تهیه می‌شود باید عاری از باکتری‌های مضر باشد. با افزودن کلر به آب، ترکیبات آلی موجود در آب اکسید می‌شوند. مقدار کلر به دقت تنظیم می‌شود تا علاوه‌بر کافی بودن آن برای نابود کردن تمامی باکتری‌های موجود در آب، مقدار آن نیز از لحاظ ایجاد مزه‌ی نامطلوب در آب بیش از اندازه نباشد. کلر در سیلندرهای فولادی ویژه‌ای، همچون سیلندرهای اکسیژن، به‌صورت مایع تحت فشار نگهداری می‌شود. رنگ این سیلندرها زرد است. کلر با خارج شدن از سیلندر از حالت مایع به گاز تبدیل و سپس به داخل لوله‌ی اصلی یا مخزن ذخیره‌ی آب تزریق می‌شود (شکل ۴ــ۳).



شکل ۴ــ۳ــ نمای ساده دستگاه کلرزن گازی

۶ــ۳ــ گرفتن سختی آب

در آب‌های صنعتی، بالا بودن سختی آب سبب تشکیل رسوبات سخت در جدار لوله‌ها و دیگ‌های بخار می‌گردد. این امر علاوه بر افزایش افت فشار در طول مسیر لوله سبب کاهش ضریب انتقال حرارتی نیز می‌گردد.

به عبارت دیگر رسوبات سختی که در دمای بالا روی جداره‌های داخلی لوله و دستگاه‌ها و مخازن ایجاد می‌گردد به‌نوبه‌ی خود ضایعاتی را به‌وجود می‌آورد.

در مصارف شست‌وشو، سختی آب موجب می‌گردد که صابون کمتر کف کند درنتیجه در این قبیل آب‌ها مصرف صابون زیادتر می‌گردد. همچنین در شست‌وشوی ظروف در آبی که سختی آن بالا است، پس از خشک شدن، روی آن رسوباتی باقی می‌ماند. این رسوبات در ظروف رنگین و فلزی و استیل و لوازم بهداشتی کاملاً مشهود است.

از نظر گوارشی سختی بیش از حد آب موجب اختلال در هضم غذا و نیز بروز سنگ کلیه می‌شود. مردمان قدیم سختی آب را به سنگینی و سبکی آب اطلاق می‌نمودند. گرچه هنوز دانش پزشکی میزان هر کدام از ترکیبات آب را روشن نکرده است که کدام‌یک مضر و کدام مفید است ولی به‌طورکلی می‌توان گفت که سبک‌کردن آب در تأسیسات صنعتی بسیار ضروری‌تر از موارد تأمین احتیاجات خانگی است.

برای کاهش سختی آب دو روش عمده وجود دارد :

۱ــ روش آب آهک سرد و گرم

۲ــ روش تعویض یونی با استفاده از بسترهای رزینی یا زئولیت‌ها

۱ــ۶ــ۳ــ روش آب آهک یا کربنات دوسود: سختی موقت یا سختی کربنات را به‌وسیله‌ی آهک کشته شده $Ca(OH)_2$ و یا کربنات دوسود (CO_3Na_2) که به آب اضافه شود و می‌توان برطرف نمود.

مقدار درصد آهک یا کربنات دوسود لازم بستگی به مقدار کلسیم و یا منیزیم موجود در آب دارد.

شرح دستگاه و طرز عمل: دستگاه‌هایی که امروزه برای نرم کردن آب به روش آب آهک به‌کار می‌رود، از یک منبع بزرگ مخروطی شکل به ابعاد مختلف و یک منبع کوچک دارای همزن تشکیل گردیده است.

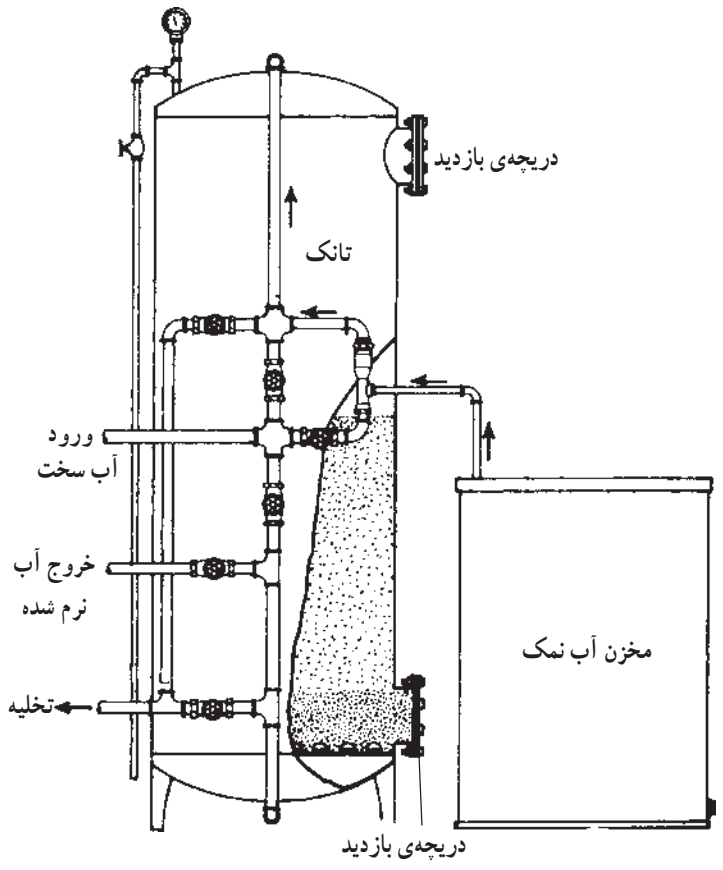
آب و مواد شیمیایی (آهک و کربنات دوسود) را در منابع کوچکی که دارای همزن هستند مخلوط کرده و سپس وارد منبعی مخروطی شکل که بزرگ‌تر است می‌کنند. آب از سر مخروط وارد شده و از ته آن به طرف بالا می‌رود. چون آب هرچه بالاتر رود قطر مخروط با سطح مقطع بزرگ‌تر می‌شود ؛ بنابراین از سرعت آن کاسته می‌گردد و به نقطه‌ای می‌رسد که سرعت حرکت آب به طرف بالا با سرعت ته‌نشین شدن مواد جامد در آب برابر می‌شود. بالای این نقطه آبِ نرم شده وجود دارد که از قسمت

فوقانی منبع خارج شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته آبی که از این طریق به‌دست می‌آید کیفیت خوبی برای مصارف تأسیسات حرارتی ندارد، لذا امروزه در صنعت با استفاده از بسترهای رزینی عمل نرم کردن آب را انجام می‌دهند.

۲ــ۶ــ۳ــ روش تعویض یونی با استفاده از بسترهای رزینی (زئولیت‌ها): زئولیت‌ها یا رزین‌هایی که برای نرم کردن آب به‌کار می‌روند ترکیباتی هستند از اکسیدهای سدیم (Na_2O)، آلومینیم (Al_2O_3) و سیلیسیوم (SiO_2) که فرمول کلی آن‌ها به صورت «$Na_2O.Al_2O_3.2SiO_2$» نوشته می‌شود. این ترکیبات می‌توانند یون خود را با یون‌های موجود در آب تبادل نمایند. این ترکیبات را می‌توان یا از طریق استخراج از طبیعت و یا به‌طور مصنوعی ساخت. چون رنگ زئولیت‌های طبیعی سبز است به‌این ترکیبات شن‌های سبز گفته می‌شود.

وقتی آبی را که دارای سولفات‌های کلسیم و منیزیم است از رویِ بستری از ماده‌ی زئولیت عبور دهند، کلسیم و منیزیم جای خود را با سدیمِ زئولیت عوض می‌کنند و بدین وسیله از سختی آب کاسته می‌گردد. آن‌گاه، زمانی که تمام یون سدیمِ زئولیت مصرف شد می‌توان آن‌را به‌وسیله‌ی عبور دادن محلول کلرور سدیم (نمک طعام) احیا نمود. بدین ترتیب عمل عکس انجام گرفته کلسیم و منیزیم از زئولیت جدا شده و یون سدیم به‌جای اول بازمی‌گردد.

شکل ۵ ــ۳ یک دستگاه سختی‌گیر زئولیتی را نشان می‌دهد. اندازه‌ی سختی‌گیرها بستگی به دبی یا مقدار عبور آب در واحد زمان از سختی‌گیر و مقدار املاح موجود در آب دارد. قدرت کارکرد هر دستگاه نیز بستگی به گذر آب، سرعت حرکت آب و میزان سختی آب دارد.



شکل ۵ــ۳ ــ دستگاه سختی‌گیر زئولیتی

این دستگاه‌ها در ظرفیت‌های مختلف برحسب نیاز ساخته می‌شوند. ساختمان کلی آن‌ها با هم مشابه بوده و تفاوت فقط در نوع کنترل‌های آن‌ها می‌باشد.

دستگاه‌های نرم کننده عموماً از اجزای زیر تشکیل گردیده است :

۱ــ مخزن استوانه‌ای شکل که از ورق فولادی جوشکاری شده از داخل و خارج ساخته و مجهز به حداقل دو عدد دریچه جهت بازدید می‌باشد. درون مخزن، طبقات زئولیت به‌ضخامت ۷۵ الی ۲۰۰ سانتی‌متر ریخته شده است.

۲ــ هر دستگاه دارای یک لوله برای ورود آب سخت و یک لوله برای خروج آب نرم و یک لوله برای ورود آب شست‌وشو دهنده با کلیه‌ی اتصالات و شیرفلکه‌های لازم می‌باشد. جهت توزیع یکنواخت آب ورودی در قسمت فوقانی در سختی‌گیر یک آب پخش‌کن مخروطی یا دیسکی تعبیه شده است. همچنین جهت جمع‌آوری آب تصفیه شده و توزیع یکنواخت آب شست‌وشوی معکوس، در کف هر سختی‌گیر یک صفحه‌ی فولادی جهت تعبیه‌ی نازل‌ها قرار داده شده است.

۳ــ نازل‌های پلاستیکی بر روی صفحه‌ی فولادی مستقر در کف سختی‌گیر به تعداد مناسب، حداقل ۳ عدد به ازای هر فوت مربع سطح سختی‌گیر، نصب شده است.

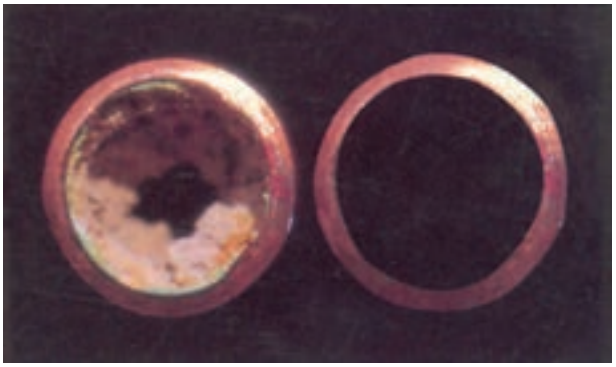
۴ــ مخزن آب نمک، ساخته شده از ورق فولادی یا مواد پلاستیکی مجهز به صافی، لوله‌ی تغذیه‌ی آب، لوله‌ی خروجی آب نمک و اتصالات مربوط به تخلیه‌ی مخزن.

۵ــ سیستم به صورت دستی به‌وسیله‌ی شیرفلکه‌های برنجی و یا چدنی قابل تنظیم و باز و بسته شدن است و یا به صورت نیم‌اتوماتیک و تمام اتوماتیک به‌وسیله‌ی شیرهای سه‌راهی موتوری و دستگاه فرمان، به‌طور خودکار کنترل می‌شود.

۳ــ۶ــ۳ــ سختی‌گیرهای مغناطیسی: سختی‌گیرهای مغناطیسی درواقع از تشکیل رسوب توسط آب‌های سخت جلوگیری می‌کنند و در دو نوع وجود دارند. الف ــ با استفاده از منبع تغذیه ب ــ بدون نیاز به منبع تغذیه.

الف ــ سختی‌گیر مغناطیسی با منبع تغذیه: این نوع دستگاه شامل یک سیم‌پیچ دور لوله و یک دستگاه الکترونیک است. دستگاه الکترونیک یک میدان مغناطیسی بسیار کوچک ایجاد می‌کند (شکل ۶ــ۳).

الف ــ سختی‌گیر

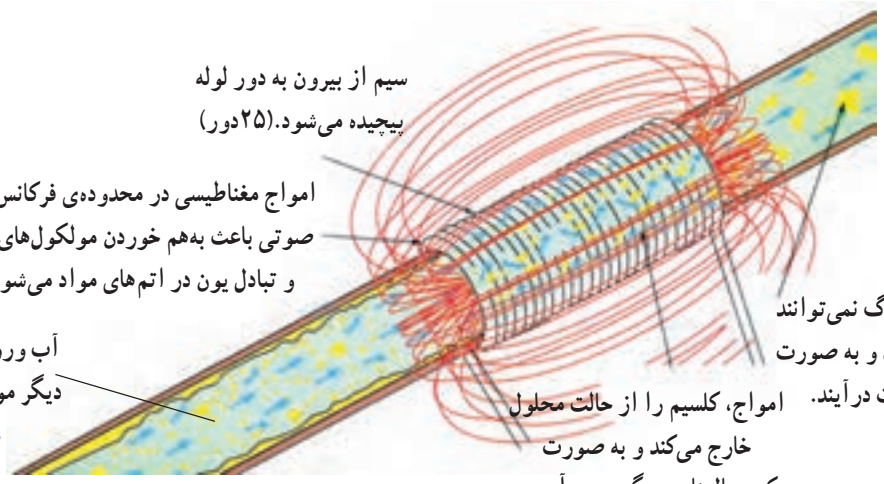


ب ــ لوله قبل و بعد از نصب سختی‌گیر

شکل ۶ــ۳ــ سختی‌گیر مغناطیسی با منبع تغذیه

میدان ایجاد شده توسط دستگاه الکترونیک امواجی تولید می‌کند و باعث می‌شوند کریستال‌های بزرگ کربنات کلسیم به‌وجود آیند که برای چسبیدن به لوله تمایلی ندارند.

شکل ۷ــ۳ چگونگی عمل را نشان می‌دهد. این عمل باعث می‌شود که از تشکیل رسوب در لوله‌ها جلوگیری به عمل آید.

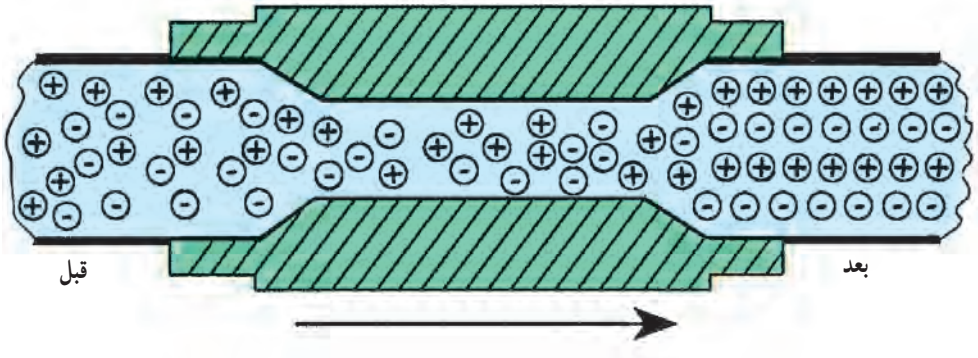


شکل ۷ــ۳ــ اساس کار سختی‌گیر مغناطیسی

ب ــ سختی‌گیر مغناطیسی بدون منبع تغذیه: شکل ۸ــ۳ یک نمونه از سختی‌گیر مغناطیسی را نشان می‌دهد. این وسیله که آب از داخل آن عبور می‌کند در اطراف خود دارای منبع انرژی مغناطیسی است و به‌سهولت در مسیر آب نصب می‌شود.

شکل ۸ــ۳ــ سختی‌گیر مغناطیسی بدون منبع تغذیه

مطابق شکل ۹ــ۳ آب عبوری از دستگاه تحت تأثیر انرژی موجود در دستگاه (حوزه‌ی مغناطیسی) قرار گرفته و این انرژی با اثر بر روی ذرات معلق و مولکول‌های $CaCO_3$ موجود در آب خواص فیزیکی و الکتریکی آن‌ها را تغییر می‌دهد و آرایش خاصی را ایجاد می‌نماید. اگر آب با سرعت مناسب (جدول ۱ــ۳) از داخل منبع انرژی (حوزه‌ی مغناطیسی) عبور داده شود مولکول‌های کلسیم به‌هم پیوسته و کریستال‌های کلسیم را تشکیل می‌دهند که به‌جای رسوب در جداره‌ها، همواره با جریان آب در یک مدار باز از داخل سیستم عبور کرده و تخلیه می‌شوند و در سیکل بسته به‌صورت شناور باقی مانده و طبق نظریه‌ی فوق تمایلی به ترکیب و درنهایت ایجاد رسوب نخواهند داشت.



شکل ۹ــ۳ــ آرایش الکترون‌ها در میدان مغناطیسی

جدول ۱ــ۳ــ میزان جریان نسبت به قطر لوله‌ی سختی‌گیر

مقدار جریان $\frac{m^3}{hr}$	قطر لوله‌ی سختی‌گیر	
	اینچ	میلی‌متر
۰/۲	$\frac{3}{8}$	۱۰
۰/۷	$\frac{1}{2}$	۱۵
۲	$\frac{3}{4}$	۲۰
۴	۱	۲۵
۶	$1\frac{1}{4}$	۳۲
۱۲	$1\frac{1}{2}$	۴۰
۲۰	۲	۵۰
۳۷	$2\frac{1}{2}$	۶۵
۵۵	۳	۸۰
۱۲۰	۴	۱۰۰
۱۵۰	۵	۱۲۵

نصب دستگاه: نصب دستگاه با استفاده از فیتینگ‌های دنده‌ای انجام می‌گیرد و می‌توان آن را به‌صورت افقی یا عمودی در مدار نصب نمود.

برای حذف مواد جامد احتمالی موجود در جریان آب، به‌ویژه حذف ذرات با ترکیب آهن و منگنز، مطابق توصیه‌ی کارخانه‌ی سازنده در مسیر ورودی جریان آب به این دستگاه از یک واحد صافی مناسب استفاده می‌کنند و مواد جمع‌آوری شده در آن را هر چند وقت یک بار تخلیه می‌نمایند.

چون دستگاه قطعه‌ی متحرک ندارد نیاز به اپراتوری، سرویس یا تعمیر هم ندارد. فقط لوله‌ی میانی دستگاه، همان قسمتی که آب از داخل آن می‌گذرد، باید دست‌کم سالی دو یا سه بار با وسیله‌ی مناسبی (Cylinder brush) تمیز شود.

پرسش

۱ــ روش‌های مختلف ته‌نشین کردن مواد معلق آب را توضیح دهید.
۲ــ روش‌های مختلف تصفیه‌ی آب را نام ببرید.
۳ــ در ته‌نشین کردن با استفاده از مواد شیمیایی، نحوه‌ی انجام عمل را شرح دهید.
۴ــ انواع صافی‌ها را نام ببرید و هریک را توضیح دهید.
۵ــ صافی‌های شنی کند را توضیح دهید.
۶ــ صافی‌های تحت فشار را توضیح دهید.
۷ــ مهم‌ترین موارد استفاده از صافی‌های شنی تحت فشار را بیان نمایید.
۸ــ یک شکل شماتیک از صافی تحت فشار رسم نمایید.
۹ــ چگونگی شست‌وشوی صافی‌های تحت فشار را بیان نمایید.
۱۰ــ هوادهی را بیان نمایید.
۱۱ــ اجزای اصلی یک تصفیه‌خانه را به ترتیب نام ببرید.
۱۲ــ چگونگی گندزدایی آب با کلرزنی را شرح دهید.
۱۳ــ سختی آب در مصارف بهداشتی ــ آشامیدنی و صنعتی چه مشکلاتی به‌وجود می‌آورد؟ شرح دهید.
۱۴ــ روش‌های گرفتن سختی آب را بیان کنید.
۱۵ــ روش گرفتن سختی با استفاده از آب آهک را توضیح دهید.
۱۶ــ روش تعویض با استفاده از بسترهای رزینی را توضیح دهید.
۱۷ــ ساختمان دستگاه سختی‌گیر را توضیح دهید.
۱۸ــ انواع سختی‌گیرها را نام ببرید.
۱۹ــ سختی‌گیر مغناطیسی با استفاده از منبع تغذیه چیست؟ توضیح دهید.
۲۰ــ سختی‌گیر مغناطیسی بدون منبع تغذیه چیست؟ شرح دهید.
۲۱ــ چگونگی نصب سختی‌گیر مغناطیسی را شرح دهید.

فصل چهارم

محاسبات فنی

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ محاسبه‌ی طول قطعات را توضیح دهد.

۲ــ محاسبه‌ی سطح شکل‌های هندسی را توضیح دهد.

۳ــ محاسبه‌ی حجم شکل‌های هندسی معمول را توضیح دهد.

۴ــ محاسبه‌ی سطح جانبی و سطح کل را توضیح دهد.

۵ــ محاسبه‌ی جرم قطعات را توضیح دهد.

۶ــ تعیین جرم قطعات به کمک جدول‌ها را بیان کند.

۱ــ۴ــ محاسبات طول

در این قسمت محاسبات طولی را که در مباحث رشته‌ی تأسیسات، اعم از بهداشتی، حرارتی، گازرسانی و برودتی مورد نیاز است می‌آوریم.

۱ــ۱ــ۴ــ واحد اندازه‌گیری طول در سیستم SI[1]:

واحد اندازه‌گیری طول در سیستم SI، متر (m) است.

با توجه به نوع و بزرگی طول مورد اندازه‌گیری، ممکن است از واحدهای بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از متر نیز استفاده شود که در سیستم SI پیشوندهایی برای بیان آن‌ها در نظر گرفته شده است، مانند کیلومتر به معنای هزار متر و میلی‌متر به معنای یک هزارم متر.

چون این پیشوندها در واحدهای اندازه‌گیری کمیت‌های دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول ۱ــ۴ پیشوندهای مذکور را آورده‌ایم.

$$dm = ۱۰^{-۱} m = \frac{۱}{۱۰} m \rightarrow ۱m = ۱۰\,dm$$

$$cm = ۱۰^{-۲} m = \frac{۱}{۱۰۰} m \rightarrow ۱m = ۱۰۰cm$$

جدول ۱ــ ۴ــ پیشوندهای اجزاء و اضعاف واحدهای اندازه‌گیری

اجزاء			اضعاف		
(دهم)	$۱۰^{-۱}$ دسی	d(Deci)	(تریلیون)	$۱۰^{۱۲}$ ترا	T(Tera)
(صدم)	$۱۰^{-۲}$ سانتی	c(Centi)	(بیلیون)	$۱۰^{۹}$ گیگا	G(Giga)
(هزارم)	$۱۰^{-۳}$ میلی	m(Mili)	(میلیون)	$۱۰^{۶}$ مگا	M(Mega)
(میلیونیم)	$۱۰^{-۶}$ میکرو	μ(Micro)	(هزار)	$۱۰^{۳}$ کیلو	K(Kilo)
(بیلیونیم)	$۱۰^{-۹}$ نانو	n(Nano)	(صد)	$۱۰^{۲}$ هکتو	H(Hecto)
(تریلیونیم)	$۱۰^{-۱۲}$ پیکو	p(Pico)	(ده)	۱۰ دکا	D(Deka)
مثال : $w = ۱۰^{۶}$ مگاوات $= Mw$					

۱ــ Systeme Internationale لفظ فرانسوی

$$mm = ۱۰^{-۳}\,m = \frac{۱}{۱۰۰۰}\,m \rightarrow ۱m = ۱۰۰۰mm$$

مثال ۱: ۵۰ متر چند سانتی‌متر و چند میلی‌متر است؟

با توجه به موارد بالا چون $cm = \frac{۱}{۱۰۰}\,m$ پس

$$۱m = ۱۰۰cm$$

$$۵۰(m) = ۵۰(۱۰۰cm) = ۵۰۰۰cm$$

$$۵۰(m) = ۵۰(۱۰۰۰mm) = ۵۰۰۰۰mm$$

مثال ۲: ۵۰۰ متر چند کیلومتر است؟

$$km = ۱۰۰۰m \Rightarrow m = \frac{۱}{۱۰۰۰}\ km$$

$$۵۰۰(m) = ۵۰۰(\frac{۱}{۱۰۰۰}\ km) = \frac{۵۰۰}{۱۰۰۰}km = ۰/۵km$$

مثال ۳: ۵۰۰۰۰ سانتی‌متر چند کیلومتر است؟

$$۵۰۰۰۰(cm) = ۵۰۰۰۰(\frac{۱}{۱۰۰}m)$$

$$= ۵۰۰(m)$$

$$= ۵۰۰\times(\frac{۱}{۱۰۰۰}km)$$

$$= ۰/۵km$$

مثال ۴: ۵۰ دسی‌متر چند سانتی‌متر است؟

$$۵۰(dm) = ۵۰(\frac{۱}{۱۰}m) = ۵۰\times\frac{۱}{۱۰}(m)$$

$$= ۵m$$

$$= ۵(۱۰۰cm)$$

$$= ۵۰۰cm$$

۲ــ۱ــ۴ــ واحد اندازه‌گیری طول در سیستم IP[۱]:

سیستم اندازه‌گیری SI از سال ۱۹۶۷ به بعد مورد قبول اکثر کشورهای جهان قرار گرفته است با این وجود هنوز هم با دستگاه‌ها و کتاب‌هایی سر و کار داریم که براساس سیستم اندازه‌گیری IP تولید شده‌اند. لذا ناگزیر هستیم تا رواج کامل سیستم SI با سیستم‌های دیگر نظیر IP نیز آشنا شویم. سیستم IP در کشورهای انگلیسی زبان مانند کشور انگلستان و آمریکا رایج است. واحد اندازه‌گیری طول در سیستم IP فوت است. در سیستم IP نیز واحدهای کوچک‌تر و بزرگ‌تر از فوت وجود دارند که در موارد خاصی به‌کار می‌روند مانند اینچ، یارد، مایل و... .

فوت را با علامت اختصاری $ft^{(')}$ و اینچ را با علامت اختصاری $in^{('')}$ نشان می‌دهند.

$$۱ft = ۱۲in \quad (\text{اینچ})$$

$$۱yd. = ۳ft \quad \text{یارد}$$

مثال ۱: فشار جو تقریباً برابر۳۴ فوت ستون آب است. این فشار را برحسب اینچ ستون آب حساب کنید.

$$۳۴(ft) = ۳۴(۱۲\ in)$$

$$= ۳۴\times۱۲(in)$$

$$= ۴۰۸in$$

۳ــ۱ــ۴ــ تبدیل واحدهای سیستم SI به سیستم IP و بالعکس: با توجه به وجود کتاب و دستگاه در هر دو سیستم ناگزیر به آشنایی با تبدیل واحدهای دو سیستم به همدیگر هستیم. برای تبدیل واحد در رشته تأسیسات با توجه به روابطی که در زیر ملاحظه می‌کنید می‌توان واحدهای آن‌ها را به همدیگر تبدیل نمود.

$$۱in = ۲/۵۴cm$$

$$۱ft = ۳۰/۴۸cm$$

مثال ۱: فشار اتمسفر ۷۶ سانتی‌متر جیوه است. این فشار برابر چند اینچ جیوه است؟

$$\text{فشار اتمسفر} = ۷۶cm$$

$$= ۷۶\times(\frac{۱}{۲/۵۴}in)$$

$$= ۷۶\times\frac{۱}{۲/۵۴}\times(in)$$

$$= ۲۹/۹۲\ inHg$$

مثال ۲: قطر اسمی لوله‌ی $۱\frac{۱'}{۴}$ اینچ برابر چند میلی‌متر است؟

۱ــ مخفف Inch و P و مخففPound. سیستم IP را سیستم F.P.S نیز می‌گویند. F مخفف Foot (فوت)، P مخفف Pound(پوند) و S مخفف Second (ثانیه)

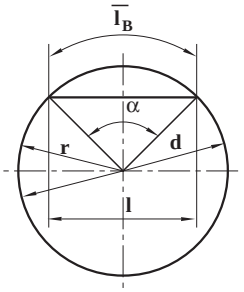
$$1\frac{1}{4}\,in = \frac{5}{4}\,in = \frac{5}{4}(2/54cm)$$

$$= \frac{5}{4}\times 2/54(cm)$$

$$= 3/175cm$$

$$= 31/75mm$$

۴ــ۱ــ۴ــ محاسبه‌ی محیط: هر قطعه‌ی صنعتی، معمولاً ترکیبی از شکل‌های هندسی است. بنابراین برای محاسبه‌ی محیط این نوع قطعات، ابتدا آن‌ها را به شکل‌های هندسی تقسیم‌بندی می‌کنیم و پس از محاسبه‌ی محیط هرکدام، از جمع آن‌ها محیط قطعه را به‌دست می‌آوریم. در شکل ۱ــ۴ فرمول محاسبه‌ی محیط دایره و طول قوس قطاع یا قطعه‌ی دایره آورده شده است.



$$U = \pi \times d$$

$$l_B \approx \frac{\pi \times d \times \alpha}{360}$$

علائم اختصاری

d = قطر دایره	r = شعاع دایره
U = محیط	l_B = طول قوس قطاع یا قطعه‌ی دایره
α = زاویه‌ی مرکزی	l = طول قطعه‌ی دایره

شکل ۱ــ۴ــ محاسبه‌ی محیط دایره

مثال: می‌خواهیم قطعه‌ای را مطابق شکل۲ــ۴، با روش برش با گاز، از ورق فولادی ببریم. طول مسیر برش را حساب کنید.

حل: منظور از طول مسیر برش همان محیط قطعه است. برای به‌دست‌آوردن محیط قطعه، ابتدا محیط آن را به طول‌های l_1، l_2، l_3، l_4 و l_5 تفکیک نموده و پس از محاسبه‌ی طول هریک از آن‌ها، با جمع طول پاره‌خط‌ها، محیط قطعه‌ی مرکب را به‌دست می‌آوریم.

$$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

$$l_1 = 200mm$$

$$l_2 = \frac{d_2 \times \pi}{2} = \frac{400mm \times 3/14}{2} = 628mm$$

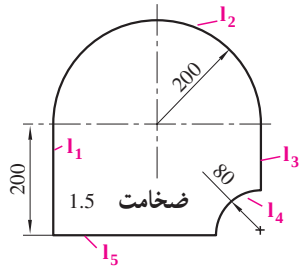
$$l_3 = 200mm - 80mm = 120mm$$

$$l_4 = \frac{d_4 \times \pi}{4} = \frac{160mm \times 3/14}{4} = 125/6mm$$

$$l_5 = 400mm - 80mm = 320mm$$

$$U = 200mm + 628mm + 120mm + 125/6mm$$

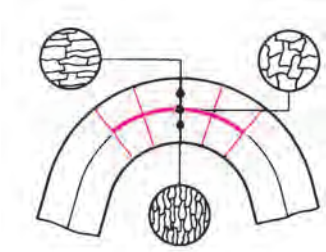
$$+320mm = 1393/6mm$$



شکل ۲ــ۴ــ محاسبه‌ی محیط قطعه

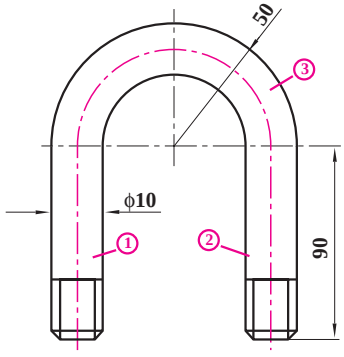
۵ــ۱ــ۴ــ محاسبه‌ی طول گسترده‌ی قطعات خمیده: هنگام خم‌کاری یک قطعه، لایه‌های خارجی آن کشیده می‌شوند و برعکس لایه‌های داخلی آن فشرده می‌شوند. بین لایه‌های خارجی و داخلی، لایه‌ای وجود دارد که در موقع خم‌کاری، نه کشیده و نه فشرده می‌شود و طول آن بدون تغییر باقی می‌ماند، این لایه را لایه‌ی خنثی و طول آن را طول گسترده‌ی قطعه می‌نامند (شکل ۳ــ۴).

طول لایه‌ی خنثی = طول گسترده



شکل ۳ــ۴ــ لایه‌ی خنثی و طول آن

مثال ۱: می‌خواهیم از میل گردی به قطر ۱۰ میلی‌متر، بستی، مطابق شکل ۴ــ۴، بسازیم. طول گسترده‌ی آن را به‌دست آورید.



شکل ۴ــ۴ــ محاسبه‌ی طول بست

حل:

$$d_m = D - S$$

$$d_m = ۲R - ۱۰ = ۲ \times ۵۰ - ۱۰ = ۹۰$$

$$l_s = l_۱ + l_۲ + l_۳$$

$$l_۱ = ۹۰mm$$

$$l_۲ = ۹۰mm$$

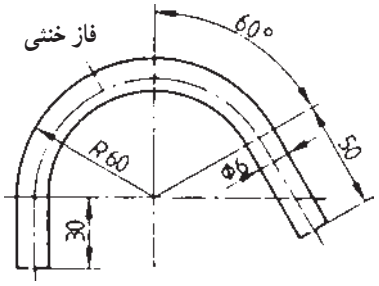
$$l_۳ = \frac{dm \times \pi}{۲} = \frac{۹۰ \times ۳/۱۴}{۲}$$

$$l_۳ = ۱۴۱/۳mm$$

$$l_s = ۹۰mm + ۹۰mm + ۱۴۱/۳mm$$

$$l_s = ۳۲۱/۳mm$$

مثال ۲: طول گسترده‌ی قطعه‌ی شکل ۵ــ۴ را به‌دست آورید.



شکل ۵ــ۴ــ طول گسترده‌ی قطعه

حل:

$$l_s = l_۱ + l_۲ + l_۳$$

$$l_۲ = \frac{d_m \times \pi \times \alpha}{۳۶۰^\circ} = \frac{(۱۲۰mm - ۶mm) \times ۳/۱۴ \times ۱۵۰^\circ}{۳۶۰^\circ}$$

$$l_۲ = ۱۴۹/۱۵mm$$

$$l_s = ۳۰mm + ۱۴۹/۱۵mm + ۵۰mm$$

$$l_s = ۲۲۹/۱۵mm$$

تمرین

۱ــ تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

ــ برحسب متر :

۲۵۶۵mm ،۶/۵km ،۹mm ،۱۷/۵cm ،۳۱dm ،۷۵mm

ــ برحسب سانتی‌متر :

۶۳۲mm ،۱۳/۰۰۷m ،۲/۰۴dm ،۳۹/۶dm ،۳/۷m

ــ برحسب دسی‌متر :

۵mm ،۰/۷cm ،۴/۰۳۱m ،۲۳/۵cm ،۱۹/۸m

ــ برحسب میلی‌متر :

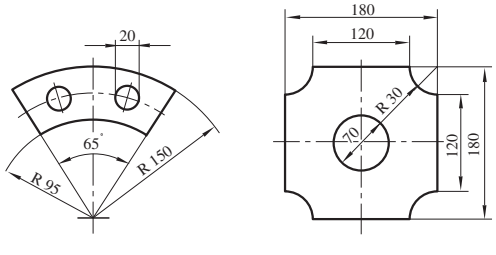
۱/۰۰۵m ،۳۷μm ،۱۹dm ،۳/۶cm ،۱/۷۵m

$$۳\frac{۱}{۴}in ،۲۳\frac{۵}{۸}in ،\frac{۱}{۲}in ،\frac{۵}{۸}in ،\frac{۳}{۴}in ،\frac{۷}{۸}in ،۱\frac{۱}{۲}in ،\frac{۳}{۱۶}in$$

۲ــ قطر دایره‌ای ۱۱۵/۷ میلی‌متر است، محیط آن را به‌دست آورید.

۳ــ محیط دایره‌ای ۶۲/۸ میلی‌متر است، قطر آن را به‌دست آورید.

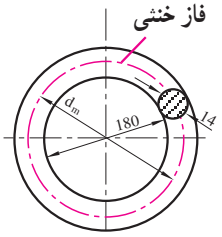
۴ــ اندازه محیط داخلی و خارجی قطعات شکل ۶ــ۴ را به‌دست آورید.



(الف) (ب)

شکل ۶ ــ۴

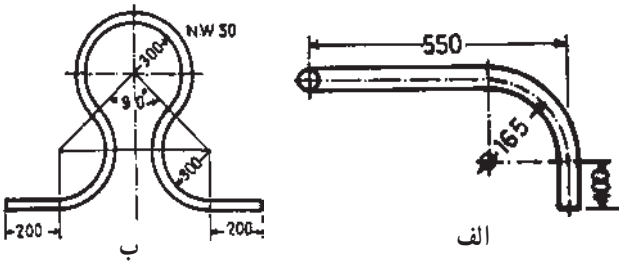
۵ــ طول گسترده‌ی حلقه شکل ۷ــ۴ را به‌دست آورید.



شکل ۷ــ۴ــ محاسبه‌ی طول گسترده‌ی حلقه

۶ــ قطر داخلی و قطر خارجی یک لوله‌ی $\frac{۳}{۴}$ اینچ به ترتیب ۲۱/۶ و ۲۶/۹ میلی‌متر است. ضخامت جدار لوله را پیدا کنید.

۷ــ طول لوله‌ی به‌کار رفته در شکل ۸ــ۴ را پیدا کنید



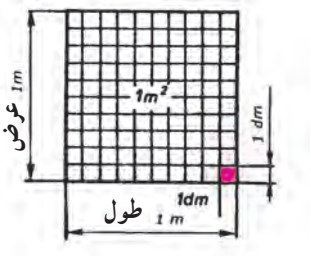
شکل ۸ ــ۴ــ محاسبه‌ی طول لوله‌ی به‌کار رفته

۲ــ۴ــ محاسبات سطح

۱ــ۲ــ۴ــ واحد اندازه‌گیری سطح در سیستم SI:

در سیستم بین‌المللی واحدها (SI) واحد سطح، مترمربع است و سطحی مربع است که طول هر ضلع آن (۱) متر باشد.

دسی‌مترمربع، سانتی‌مترمربع و میلی‌مترمربع واحدهای



شکل ۹ــ۴ــ واحد اندازه‌گیری سطح متر مربع

کوچک‌تری هستند که در این سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

$$A = L^2$$

$$1\,m = 100\,cm \qquad 1\,cm = \frac{1}{100}\,m$$

$$1\,m^2 = (100\,cm)^2 \qquad 1\,cm^2 = (\frac{1}{100}\,m)^2$$

$$1\,m^2 = 10000\,cm^2 \qquad 1\,cm^2 = \frac{1}{10000}\,m^2$$

در شکل ۱۰ــ۴ محاسبات مربوط به محیط و مساحت شکل‌های هندسی معمول آورده شده است.

مثال: مساحت دیوار اتاقی به طول (۴) متر و به ارتفاع (۲/۸) متر، چند متر مربع و چند سانتی‌متر مربع است؟

پاسخ:

$$A = 4m \times 2/8m = 4 \times 2/8m^2 = 11/2m^2$$

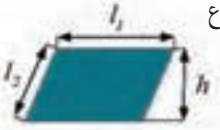
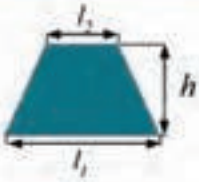
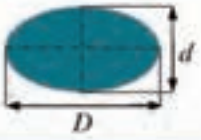
$$A = (400\,cm) \times (280\,cm) = 112000\,cm^2$$

مثال: مساحت یک موزائیک به ضلع (۳۰) سانتی‌مترمربع، چند سانتی‌مترمربع و چند مترمربع است؟

پاسخ:

$$A = (30\,cm) \times (30\,cm) = 900\,cm^2$$

$$A = (0/3m)(0/3m) = 0/09m^2$$

شکل	محیط	مساحت
مربع	$U = ۴ \times l$	$A = l^۲$
مستطیل	$U = ۲ \times (l+b)$	$A = l \times b$
لوزی	$U = ۴ \times l$	$A = l \times h$
متوازی الاضلاع 	$U = ۲ \times (l_۲+l_۱)$	$A = l_۱ \times h$
مثلث	مجموع طول اضلاع = U	$A = \frac{l \times h}{۲}$
ذوزنقه 	مجموع طول اضلاع = U	$A = \frac{(l_۱+l_۲) \times h}{۲}$
دایره	$U = \pi \times d$	$A = \frac{\pi \times d^۲}{۴}$
بیضی 	$U \approx \pi \times \frac{(d+D)}{۲}$	$A = \frac{\pi \times d \times D}{۴}$
تاج دایره	مجموع طول کمان ها = U	$A = \frac{\pi \times D^۲}{۴} - \frac{\pi \times d^۲}{۴}$

علائم اختصاری:

A = مساحت U = محیط l = طول b = عرض h = ارتفاع D = قطر بزرگ d = قطر کوچک

شکل ۱۰ــ۴ــ روابط محاسبه محیط و مساحت شکل‌های هندسی

مثال: مساحت ذوزنقه‌ای را که طول دو قاعده‌ی آن به‌ترتیب (۴۰) و (۳۰) سانتی‌متر و ارتفاع آن (۲۰) سانتی‌متر باشد، حساب کنید.

پاسخ:

با توجه به شکل ۱۰ــ۴

$$l_1 = 40cm \quad , \quad l_2 = 30cm$$

$$h = 20cm$$

$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times b$$

$$= \frac{40 + 30}{2} \times 20 = 700cm^2$$

مثال: مساحت ورق به‌کار رفته در قطعه شکل ۱۱ــ۴ را بر حسب دسی‌متر مربع به‌دست آورید.

پاسخ:

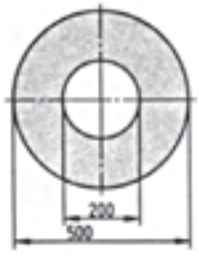
$$D = 500mm = 5dm$$

$$d = 200mm = 2dm$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{3/14 \times 5^2}{4} - \frac{3/14 \times 2^2}{4}$$

$$A = 16/485dm^2$$



شکل ۱۱ــ۴

پرسش و تمرین

۱ــ حاصل مساحت‌های زیر را برحسب سانتی‌متر مربع به‌دست آورید.

الف) $33/6dm^2 + 0/51m^2 + 50/74dm^2 - 1/2m^2$

ب) $1100cm^2 + 40m^2 - 810dm^2 - 31/2m^2$

۲ــ حاصل مساحت را به مترمربع تبدیل کنید.

$6/0009cm^2, 70cm^2, 24405dm^2, 175dm^2$

۳ــ محیط یک مربع برابر (۲۸) سانتی‌متر است، مساحت و قطر آن را حساب کنید.

۴ــ سطح مقطع یک دودکش (۴۰۰) سانتی‌مترمربع است اگر مقطع دودکش به‌شکل مربع باشد، طول هر ضلع دودکش چند سانتی‌متر است؟ طول هر ضلع دودکش چند اینچ است؟

۵ــ سطح یک مربع به ضلع (۴۰) سانتی‌متر باید معادل سطح یک دایره باشد، قطر دایره را مشخص کنید.

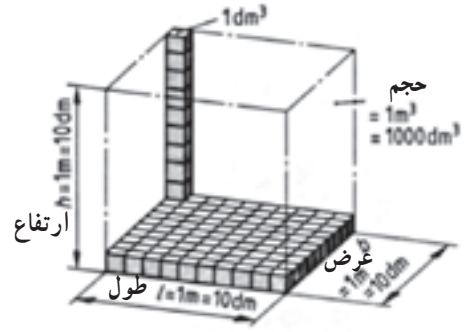
۶ــ یک مخزن ذخیره‌ی گازوئیل دارای قطر (۱۶۰۰) میلی‌متر است اوّلاً سطح مقطع مخزن چند دسی‌متر مربع است؟ ثانیاً محیط مقطع مخزن را حساب کنید.

۷ــ طبق استاندارد BS ۱۳۸۷ حداکثر قطر خارجی لوله‌ی فولادی ۱ اینچ ۳۳/۴ میلی‌متر و ضخامت آن ۳/۲ میلی‌متر است، ۱ــ قطر داخلی لوله ،۲ــ سطح مقطع خارجی لوله، ۳ــ سطح مقطع داخلی لوله، ۴ــ سطح مقطع قسمت فلزی لوله را حساب کنید.

۳ــ۴ــ محاسبات حجم

۱ــ۳ــ۴ــ واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI :

واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب است و حجم مکعبی است که، طول، عرض و ارتفاع آن ۱ متر باشد (شکل ۱۲ــ۴).



$۱m \times ۱m \times ۱m = ۱m^۳$

شکل ۱۲ــ۴ــ واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI متر مکعب است.

دسی‌متر مکعب، سانتی‌متر مکعب و میلی‌متر مکعب واحدهای کوچک‌تری هستند که در سیستم SI مورد استفاده قرار می‌گیرند.

$$V = L.L.L. = L^۳$$
$$m^۳ = (۱\circ dm)^۳ = ۱۰۰\circ dm^۳$$
$$dm^۳ = lit \text{ یک لیتر}$$
$$m^۳ = ۱۰۰\circ lit$$

هر مترمکعب (۱۰۰۰) لیتر و هر لیتر $(\frac{۱}{۱۰۰۰})$ متر مکعب است.

$$m = ۱\circ dm \qquad dm = \frac{۱}{۱\circ} m$$
$$m^۳ = (۱\circ dm)^۳ \qquad dm^۳ = (\frac{۱}{۱\circ} m)^۳$$
$$m^۳ = ۱۰۰\circ dm^۳ \qquad dm^۳ = \frac{۱}{۱۰۰۰} m^۳$$
$$m^۳ = ۱۰۰\circ lit \qquad lit = \frac{۱}{۱۰۰۰} m^۳$$

به‌تبدیل لیتر به سانتی‌متر مکعب و سانتی‌متر مکعب به لیتر توجه نمایید.

$$dm = ۱\circ cm \qquad cm = \frac{۱}{۱\circ} dm$$
$$dm^۳ = (۱\circ cm)^۳ \qquad cm^۳ = (\frac{۱}{۱\circ} dm)^۳$$
$$dm^۳ = ۱۰۰\circ cm^۳ \qquad cm^۳ = \frac{۱}{۱۰۰۰} dm^۳$$
$$lit = ۱۰۰\circ cm^۳ \qquad cm^۳ = \frac{۱}{۱۰۰۰} lit$$

توجه: ضریب تبدیل در واحدهای حجم، از واحدی به واحد مجاور (۱۰۰۰) است، که در تبدیل واحد از کمیت بزرگ‌تر به کوچک‌تر آن را در (۱۰۰۰) ضرب می‌کنند و در تبدیل واحد از کمیت کوچک‌تر به‌بزرگ‌تر آن را بر (۱۰۰۰) تقسیم می‌نمایند.

مثال: حجم اتاق (۳۶) متر مکعب است، حجم اتاق چند لیتر و چند سانتی‌متر مکعب است؟

پاسخ:

$$۳۶m^۳ = ۳۶(۱\circ dm)^۳ = ۳۶(۱۰۰\circ dm^۳)$$
$$= ۳۶۰۰\circ dm^۳ = ۳۶۰۰\circ lit$$
$$۳۶m^۳ = ۳۶۰۰\circ dm^۳ = ۳۶۰۰\circ(۱\circ cm)^۳$$
$$= ۳۶۰۰\circ(۱۰۰\circ cm)^۳ = ۳۶۰۰۰۰۰\circ cm^۳$$

یا

$$۳۶m^۳ = ۳۶ \times ۱۰۰\circ dm^۳ = ۳۶۰۰\circ dm^۳$$
$$= ۳۶۰۰\circ lit$$
$$۳۶۰۰\circ dm^۳ = ۳۶۰۰\circ \times ۱۰۰\circ$$
$$= ۳۶۰۰۰۰۰\circ cm^۳$$

مثال: (۱۰۰۰۰۰) سانتی‌متر مکعب چند لیتر و چند مترمکعب است؟

پاسخ:

$$۱۰۰۰۰۰\circ cm^۳ = ۱۰۰۰۰۰\circ(\frac{۱}{۱\circ} dm)^۳$$
$$= ۱۰۰۰۰۰ \times \frac{۱}{۱۰۰۰} dm^۳ = ۱۰۰ dm^۳ = ۱۰۰ lit$$

$$۱۰۰dm^۳ = ۱۰۰(\frac{۱}{۱۰}m)^۳ = ۱۰۰\times\frac{۱}{۱۰۰۰}m^۳$$

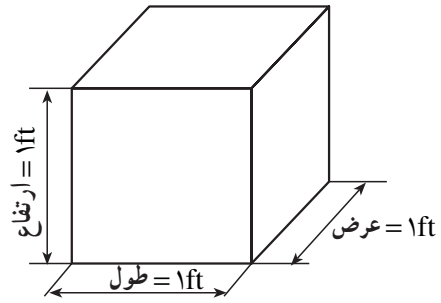
$$=\frac{۱}{۱۰}m^۳ = ۰/۱m^۳$$

$$۱۰۰۰۰۰cm^۳ \div ۱۰۰۰ = ۱۰۰dm^۳ = ۱۰۰lit$$

$$۱۰۰dm^۳ \div ۱۰۰۰ = ۰/۱m^۳$$

۲ــ۳ــ۴ــ واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم IP:

واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم «IP» و یا در کشورهای انگلیسی زبان «فوت مکعب» است و آن حجم مکعبی است که طول و عرض و ارتفاع آن برابر یک فوت باشد.



$$۱ft\times۱ft\times۱ft = ۱ft^۳$$

شکل ۱۳ــ۴ــ فوت مکعب واحد اندازه‌گیری حجم در سیستمSI

واحد دیگری در این سیستم که بیش‌تر برای اندازه‌گیری حجم مایعات استفاده می‌شود، «گالن» نام دارد که بر دو نوع است : گالن آمریکایی و گالن امپریال.

۱گالن آمریکایی	= ۳/۷۸۵ لیتر
۱ گالن امپریال	= ۴/۵۴۶ لیتر
۱ فوت مکعب	= ۷/۴۸۱ گالن آمریکایی

۳ــ۳ــ۴ــ تبدیل واحدها: تبدیل واحدهای حجم در سیستم «SI» به واحدهای حجم در سیستم «IP» و برعکس را ملاحظه نمایید.

$m = ۳/۲۸ft$	$ft = ۰/۳۰۴۸m$
$m^۳ = (۳/۲۸ft)^۳$	$ft^۳ = (۰/۳۰۴۸m)^۳$
$m^۳ = ۳۵/۳۱ft^۳$	$ft^۳ = ۰/۰۲۸m^۳$

مثال: حجم اتاق ۳۶ مترمکعبی، چند فوت مکعب است؟

پاسخ:

$$۳۶m^۳ = ۳۶\times(۳/۲۸m)^۳ = ۳۶\times۳۵/۳۱m^۳$$

$$=۱۲۷۱/۱۶m^۳$$

مثال: $(۱۰۷۶)ft^۳$ معادل چند متر مکعب است؟

پاسخ:

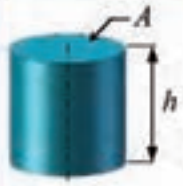
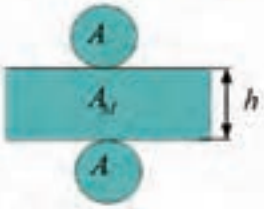
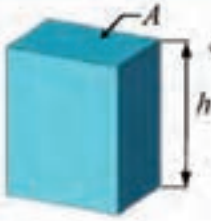
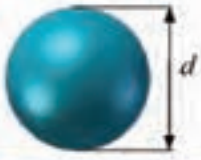
$$۱m^۳ = ۳۵/۳۱ft^۳$$

$$۱۰۷۶ft^۳ = \frac{۱۰۷۶}{۳۵/۳۱}m^۳$$

$$=۳۰/۴۷m^۳$$

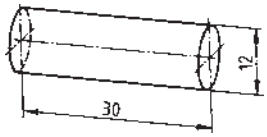
روابط حجم ــ سطح جانبی و سطح کل حجم‌های هندسی

در شکل ۱۴ــ۴ روابط محاسبه سطح جانبی، سطح کل و حجم شکل‌هایی که در رشته تأسیسات کاربرد عملی دارند آورده شده است تا در محاسبات مربوطه مورد استفاده قرار گیرد.

شکل	مساحت	حجم
استوانه 	سطح قاعده بالا+ سطح جانبی + سطح قاعده پایین= سطح کلی $A_o = A + A_{JJ} + A$ $A_{JJ} = \pi \times d \times h$ 	ارتفاع × مساحت قاعده = حجم $V = A \times h$
منشور چهار ضلعی 	سطح قاعده بالا+ سطح جانبی + سطح قاعده پایین= سطح کلی $A_o = A + A_{JJ} + A$	ارتفاع × مساحت قاعده = حجم $V = A \times h$
کره 	$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$	$V = \frac{\pi \times d^3}{6}$
علائم اختصاری: V = حجم A = سطح قاعده A_{JJ} = سطح جانبی A_o = سطح کلی d = قطر h = ارتفاع		

شکل ۱۴ــ۴ــ روابط حجم ــ سطح جانبی و سطح کل حجم های هندسی

مثال: در شکل ۱۵ــ۴ حجم قطعه داده شده را برحسب میلی‌متر مکعب محاسبه کنید.



شکل ۱۵ــ۴

پاسخ:

$$V = A \times h = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h$$

$$V = \frac{\pi \times (12mm)^2}{4} \times 30mm = 3391/2mm^3$$

پرسش و تمرین

۱ــ (۱۱۵) سانتی‌مترمکعب و (۱۳/۵) دسی‌مترمکعب را برحسب مترمکعب حساب کنید.

۲ــ (۱۶۷۱۵) سانتی‌مترمکعب چند دسی‌مترمکعب است؟

۳ــ (۱/۴) مترمکعب چند دسی‌متر مکعب و چند سانتی‌متر مکعب است؟

۴ــ حاصل عبارت‌های زیر را برحسب لیتر حساب کنید.

الف) $۱۳/۶m^۳ - ۲۴۶cm^۳ + ۱۲/۳dm^۳ - ۲/۲۷m^۳$

ب) $۸۳۱cm^۳ + ۲/۷dm^۳ - ۱/۲۳m^۳ + ۲۴۳۷dm^۳$

ج) $۴۲۰/۵m^۳ + ۰/۲۵m^۳ - ۱۲۰۰۰mm^۳ - ۱۶۵۳۲cm^۳$

۵ــ عبارت‌های زیر را به لیتر و گالن (آمریکایی) تبدیل کنید.

$۱۴۰۲cm^۳$, $۱۲۳/۲۴dm^۳$, $۶۶۳۲cm^۳$

۶ــ حجم اتاقی به طول (۶) متر و به عرض (۴) متر و ارتفاع (۳) متر چند متر مکعب و چند فوت مکعب است؟

۷ــ حجم مخزن گازوئیل استوانه‌ای به قطر (۱) متر و به طول (۳) متر، چند لیتر و چند گالن است؟

۸ــ سطح جانبی و حجم مکعبی با طول (۴۵) میلی‌متر را به‌دست آورید.

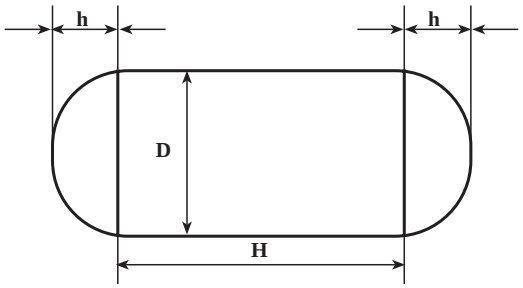
۹ــ اگر قطر قاعده‌ی مخروطی (۲۵) سانتی‌متر و ارتفاع آن (۳۶) سانتی‌متر باشد، حجم مخروط کامل را حساب کنید.

۱۰ــ کانالی ذوزنقه‌ای به‌طول (۲۵۰) متر خاک برداری خواهد شد اگر پهنای کانال در بالا (۸۰) سانتی‌متر و در پایین (۴۰) سانتی‌متر و عمق آن (۱) متر باشد، حجم کانال چه قدر است؟

۱۱ــ آب موجود در (۱۰۰) متر لوله‌ی فولادی ($\frac{۱}{۲}$) اینچ، با قطر خارجی(۲۱/۷) میلی‌متر و ضخامت (۲/۶) میلی‌متر چند لیتر است؟

۱۲ــ آب موجود در (۱۰۰) متر لوله‌ی (۱) اینچ را برحسب لیتر حساب کنید (ابعاد لازم را از جدول BS۱۳۸۷ در فصل ششم کتاب استخراج نمایید.)

۱۳ــ حجم تانکر گازوئیل شکل ۱۶ــ۴ را حساب کنید در صورتی که $h = (۳۰)cm$ ، $H = (۴۰۰)cm$ و $D = (۱۲۰)cm$ باشد.

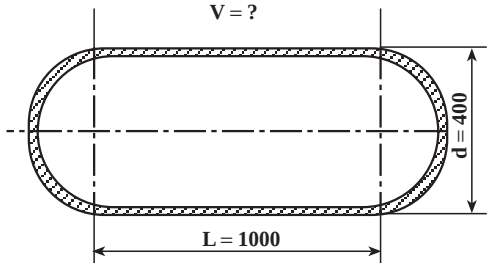


شکل ۱۶ــ۴

راهنمایی: برای محاسبه‌ی این گونه تانکرها از فرمول تقریبی زیر استفاده نمایید.

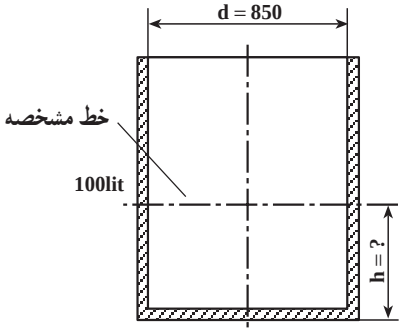
$$V = \frac{\pi D^۲}{۴} \times H + ۲\pi h(\frac{D^۲}{۸} + \frac{h^۲}{۶})$$

۱۴ــ حجم مخزن شکل ۱۷ــ۴ چند لیتر است؟



شکل ۱۷ــ۴

۱۵ــ در ظرف شکل ۱۸ــ۴ (۱۰۰) لیتر روغن ریخته خواهد شد، ارتفاع h برای مشخص کردن خط (۱۰۰) لیتر چند دسی‌متر است؟



شکل ۱۸ــ۴

۴ــ۴ــ محاسبات جرم

واحد جرم در سیستم SI کیلوگرم است و واحد جرم در سیستم IP پوند جرم lb است به روابط آن‌ها توجه کنید :

گرم ۱۰۰۰ = ۱ کیلوگرم
گرم ۴۵۳ = ۱ پوند
۲/۲۰ lb = ۱ کیلوگرم

۱ــ۴ــ۴ــ جرم حجمی: جرم واحد حجم از هر ماده را، جرم حجمی (جرم مخصوص) آن ماده گویند.

$$\text{جرم مخصوص} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

واحد جرم مخصوص در سیستم «SI» کیلوگرم بر مترمکعب ($\frac{kg}{m^3}$) است و واحدهای رایج دیگر عبارت‌اند از : ($\frac{kg}{dm^3}$) یا ($\frac{kg}{lit}$) و($\frac{gr}{cm^3}$).

$\text{جرم مخصوص} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$
$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{kg}{m^3}$ یا $\frac{kg}{dm^3}$ یا $\frac{gr}{cm^3}$
$۱\frac{kg}{dm^3} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^3}$

جرم مخصوص فولاد ($۷/۸۵\frac{kg}{dm^3}$)،

جرم مخصوص آلومینیم ($۲/۷\frac{kg}{dm^3}$)،

چدن ($۷/۲۵\frac{kg}{dm^3}$) و آب ($۱\frac{kg}{lit}$) است.

مثال: جرم مخصوص آب ($۱\frac{kg}{lit}$) چند ($\frac{kg}{m^3}$) است؟

پاسخ:

$$۱lit = \frac{۱}{۱۰۰۰}m^3$$

$$۱\frac{kg}{lit} = ۱\frac{kg}{\frac{۱}{۱۰۰۰}m^3} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^3}$$

۲ــ۴ــ۴ــ محاسبه‌ی جرم: با استفاده از تعریف جرم مخصوص، می‌توان رابطه‌ای برای محاسبه‌ی جرم قطعات هندسی به دست‌آورد.

علائم اختصاری:

m = جرم

V = حجم

ρ = جرم مخصوص $\Rightarrow$ $\boxed{m = \rho \times V}$

مثال: جرم شمش فولادی با مقطع مربع به‌ضلع (۵۰) میلی‌متر و طول (۱۲۰) میلی‌متر را به‌دست آورید.

پاسخ:

$$V = A \times h = (۵۰mm)^۲ \times ۱۲۰mm$$

$$= ۳۰۰۰۰۰mm^3 = ۰/۳dm^3$$

$$m = V \times \rho = ۰/۳dm^3 \times ۷/۸۵\frac{kg}{dm^3}$$

$$= ۲/۳۵۵kg$$

۳ــ۴ــ۴ــ محاسبه‌ی جرم به‌کمک جدول: در صنعت معمولاً جرم طولی میله‌ها، پروفیل‌ها، لوله‌ها و سیم‌ها و جرم سطحی ورق‌ها را در جدول‌هایی ارائه می‌دهند. به‌کمک این جدول‌ها و با محاسبه‌ی طول یا سطح قطعات، به راحتی می‌توان جرم قطعه را محاسبه کرد. (جدول‌های ۲ــ۴ تا ۸ ــ۴)

علائم اختصاری:

m = جرم — l = طول قطعه

m' = جرم طولی — A = سطح قطعه

m'' = جرم سطحی

$\boxed{m = m' \times l}$ جرم پروفیل، میله، لوله، سیم = جرم طولی × طول قطعه

$\boxed{m = m'' \times A}$ جرم ورق = جرم سطحی × مساحت قطعه

مثال: به‌کمک جدول، جرم (۶/۳) متر از میله‌گرد فولادی با قطر (۲۲) میلی‌متر را به‌دست آورید.

پاسخ:

$$m' \xrightarrow{\text{از جدول ۷ــ۴}} = ۲/۹۸\frac{kg}{m}$$

$$m = m' \times l = ۲/۹۸ \frac{kg}{m} \times ۶/۳ m = ۱۸/۸ kg$$

مثال: به کمک جدول، جرم (۵) مترمربع از ورق فولادی به ضخامت (۲) میلی‌متر را به دست آورید.

پاسخ:

$$m' \xrightarrow{\text{از جدول ۶ـ۴}} = ۱۵/۷ \frac{kg}{m^۲}$$

$$m = m' \times A = ۱۵/۷ \frac{kg}{m^۲} \times ۵ m^۲ = ۷۸/۵ kg$$

مثال: به کمک جدول، جرم یک شاخه لوله ۶ متری معمولی به قطر $\frac{۱}{۲}''$ را برحسب کیلوگرم به‌دست آورید.

$$m' \xrightarrow{\text{از جدول ۷ـ۴}} ۱/۲۵ \frac{kg}{m}$$

$$m = m' \times L = ۱/۲۵ \frac{kg}{m} \times ۶ = ۷/۵ kg$$

پرسش و تمرین

۱ـ جرم‌های داده شده را برحسب تن به‌دست آورید.

۱۰۰kg , ۳۵۳۰kg , ۳۹۷۵۰kg

۲ـ جرم‌های داده شده را برحسب گرم حساب کنید.

$۲\frac{۱}{۴}$kg , $\frac{۱}{۲}$kg , ۰/۰۷۲kg

۳ـ جرم‌های داده شده چند پوند است؟

۱۰۰۰kg , ۱۰۰۰gr , ۴۵۳۰gr

۴ـ جرم یک متر لوله‌ی $(\frac{۱}{۲}'')$ فولادی با قطر خارجی (۲۱/۷)mm و ضخامت (۲/۶)mm را محاسبه نموده، نتیجه را با جدول مقایسه کنید (جرم مخصوص فولاد $۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳}$).

۵ـ مخزن گازوئیلی با مقطع مستطیل، به ابعاد : طول (۱۰۴۰) میلی‌متر، ارتفاع (۹۹۰) میلی‌متر و عرض (۷۰۰) میلی‌متر ساخته خواهد شد، حساب کنید که :

الف) با در نظر گرفتن ۲۰٪ اضافه برای دور ریز، سطح ورق فولادی مورد نیاز چه‌قدر خواهد بود؟ (مخزن بدون درپوش درنظر گرفته شود)

ب) جرم ورق مورد نیاز چند کیلوگرم است؟ (ضخامت ورق ۰/۸ میلی‌متر است)

ج) ظرفیت مخزن برحسب لیتر چه قدر است؟

د) جرم گازوئیل داخل آن چند کیلوگرم $\rho = ۰/۸ \frac{kg}{dm^۳}$ است؟

۶ـ جرم یک ورق گالوانیزه به‌ضخامت mm(۰/۵) و به ابعاد $m(۱) \times m(۲)$ را حساب کنید. جرم این ورق را از طریق جدول نیز به‌دست آورده، مقایسه کنید.

۷ـ یک لوله‌ی فولادی به‌قطر داخلی mm (۱۶) و قطر خارجی mm(۱۸) و جرم kg(۱/۳۵) است، حجم و طول آن را به‌دست آورید.

۸ـ جرم یک‌متر لوله‌ی فولادی $(\frac{۳}{۴}'')$ و آب محتوی آن را حساب کنید (مشخصات لوله‌ی $(\frac{۳}{۴}'')$ را از جدول ضمیمه استخراج کنید).

۹ـ جرم هر متر مربع ورق‌های فولادی زیر را برحسب کیلوگرم حساب نموده، با جدول مقایسه کنید.
۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱ و ۱/۲۵ میلی‌متری

جدول ۲ــ۴ ــ ضریب‌های محاسبه‌ی طول ضلع، قطر دایره‌ی محاطی و مساحت چندضلعی‌های منتظم با فرض D = ۱

علائم اختصاری							
$n =$ تعداد اضلاع	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۲
$\alpha =$ زاویه‌ی مرکز مقابل به یک ضلع	۱۲۰°	۹۰°	۷۲°	۶۰°	۴۵°	۳۶°	۳۰°
$l =$ طول ضلع	۰/۸۶۶	۰/۷۰۷	۰/۵۸۸	۰/۵۰۰	۰/۳۸۳	۰/۳۰۹	۰/۲۵۹
$d =$ قطر دایره محاطی	۰/۵۰۰	۰/۷۰۷	۰/۸۰۹	۰/۸۶۶	۰/۹۲۴	۰/۹۵۱۱	۰/۹۶۶
$A =$ مساحت	۰/۳۲۵	۰/۵۰۰	۰/۵۹۴	۰/۶۵۰	۰/۷۰۷	۰/۷۳۵	۰/۷۵۰

D = قطر دایره‌ی محیطی

جدول ۳ــ۴ ــ جرم بعضی از مواد برحسب کیلوگرم

نام ماده	جرم ماده	نام ماده	جرم ماده
اتم هیدروژن	$۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}$	اتومبیل شخصی	$۱/۵\times۱۰^{۳}$
یک لیتر هوا (در صفر درجه‌ی‌سانتی گراد)	$۱/۲۹\times۱۰^{-۳}$	کره‌ی زمین	$۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}$
یک لیتر آب (در ۴°C)	۱/۰۰۰	کره‌ی خورشید	$۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}$

جدول ۴ــ۴ ــ جرم مخصوص بعضی از مواد

جرم مخصوص مایعات $\frac{kg}{dm^3}$		جرم مخصوص جامدات $\frac{kg}{dm^3}$				جرم مخصوص گازها $\frac{kg}{dm^3}$	
ماده	جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص
آب (۴°C)	۱	چوب آبنوس	۱/۲۶	چدن خاکستری	۷/۲۵	هوا	۱/۲۹
نفت	۰/۸۵	آلیاژهای منیزیم	۱/۸	برنج	۸/۵	اکسیژن	۱/۴۳
بنزین	۰/۷۲	آلومینیم	۲/۷	مس	۸/۹	استیلن	۱/۱۷۱
گازوئیل	۰/۸۵	روی	۷/۱۳	فولاد	۷/۸۵	هیدروژن	۰/۰۹
روغن‌موتور	۰/۹	قلع	۷/۳	سرب	۱۱/۳۵	ازت	۱/۲۵

جدول ۵ ــ۴ ــ جرم یک مترمربع تعدادی از ورق‌ها برحسب کیلوگرم

ورق‌های فولادی مثال: s 15 mm ≙ 7 kg/m² پاسخ: s 10 mm ≙ 78,60 kg/m² s 5 mm ≙ 39,30 kg/m² s 15 mm ≙ 117,90 kg/m²	s mm	0,18	0,2	0,22	0,24	0,28	0,32	0,38	0,44	0,5	0,56
	m kg/m²	1,41	1,57	1,73	1,88	2,20	2,51	2,98	3,46	3,93	4,40
	s mm	0,63	0,75	0,88	1	1,13	1,25	1,38	1,5	1,75	2,0
	m kg/m²	4,95	5,88	6,91	7,85	8,87	9,81	10,8	11,8	13,7	15,7
	s mm	2,25	2,5	2,75	3	3,5	4	4,5	4,75	5	5,5
	m kg/m²	17,7	19,6	21,6	23,6	27,5	31,4	35,3	37,3	39,3	43,2
	s mm	6	6,5	7	8	9	10	11	12	13	14
	m kg/m²	47,2	51,1	55	62,9	70,7	78,6	86,5	94,3	102	110
ورق‌های آجدار فولادی بدون درنظر گرفتن نوع آج	s mm	3	3½	4	4½	5	6	7	8	9	10
	m kg/m²	28	32	38	42	46	54	62	70	78	86
ورق‌های روی	s mm	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
	m kg/m²	1,08	1,44	1,80	2,15	2,51	2,87	3,23	3,59	3,95	4,31
	s mm	0,65	0,70	0,75	0,80	0,90	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0
	m kg/m²	4,67	5,03	5,38	5,74	6,46	7,18	8,62	10,8	12,9	14,4
ورق‌های سرب	s mm	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
	m kg/m²	3,42	4,56	5,70	6,84	7,98	9,12	10,2	11,4	17,1	22,8
ورق‌های مس	s mm	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6
	m kg/m²	0,89	1,33	1,78	2,22	2,67	3,11	3,56	4,0	4,45	5,34
	s mm	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5
	m kg/m²	6,23	7,12	8,01	8,9	10,7	12,5	14,2	16,0	17,8	22,2
ورق‌های برنج	s mm	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6
	m kg/m²	0,85	1,27	1,7	2,12	2,55	2,97	3,4	3,82	4,25	5,1
	s mm	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5
	m kg/m²	5,95	6,8	7,65	8,5	10,2	11,9	13,6	15,3	17,0	21,2
ورق‌های آلومینیم	s mm	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	m kg/m²	0,54	0,68	0,81	0,95	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16	2,48
	s mm	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
	m kg/m²	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,4	6,8	8,1	10,8	13,5

جدول ۶ ــ۴ ــ جرم یک متر از میله‌های گرد، چهارگوش فولادی برحسب kg

	1···35				36···70				71···105		
d l SW	←d→	←l→	←SW→	d l SW	←d→	←l→	←SW→	d l SW	←d→	←l→	←SW→
1	0.006	0.008	0.007	36	7.99	10.2	8.81	71	31.1	39.6	34.3
2	0.025	0.031	0.027	37	8.44	10.7	9.3	72	32.0	40.7	35.2
3	0.056	0.071	0.061	38	8.90	11.3	9.81	73	32.9	41.8	36.2
4	0.099	0.126	0.109	39	9.38	11.9	10.3	74	33.8	43.0	37.2
5	**0,154**	**0,196**	**0,170**	**40**	**9,86**	**12,6**	**10,9**	**75**	**34,7**	**44,2**	**38,2**
6	0.222	0.283	0.245	41	10.4	13.2	11.4	76	35.6	45.3	39.2
7	0.302	0.385	0.333	42	10.9	13.9	12.0	77	36.5	46.5	40.3
8	0.395	0.502	0.435	43	11.4	14.5	12.6	78	37.5	47.8	41.4
9	0.499	0.636	0.551	44	11.9	15.2	13.2	79	38.5	49.0	42.4
10	**0,617**	**0,785**	**0,680**	**45**	**12,5**	**15,9**	**13,8**	**80**	**39,5**	**50,2**	**43,5**
11	0.746	0.950	0.823	46	13.0	16.6	14.4	81	40.5	51.5	44.6
12	0.888	1.13	0.979	47	13.6	17.3	15.1	82	41.5	52.8	45.7
13	1.04	1.33	1.15	48	14.2	18.1	15.7	83	42.5	54.1	46.8
14	1.21	1.54	1.33	49	14.8	18.8	16.3	84	43.5	55.4	48.0
15	**1,39**	**1,77**	**1,53**	**50**	**15,4**	**19,6**	**17,0**	**85**	**44,5**	**56,7**	**49,1**
16	1.58	2.01	1.74	51	16.0	20.4	17.7	86	45.6	58.1	50.3
17	1.78	2.27	1.96	52	16.7	21.2	18.4	87	46.7	59.4	51.5
18	2.00	2.54	2.20	53	17.3	22.1	19.1	88	47.7	60.8	52.6
19	2.23	2.83	2.45	54	18.0	22.9	19.8	89	48.8	62.2	53.8
20	**2,47**	**3,14**	**2,72**	**55**	**18,7**	**23,7**	**20,6**	**90**	**49,9**	**63,6**	**55,1**
21	2.72	3.46	3.00	56	19.3	24.6	21.3	91	51.1	65.0	56.3
22	2.98	3.80	3.29	57	20.0	25.5	22.1	92	52.2	66.4	57.5
23	3.26	4.15	3.60	58	20.7	26.4	22.9	93	53.3	67.9	58.8
24	3.55	4.52	3.92	59	21.5	27.3	23.7	94	54.5	69.4	60.1
25	**3,85**	**4,91**	**4,25**	**60**	**22,2**	**28,3**	**24,5**	**95**	**55,6**	**70,8**	**61,4**
26	4.17	5.31	4.60	61	22.9	29.2	25.3	96	56.8	72.3	62.7
27	4.50	5.72	4.96	62	23.7	30.2	26.1	97	58.0	73.9	64.0
28	4.83	6.15	5.33	63	24.5	31.2	27.0	98	59.2	75.4	65.3
29	5.19	6.60	5.72	64	25.3	32.2	27.8	99	60.4	77.0	66.6
30	**5,55**	**7,07**	**6,12**	**65**	**26,0**	**33,2**	**28,7**	**100**	**61,7**	**78,5**	**68,0**
31	5.92	7.55	6.53	66	26.9	34.2	29.6	101	62.8	80.0	69.3
32	6.31	8.04	6.96	67	27.7	35.2	30.5	102	64.2	81.6	70.6
33	6.71	8.55	7.40	68	28.5	36.3	31.4	103	65.5	83.2	72.0
34	7.13	9.07	7.86	69	29.4	37.4	32.4	104	66.7	84.9	73.5
35	**7,55**	**9,62**	**8,33**	**70**	**30,2**	**38,5**	**33,3**	**105**	**68,0**	**86,5**	**75,0**

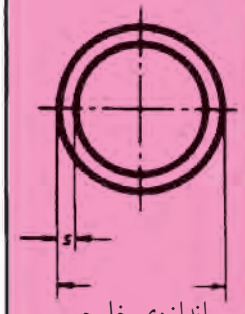
جدول ۷ــ۴ــ جرم یک متر از لوله‌های فولادی برحسب kg

لوله‌های معمولی

اندازه‌ی داخلی

قطر اسمی لوله برحسب اینچ	⅛″	¼″	⅜″	½″	¾″	1″	1¼″
» » » » میلی‌متر	6	8	10	15	20	25	32
تعداد دندانه در هر اینچ	28	19	19	14	14	11	11
قطر خارجی لوله	10	13.25	16.75	21.25	26.75	33.5	42.25
ضخامت جداره	2	2.25	2.25	2.75	2.4	2.9	3.1
جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	0.395	0.610	0.805	1.25	1.44	2.19	2.99
قطر اسمی لوله برحسب اینچ	**1½″**	**2″**	**2½″**	**3″**	**4″**	**5″**	**6″**
» » » » میلی متر	40	50	65	80	100	125	150
تعداد دندانه در هر اینچ	11	11	11	11	11	11	11
قطر خارجی لوله	48.25	60	75.5	88.25	113.5	139	164.5
ضخامت جداره	3.1	3.3	3.75	4	4.25	4.5	4.5
جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	3.45	4.61	6.64	8.31	11.5	14.9	17.8

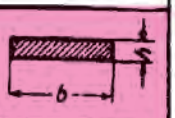
لوله های بدون درز



اندازه‌ی خارجی

قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**
» » » » اینچ	5/16″	13/32″	15/32″	9/16″	5/8″	23/32″	25/32″
ضخامت جداره برحسب میلی‌متر	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2
جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	0.240	0.314	0.388	0.592	0.691	0.789	0.888
قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	**22**	**24**	**25**	**26**	**28**	**30**	**32**
» » » » اینچ	⅞″	15/16″	1″	1 1/32″	1 3/32″	1 3/16″	1¼″
ضخامت جداره برحسب میلی‌متر	2	2	2	2	2	2.5	2.5
جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	0.986	1.09	1.13	1.18	1.28	1.70	1.82
قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	**35**	**38**	**41.5**	**44.5**	**51**	**57**	**63.5**
» » » » اینچ	1 3/8″	1½″	1 5/8″	1¾″	2″	2¼″	2½″
ضخامت جداره برحسب میلی‌متر	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.75	3
جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	2.00	2.19	2.40	2.59	2.99	3.68	4.48
قطر خارجی لوله برحسب میلی متر	**70**	**76**	**83**	**89**	**95**	**102**	**108**
» » » » اینچ	2¾″	3″	3¼″	3½″	3¾″	4″	4¼″
ضخامت جداره برحسب میلی‌متر	3	3	3.25	3.25	3.5	3.5	3.75
جرم لوله برحسب $\frac{kg}{m}$	4.96	5.40	6.39	6.87	7.90	8.50	9.64

جدول ۸ــ۴ــ جرم یک متر بعضی از نیمه ساخته‌های فولادی برحسب kg

									
b×b×d	kg/m	نمره	h×b	kg/m	نمره	h×b	kg/m	b×h	kg/m
15 x 15 x 3	0.64	30	30 x 15	1.74	80	80 x 42	5.95	10 x 5	0.39
20 x 20 x 4	1.14	40	40 x 20	2.75	100	100 x 50	8.32	10 x 8	0.63
25 x 25 x 4	1.45	50	50 x 25	4.32	120	120 x 58	11.2	12 x 5	0.47
30 x 30 x 3	1.36	60	60 x 30	5.07	140	140 x 66	14.4	15 x 5	0.59
30 x 30 x 5	2.18	65	65 x 42	7.09	160	160 x 74	17.9	15 x 10	1.18
35 x 35 x 4	2.1	80	80 x 45	8.64	180	180 x 82	21.9	20 x 5	0.78
35 x 35 x 6	3.04	100	100 x 50	10.6	200	200 x 90	26.3	20 x 10	1.57
40 x 40 x 4	2.42	120	120 x 55	13.4	220	220 x 98	31.1	25 x 5	0.98
40 x 40 x 6	3.52	140	140 x 60	16.0	240	240 x 106	36.2	25 x 15	2.94
45 x 45 x 5	3.38	160	160 x 65	18.8	260	260 x 113	41.9	30 x 5	1.18
45 x 45 x 7	4.60	180	180 x 70	22.0	280	280 x 119	48.0	35 x 5	1.37
50 x 50 x 5	3.77	200	200 x 75	25.3	300	300 x 125	54.2	40 x 10	3.14
50 x 50 x 9	6.47	240	240 x 85	33.2	320	320 x 131	61.1	40 x 25	7.85
55 x 55 x 6	4.95	280	280 x 95	41.8	340	340 x 137	68.1	45 x 30	10.6
60 x 60 x 6	5.42	300	300 x 100	46.2	360	360 x 143	76.2	50 x 20	7.85
65 x 65 x 7	6.83	350	350 x 100	60.6	380	380 x 149	84.0	50 x 40	15.7
70 x 70 x 7	7.38	400	400 x 110	71.8	400	400 x 155	92.6	60 x 20	9.42
75 x 75 x 7	7.94	450	450 x 170	115	450	450 x 170	115	70 x 30	16.5
80 x 80 x 8	9.66	500	500 x 185	141	500	500 x 185	141	80 x 40	25.1
90 x 90 x 9	12.2	550	550 x 200	167	550	550 x 200	167	90 x 50	35.3

با مهندسان و دانشمندان اسلامی و ایرانی آشنا شویم

زندگی‌نامه‌ی بنوموسی

بنوموسی*، فرزندان موسی‌بن شاکر مشهور به «المنجّم» از اهالی خراسان بودند که در سده سوم هجری می‌زیسته‌اند. بنوموسی به ترتیب سن عبارتند از محمّد، احمد و حسن.

احمد بن موسی

ابوالقاسم احمدبن موسی شاکر خراسانی، برادر میانی در نجوم و مکانیک تخصص داشت و با ابداعات مکانیکی حیرت‌انگیز به عنوان قدیمی‌ترین صنعتگر و مهندس مکانیک در تاریخ تمدن اسلامی قرار گرفت. تاریخ ولادت و وفات وی مشخص نیست. احمد مردی متهوّر، صنعتگر، عاشق مهندسی و دارای نبوغ فوق‌العاده بود. وی با برادر بزرگ‌ترش، محمد، در زمینه‌ی نجوم فعالیت علمی داشت و تهور علمی لازم را داشت که در یک اثر نجومی، نظریه یونانیان را در این مورد که «نهمین کره، مجموعه‌ی کرات را دربر می‌گیرد» رد کند. اما از آن‌جایی که به صنعتگری و ساخت ابزار علاقه‌ی ویژه‌ای داشت به کمک برادرش، محمد، یک ساعت فلزی مسی بسیار بزرگ ساخت.

محمد طلوع و غروب ستارگان معروف را، چه در شبانه‌روز و چه در طول سال محاسبه کرده و احمد، محاسبه پیچیده‌ی برادرش را روی دستگاهی که با هوشمندی و ظرافت بسیار ساخته بود، پیاده کرد. این دستگاه کاملاً دقیق کار می‌کرد و نمونه‌ای منحصر به فرد و نشانه‌ی استادی وی در مهندسی بود.

تجربیات و ابداعات مکانیکی احمد در کتابی به نام «کتاب الحیل» که حاوی ۱۰۰ دستگاه ابتکاری است گردآوری شد که با استعدادترین افراد قرن حاضر را نیز به شگفتی وامی‌دارد. دستگاه‌های شگفت‌انگیز این نابغه‌ی مسلمان ایرانی تحولی شگرف در مهندسی مکانیک به‌وجود آورد و بنابه شواهد غیرقابل انکار می‌توان گفت که بیشتر ابتکارات و تکنیک‌هایی که در سده‌های اخیر به علوم مکانیکی و مهندسی اسلام و اروپا تلفیق یا وارد شده‌اند از کتاب الحیل احمدبن موسی گرفته شده‌اند.

آن چه از کتاب احمدبن موسی می‌دانیم آن است که این تنها نمونه‌ای است که ما را از یک سیستم اساسی علوم پنوماتیک ـ هیدرولیک در اسلام آگاه می‌کند و همان‌طور که در همان زمان ثابت منزلت و اعتباری خاص داشته است.

استفاده‌ی پسران موسی از سوپاپ‌هایی که به خودی خود و اتوماتیک عمل می‌کنند، ابزارهای دقیق زمان‌سنجی، سیستم درنگ کننده یا کندکننده و دیگر ابزارهای دقیق ساخته شده مواردی را نشان می‌دهند که نبوغ و قوه‌ی ابتکار فوق‌العاده‌ی این برادران و یا دست کم احمدبن موسی را آشکار می‌سازد.

عالی‌ترین افکار این برادران و علی‌الخصوص احمدبن موسی در کارهای فنی و مهندسی مکانیک و مهندسی کنترل و استعمال صحیح ابزارهایی است که دور از انتظار در دل دستگاه‌ها کار گذاشته شده و تحت فشار آب و هوا کار می‌کرده است.

«کتاب الحیل» بنوموسی در مقطعی از تاریخ مهندسی مکانیک قرار گرفته است که حدود ۹۰۰ سال پیش از آن، یونانیان و حدود ۶۰۰ سال پس از آن اروپاییان به این شاخه از تمدن صنعتی پرداخته‌اند و در فاصله زمانی ۱۵۰۰ ساله «کتاب الحیل» بنوموسی است که ممتازترین اثر مکانیکی است و در خلأ حاصل درخششی چشم‌گیر دارد. بی‌شک «کتاب الحیل» بر بلندترین قله‌ی تاریخ مهندسی مکانیک در ایران، در اسلام و در جهان جای دارد و موجب افتخار و سربلندی هر ایرانی و هر مسلمان است.

---

* بنویا بنی جمع این به معنای فرزندان و بنوموسی یعنی فرزندان موسی

فصل پنجم

آب‌رسانی ساختمان

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ انشعاب از لوله‌ی اصلی را توضیح دهد.

۲ــ شیر انشعاب را شرح دهد.

۳ــ لوله انشعاب را توضیح دهد.

۴ــ شیر پیاده‌رو را معرفی کند.

۵ــ کنتور را توضیح دهد.

۶ــ لوله‌کشی یک ساختمان را تشریح نماید.

۷ــ حفاظت آب آشامیدنی را توضیح دهد.

۸ــ لوازم جلوگیری از برگشت جریان را توضیح دهد.

۹ــ ضربه‌ی قوچ و روش جلوگیری از آن را توضیح دهد.

۱۰ــ پدیده خوردگی در لوله‌کشی آب سرد و گرم را توضیح دهد.

۱۱ــ لوله‌کشی و توزیع آب گرم مصرفی را شرح دهد.

۱۲ــ عایق‌کاری در لوله‌کشی آب مصرفی را شرح دهد.

۱۳ــ مقررات ملی در لوله‌کشی آب مصرفی را بیان نماید.

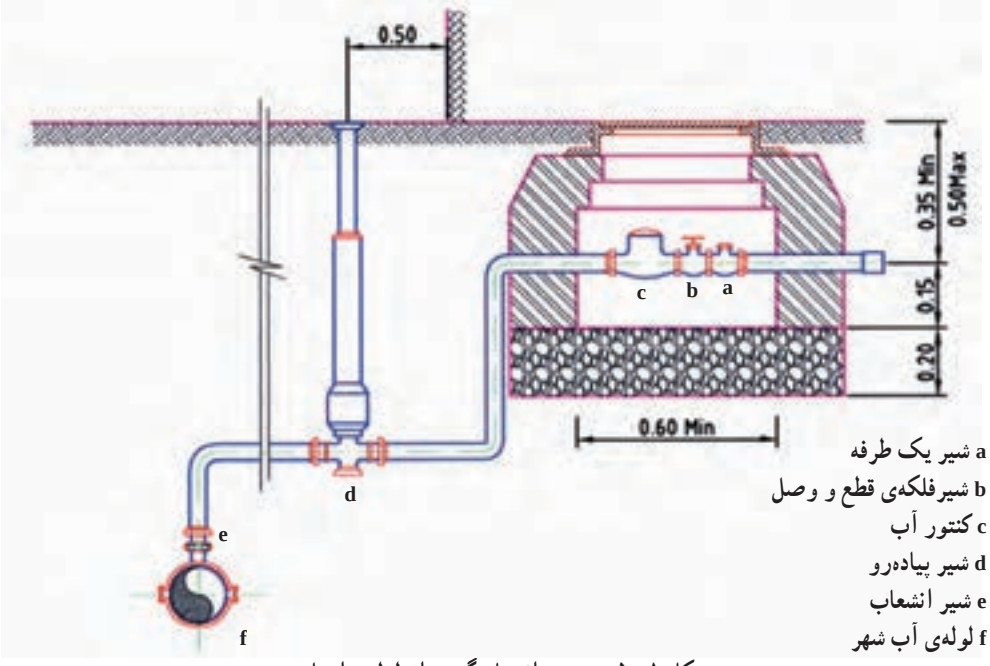
۵ــ آب‌رسانی ساختمان

آب آشامیدنی، پس از آماده‌ی مصرف شدن در تصفیه‌خانه‌ی شهر، به‌وسیله‌ی پمپ‌هایی در لوله‌های اصلی شهر جریان می‌یابد و در نهایت به منازل یا واحدهای صنعتی و تجاری می‌رسد. روشن است که در مسیرهای مختلف، جریان آب توسط شیرفلکه‌های کشویی مهار و در شبکه توزیع می‌شود.

۱ــ۵ــ انشعاب از لوله‌ی اصلی[1]

انشعاب از لوله‌ی اصلی به روشی که در شکل ۱ــ۵ نشان داده شده است اجرا می‌گردد که بدین ترتیب شبکه‌ی لوله‌کشی آب شهر به لوله‌کشی داخل ساختمان متصل می‌شود. در انتخاب مسیر انشعاب باید دقت شود که حتی‌الامکان مسیر مستقیم و بدون پیچ و خم زیاد بوده و از عوامل آلوده‌کننده و غیربهداشتی نیز به‌دور باشد.

۱ــ به دلیل حفظ بهداشت عمومی، سازمان آب اجرای این قسمت از لوله‌کشی را در اختیار دارد.



a شیر یک طرفه
b شیرفلکه‌ی قطع و وصل
c کنتور آب
d شیر پیاده‌رو
e شیر انشعاب
f لوله‌ی آب شهر

شکل ۱ــ۵ــ روش انشعاب‌گیری از لوله‌ی اصلی

۲ــ۵ــ شیر انشعاب

شکل ۱ــ۵ یک شیر انشعاب (e) را نشان می‌دهد که روی لوله‌ی اصلی آب شهر کار گذاشته می‌شود. نصب این شیر در محل گرفتن انشعاب از لوله‌ای که تحت فشار می‌باشد لازم است. یکی از هدف‌های نصب شیر انشعاب، کنترل لوله‌ی انشعاب است تا در صورت لزوم بدین وسیله بتوان جریان آب ساختمان را قطع کرد.

۳ــ۵ــ لوله‌ی انشعاب

لوله‌ی انشعاب، برای جلوگیری از یخ زدن آب و نیز واردآمدن فشار ناشی از تردد وسایل نقلیه بر آن، بایستی در عمق مناسب نصب شود. جنس لوله برای ساختمان‌های معمولی بهتر است از نوع پی‌وی‌سی (PVC) فشار قوی، پلی اتیلنی و یا از جنس مسی باشد. استفاده از لوله‌های فولادی گالوانیزه به علت مقاومت کم آن‌ها در برابر خوردگی که به پوسیدگی لوله منجر می‌شود توصیه نمی‌گردد. در صورت ضرورت بهتر است آن‌ها را با یک لایه قیرگونی اندود کرد.

قطر لوله‌ی انشعاب معمولاً به مقدار مصرف در ساختمان، فشار آب شهر، طول و قطر لوله و نیز دوری یا نزدیکی مصرف‌کننده از لوله‌ی اصلی بستگی دارد. در هر حال توصیه می‌شود که قطر انشعاب از $\frac{۱}{۳}$ قطر لوله‌ی آب شهر بیشتر نباشد.

همچنین باید توجه داشت که حداقل قطر این لوله برای مصرف یک خانواده حداقل ۲۰ میلی‌متر و برای مصرف چند خانواده از ۲۵ میلی‌متر کمتر نباشد.

۴ــ۵ــ شیر پیاده‌رو

شیر پیاده‌رو همان‌طور که از نامش پیداست در پیاده‌رو جلو ساختمان و به فاصله‌ی حداقل ۵۰ سانتی‌متر از دیوار روی لوله‌ی انشعاب ساختمان نصب می‌گردد. وظیفه‌ی این شیر قطع و وصل آب در هنگام تعمیرات اساسی ساختمان و یا هنگام قطع آب مشترک، برحسب ضرورت، می‌باشد. در شکل ۱ــ۵ نحوه‌ی قرارگیری این شیر مشاهده می‌گردد. یک درپوش فلزی در کف پیاده‌رو موقعیت محل نصب را مشخص و غلاف ساقه‌ی شیر را حفاظت می‌کند.

۵ــ۵ــ کنتور آب

برای اندازه‌گیری مقدار آب مصرف شده از کنتور آب استفاده می‌شود. ظرفیت کنتور متناسب با میزان مصرف درنظر گرفته می‌شود و چون غالباً اندازه‌ی قطر لوله‌ی خروجی کنتور کمتر از قطر لوله‌ی آب ساختمان است، افت فشار ایجاد می‌کند و در نتیجه جلو مصرف بی‌رویه و خیلی زیاد آب را می‌گیرد.

در اثر عبور آب از داخل کنتور یک صفحه یا چرخ توربینی به‌حرکت درمی‌آید که متناسب با سرعت برداشت آب، میزان مصرف را به چرخ‌های شماره‌انداز کنتور انتقال می‌دهد که ما آن را به صورت عدد (برحسب متر مکعب) بر روی صفحه‌ی نمایش کنتور مشاهده می‌کنیم.

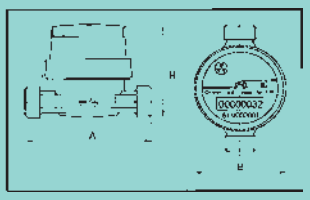
کنتور معمولاً در داخل ساختمان، و یا در داخل حیاط بعد از در ورودی نصب می‌گردد تا دسترسی به آن برای مأمورین سازمان آب آسان باشد. در نصب کنتور باید دقت کرد که در محلی قرار نگیرد که خطر انجماد وجود نداشته باشد. در شکل ۱ــ۵ محل و نحوه‌ی نصب و در شکل ۲ــ۵ ساختمان و مشخصات یک کنتور آب نشان داده شده است.

مطالعه‌ی آزاد

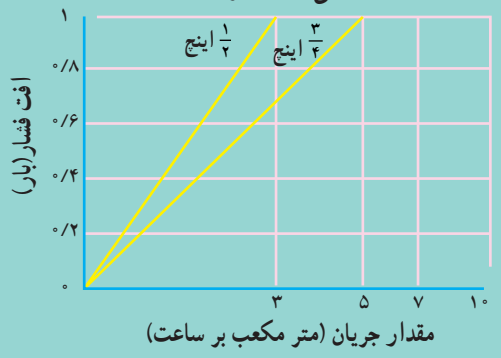
مشخّصات

نوع کنتور			آب سرد		آب گرم	
اندازه کنتور	DN	mm	۱۵	۲۰	۱۵	۲۰
		Inch	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
حدّاکثر دمای کاری		°C	۳۰		۹۰	
مقدار جریان اسمی	Qn	m^3/h	۱/۵	۲/۵	۱/۵	۲/۵
مقدار جریان حدّاکثر	Qmax	m^3/h	۳	۵	۳	۵
مقدار جریان انتقال (آب‌سرد)	Qt ±٪۲	Lit/h	۱۲۰	۲۰۰	–	–
مقدار جریان انتقال (آب گرم)	Qt ±٪۳	Lit/h	–	–	۱۲۰	۲۰۰
حدّاقل مقدار جریان	Qmin ±٪۵	Lit/h	۳۰	۵۰	۳۰	۵۰
جریان شروع به کار کنتور	Qs	Lit/h	۱۰	۱۳	۱۰	۱۳
حدّاکثر فشار کاری	PN	bar	۱۶			
فشار تست شده		bar	۲۵			
متراژ صفر شدن کنتور		m^3	۱۰۰۰۰۰			
دقت قرائت		cc	۵۰			
افت فشار در جریان اسمی		bar	۰/۲۵			

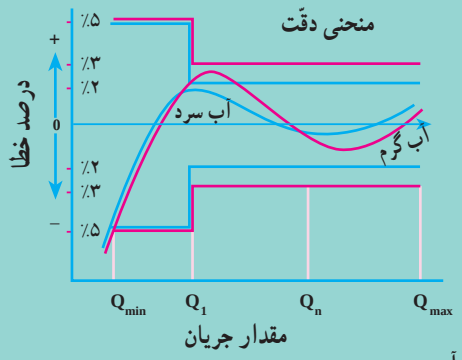
ابعاد و وزن



منحنی افت فشار



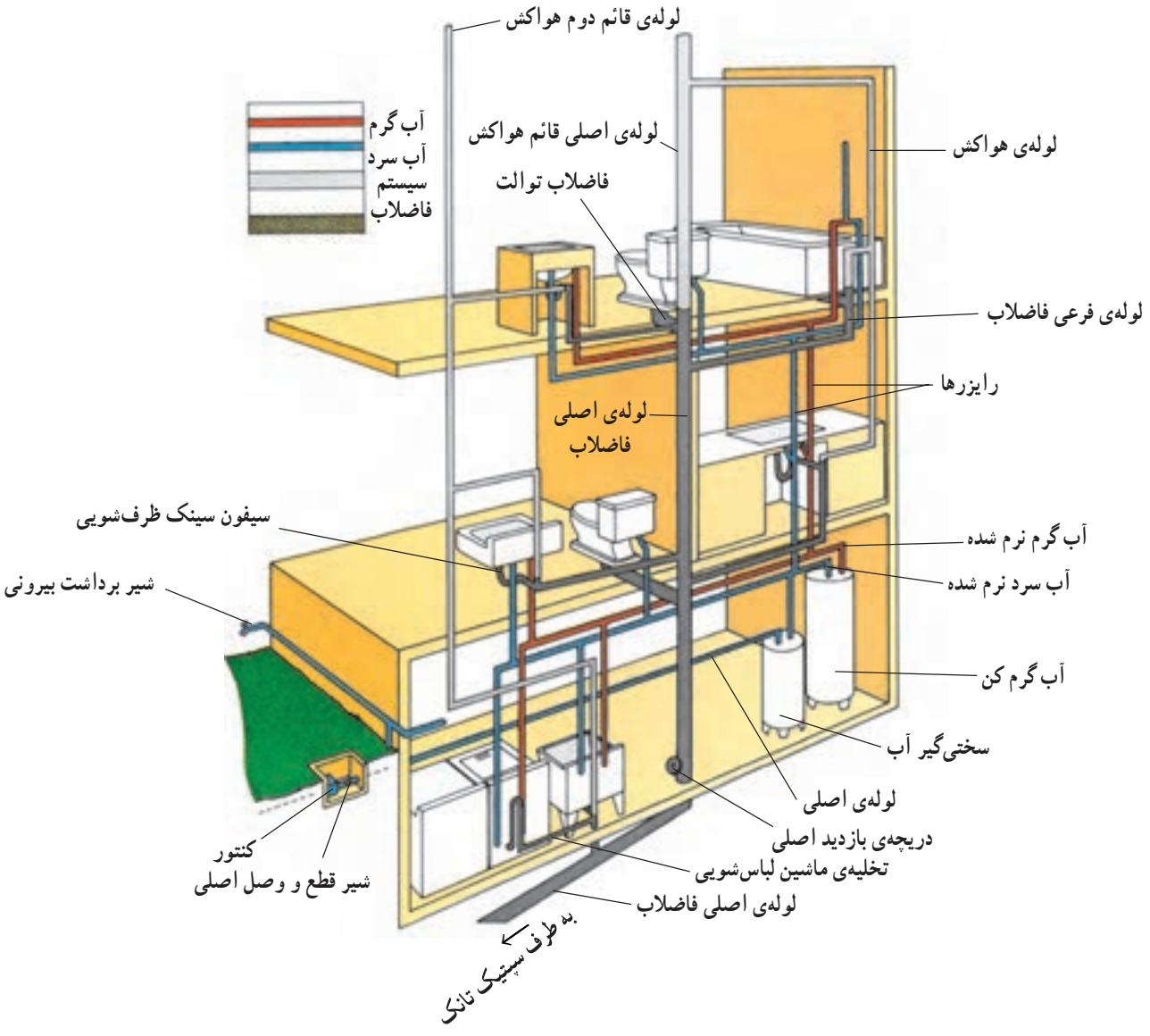
منحنی دقّت



شکل ۲ــ۵ــ کنتور آب و مشخصات آن

۶ــ۵ــ تشریح لوله‌کشی یک ساختمان

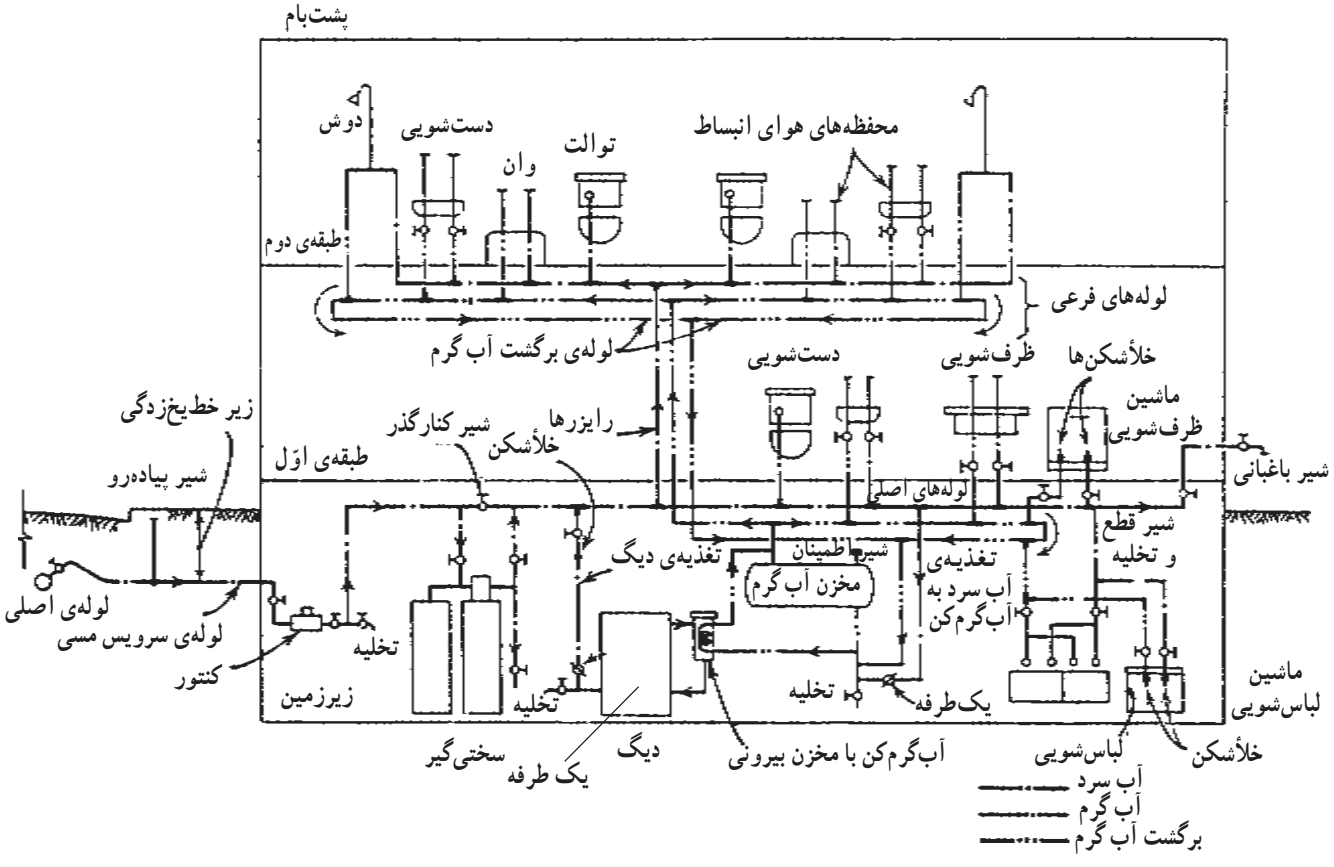
لوله‌ی آب مصرفی پس از کنتور به شیر قطع و وصل و شیر یک‌طرفه در ورودی ساختمان متصل می‌گردد. از آن پس با توجه به شبکه‌ی لوله‌کشی و تجهیزات آب‌رسانی مورد استفاده در ساختمان‌ها، بسته به این که تک‌واحدی یا مجموعه‌ای از چند واحد مسکونی، تجاری و اداری باشد، ادامه‌ی مسیر لوله‌کشی می‌تواند بسیار متنوع باشد. آب معمولاً از پایین‌ترین قسمت شبکه‌ی لوله‌کشی با یک انشعاب اصلی نخست به شیر تخلیه و سپس وارد لوله‌ی تقسیم‌کننده می‌گردد. آن‌گاه از این لوله انشعاب‌های مناسب برای تهیه‌ی آب‌گرم مصرفی و لوله‌های تغذیه آب سرد طبقات و زیرزمین جدا می‌گردد. در صورت استفاده از دستگاه سختی‌گیر در سیستم حرارت مرکزی و تهویه‌ی مطبوع، انشعاب دیگری نیز برای آن درنظر گرفته می‌شود. بهتر است یک شیرفلکه‌ی سرشیلنگی نیز برای برداشت آب در موتورخانه نصب گردد. لوله‌ی آب گرم خروجی از منبع آب گرم همراه لوله وارد سرویس‌ها شده، وسایل بهداشتی را تغذیه می‌کنند (شکل ۳ــ۴).



شکل ۳ــ۵ ــ لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی و فاضلاب ساختمان

در ساختمان‌های بزرگ‌تر و چند واحدی، معمولاً یک یا چند مسیر برای بالا رفتن لوله‌های آب درنظر گرفته می‌شود. هرکدام از لوله‌های بالارونده در ابتدای مسیر بایستی دارای شیرفلکه‌ی قطع و وصل دستی باشد. لوله‌ی انشعاب در طبقات نیز بایستی مجهز به شیرفلکه‌ی قطع و وصل برای کلیه‌ی لوله‌های سرد و گرم مصرفی باشد. سپس توزیع آب سرد و گرم مصرفی در طبقات و واحدهای جداگانه مشابه سرویس‌های ساختمان قبلی انجام می‌گیرد. در صورتی که استفاده از سقف کاذب امکان‌پذیر باشد بهتر است لوله‌کشی در هر واحد در داخل سقف کاذب همان طبقه انجام گردد. شکل ۴ــ۵ نحوه‌ی توزیع آب در لوله‌های بالارونده را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در سیستم لوله‌کشی ملاحظه می‌نمایید، علاوه بر لوله‌های آب سرد و آب گرم لوله‌ی سومی نیز وجود دارد که لوله‌ی «برگشت آب گرم» یا لوله‌ی «گردش آب گرم» نامیده می‌شود. این لوله معمولاً از آخرین مصرف‌کننده گرفته می‌شود و در محل ورود آب سرد به منبع آب گرم وصل می‌شود. کار آن گردش دادن دائمی آب بین مصرف‌کننده‌ها و منبع آب گرم است، خواه شیر مصرف‌کننده باز و خواه بسته باشد. وجود این لوله باعث می‌شود که با باز کردن شیر آب گرم با فاصله‌ی زمانی کمتری به آب گرم دست‌رسی پیدا شود و از هدر رفتن آب جلوگیری به عمل آید.



شکل ۴ــ۵ ــ سیستم آب‌رسانی

۷ــ۵ــ حفاظت آب آشامیدنی

یکی از عوامل مهم شیوع بیماری‌های واگیردار، آب آشامیدنی است. به عبارت دیگر با آلوده شدن آب آشامیدنی سلامت ساکنان شهر به‌خطر می‌افتد از این‌رو، در تمام کشورها مقررات خاصی وضع شده است تا با رعایت آن‌ها در ساخت لوازم بهداشتی، لوله‌کشی و نصب آن‌ها آب آشامیدنی از خطر آلودگی حفاظت شود. در زیر چند نمونه از این مقررات را، از مبحث شانزدهم «مقررات ملی ساختمانی ایران» با عنوان «تأسیسات

بهداشتی ساختمان» آورده‌ایم :

۱ــ لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی در ساختمان (ملک) باید به ترتیبی طرح، نصب، و نگهداری شود که از هرگونه آلوده شدن به آب غیرآشامیدنی و دیگر مایعات، مواد جامد یا گازی، که ممکن است از طریق اتصال مستقیم[1] یا از طریق هر اتصال دیگری، به آن وارد شود یا در آن نفوذ کند حفاظت شود.

۲ــ اگر در ساختمان غیراز لوله‌کشی آب آشامیدنی، لوله‌کشی دیگری مخصوص آبی با دیگر مایعات غیرآشامیدنی وجود داشته باشد، هریک از این دو شبکه‌ی لوله‌کشی باید با رنگ یا برچسب‌های فلزی مورد تأیید مشخص شود، به‌طوری که شناسایی هریک از این دو شبکه‌ی لوله‌کشی به آسانی امکان‌پذیر باشد.

۳ــ شیر آب سرد مصرفی روی لوازم بهداشتی باید سمت راست قرار گیرد و با علامتی به رنگ آبی مشخص شود. شیر آب‌گرم مصرفی باید سمت چپ قرار گیرد و با علامتی به رنگ قرمز مشخص شود.

۴ــ هیچ‌گونه اتصال مستقیم بین لوله‌کشی آب آشامیدنی و لوله‌کشی آب غیرآشامیدنی یا مایعات دیگر مجاز نیست.

۵ــ اتصال مستقیم بین لوله‌کشی آب آشامیدنی، که از شبکه‌ی آب شهری تغذیه می‌شود، و لوله‌کشی آب آشامیدنی، که از منابع خصوصی توزیع می‌شود مجاز نیست.

۶ــ اتصال مستقیم بین شبکه‌ی لوله‌کشی آب سرد مصرفی و شبکه‌ی لوله‌کشی آب گرم مصرفی مجاز نیست.

۷ــ اتصال مستقیم لوله‌کشی آب آشامیدنی به لوله‌کشی فاضلاب و آب باران مطلقاً ممنوع است.

۸ــ۵ــ لوازم جلوگیری از برگشت جریان

از برگشت جریان آب، مایعات، مواد یا محلول‌های دیگر به داخل شبکه‌ی لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی باید جلوگیری شود، زیرا خطر ایجاد آلودگی به همراه دارد. یکی از موارد امکان برگشت آب گرم به لوله‌ی آب سرد در زمان قطع جریان آب است. همچنین هرگاه دوش تلفنی یا شیلنگ شیر مخلوط در داخل وان یا ظرف محتوی آب قرار گرفته باشد و در همین وضعیت آب شهر قطع شود. خطر برگشت جریان آب آلوده به شبکه‌ی داخلی ساختمان و مهم‌تر از آن به شبکه‌ی شهری وجود دارد. به هرحال، از آن‌جا که آلودگی آب آشامیدنی تهدیدی جدی برای همه‌ی شهروندان به‌شمار می‌رود برای جلوگیری از وقوع هر نوع آلودگی در شبکه‌ی لوله‌کشی توزیع آب، از راه‌ها و وسایلی مانند فاصله‌ی هوایی، شیر یک‌طرفه و شیر خلأشکن استفاده می‌شود.

۱ــ۸ــ۵ــ شیر یک‌طرفه: از شیرهای یک‌طرفه معمولاً بعد از کنتور آب، قبل از آب‌گرم‌کن روی خط تغذیه‌ی آب سرد و مواردی مانند این‌ها استفاده می‌شود.

شیر یک‌طرفه‌ای که برای جلوگیری از برگشت آب به داخل شبکه‌ی موردنظر نصب می‌شود، باید از نوع فنردار، با نشیمن آب بند باشد و فقط در یک جهت به آب اجازه‌ی جریان دهد و در جهت عکس هیچ‌گونه نشتی نداشته باشد.

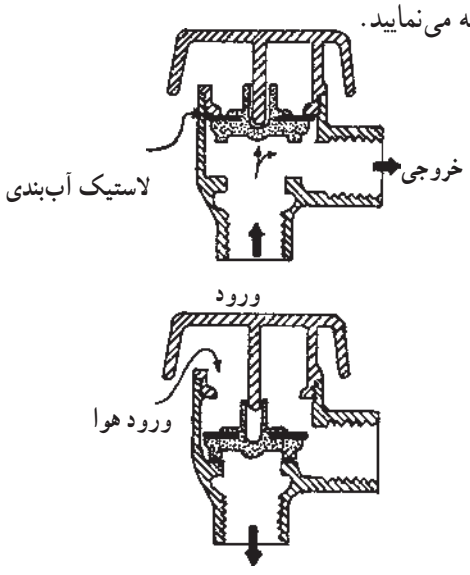
در مواردی که مقررات ملی تعیین کرده است باید از شیر یک‌طرفه‌ی دوتایی (دو شیر یک‌طرفه‌ی سری) استفاده شود.

۲ــ۸ــ۵ــ فاصله‌ی هوایی: اگر شیرهای دست‌شویی، ظرف‌شویی، وان و موارد مشابه طوری نصب شوند که خروجی آن‌ها داخل لگن مربوطه قرار گیرد، می‌توانند خطر برگشت جریان را در هنگام پرشدن لگن از آب استفاده شده ایجاد نمایند. بدین‌جهت باید حداقلِ فاصله‌ی هوایی قائم از زیر دهانه‌ی خروجی شیر تا تراز رویِ لبه‌ی سرریز آب ــ در هریک از لوازم بهداشتی، هر نوع مخزن آب یا هر نوع دهانه‌ی تخلیه‌ی دیگر که آب آشامیدنی در آن ریخته می‌شود ــ در هنگام نصب، حداقل ۵۰ میلی‌متر و یا بیشتر باشد.

۳ــ۸ــ۵ــ خلأشکن: هر شیر یا وسیله‌ی مکانیکی دیگری که عمل مکش سیفونی را حذف می‌کند و از بین می‌برد خلأشکن نام دارد. این وسیله روی شیر فشاری آب شست وشوی کاسه توالت و روی خط تغذیه‌ی آب بهداشتی به ماشین لباس‌شویی و ظرف‌شویی نصب می‌گردد و جلو برگشت جریان را در صورت قطع جریان آب شهر می‌گیرد.

۱ــ Cross Connection

در شکل ۵ــ ۵ شیر خلأشکن را ملاحظه می‌نمایید.

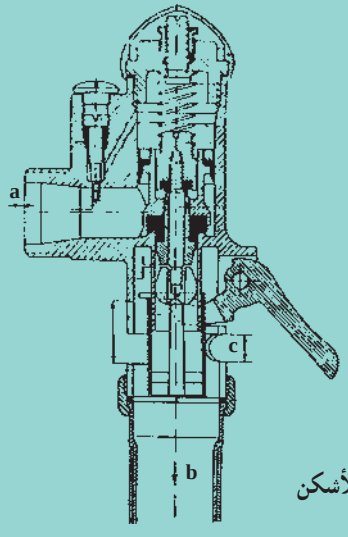


شکل ۵ــ۵ــ شیر خلأشکن

شیر در حالت برگشت جریان عمل کرده است.

مطالعه‌ی آزاد

در شکل ۶ــ ۵ شیر فشاری مجهز به خلأشکن نشان داده شده است.



a لوله‌ی ورودی آب

b لوله‌ی خروج آب

c روزنه‌ی ورود هوا

شکل ۶ــ۵ــ شیر فشاری مجهز به خلأشکن

۹ــ۵ــ ضربه‌ی قوچ[۱]

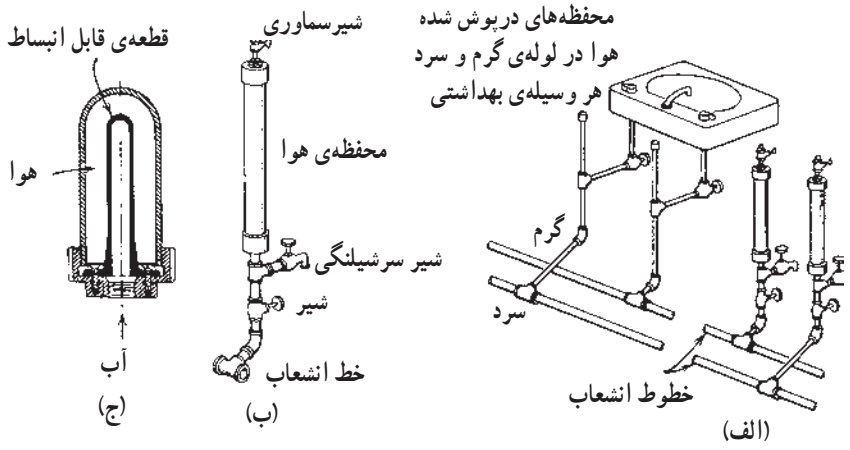
در هنگام بستن یا باز کردن بعضی از شیرهای آب در خانه، گاهی صدای ضربه‌های پیاپی آب را، بخصوص در مواقع آخر شب و صبح زود که فشار آب زیاد است، می‌شنویم به هیچ‌وجه هم خوشایند نیست. این پدیده را ضربه‌ی آب و یا در اصطلاح «ضربه‌ی قوچ» آب نامیده‌اند.

علت بروز پدیده‌ی ضربه‌ی آب سرعتِ زیاد جریان آب در لوله و بستن یا باز کردن سریع شیرهای دستی است. این پدیده در موارد قطع پمپ‌های آب‌رسانی نیز اتفاق می‌افتد.

یک راه جلوگیری از این پدیده نصب یک سه‌راهی به‌جای زانو، در محل اتصال لوله‌ی قائم به شیر، و تعبیه‌ی یک قطعه لوله‌ی عمودی به ارتفاع ۲ فوت (۶۰ cm) در ادامه‌ی لوله‌ی قائم انشعاب است که در بالای آن یک درپوش قرار می‌گیرد. در این صورت هوا در این قطعه لوله جمع می‌شود و تشکیل یک

۱ ــ Water hammer

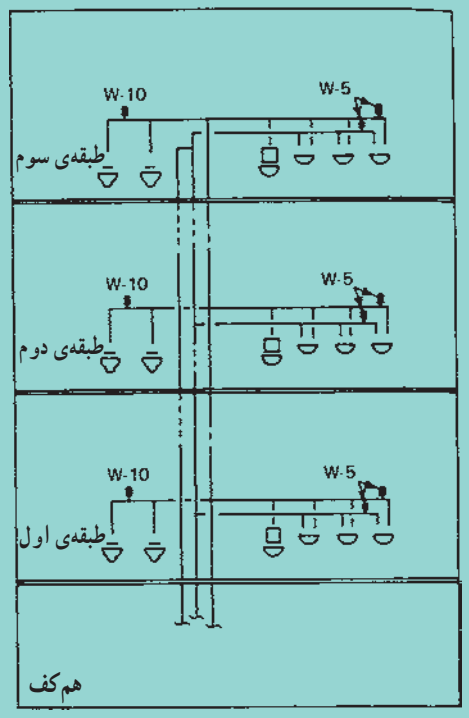
بالشتک هوایی را می‌دهد که سبب می‌شود با بسته‌شدن شیر ضربه‌ی آب گرفته شده و مانع ایجاد پدیده‌ی ضربه‌ی قوچ می‌گردد (شکل ۷ــ۵ــ الف). روش دیگر استفاده از محفظه‌های قابل شارژ هوا[1] برروی خطوط لوله‌ی آب سرد و آب گرم است که در شکل ۷ــ۵ــ ب مشاهده می‌شود. در این روش پس از مدتی چون به تدریج هوا در آب حل می‌شود و لوله‌ی محتوی هوا را آب می‌گیرد، هر چند یک بار می‌توان شیر فلکه‌ی پایین را بست و درپوش یا شیر کوچک بالای لوله‌ی مخصوص را باز کرده و آب را از طریق شیر برداشت زیر محفظه خالی کرد. آن‌گاه با بستن شیر بالای محفظه و باز کردن شیر فلکه‌ی پایین مجدداً سیستم را راه‌اندازی نمود. شکل ۷ــ۵ــ ج یک ضربه‌گیر مخصوص دیگر را نشان می‌دهد.

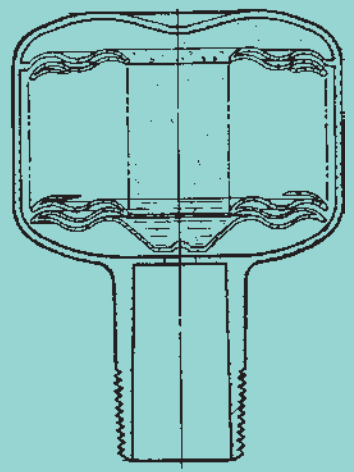


شکل ۷ــ۵ــ لوازم جلوگیری از ضربه‌ی قوچ

مطالعه‌ی آزاد

شکل ۸ــ۵ یک ضربه‌گیر پیش‌ساخته و محل نصب آن را در نقاط مناسب تعیین می‌کند.





شکل۸ ــ۵ــ ضربه گیر پیش‌ساخته و محل نصب آن

۱ ــ Recharchable air chambers

علاوه بر موارد ذکر شده، برای جلوگیری از ایجاد ضربه‌ی قوچ باید مخازن یا لوله‌ها را از پایین پر کرد تا هوا امکان فرار از بالای آن‌ها را داشته باشد. همچنین بهتر است از شیر قطع و وصل سریع نظیر شیر ربع‌گرد (توپی و سماوری) و شیر برقی در سیستم لوله‌کشی استفاده نشود. ساده‌ترین توصیه این است که همواره شیرها به آرامی بسته شوند.

۱۰ــ۵ــ خوردگی

خوردگی لوله‌های فولادی آب، پدیده‌ی رایجی است که از ترکیب آهن با اکسیژن و ایجاد اکسیدآهن ناشی می‌شود. اکسیدآهن موجب پوسیده شدن لوله‌ها و در نتیجه نشت آب و ایجاد خسارت‌های زیادی می‌گردد. از آن‌جا که خوردگی لوله‌های دفنی یا توکار معمولاً از قسمت خارجی و در اثر پدیده‌ی الکتروشیمیایی به‌وجود می‌آید، برای جلوگیری از آن سعی می‌شود از طریق پوشش دادن به لوله‌ها و قرار دادن آن‌ها در داخل ترنچ بین لوله و بستر زمین عایق الکتریکی ایجاد گردد.

در زیر روش‌های جلوگیری از خوردگی بررسی می‌شود.

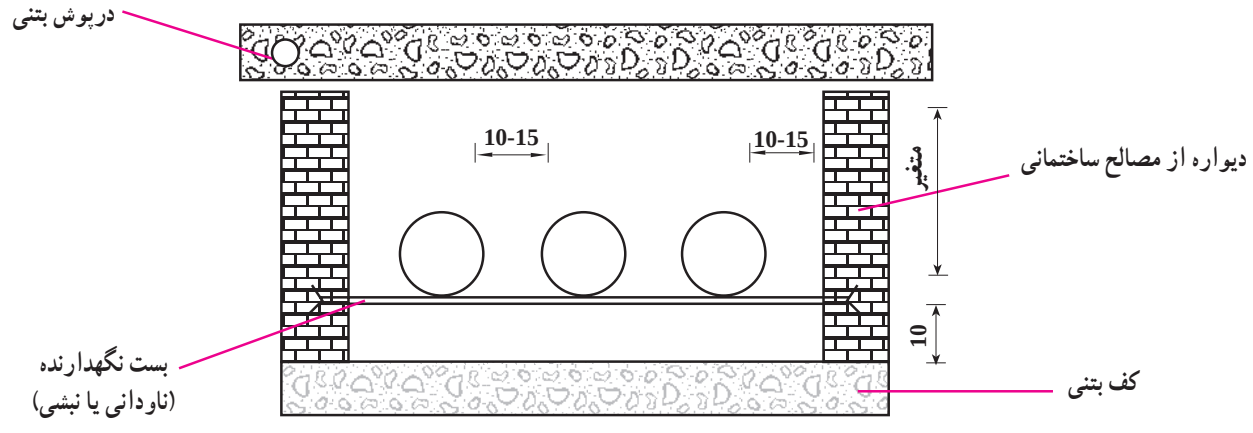
۱ــ۱۰ــ۵ــ پوشش لوله‌ها

الف ــ گالوانیزه کردن؛ یعنی قرار دادن لوله‌ی فولادی در داخل حوض فلز روی مذاب و ایجاد یک قشر محافظ روی با ضخامت حدود ۰/۴ میلی‌متر روی سطوح خارجی و داخلی لوله. این عمل، که در کارخانه انجام می‌گیرد، باعث جلوگیری از تماس اکسیژن با آهن می‌شود و عمر لوله را دوام می‌بخشد.

ب ــ پوشش لوله با نوارهای پلاستیکی سیاه یا قیرگونی، به عنوان یک عایق رطوبتی؛ این روش عملاً برای لوله‌های دفنی در زمین‌های مرطوب و دارای نمک‌های فلزی، مناسب است. باید دانست که این روش عایق‌کاری در محل کار صورت می‌گیرد و احتیاج به دقت و مهارت دارد، از جمله این که باید دقت شود که هیچ‌گونه منفذ یا بریدگی نداشته باشد تا کار اثربخش باشد. نوار پیچی نیز باید به صورت مرتب و با روی هم افتادگی باشد.

۲ــ۱۰ــ۵ــ قرار دادن لوله در داخل ترنچ: قرار دادن لوله‌ها در داخل ترنچ به دلیل ایجاد یک فاصله‌ی هوایی مناسب بین زمین مرطوب و لوله، عملاً نوعی عایق کردن سطح خارجی لوله با هوا می‌باشد و بسیار مناسب است. ترنچ یا محفظه‌ای که لوله در داخل آن قرار می‌گیرد بایستی با عرض و عمق مناسب برای لوله‌کشی از مصالح ساختمانی ساخته شود. لوله‌ها و شیرهای داخل ترنچ باید از هر طرف حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشند.

شکل ۹ــ۵ نحوه‌ی قرار دادن لوله‌ها را در داخل ترنچ برای جلوگیری از تماس با زمین و پرهیز از خوردگی نشان می‌دهد.



* اندازه‌ها بر حسب سانتی‌متر است.

شکل ۹ــ۵ــ نحوه‌ی قرارگیری لوله در ترنچ

۱۱ــ۵ــ لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی

هر ساختمانی که محل سکونت، اقامت و یا کار انسان است، باید دارای کلیه‌ی وسایل بهداشتی، برای حمام کردن، شست‌و شو، پخت و پز، تمیزکاری، رخت‌شویی و نگهداری ساختمان بوده و آب گرم نیز برای آن تأمین شود.

حداقل و حداکثر دمای آب گرم مصرفی در نقطه‌ی خروجی از شیر آب گرم باید برابر ارقام زیر باشد :

وان : ۴۸ تا ۶۰°C

دوش : ۴۳°C

دست‌شویی : ۴۳ تا ۶۰°C

لگن ظرف‌شویی آشپزخانه : ۶۰°C

حداکثر دمای آب در لوله‌کشی آب‌گرم مصرفی باید ۶۵°C باشد و حداکثر فشار هم نباید از ۱۰ بار بیشتر شود.

لوله‌کشی رفت و برگشت آب گرم مصرفی: لوله‌ی رفت آب‌گرم را می‌توان انشعابی از لوله‌ی اصلی آب سرد درنظر گرفت که پس از گرم شدن آب در آب‌گرم‌کن‌های مختلف (به نحوی که در فصل نهم خواهد آمد) لوله‌کشی آن شروع می‌شود و کنار لوله‌های آب سرد ادامه می‌یابد. لوله‌ی انشعاب آب گرم در محل مصرف به فاصله‌ی ۱۶ سانتی‌متری لوله‌ی آب سرد، به شیر مخلوط متصل می‌شود.

برای جلوگیری از اتلاف آب و انرژی، لوله‌کشی توزیع آب گرم باید لوله‌ی برگشت هم داشته باشد تا آب گرم مصرفی همواره در گردش بوده و دارای دمای مطلوب نیز باشد.

حداکثر طول لوله‌ی آب گرم مصرفی که می‌توان بدون لوله‌ی برگشت به شیر خروجی آب رساند، باید برابر ارقام زیر باشد :

قطر نامی لوله	حداکثر طول لوله (متر)
تا ۱۵ ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	۱۲
۲۰ تا ۲۵ ($\frac{۳}{۴}$ تا ۱ اینچ)	۸
بیش از ۲۵ (۱ اینچ)	۳

اگر مسیر لوله‌کشی مناسب و از نظر اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه باشد، ترجیح دارد گردش آب گرم[۱] از لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی به داخل لوله‌ی برگشت تا آب‌گرم‌کن، بدون نصب پمپ و با استفاده از کاهش وزن مخصوص آب در دمای بالاتر، که آب گرم را به سمت بالا می‌راند، صورت گیرد.

در صورت نصب پمپ برگشت آب گرم لازم است برای پمپ کلید خودکار یا دستی پیش‌بینی شود تا در صورت لزوم بتوان پمپ را خاموش کرد.

۱۲ــ۵ــ عایق‌کاری

برای جلوگیری از کاهش دمای آب که نوعی اتلاف انرژی است، بایستی لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی آب گرم، مانند مخزن ذخیره‌ی آب گرم، با عایق گرمایی پوشانده شود. همچنین کلیه‌ی لوله‌های آب سرد که احتمال یخ‌زدن آب در آن‌ها وجود دارد باید عایق‌کاری شود.

برای عایق‌کاری معمولاً از مصالحی که ضریب مقاومت گرمایی بالایی دارند، نظیر پشم‌شیشه یا پشم‌سنگ، به‌صورت نواری استفاده می‌شود. نوارهای لایه‌ی عایق را به یک عرض مناسب در طول‌های مورد نیاز می‌برند و سپس آن را به صورت پتویی دور لوله قرار داده با سیم گالوانیزه محکم می‌کنند. ضخامت مناسب لایه‌ی عایق به شرح زیر می‌باشد :

برای لوله‌های تا قطر ۴۰ میلی‌متر ۲۵ میلی‌متر

برای لوله‌های از ۵۰ میلی‌متر به بالا ۵۰ میلی‌متر

توجه داشته باشید که به جهت کیفیت بهتر کار و نیز جلوگیری از آلودگی محیط و آسیب دیدن دست و سایر قسمت‌های بدن کارگران عایق‌کار، باید از لایه‌هایی از عایق استفاده شود که حداقل یک طرف آن‌ها با کاغذ کرافت یا لایه‌ی آلومینیمی پوشش داده شده است.

در صورت روکار بودن لوله‌کشی، قسمت‌های عایق‌کاری شده باید با پارچه‌ی متقال پوشانده و سپس با استفاده از مخلوط مل و چسب چوب، ماستیک (بتونه‌کاری) و رنگ‌آمیزی شود.

۱ــ Recirculation

۱۳ــ۵ــ مقررات ملی در لوله‌کشی آب مصرفی

طراحی، نصب و بازرسی لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی داخل ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری باید طبق ضوابط مبحث ۱۶ مقرّرات ملی ساختمان انجام شود.

این بخش از مقررات به لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی در ساختمان‌هایی اختصاص دارد که آب مورد نیاز مصارف بهداشتی خود را از شبکه‌ی آبرسانی شهری دریافت می‌کنند.

لوله‌کشی در این ساختمان‌ها از نقطه‌ی خروج آب از کنتور به داخل ساختمان یا محوطه آغاز می‌شود و تا نقاط مصرف ادامه دارد و شامل آب سرد و گرم مصرفی، ذخیره‌سازی و سیستم‌های کنترل فشار آب می‌باشد.

این مقررات باید توسط کلیه‌ی مهندسین، تکنیسین‌ها و استادکاران متخصص لوله‌کشی مطالعه و در هنگام طراحی و اجرای کار جداً رعایت گردد. عدم توجه به مقررات ملی ساختمان در اجرای تأسیسات لوله‌کشی توزیع آب سرد و گرم به علت اهمیتی که آب آشامیدنی در بهداشت و سلامت انسان‌ها دارد می‌تواند موجب بروز خسارت‌های جانی و مالی گردد و برای دست‌اندرکاران ایجاد مسئولیت حقوقی نماید.

در این گفتار چند بند از مقررات ملی ساختمان جهت آگاهی شما ذکر می‌گردد و به همه توصیه می‌شود مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان را به‌طور کامل مورد مطالعه قرار دهند.

حفاظت لوله‌کشی

لوله‌هایی که از زیر یا داخل دیوار ساختمان عبور می‌کنند باید در برابر شکسته شدن حفاظت شوند. اگر لوله از زیر یا داخل پی دیوار عبور می‌کند باید روی لوله سقف طاقی شکل ساخت و یا لوله را از داخل غلاف لوله، با قطر نامیِ دست کم دو اندازه بزرگ‌تر از آنچه برای عبور لوله از دیوار لازم است، عبور داد تا بار دیوار یا پی مستقیماً روی لوله وارد نشود.

اگر لوله از داخل مصالح خورنده‌ای که ممکن است بر سطح خارجی لوله اثر خوردگی داشته باشند عبور می‌کند، باید سطح خارجی لوله در برابر خوردگی، با اندود یا روکش‌های مقاوم در برابر خوردگی، محافظت شود.

۱ــ در جریان نصب لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید داخل لوله‌ها و فیتینگ‌ها از ذرات فلز، ماسه، خاک، مواد آب‌بندی، و غیره کاملاً پاک باشد.

۲ــ در نقاط بالای شبکه‌ی لوله‌کشی باید شیر تخلیه‌ی هوا نصب شود. در نقاط پایین شبکه‌ی لوله‌کشی باید شیر تخلیه‌ی آب نصب شود.

ــ برای تخلیه‌ی آب شبکه‌ی لوله‌کشی ساختمان باید شیر تخلیه‌ی آب بعد از کنتور آب ساختمان و بلافاصله بعد از شیر قطع و وصل و شیر یک‌طرفه نصب شود.

ــ در هر قسمت از لوله‌کشی که تخلیه‌ی آب لوله‌ها از شیرهای مصرف‌کننده امکان‌پذیر باشد، نصب شیر تخلیه‌ی، آب لازم نیست.

۳ــ لوله‌ها باید به سمت نقاط تخلیه و برداشت آب شیب داشته باشند.

۴ــ در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه خم کردن لوله مجاز نیست و باید از زانوهای گالوانیزه (چدن چکش‌خوار یا فولادی) استفاده شود.

۵ــ در اتصال دنده‌ای، مواد آب‌بندی فقط باید روی دنده‌های خارجی اضافه شود.

۶ــ تغییر سطح مقطع داخلی در اتصالات لوله‌کشی نباید ناگهانی باشد و باید با واسطه‌ی تبدیل‌ها[1] به تدریج صورت گیرد.

۷ــ در لوله‌کشی آب گرم مصرفی باید برای امکان انبساط و انقباض لوله‌ها پیش‌بینی‌های لازم صورت گیرد.

۸ــ لوله‌های روکار یا زیرکف و داخل ترنچ، در محوطه‌ی خارج ساختمان یا در فضای داخل ساختمان که گرم نمی‌شود، اگر در معرض یخ زدن باشند، باید با عایق گرمایی، یا روش‌های مورد تأیید دیگر حفاظت شوند.

۹ــ عبور لوله از دیوار، تیغه، سقف، و کف باید از داخل غلافی که قطر داخلی آن دست کم ۲۰ میلی‌متر از قطر خارجی لوله بزرگ‌تر باشد، صورت گیرد. انتهای غلاف باید دست‌کم ۱۰ میلی‌متر از سطح خارجی دیوار یا کف یا سقف خارج شود. فاصله‌ی بین لوله و غلاف باید با مواد پلاستیکی پر شود.

۱۰ــ هیچ نوع اتصالی نباید در داخل اجزای ساختمان یا داخل غلاف لوله قرار گیرد.

۱ــ Reducers

پرسش

۱ــ انشعاب‌گیری از لوله‌ی اصلی را از روی شکل توضیح دهید.

۲ــ محل نصب شیر انشعاب و چگونگی انشعاب گرفتن از لوله‌ی اصلی با شیر انشعاب را توضیح دهید.

۳ــ محل نصب، جنس، قطر و موارد ایمنی لوله‌ی انشعاب را توضیح دهید.

۴ــ محل نصب و علت نصب شیر پیاده‌رو را بیان کنید.

۵ــ ساختمان کنتور و محل نصب آن را توضیح دهید.

۶ــ حداقل قطر لوله‌ی اصلی ساختمان را بیان کنید.

۷ــ لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی یک ساختمان را، از روی شکل ۳ــ۴ توضیح دهید.

۸ــ رایزرها را در شبکه‌ی لوله‌کشی معرفی کنید.

۹ــ لوله‌ی برگشت آب گرم و علت استفاده از آن را توضیح دهید.

۱۰ــ سیستم آب‌رسانی یک ساختمان را از روی شکل ۴ــ۴ شرح دهید.

۱۱ــ حفاظت از آب آشامیدنی را بیان کنید.

۱۲ــ چند نمونه از مقررات ملی ساختمانی ایران را درباره‌ی حفاظت از آب آشامیدنی بیان کنید.

۱۳ــ چگونگی برگشت جریان آب را بیان کنید.

۱۴ــ علت جلوگیری از برگشت جریان آب را بیان نمایید.

۱۵ــ لوازم جلوگیری از برگشت جریان آب را نام ببرید.

۱۶ــ استفاده از فاصله هوایی را برای جلوگیری از برگشت جریان آب را بیان کنید.

۱۷ــ حداقل فاصله هوایی را بیان کنید.

۱۸ــ خلأشکن و چگونگی جلوگیری از برگشت جریان با آن را توضیح دهید.

۱۹ــ پدیده‌ی ضربه‌ی قوچ و علت بروز آن را بیان کنید.

۲۰ــ وسایل جلوگیری از ضربه‌ی قوچ را توضیح دهید.

۲۱ــ وسایل جلوگیری از ضربه‌ی قوچ را با توجه به شکل‌های ۷ــ۴ و ۸ــ۴ توضیح دهید.

۲۲ــ توصیه می‌شود که شیرهای قطع و وصل سریع در لوله‌کشی آب مصرفی استفاده نشود، چرا؟

۲۳ــ پدیده‌ی خوردگی را تعریف کنید.

۲۴ــ خوردگی لوله‌های توکار را بیان کنید.

۲۵ــ روش‌های جلوگیری از خوردگی را توضیح دهید.

۲۶ــ گالوانیزه کردن لوله‌های فولادی را توضیح دهید.

۲۷ــ قرار دادن لوله‌ها در داخل ترنچ را توضیح دهید.

۲۸ــ حداقل و حداکثر دمای آب گرم مصرفی را در وان، دوش، دست‌شویی و ظرف‌شویی بیان کنید.

۲۹ــ حداکثر دما و حداکثر فشار آب در لوله‌کشی آب گرم را بیان کنید.

۳۰ــ حداکثر طول لوله‌ی آب گرم مصرفی را که می‌توان بدون لوله برگشت به شیر خروجی آب رساند، بیان کنید.

۳۱ــ لوله‌کشی برگشت آب گرم مصرفی بدون پمپ و با پمپ را بیان کنید.

۳۲ــ عایق‌کاری در لوله‌کشی آب مصرفی را توضیح دهید.

۳۳ــ رابطه‌ی ضخامت عایق با قطر لوله را بیان کنید.

۳۴ــ ده مورد از مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث شانزدهم درباره‌ی لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی را بیان کنید.

فصل ششم

لوله‌ها و فیتینگ‌ها در آب‌رسانی

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ تعاریف مربوط به کاربرد لوله و فیتینگ‌ها یا وصاله‌ها را بیان نماید.

۲ــ مشخصات لوله‌های فولادی گالوانیزه و فیتینگ‌های آن را براساس استانداردهای معتبر بیان نماید.

۳ــ مقررات ملّی درباره‌ی کاربرد لوله‌های گالوانیزه در توزیع آب آشامیدنی را توضیح دهد.

۴ــ مشخصات لوله‌های مسی و فیتینگ‌های آن را براساس استانداردهای معتبر بیان نماید.

۵ــ مقررات ملّی مربوط به کاربرد لوله‌های مسی و فیتینگ‌های آن در توزیع آب آشامیدنی را بیان نماید.

۶ــ مشخصات لوله‌ها و فیتینگ‌های پلیمری مورد استفاده در توزیع آب آشامیدنی را بیان نماید.

۷ــ چگونگی کاربرد لوله‌ها و فیتینگ‌های پلیمری مورد استفاده در توزیع آب آشامیدنی را بیان نماید.

۶ــ لوله‌ها و فیتینگ‌ها در آب‌رسانی

۱ــ۶ــ تعاریف[1]

۱ــ۱ــ۶ــ قطر نامی[2]: قطر نامی هر لوله یک عدد قراردادی است که معمولاً با قطر خارجی یا قطر داخلی لوله یکی نیست. باید دانست که در بیشتر استانداردها، برای هر قطرنامی معین، قطر خارجی همه‌ی لوله‌ها یکی است و فقط ضخامت جدار وقطر داخلی آن‌ها تفاوت می‌کند، بنابراین برای مشخص کردن لوله بهتر است قطر خارجی و ضخامت جدار آن نیز داده شود. اگر فقط قطر نامی داده شود، بدون مراجعه به شماره‌ی استاندارد، نمی‌توان ضخامت جدار لوله را به‌دست آورد.

در استانداردهای اروپایی، قطر نامی لوله با «DN» نشان داده می‌شود. مثلاً «DN50» برای معرفی لوله‌ای با قطر نامی ۵۰ میلی‌متر کافی است و دیگر لازم نیست واژه‌ی میلی‌متر به دنبال «DN50» نوشته شود.

در استانداردهای آمریکایی قطر نامی لوله با «NPS» نشان داده می‌شود که برحسب اینچ بیان می‌شود. در این استانداردها نیز قطر نامی لوله، برحسب اینچ، با قطر خارجی یا قطر داخلی لوله الزاماً یکی نیست.

هم‌ارزی قطر نامی در استانداردهای آمریکایی و اروپایی برای لوله و فیتینگ تا قطر نامی ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ) به ترتیب زیر است (جدول ۱ــ۶).

جدول ۱ــ۶ــ هم ارزی قطر نامی در استانداردهای اروپایی و آمریکایی

قطر نامی برحسب میلی‌متر و اینچ			
میلی‌متر (mm)	اینچ (in)	میلی‌متر (mm)	اینچ (in)
۴۰	$1\frac{1}{2}$	۶	$\frac{1}{8}$
۵۰	۲	۸	$\frac{1}{4}$
۶۵	$2\frac{1}{2}$	۱۰	$\frac{3}{8}$
۸۰	۳	۱۵	$\frac{1}{2}$
۱۰۰	۴	۲۰	$\frac{3}{4}$
۱۲۵	۵	۲۵	۱
۱۵۰	۶	۳۲	$1\frac{1}{4}$

۱ــ نشریه ۱۲۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی تحت عنوان مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها

۲ــ Nominal Diameter or Nominalwidth

۲ــ۱ــ۶ــ فشار نامی[1]: فشار نامی در لوله‌کشی، فشاری است که تحت آن، و در دمای C ۲۰°، مصالح و ابعاد اجزای لوله‌کشی، براساس استانداردهای مربوط، طراحی می‌شوند. منظور از اجزای لوله‌کشی، لوله، فیتینگ، فلنج، شیر، لوازم ویژه و همه قطعات دیگری است که در معرض فشار داخلی باشند. در استانداردهای اروپایی فشار نامی با علامت «PN» نشان داده می‌شود.

در استاندارد DIN2401 SHEET1 فشار نامی طبق جدول ۲ــ۶ طبقه‌بندی شده است.

جدول ۲ــ۶ــ طبقه‌بندی فشار نامی (برحسب کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)*

	۱	۱۰	۱۰۰	۱۰۰۰
		(۱۲/۵)	(۱۲۵)	
	۱/۶	۱۶	۱۶۰	۱۶۰۰
		(۲۰)	(۲۰۰)	
	۲/۵	۲۵	۲۵۰	۲۵۰۰
		(۳۲)	۳۲۰	
	۴	۴۰	۴۰۰	۴۰۰۰
۰/۵		(۵۰)	(۵۰۰)	
	۶	۶۴	۶۴۰	۶۳۰۰
	(۸)	(۸۰)	(۸۰۰)	

* از به‌کار بردن ارقام درون پرانتز حتی‌المقدور باید خودداری شود، مگر آن که استفاده از ارقام دیگر (که درون پرانتز نیست) خیلی نامناسب باشد .

۳ــ۱ــ۶ــ فشار کار مجاز[2]: در استاندارد DIN2401 SHEET1 فشار کار مجاز چنین تعریف شده است : «فشار کار مجاز در لوله‌کشی بالاترین فشاری است که اجزای لوله‌کشی ممکن است به هنگام کار در معرض آن قرار گیرند.» فشار کار مجاز به دمای کار سیستم بستگی دارد و از آن تبعیت می‌کند. اگر دمای کار سیستم لوله‌کشی C ۲۰° باشد، فشار کار مجاز برابر فشار نامی خواهد بود.

در منابع مؤسسه‌ی ASHRAE عبارت حداکثر فشار مجاز به این شرح تعریف شده است : «حداکثر فشار مجاز یک سیستم کامل، فشاری است که با فشارسنج اندازه‌گیری می‌شود و برابر فشار تنظیم شیر اطمینانی است که سیستم را حمایت می‌کند.»

۴ــ۱ــ۶ــ فشار آزمایش[3] **(پیش از نصب)**: «فشار آزمایش فشاری است که کارخانه‌ی سازنده به منظور آزمایش هر یک از اجزای لوله‌کشی، در شرایط دمای اتاق آزمایش (C ۲۰°)، بر آن اعمال می‌کند.» فشار آزمایش در مورد اجزای لوله‌کشی ۱/۵ برابر فشار نامی است مگر آن که در استاندارد آن قطعه، فشار دیگری مشخص شده باشد.

۵ــ۱ــ۶ــ فشار آزمایش سیستم (پس از نصب): در همه‌ی استانداردهای اروپایی و آمریکایی، فشار آزمایش سیستم باید دست‌کم ۱/۵ برابر فشار کار سیستم باشد.

در استانداردهای آمریکایی تأکید شده است که فشار آزمایش سیستم (پس از نصب)، برای اتصالات فلنجی، در هیچ مورد نباید از ۱/۵ برابر حداکثر فشار کار مجاز اجزای آن سیستم، در دمای C ۳۸°، بالاتر باشد.

۶ــ۱ــ۶ــ کلاس فشار[4]: در استانداردهای آمریکایی، مانند ANSI، طبقه‌بندی اجزای لوله‌کشی براساس کلاس فشار صورت می‌گیرد. طبقه‌بندی کلاس فشار از نظر جنس مصالح به ترتیب زیر است :

مصالح چدنی ۲۵ــ۱۲۵ــ۲۵۰ــ۸۰۰

مصالح فولادی ۱۵۰ــ۳۰۰ــ۴۰۰ــ ۶۰۰ــ ۹۰۰ــ ۱۵۰۰ ــ ۲۵۰۰

چدن چکش‌خوار ۱۵۰ــ۳۰۰

برنز ریختگی ۱۲۵ــ۲۵۰

در بیشتر موارد در جدول‌ها حداکثر فشار کار از کلاس فشار داده شده بیشتر است. واحد فشار در این سیستم پوند بر اینچ مربع است.

۲ــ۶ــ لوله‌ی فولادی گالوانیزه (سفید)

این لوله در واقع همان لوله‌ی فولادی درزدار (سیاه) است که پس از ساخت، برای محافظت در برابر مواد خورنده،

۱ــ Nominal Pressure ۲ــ Permissible Working Pressure ۳ــ Test Pressure
۴ــ Pressure Class

جداره‌ی داخلی و خارجی آن را با آلیاژ روی روکش کرده‌اند. لوله‌های گالوانیزه در شاخه‌های ۶ متری به بازار عرضه می‌شود، اتصال آن‌ها معمولاً دنده‌ای است و نباید از جوش دادن برای اتصال آن‌ها استفاده شود از این لوله در سیستم آب سرد و گرم بهداشتی استفاده می‌شود.

۱ــ۲ــ۶ــ جدول‌های استاندارد لوله‌های فولادی گالوانیزه: لوله‌های فولادی گالوانیزه باید مطابق یکی از استانداردهای معتبر جهانی ساخته شوند. مقرّرات ملّی ساختمان ایران نیز تنها لوله‌هایی را که براساس یکی از مؤسسّات استاندارد ساخته شده باشند تأیید نموده است. این مؤسسات عبارت‌اند از :

- ــ سازمان جهانی استاندارد ؛ ISO
- ــ مؤسسه‌ی استاندارد آلمان ؛ DIN
- ــ مؤسسه‌ی استاندارد بریتانیا ؛ BS
- ــ مؤسسه‌ی ملی استاندارد آمریکا ؛ ANSI
- ــ استاندارد صنعتی ژاپن ؛ JIS
- ــ مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ؛ISIRI

برای نمونه در استاندارد BS لوله‌های فولادی در سه وزن سبک، متوسط و سنگین ساخته می‌شوند. تنها مشخصات لوله‌های متوسط و سنگین براساس این استاندارد در جداول ۳ــ۶ و ۴ــ۶ ارائه شده است. کاربرد لوله‌های سبک در لوله‌کشی آب‌رسانی ساختمان‌ها مجاز نمی‌باشد. مقدار روی که در گالوانیزه کردن سطوح داخلی وخارجی لوله‌ها به‌کار می‌رود نباید از ۵۰۰ گرم بر مترمربع کمتر باشد، ضخامت این مقدار روی برابر ۷۰ میکرون است.

۲ــ۲ــ۶ــ فیتینگ‌های لوله‌های گالوانیزه: فیتینگ‌ها، قطعاتی هستند که، در مسیر لوله‌کشی، برای تغییر جهت، انشعاب‌گیری، تبدیل قطر لوله و یا اتصال دو لوله به‌هم‌دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در لوله‌کشی آب‌رسانی با لوله‌ی گالوانیزه، متداول‌ترین فیتینگ‌ها عبارت‌اند از : بوشن، زانو، سه‌راهی، مغزی، مهره‌ماسوره، تبدیل و درپوش که جنس آن‌ها طبق مقررات ملّی ساختمان باید از نوع فولادی گالوانیزه (جنس خود لوله) یا چدن چکش‌خوار باشد.

با توجه به اهمّیت فیتینگ‌ها در شبکه‌ی لوله‌کشی آب‌رسانی با لوله‌ی گالوانیزه، در این‌جا به شرح مختصر هر یک از آن‌ها می‌پردازیم. (جدول ۵ــ۶ فیتینگ‌های ساخته شده از چدن چکش‌خوار و جدول ۶ــ۶ فیتینگ‌های ساخته شده از فولاد را نشان می‌دهد.)

الف ــ بوشن (Socket): قطعه‌ای استوانه‌ای است که برای متصل نمودن دو قطعه‌ی لوله یا فیتینگ به هم‌دیگر به‌کار می‌رود و به صورت بوشن ساده، روپیچ توپیچ و بوشن تبدیل وجود دارد.

جدول ۳ــ۶ــ مشخصات فیزیکی لوله‌های فولادی با وزن متوسط در استاندارد BS1387

قطر نامی mm	قطر نامی به اینچ (in)	قطر خارجی		ضخامت	لوله‌ی سیاه	
		حداکثر	حداقل		سر بدون دنده	سر با دنده و بوشن
		mm	mm	mm	kg/m	kg/m
8	1/4	13.9	13.3	2.3	0.641	0.645
10	3/8	17.4	16.8	2.3	0.839	0.845
15	1/2	21.7	21.1	2.6	1.21	1.22
20	3/4	27.2	26.6	2.6	1.56	1.57
25	1	34.2	33.4	3.2	2.41	2.43
32	1 1/4	42.9	42.1	3.2	3.10	3.13
40	1 1/2	48.8	48.0	3.2	3.57	3.61
50	2	60.8	59.8	3.6	5.03	5.10
65	2 1/2	76.6	75.4	3.6	6.43	6.55
80	3	89.5	88.1	4.0	8.37	8.54
100	4	114.9	113.3	4.5	12.2	12.5
125	5	140.6	138.7	5.0	16.6	17.1
150	6	166.1	164.1	5.0	19.7	20.3

جدول ۴ــ۶ــ مشخصات فیزیکی لوله‌های فولادی با وزن سنگین در استاندارد BS1387

قطر نامی mm	قطر نامی به اینچ (in)	قطر خارجی		ضخامت	وزن لوله‌ی سیاه	
		حداکثر	حداقل		سر بدون دنده	سر با دنده و بوشن
		mm	mm	mm	kg/m	kg/m
8	1/4	13.9	13.3	2.9	0.765	0.769
10	3/8	17.4	16.8	2.9	1.02	1.03
15	1/2	21.7	21.1	3.2	1.44	1.45
20	3/4	27.2	26.6	3.2	1.87	1.88
25	1	34.2	33.4	4.0	2.94	2.96
32	1 1/4	42.9	42.1	4.0	3.80	3.83
40	1 1/2	48.8	48.0	4.0	4.38	4.42
50	2	60.9	59.8	4.5	6.19	6.26
65	2 1/2	76.6	75.4	4.5	7.93	8.05
80	3	89.5	88.1	5.0	10.3	10.5
100	4	114.9	113.3	5.4	14.5	14.8
125	5	140.6	138.7	5.4	17.9	18.4
150	6	166.1	164.1	5.4	21.3	21.9

ب ــ زانو *(elbow)*: قطعه‌ای است که برای تغییر جهت مسیر استفاده می‌شود و با توجه به زاویه‌ی تغییر و نحوه‌ی دنده شدن، دارای انواع و اقسام مختلفی است.

ج ــ سه راهی *(Tee)*: قطعه‌ای‌است که برای انشعاب‌گیری در لوله‌کشی کاربرد دارد.

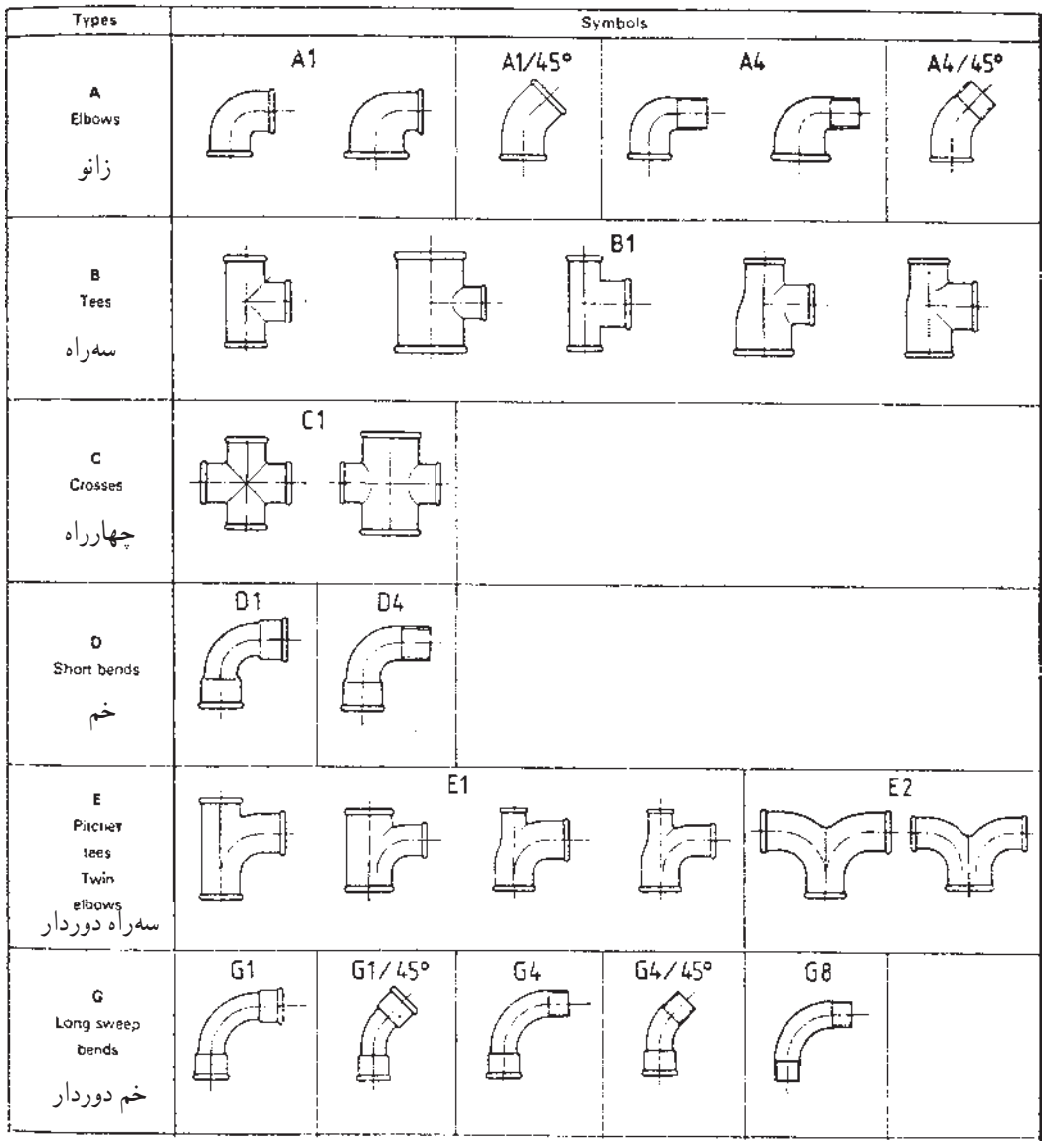
د ــ مغزی *(Nipple)*: یک قطعه لوله‌ی دو سر دنده یا یک قطعه‌ی ریختگی دو سر دنده است که از آن برای اتصال فیتینگ‌ها به هم‌دیگر یا به شیرها استفاده می‌شود.

هـ ــ مهره ماسوره *(Unions)*: قطعه‌ای است که برای اتصال دو قسمت از لوله‌کشی به یک‌دیگر یا اتصال لوله‌کشی به دستگاه به‌کار می‌رود.

مهره ماسوره خود از سه قطعه‌ی پیوسته به هم تشکیل شده است. دو قطعه از آن هر یک به یک طرف وصل می‌شود و قطعه‌ی وسط با اتصال دادن این دو قطعه به یکدیگر دو قسمت لوله‌کشی را به هم وصل می‌کند. از مهره ماسوره در اتصال سیستم لوله‌کشی به دستگاه‌ها مانند آب‌گرم‌کن یا اتصال لوله‌ها در طول‌های بلند و در مدارهای بسته استفاده می‌شود.

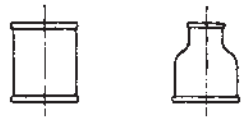
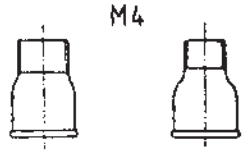
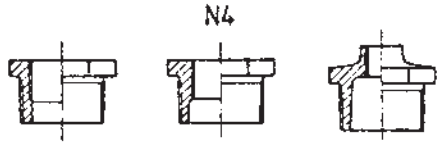
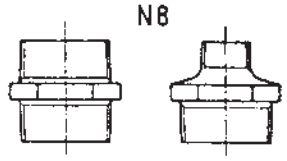
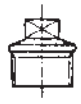
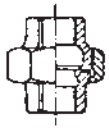
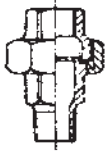
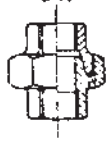
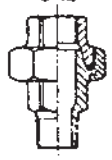
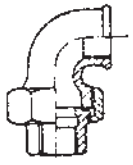
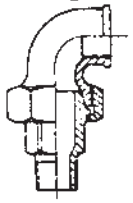
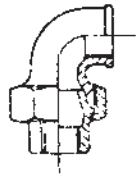
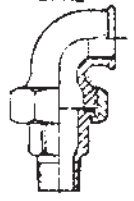
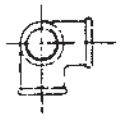
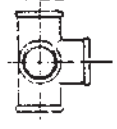
و ــ درپوش *(Cap یا Plug)*: در صورت لزوم برای بستن دهانه‌های باز و انشعاب‌ها به‌کار می‌رود.

جدول ۵ــ۶ــ فیتینگ‌های ساخته شده از چدن چکش‌خوار طبق استاندارد ISO49*

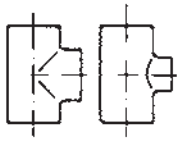
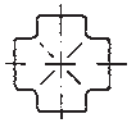
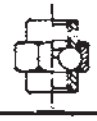


* بعضی از فیتینگ‌های نشان داده شده (در این استاندارد) در بازار ایران رایج نیست.

ادامه‌ی جدول ۵ــ۶ــ فیتینگ‌های ساخته شده از چدن چکش‌خوار طبق استاندارد ISO49

Types	Symbols					
M Sockets بوشن	M2 		M4 			
N Bushings Hexagon nipples مغزی	N4 		N8 			
P Backnuts مهره	P4					
T Caps Plugs کلاهک، درپوش	T1		T8	T9 	T11	
U Union مهره ماسوره	U1 	U2 	U11 	U12 		
UA Union elbows زانوی مهره‌ماسوره‌ای	UA1 	UA2 	UA11 	UA12 		
Za Side outlet elbows and tees زانو ــ سه راه	Za1 	Za2 				

جدول ۶ــ۶ــ فیتینگ‌های فولادی مخصوص اتصال دنده‌ای طبق استاندارد ISO 4145

Diagram	Type	Symbol	Table
	زانو و زانو تبدیل Elbows, equal and reducing تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	A1	2 and 3
	زانو چپقی Male and female elbows تا قطر نامی ۵۰ میلی‌متر	A4	4
	سه راه و سه راه تبدیل Tees, equal and reducing تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	B1	2 and 3
	چهارراه Crosses تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	C1	2
	Half sockets تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	M1	5
	بوشن و بوشن تبدیل Sockets, equal and reducing تا قطر نامی ۱۵۰ میلی‌متر	M2	6 and 7
	تبدیل روپیچ توپیچ Reducing bushes تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	N4	8
	مغزی Hexagon nipples تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	N8	9
	درپوش Caps تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	T2	10
	درپوش Plugs تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	T8	11
	مهره و ماسوره Unions تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	U1 or U11	12

۳ــ۲ــ۶ــ مقررات ملّی

الف ــ اعتبار ساخت: روی هر قطعه از لوله، فیتینگ، فلنج، شیر و دیگر اجزای لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی باید مارک کارخانه‌ی سازنده، کیفیت ساخت یا استاندارد مورد تأییدی که قطعه‌ی موردنظر بر طبق آن ساخته شده است، به صورت ریختگی، برجسته، یا مهر پاک نشدنی نقش شده باشد.

ب ــ لوله‌ی فولادی گالوانیزه: لوله‌های فولادی باید از نوع گالوانیزه درزدار، دو سر دنده با بوشن فولادی گالوانیزه

و مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد :

ISLRI	423	
ISO	65	(وزن متوسط و سنگین)
DIN	2440 , 2441	
BS	1387	(وزن متوسط و سنگین)
ANSI	A53	

ج ــ انتخاب فیتینگ

۱ــ فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید از نظر استانداردهای جنس، اندازه، ضخامت جدار، نوع دنده و دیگر مشخصات با لوله‌ها مطابقت داشته و برای کار با لوله‌های انتخاب شده مناسب باشد.

۲ــ سطح داخلی فیتینگ‌ها نباید برآمدگی، بعد، یا تغییر سطح مقطع، که ممکن است مانعی در برابر جریان آب ایجاد کند، داشته باشد.

۳ــ در صورت استفاده از مهره ماسوره[1] باید از نوعی انتخاب شود که سطح آب‌بند بین دو قطعه‌ی آن مخروطی یا تخم‌مرغی باشد. کاربرد مهره ماسوره‌ای که سطح آب‌بند آن صفحه‌ی صاف عمود بر محور باشد، مجاز نیست.

۴ــ فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه استفاده می‌شود باید از نوع چدنیِ چکش‌خوار[2] یا از نوع فولادی گالوانیزه و برابر یکی از استانداردهای زیر باشد :

فیتینگ‌های ساخته شده از چدن چکش خوار

DIN 2950

BS 143 , 1256

ISO 49

فیتینگ‌های فولادی دنده‌ای

DIN 2980

BS 1740

ISO 4145

۳ــ۶ــ لوله‌های مسی

از لوله‌های مسی برای لوله‌کشی تأسیسات آب سرد و آب گرم، لوله‌کشی گاز و دیگر تأسیسات گرمایی و سرمایی استفاده می‌شود. چون مقاومت کششی مس بالا است بنابراین لوله‌ها را می‌توان با جداره‌ی نازک تهیه کرد که باعث سبک وزنی لوله‌ها و کاهش هزینه‌ی ساخت می‌گردد. در صورت وجود خطرخوردگی و اسیدی بودن خاک می‌توان آن‌ها را با پوششی از پلاستیک تهیه کرد. لوله‌های مسی سطح داخلی صافی دارند و مقاومت کمی در برابر جریان مایعات ایجاد می‌کنند. به همین دلیل از این لوله‌ها در قطر داخلی کوچک‌تر می‌توان استفاده کرد.

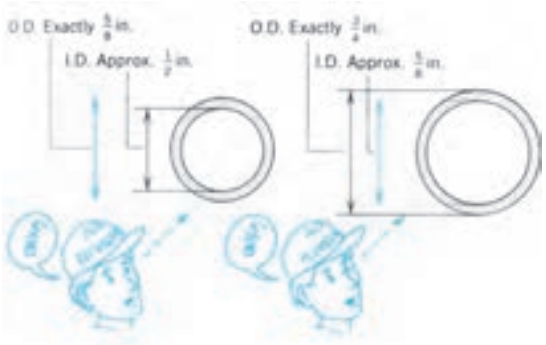
ظاهر این لوله‌ها تمیز است و در صورت ضرورت می‌توان آن‌ها را آب کروم داد.

۱ــ۳ــ۶ــ انواع لوله‌های مسی: لوله‌های مسی به دو دسته‌ی عمده تقسیم می‌شوند :

الف ــ لوله‌هایی که در لوله‌کشی آب سرد و گرم و گاز و گازهای طبی مورد استفاده‌اند.

ب ــ لوله‌هایی که در سیستم‌های تهویه مطبوع و تبرید نوع ACR به‌کار می‌روند.

در لوله‌های ACR قطر نامی لوله برابر قطر خارجی است ولی در لوله‌های مسی مخصوص آب سرد و گرم و گاز قطر نامی لوله تقریباً برابر قطر داخلی است و در نتیجه در یک قطر نامی لوله‌ی آب‌رسانی و گازرسانی بزرگ‌تر از لوله‌های ACR هستند (شکل ۱ــ۶).



شکل ۱ــ۶ــ لوله‌ی $\frac{5}{8}$ ACR کوچک‌تر از لوله‌ی $\frac{5}{8}$ آب‌رسانی است.

۱ــUnion ۲ــ Malleable Castiron

لوله‌ی مسی بی‌درز که در استاندارد ANSI /ASTM B88 ساخته می‌شود. از نظر ضخامت جدار به انواع K (سنگین)، L (وزن متوسط) و M (سبک) تقسیم و به دو صورت سخت و نرم عرضه می‌شوند، در حالت نرم تا قطر ۱/۵ اینچ (۴۰ میلی‌متر) به صورت کلاف و در حالت سخت به صورت شاخه به بازار عرضه می‌گردند.

در استاندارد DIN 1988، برای لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی داخل ساختمان، استفاده از لوله‌های مسی DIN 1754 توصیه شده است. استاندارد DIN 1754 شامل گروه‌های متعدد و متنوع لوله‌های مسی بی‌درز است که از نظر جنس، ضخامت جدار و مشخصات دیگر طیف وسیعی را تشکیل می‌دهد.

یک گروه از لوله‌های DIN 1754 به لوله‌های مسی بی‌درز DIN 1786 اختصاص دارد که شامل خصوصیات زیر است :

ـ از نظر قطر خارجی و ضخامت جدار در تعداد محدودتری عرضه می‌شوند.

ـ در یک یا دو طول عرضه می‌شود.

ـ از نظر جنس آلیاژ فقط از SF-CUF عرضه می‌شوند.

ـ مقاومت فیزیکی این لوله‌ها یکسان است.

لوله‌های مسی بی درز DIN 1786 به چهار صورت عرضه می‌شوند :

ـ به صورت کلاف، به قطر خارجی ۶ تا ۲۲ میلی‌متر، به‌طول ۲۵ یا ۵۰ متر، با آلیاژ SF-CUF22.

ـ به صورت شاخه‌ی مستقیم، به قطر خارجی ۶ تا ۵۴ میلی‌متر، به طول ۵ متر، با آلیاژ SF-CUF37.

ـ به صورت شاخه‌ی مستقیم، به قطر خارجی ۶۴ تا ۱۳۳ میلی‌متر، به طول ۵ متر، با آلیاژ SF-CUF30.

ـ به صورت شاخه‌ی مستقیم، به قطر خارجی ۱۵۹، ۲۱۹ و ۲۶۷ میلی‌متر، به طول ۴ یا ۵ متر، با آلیاژ SF-CUF30.

لوله‌های مسی DIN 1786، که به صورت کلاف عرضه می‌شوند، در حالت سرد و بدون استفاده از ابزار مخصوص، قابلیت خم شدن دارند.

لوله‌های مسی DIN 1786، که به صورت شاخه‌ی مستقیم عرضه می‌شوند، تا قطر خارجی ۱۸ میلی‌متر، در حالت سرد و به کمک ابزار مناسب، قابلیت خم شدن دارند.

۲ــ۳ــ۶ــ کاربرد لوله‌های مسی: در جدول ۷ــ۶ از استاندارد DIN 1786، لوله‌های مسی بی‌درز که برای کاربردهای آب و گاز توصیه شده، با علامت «●» نشان داده شده است. در این جدول دیده می‌شود که این لوله‌ها تا قطر خارجی ۱۰۸ میلی‌متر برای اتصال لحیمی مویینگی (CAPILLARY SOLDER) توصیه شده است.

جدول ۷ــ۶ــ از استاندارد DIN 1786 کاربرد لوله‌های مسی

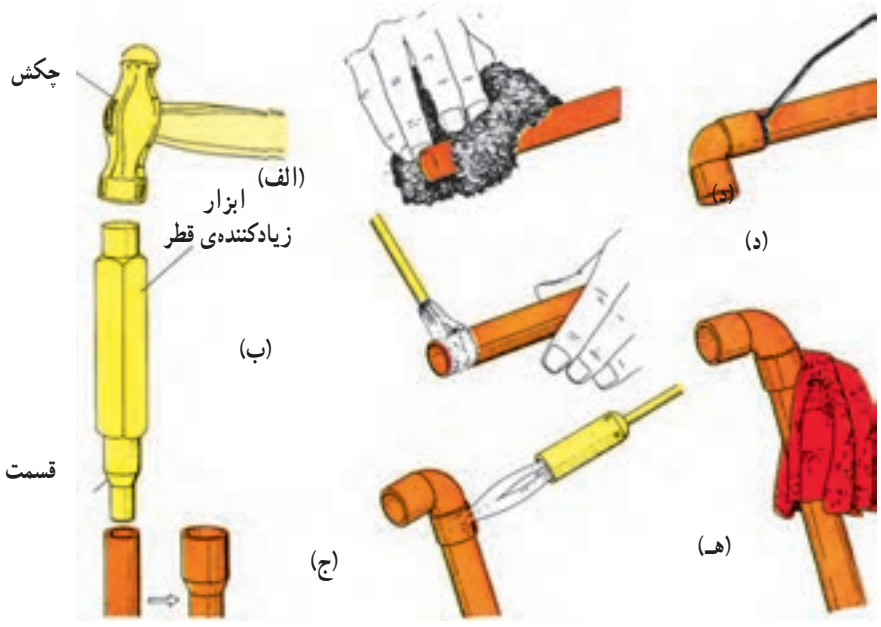
قطر خارجی	ضخامت						قطر نامی
	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
فقط برای اتصال لحیمی مویینگی							
6	X	X					4
8	X	X					6
10	X	X					8
12	X	●					10
15 [1]	X	●	X				–
18 [1]		●	X				15
22 [1]		●	X				20
28 [1]		X	●				25
35			●				32
42			●	X			40
54			X	●			50
64				●			–
76,1				●	X		65
88,9				●	X		80
108					●	X	100
فقط برای اتصال‌هایی غیر از اتصال لحیمی مویینگی							
133						●	125
159						●	150
219						●	200
267						●	250

Tubes conforming to the requirements of this standard need only be supplied in those dimensions which are marked "X" or "●" in this table.
Tubes with dimensions marked "●" shall be used for gas and water installations.

1) A nominal wall thickness of at least 1,5 mm is recommended if these tubes are to be joined by manual welding.

۳ــ۳ــ۶ــ اتصال لوله‌های مسی: اتصال لوله‌ی مسی به لوله‌ی مسی، یا فیتینگ مسی، به صورت لحیمی مویینگی[۱] یا فیتینگ فشاری انجام می‌گیرد. اتصال لحیمی مویینگی پس از قرار گرفتن لوله در داخل فیتینگی با دهانه‌ی بزرگ‌تر یا قرار گرفتن لوله داخل لوله‌ای که طرف اتصال به‌وسیله‌ی قالبی بزرگ‌تر شده باشد، انجام می‌گیرد (شکل ۲ــ۶).

۱ــ Soldered Joint or Sweat Joint

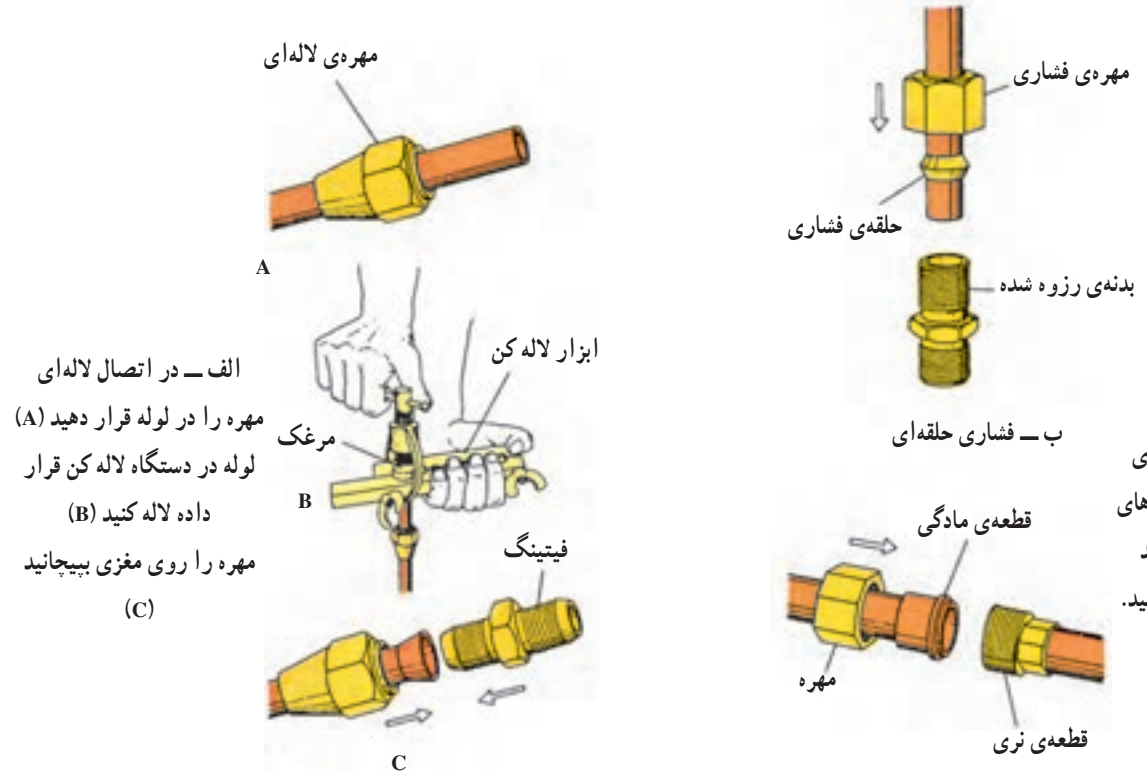


الف ــ در اتصال لحیمی ابتدا سطح بیرونی سر لوله را با پشم فلزی براق کنید.
ب ــ روان‌ساز اضافه کنید.
ج ــ لوله را در داخل فیتینگ قرار دهید و حرارت دهید.
د ــ لحیم را به لبه‌ی فیتینگ در تماس قرار دهید.
هـ ــ با پارچه اضافه‌های لحیم را تمیز کنید.

برای بزرگ کردن قطر لوله، قالب را در لوله قرار دهید و با چکش به آن ضربه بزنید به‌طوری‌که انتهای آن لاله‌ای شود.

شکل ۲ــ۶ــ اتصال لحیمی موییننگی

اتصال فیتینگ فشاری ممکن است به یکی از روش‌های، لاله‌ای شکل ۳ــ۶ــ الف، فشاری حلقه‌ای شکل ۳ــ۶ــ ب و مهره ماسوره‌ای شکل ۳ــ۶ــ ج انجام گیرد.



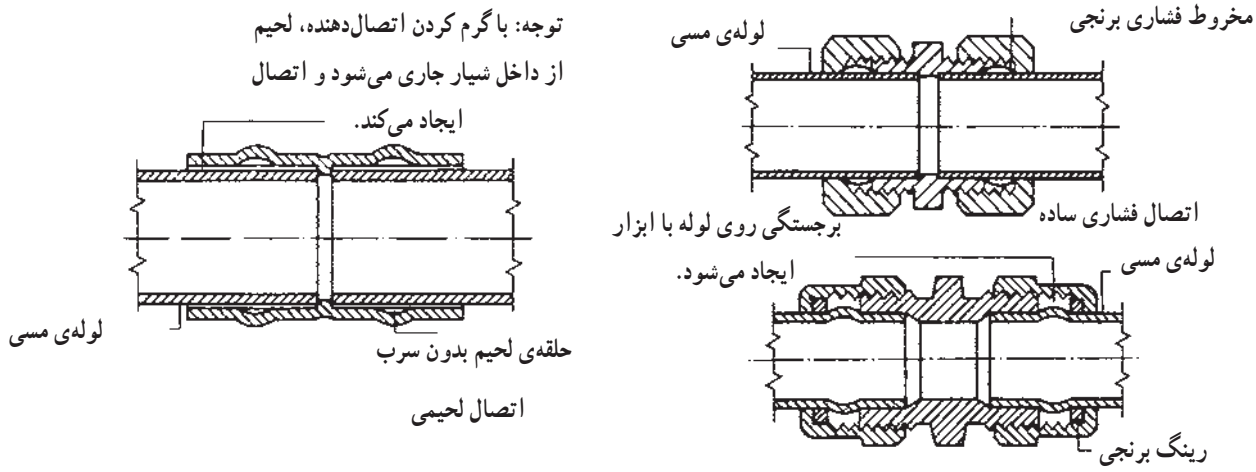
الف ــ در اتصال لاله‌ای مهره را در لوله قرار دهید (A) لوله در دستگاه لاله کن قرار داده لاله کنید (B) مهره را روی مغزی بپیچانید (C)

ب ــ فشاری حلقه‌ای

ج ــ در اتصال مهره ماسوره‌ای مهره را در لوله قرار داده قطعه‌های واسطه روی لوله‌ها لحیم کنید لوله‌ها را با مهره به هم وصل کنید.

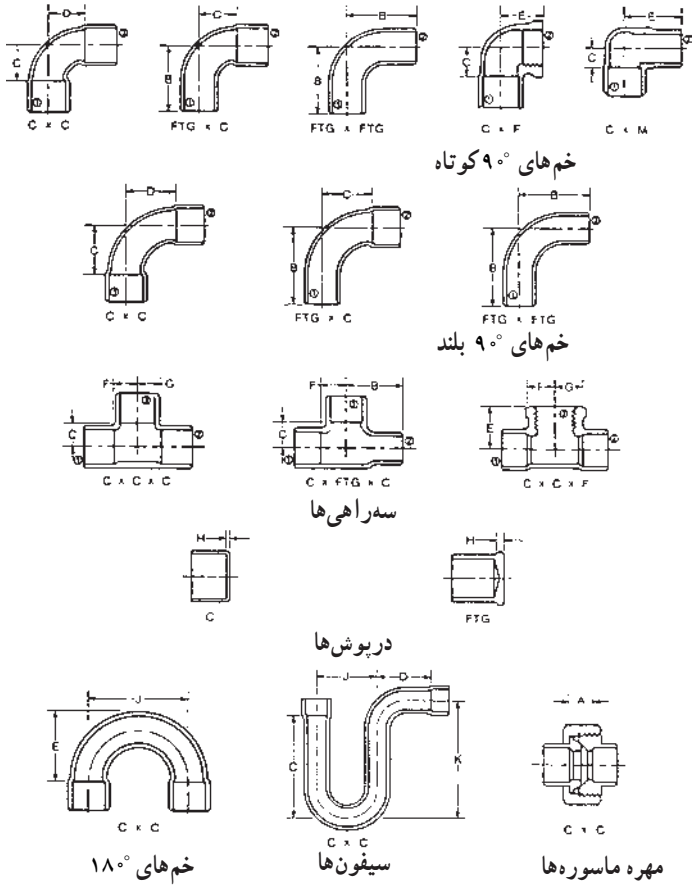
شکل ۳ــ۶ــ اتصال فیتینگ فشاری

در شکل ۴ــ۶ انواع دیگری از اتصال فشاری و لحیمی مویینگی لوله‌های مسی را مشاهده می‌کنید.

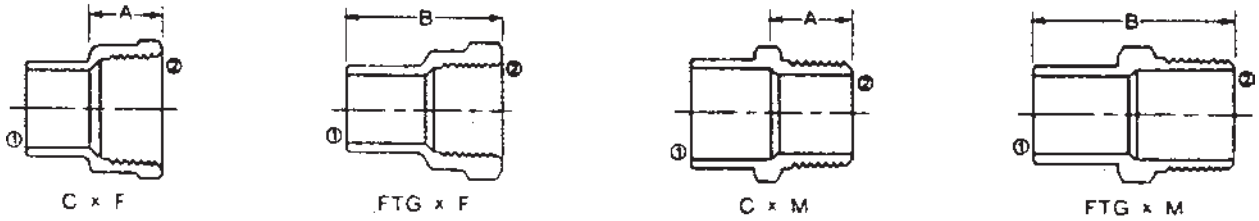


شکل ۴ــ۶ــ انواع دیگری از اتصال فشاری و لحیمی

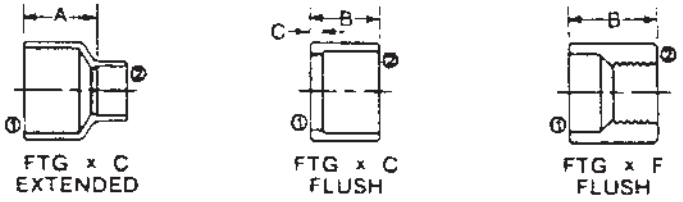
۴ــ۳ــ۶ــ فیتینگ‌های لوله‌های مسی: اتصال لحیمی مویینگی برای پیوند فیتینگ به لوله و اتصال فشاری برای پیوند فیتینگ به دستگاه یا شیر به‌کار می‌رود. فیتینگ‌های مسی یا آلیاژ مس که در لوله‌کشی‌های مسی به‌کار می‌روند برحسب نوع اتصال تقسیم‌بندی می‌شوند. در شکل ۵ــ۶ انواع فیتینگ‌های مخصوص اتصال لحیمی مویینگی از استاندارد ANSI B16.22 ارائه شده است.



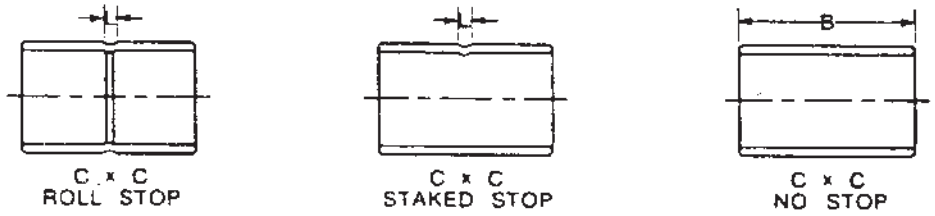
شکل ۵ــ۶ــ فیتینگ‌های مخصوص اتصال لحیمی مویینگی

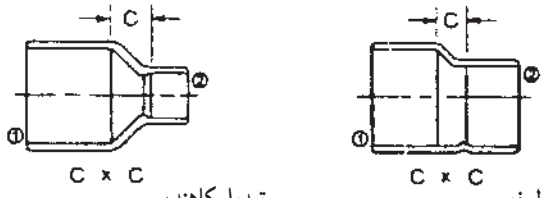


واسطه‌ها



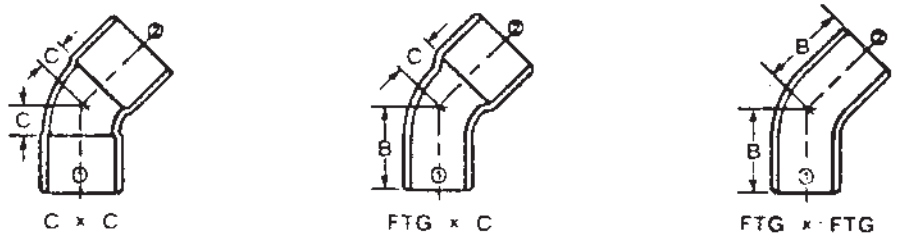
بوشن‌ها





تبدیل کاهنده — تبدیل یک‌طرفه

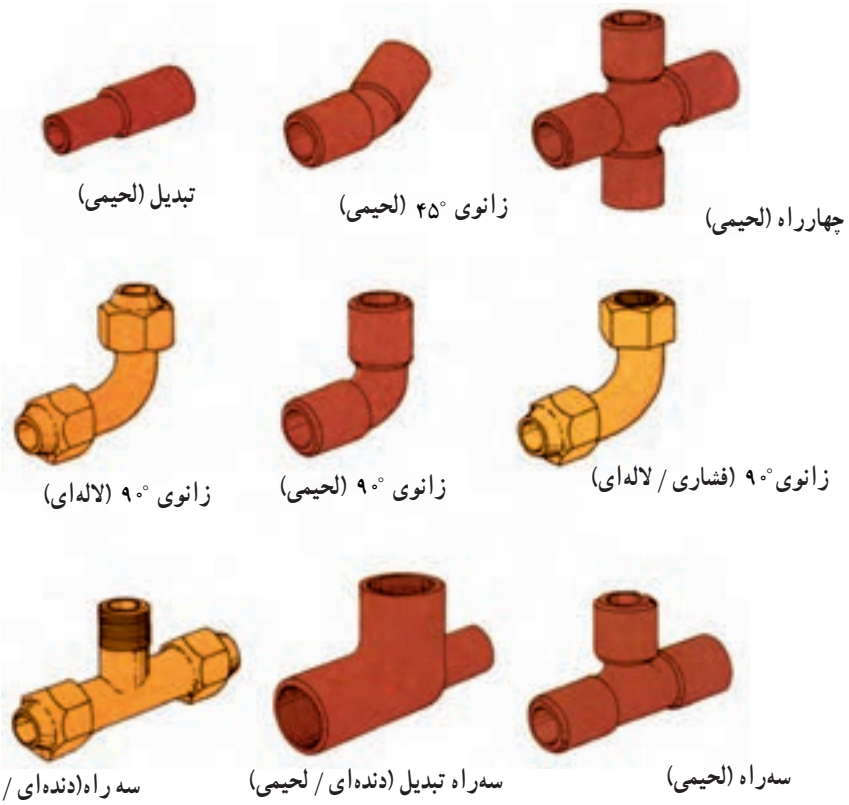
کوپلینگ‌ها



خم‌های ۴۵°

ادامه‌ی شکل ۵ــ۶

در شکل ۶ــ۶ نمونه‌ای دیگر از فیتینگ‌های مسی را مشاهده می‌نمایید.



شکل ۶ــ۶ــ فیتینگ‌های مسی در اتصال به لوله‌ی گالوانیزه

۵ــ۳ــ۶ــ مقررات ملّی

الف ــ لوله‌ی مسی

ــ لوله‌های مسی باید از نوع کلاف (نرم) یا از نوع شاخه‌ای (سخت) بوده برای اتصال لحیمی موئینگی[1] یا اتصال فیتینگ فشاری[2]، مطابق یکی از استانداردهای زیر، مناسب باشد :

DIN 1786

BS 2871 PART1

ANSI B 88

ISO 274

ــ در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی از لوله‌های مسی تا قطر خارجی حداکثر ۵۴ میلی‌متر (قطر نامی ۲ اینچ) می‌توان استفاده کرد. استفاده از لوله‌های مسی در اندازه‌های بزرگ‌تر مجاز نیست.

ــ در صورتی که اتصال از نوع فیتینگ فشاری باشد، لوله‌ی مسی باید از نوع کلاف (نرم) انتخاب شود.

ب ــ فیتینگ

ــ فیتینگ‌های مورد استفاده در لوله‌کشی مسی، باید از نوع مسی یا آلیاژ مس بوده و برای اتصال لحیمی موئینگی یا اتصال فیتینگ فشاری، مطابق یکی از استانداردهای زیر، مناسب باشد.

DIN 2856 تا 2872

BS 864

ISO 2016

ج ــ اتصال در لوله‌کشی مسی

ــ در اتصال لحیمی موئینگی سطوح اتصال دو قطعه را باید کاملاً تمیز کرد و مفتول لحیم‌کاری را باید تا دمای ذوب گرم نمود، به‌طوری که فاصله‌ی موئینه‌ی بین دو قطعه در تمام سطوح اتصال (گیر) پرکند.

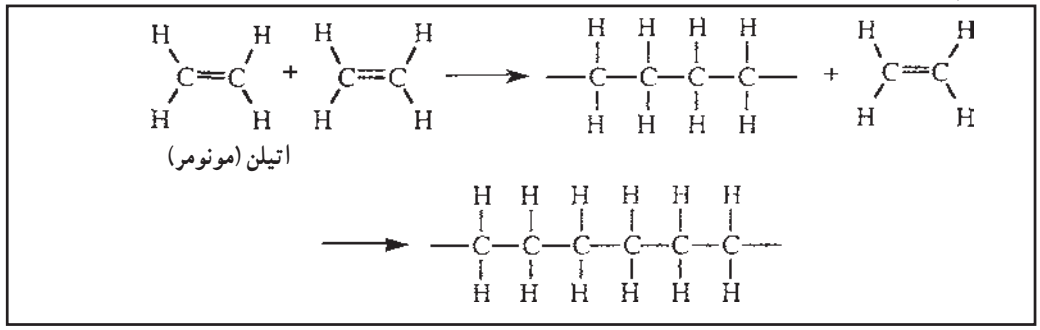
ــ در اتصال لحیمی موئینگی، در شرایط عادی، مفتول لحیم‌کاری باید از نوع نرم[3] باشد. دمای ذوب لحیم‌کاری نرم باید کمتر از ۴۲۷°C (۸۰۰°F) باشد. مفتول لحیم‌کاری باید از آلیاژ

۱ــ Capillary Soldering ۲ــ Compression Fitting ۳ــ Soldering

«قلع ــ نقره» یا «قلع ــ مس» یا «قلع ــ آنتیموان» باشد. استفاده از مفتول سرب‌دار در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی مجاز نیست.

۴ــ۶ــ لوله‌های پلی‌مری

پلی‌مر[1]ها مولکول‌های بسیار بزرگی هستند که از به هم پیوستن بی‌شمار مولکول‌های کوچک‌تری به نام مونومر تشکیل شده‌اند. بنابراین یک مولکول پلی‌مر تعداد بسیار زیادی اتم دارد که با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند. وزن مولکولی پلی‌مرها بسیار زیاد است. یکی از ساده‌ترین پلی‌مرها پلی‌اتیلن است که از پلی‌مر شدن اتیلن به‌دست می‌آید.



محصول این عمل، مولکولی با زنجیر بسیار طویل (پلی‌مر) است که از تعداد زیادی (حدود ۱۰۰۰ یا بیشتر) گروه ــ CH_2 ــ (مونومر) ساخته شده است.

تا دهه‌ی ۱۹۷۰ ارزش کاربرد لوله‌های پلی‌مری در سیستم‌های تأسیسات مکانیکی کاملاً ناشناخته بود و غالباً از لوله‌های فولادی سیاه، گالوانیزه و یا مسی استفاده می‌شد. اما خوردگی فلز از داخل و خارج، در شرایط نامساعد، و تغییر کیفیت آب در اثر واکنش‌های شیمیایی و گرفتگی لوله‌های فلزی و ... متخصصین را بر آن داشت که به پلی‌مرها توجه بیشتری نشان دهند و در ساخت لوله‌ها از پلی‌مرهایی نظیر پلی‌اتیلن (PE)، پلی‌پروپیلن(PB) ، پلی بوتیلن (PB) و ... استفاده نمایند. این لوله‌ها البته مشکل خوردگی لوله‌های فلزی را ندارند ولی خود دارای مشکلات دیگری هستند که استفاده از آن‌ها را محدود می‌سازد. از جمله این که پلی‌مرها، به دلیل ساختار اتمی ماکرومولکولار، برخلاف فلزات که دارای ساختمان کریستالی هستند. در برابر عبور گازهایی مانند اکسیژن نفوذپذیرند. در اثر نفوذ اکسیژن به داخل سیستم لوله‌کشی این لوله‌ها، در تجهیزات فلزی سیستم‌ها مانند رادیاتورها، شیرآلات، پمپ‌ها و مخازن، خوردگی ایجاد شده و موجب پوسیدگی آن‌ها می‌شود. در جدول ۸ ــ۶ معایب لوله‌های فلزی و پلی‌مری با هم مقایسه شده است.

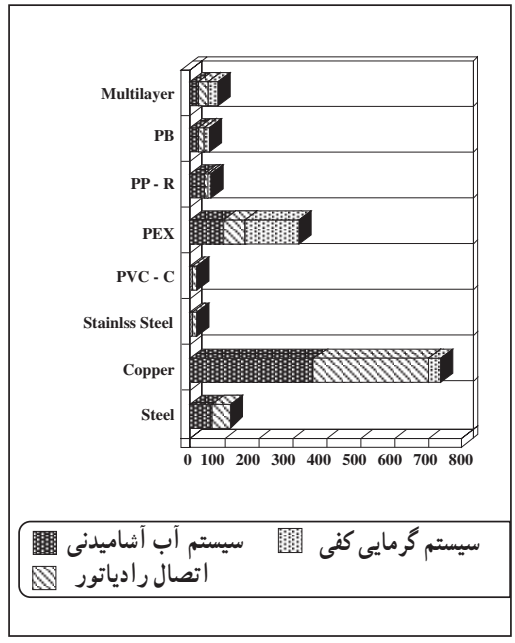
جدول ۸ ــ۶ــ مقایسه‌ی معایب لوله‌های فلزی و پلی‌مری

معایب لوله‌های فلزی	معایب لوله‌های پلی‌مری
۱ــ خوردگی از داخل و خارج	۱ــ نفوذ اکسیژن
۲ــ رسوب‌پذیری	۲ــ ضریب انبساط زیاد
۳ــ وزن زیاد	۳ــ عدم مقاومت مکانیکی
۴ــ غیراقتصادی بودن	۴ــ عدم تجهیز دما و فشار بالا
	۵ــ عدم مقاومت در مقابل حریق
	۶ــ ضعف در برابر نور
	۷ــ قیمت اوّلیه‌ی زیاد

با استفاده از روش‌های خاص به مرور سعی شده است از مشکلات لوله‌های پلی‌مری کاسته شود. لذا مصرف آن‌ها در حال افزایش است. به نمودار شکل ۷ــ۶ توجه نمایید. همان‌طورکه می‌بینید در سال ۱۹۹۹ بیشترین مصرف لوله در اروپا لوله‌ی

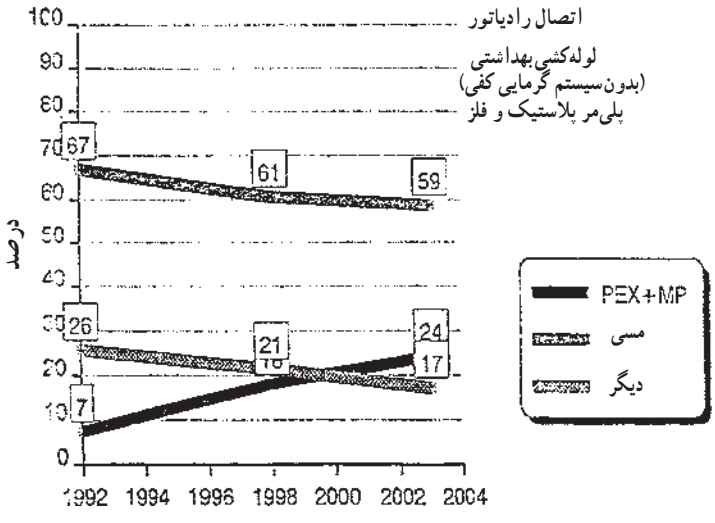
۱ــ معادل فارسی کلمه‌ی پلی‌مر، بَسپار است.

مسی بود، و پس از آن لوله‌های PEX بیشترین کاربرد را داشته‌اند و مصرف لوله‌های فولادی کمتر از لوله‌های PEX بوده است.



شکل۷ــ۶ــ نمودار مصرف لوله‌ها در اروپا به میلیون متر در سال ۱۹۹۹

نمودار شکل ۸ــ۶ نشان می‌دهد که در اروپا، تا سال ۲۰۰۴ بیشترین مصرف مربوط به لوله‌های مسی است ولی مقدار مصرف آن در حال کاهش است. مقدار مصرف لوله‌های PEX + MP یعنی لوله‌های پلی‌اتیلن مشبک به علاوه لوله‌ی چند لایه‌ی فلز پلی‌مر در حال افزایش می‌باشد.



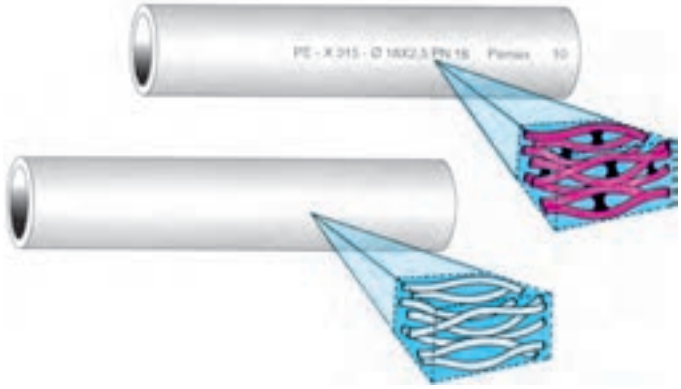
شکل ۸ ــ۶ــ نمودار مقایسه‌ای مصرف انواع لوله

۱ــ۴ــ۶ــ لوله‌های پلی‌اتیلن مشبک شده[1] یا PEX:

پلی‌اتیلن یکی از پرمصرف‌ترین مواد پلی‌مری است. این پلی‌مر که دارای خواص خوبی مانند عایق بودن و مقاومت شیمیایی است. همچنین بدون بو و مزه است، سمی نیست و می‌توان آن‌را به ورقه‌های بسیار نازک تبدیل کرد. از این‌رو در ساخت لوله‌ها و ظروف پلاستیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته در مقابل دارای ضعف‌هایی هم هست. به عنوان مثال مقاومت آن در برابر حلال‌ها به سرعت با دما و شرایطی که سطح در معرض آن قرار می‌گیرد تغییر می‌کند.

مثلاً لوله‌ی ساخته شده از پلی‌اتیلن قابل استفاده برای آب‌جوش در مدت طولانی نیست.

برای اصلاح ساختار پلی‌اتیلن و ایجاد خواص فیزیکی و مکانیکی قابل قبول در آن برای دمای بالاتر، از روش مشبّک[2] کردن استفاده می‌کنند، مشبک کردن یعنی ایجاد اتصال عرضی ما بین زنجیره‌های پلی‌مری، به گونه‌ای که ساختار خطی تبدیل به ساختار شبکه‌ای شود. پلی‌اتیلنی که از طریق چنین سازوکاری دارای اتصالات عرضی در بین زنجیره‌های خود شود، در اصطلاح به نام پلی‌اتیلن مشبک یا PEX شناخته می‌شود (شکل ۹ــ۶).



شکل ۹ــ۶ــ مشبک شدن مولکول‌های پلی‌اتیلن

ــ مشخصات لوله‌های PEX: لوله‌های پلاستیکی عموماً در برابر نور (ماوراء بنفش) ضعیف هستند، مگر آن که با مواد مشخصی حفاظت شده باشند. به همین جهت این لوله‌ها چه در حمل و نقل و چه در نگهداری در محوطه و چه پس از نصب نباید در فضای باز و در معرض نور آفتاب قرار گیرند.

۱ــ Crosslinked PE ۲ــ Crosslinking

انبساط و انقباض لوله‌های PEX در برابر گرما بسیار زیاد است و چون این لوله‌ها برای دفن در اجزای ساختمان (دور از نور) توصیه شده‌اند، ممکن است به سطوح دیوارها و کاشی‌ها آسیب برسانند. به همین دلیل توصیه شده که لوله‌های PEX در داخل غلافی خرطومی (از جنس پلی‌اتیلن سنگین) بسته‌بندی، تحویل و نصب شوند تا هم لوله را در برابر اثر نور حفاظت کند و هم امکان انبساط و انقباض آن را فراهم آورد. به همین جهت این لوله‌ها (به همراه خرطومی) معمولاً به صورت کلاف در کارتن‌های بسته و حفاظت شده به بازار عرضه می‌شوند، که تا زمان نصب باید به همان صورت و در داخل کارتن باقی بمانند. در شکل ۱۰ــ۶ مشخصات لوله‌های PEX آورده شده است.

قطر mm	ضخامت mm	وزن g/m	حجم آبگیری Lit./m	طول کلاف
12	2.0	65	0.050	100
15	2.5	94	0.080	100
16	2.0	90	0.110	100/200
16	2.2	92	0.105	100
16	2.3	93	0.100	100
18	2.5	116	0.130	100
20	2.0	128	0.200	100/200
20	2.8	145	0.160	100
22	3.0	171	0.200	100
25	2.3	157	0.330	50
25	2.5	178	0.310	50
25	3.5	230	0.250	50
28	3.0	226	0.380	50
28	4.0	288	0.310	50
32	3.0	270	0.530	50
32	4.4	365	0.420	50

غلاف خرطومی به‌طول ۵۰ متر

شکل ۱۰ــ۶ــ مشخصات لوله‌های PEX

جدول ۹ــ۶ مشخصات لوله‌های PEX براساس استاندارد DIN 16893 را نشان می‌دهد.

جدول ۹ــ۶ــ سری‌های لوله PEX براساس استاندارد DIN 16893

d	سری‌ها: 1 — دامنه‌ی فشار: PN 12,5 — S[2]: 5,04 — نسبت تقریبی d/s: 11,08		سری‌ها: 2 — دامنه‌ی فشار: PN 20 — S[2]: 3,15 — نسبت تقریبی d/s: 7,3	
	ضخامت	جرم kg/m	ضخامت	جرم kg/m
10	–	–	1,8	0,047
12	–	–	1,8	0,059
16	1,8	0,083	2,2	0,098
20	1,9	0,111	2,8	0,153
25	2,3	0,169	3,5	0,238
32	2,9	0,268	4,4	0,382
40	3,7	0,425	5,5	0,594
50	4,6	0,659	6,9	0,926
63	5,7	1,03	8,7	1,47
75	6,8	1,45	10,3	2,07
90	8,2	2,1	12,1	2,98
110	10	3	15,1	4,44
125	11,3	4	17,2	5,74
140	12,7	5,03	19,2	7,18
160	14,5	6,56	22	9,37

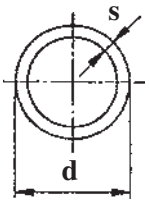
در جدول ۱۰ــ۶ فشار کار مجاز برای لوله‌های PEX آورده شده است. همان‌طور که در جدول ملاحظه می‌کنید فشار کار مجاز بستگی به دمای کار سیستم دارد. در دمای ۱۰°C حداکثر فشار کار مجاز برای سری ۲ bar ۲۴ بوده و عمر لوله در این فشار و دما برابر ۱ سال است. حداکثر فشار کار در دمای ۹۵°C برای سری ۲ bar ۹ و عمر لوله در این فشار و دما ۱ سال است.

در دمای ۷۰°C و فشار کار ۱۱/۲bar عمر لوله ۵۰ سال برآورد شده است که نزدیک به شرایط کار تأسیسات بهداشتی طبق مقررات ملّی است. بر طبق این مقررات، فشار کار ۱۰ بار و دمای کار ۶۵°C است.

نام‌گذاری لوله: در استاندارد دین (DIN) مشخصات لوله‌ی PE-X به صورت زیر بر روی لوله نوشته می‌شود که اصطلاحاً به آن نام‌گذاری[1] گفته می‌شود.

نام‌گذاری لوله با قطر خارجی (d).mm۲۰ و ضخامت (s).mm۱/۹ که از پلی‌اتیلن کراسینک شده (PE-X)، کراسینک شده به روش الکترون بیم (C) به صورت زیر است.

Pipe DIN 16 893-20×1,9 – PE-Xc



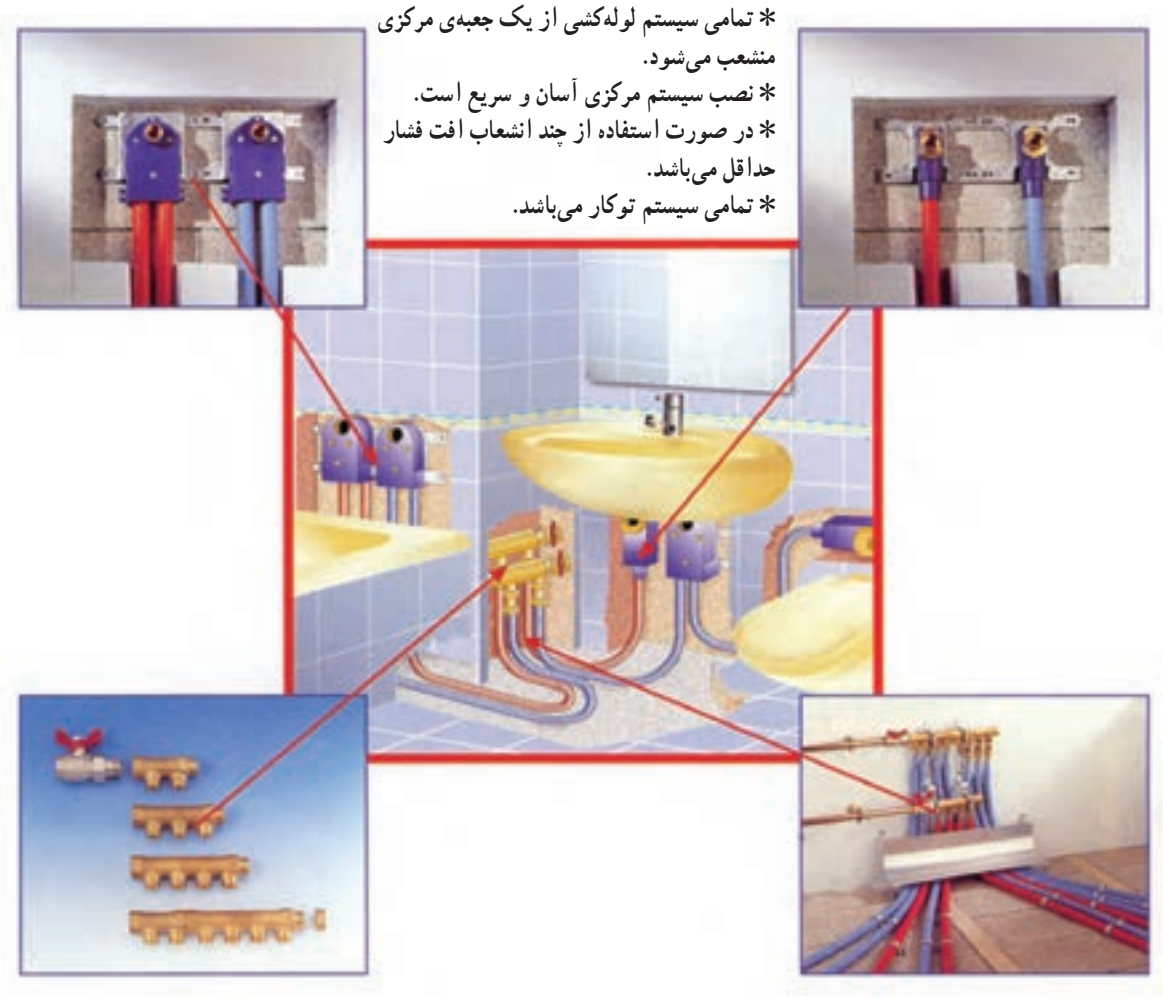
جدول ۱۰ــ۶ــ فشار کار مجاز برای لوله‌های انتقال آب بر حسب bar

دما به °C	عمر به سال	سری‌ها 1 – دامنه‌ی فشار PN 12,5 – فشار کار مجاز	سری‌ها 2 – دامنه‌ی فشار PN 20 – فشار کار مجاز
10	1	15,1	24
	5	14,8	23,5
	10	14,7	23,3
	25	14,5	23,1
	50	14,4	22,8
20	1	13,7	21,7
	5	13,3	21,2
	10	13,2	21
	25	13,1	20,7
	50	12,5	20
30	1	12,3	19,6
	5	12	19
	10	11,9	18,8
	25	11,7	18,6
	50	11,6	18,4
40	1	11	17,5
	5	10,8	17,1
	10	10,7	16,9
	25	10,5	16,7
	50	10,4	16,5
50	1	9,7	15,4
	5	9,5	15
	10	9,3	14,8
	25	9,2	14,6
	50	9,1	14,4
60	1	8,7	13,8
	5	8,4	13,3
	10	8,3	13,1
	25	8,1	12,9
	50	8,1	12,8
70	1	7,7	12,2
	5	7,5	11,9
	10	7,3	11,6
	25	7,2	11,4
	50	7,1	11,2
80	1	6,5	10,4
	5	6,4	10,2
	10	6,3	10,1
	25	6,3	9,9
90	1	5,9	9,4
	5	5,8	9,2
	10	5,7	9,1
95	1	5,7	9
	5	5,5	8,8
	10	5,4	8,6

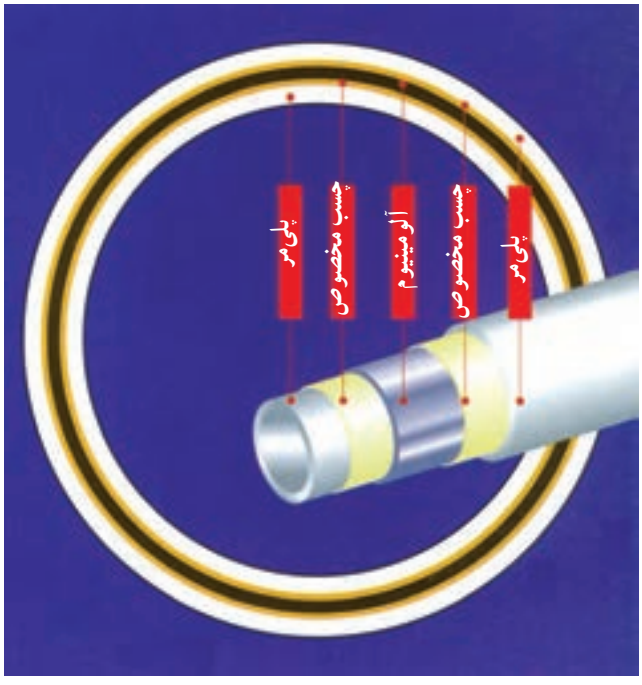
این فشارها برای لوله‌های در معرض تابش اشعه‌ی ماوراءبنفش به کار نمی‌روند. این اشعه می‌تواند عمر لوله را به‌طورقابل ملاحظه، حتی تا ده سال، کاهش دهد.

ــ لوله‌کشی: لوله‌کشی یا نصب این لوله‌ها، در هر گروه وسایل بهداشتی، از یک کلکتور(منیفولد) مرکزی به لوازم بهداشتی مختلف، یک به یک انجام می‌گیرد. چون لوله به صورت کلاف نرم است با خم کردن آن همه‌ی حالت‌های موردنیاز شکل می‌گیرد و دیگر لازم نیست از زانوها و خم‌های جداگانه استفاده شود، به‌طور معمول برای آب سرد از خرطومی آبی رنگ و برای آب گرم از خرطومی قرمز رنگ استفاده می‌شود. شکل‌های ۱۱ــ۶ چگونگی لوله‌کشی لوازم بهداشتی با استفاده از لوله‌ی PEX و فیتینگ‌های مربوط را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که امکان لوله‌کشی لوله‌های PEX بدون استفاده از خرطومی وجود دارد، لیکن خرطومی به عنوان محافظ بوده و امکان انبساط لوله را بدون آسیب وارد کردن به اطراف فراهم می‌کند.

۱ــ Designation



شکل ۱۱ــ۶ــ چگونگی لوله‌کشی لوازم بهداشتی با استفاده از لوله و فیتینگ PEX



شکل ۱۲ــ۶ــ ساختار لوله‌ی پلی‌اتیلنی پنج لایه

۲ــ۴ــ۶ــ لوله‌های پلی‌اتیلنی چند لایه (PEX-AL-PEX)

لوله‌های پلی‌اتیلنی چند لایه لوله‌هایی هستند که ساختمان آن‌ها از سه لوله‌ی تو در تو تشکیل شده است به‌طوری که لوله‌ی داخلی از پلی‌اتیلن مشبّک، لوله‌ی میانی از آلومینیوم و لوله‌ی بیرونی باز از پلی‌اتیلن مشبّک است (شکل ۱۲ــ۶).

نکته‌ی اصلی در ساخت این لوله‌ها استفاده از ماده‌ی ویژه‌ای است که سطوح داخلی و بیرونی لوله‌ی آلومینیومی را با سطوح لوله‌های پلی‌اتیلن داخلی و بیرونی به هم اتصال داده و آن‌ها را همگن و متجانس می‌کند. به عبارت دیگر این ماده انبساط طولی زیاد پلی‌اتیلن مشبک را با انبساط طولی نسبتاً کم آلومینیوم، در اثر افزایش دما، هماهنگ می‌کند. در شکل ۱۳ــ۶ انبساط طولی مواد پلی‌مری و فلزی مختلف نشان داده شده است. ملاحظه می‌کنید که انبساط طولی در اثر افزایش $50^{\circ}C$ برای ۵۰ متر لوله‌ی PEX ۵۰۰mm بوده و برای ۵۰ متر لوله‌ی PEX-AL-PEX، ۶۲/۵mm است و برای ۵۰ متر لوله‌ی مسی که ضریب انبساط آن نزدیک آلومینیوم است ۴۱/۲۵mm است.

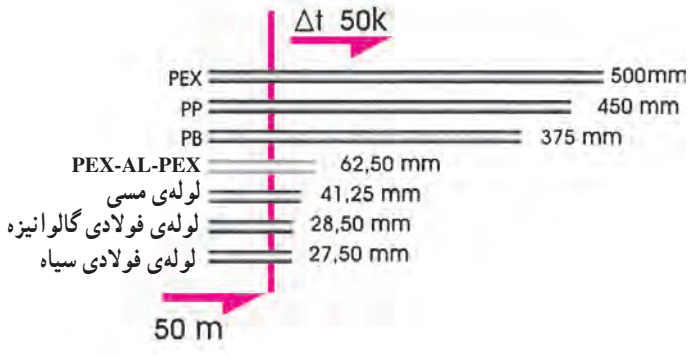
لایه‌ی آلومینیوم همچنین تحمل فشار و دمای لوله را بالا برده و از نفوذ نور و اکسیژن جلوگیری می‌کند و نیز مقاومت مکانیکی لوله را افزایش می‌دهد.

ساخت این لوله‌ها بدین صورت است که ورق آلومینیوم به وسیله‌ی نورد گرد شده و لبه‌های آن بر روی هم می‌آید سپس به‌وسیله‌ی جوش اولترا سونیک (ماورای صوت) عمل اتصال لبه‌ها صورت می‌گیرد و لوله تولید می‌شود. پس از آن، بر روی جداره‌ی داخلی و خارجی این لوله چسب مخصوص تزریق شده و تقریباً همزمان دو لایه‌ی پلی‌مر نیز به‌وسیله‌ی دستگاه اکسترودر بر روی آن تزریق می‌شود.

در جدول ۱۱ــ۶ مشخصات لوله‌ی PEX-AL-PEX ضخامت لایه‌ی آلومینیوم قطر اسمی و قطر خارجی را براساس استاندارد ASTM F1281 ملاحظه می‌کنید.

در شکل ۱۴ــ۶ یک نمونه اجرا شده توسط لوله‌های PEX-AL-PEX نشان داده شده است.

۳ــ۴ــ۶ــ لوله‌های پلی‌پروپیلنی: پلی‌پروپیلن‌ها، براساس استانداردهای دین و ایزو، به سه دسته‌ی اصلی «هموپلی‌مر»



شکل ۱۳ــ۶ــ مقایسه‌ی انبساط طولی پلی‌مرها و فلزها

جدول ۱۱ــ۶ــ قطر خارجی، ضخامت آلومینیوم برای لوله‌های PEX-AL-PEX براساس استاندارد ASTM F1281

قطر اسمی	حداقل قطر خارجی	حداقل ضخامت آلومینیم
0912 (⅜)	12.00 (0.472)	0.18 (0.007)
1216 (½)	16.00 (0.630)	0.18 (0.007)
1620 (⅝)	20.00 (0.787)	0.23 (0.009)
2025 (¾)	25.00 (0.984)	0.23 (0.009)
2532 (1)	32.00 (1.260)	0.28 (0.011)
3240 (1¼)	40.10 (1.579)	0.33 (0.013)
4150 (1½)	50.10 (1.972)	0.47 (0.018)
5163 (2)	63.10 (2.484)	0.57 (0.022)
6075 (2½)	75.10 (2.957)	0.67 (0.026)

^The out-of-roundness specification applies only to tubing prior to coiling.

«بلاک کوپلی‌مر» و «راندوم کوپلی‌مر» تقسیم می‌شوند که نوع اخیر یعنی راندوم کوپلی‌مر یا کوپلی‌مر با شاخه‌های تصادفی براساس جدول‌های موجود در استاندارد دین و ایزو از مقاومت بیشتری نسبت به حرارت برخوردار هستند.

برای ساخت لوله‌های پلی‌پروپیلنی، از نوع کوپلی‌مر تصادفی با علامت (PP-RC,TYPE3) استفاده می‌شود. این لوله‌ها در رنگ‌های مختلف آبی، سبز و سفید و ... ساخته می‌شوند.

شکل ۱۴ــ۶ــ نمونه‌ی اجرا شده توسط لوله‌های چند لایه

جدول ۱۲ــ۶ ضخامت، قطر خارجی و وزن لوله‌های پلی‌پروپیلن را براساس استاندارد دین ۸۰۷۸ نشان می‌دهد.

جدول ۱۳ــ۶ مقاومت در برابر دما و تنش (طول عمر) را براساس استاندارد ایزو (ISO) نشان می‌دهد.

نمودار شکل ۱۲ــ۶ نیز مقاومت در برابر تنش و دما (طول عمر) لوله‌های PP-R را براساس DIN۸۰۷۸ نشان می‌دهد.

جدول ۱۲ــ۶ــ ضخامت قطر خارجی و وزن لوله‌های پلی‌پروپیلن براساس استاندارد دین ۸۰۷۸

قطر خارجی لوله mm	ضخامت mm	وزن واحد طول kg/m
10	1,8	0,046
12	2,0	0,062
16	2,7	0,110
20	3,4	0,172
25	4,2	0,266
32	5,4	0,434
40	6,7	0,671
50	8,3	1,04
63	10,5	1,65
75	12,5	2,34
90	15,0	3,36
110	18,3	5,01
125	20,8	6,47
140	23,3	8,12
160	26,6	10,6
180	29,9	13,4
200	33,2	16,5
225	37,4	20,9

جدول۱۳ــ۶ـ حداکثر فشار کار مجاز لوله‌های تک لایه PP-R80 در استاندارد DIN8077 با ضریب اطمینان ۱/۲۵

Temperature, in ° C	Years of service	Pipe series (*s*) 20	16	12,5	8,3	5	3,2	2,5	2
		Standard dimension ratio (*SDR*) 41	33	26	17.6	11	7,4	6	5
		Allowable working pressure, in bar							
10	1	4,9	6,2	7,8	11,8	19,6	31,1	39,2	49,3
	5	4,6	5,8	7,3	11,1	18,4	29,1	36,6	46,1
	10	4,5	5,6	7,1	10,7	17,7	28,1	35,4	44,5
	25	4,3	5,4	6,8	10,3	17,1	27,1	34,1	42,9
	50	4,2	5,2	6,6	10,0	16,6	26,3	33,1	41,7
	100	4,0	5,1	6,4	9,7	16,1	25,6	32,2	40,5
20	1	4,2	5,2	6,6	10,0	16,6	26,3	33,1	41,7
	5	3,9	4,9	6,2	9,3	15,5	24,5	30,9	38,9
	10	3,8	4,7	6,0	9,0	15,0	23,8	29,9	37,7
	25	3,6	4,5	5,7	8,6	14,4	22,8	28,7	36,1
	50	3,5	4,4	5,5	8,4	13,9	22,0	27,7	34,9
	100	3,4	4,2	5,3	8,1	13,4	21,3	26,8	33,7
30	1	3,5	4,4	5,6	8,4	14,0	22,3	28,0	35,3
	5	3,2	4,1	5,1	7,8	12,9	20,5	25,8	32,5
	10	3,1	3,9	5,0	7,5	12,5	19,7	24,8	31,3
	25	3,0	3,8	4,8	7,2	12,0	19,0	23,9	30,1
	50	2,9	3,6	4,6	6,9	11,5	18,2	22,9	38,9
	100	2,8	3,5	4,4	6,7	11,2	17,7	22,3	28,1
40	1	2,9	3,7	4,6	7,0	11,7	18,5	23,2	29,3
	5	2,7	3,4	4,3	6,4	10,7	16,9	21,3	26,9
	10	2,6	3,3	4,1	6,2	10,4	16,4	20,7	26,1
	25	2,5	3,1	3,9	6,0	9,9	15,7	19,7	24,9
	50	2,3	2,9	3,7	5,6	9,3	14,7	18,5	23,3
	100	1,9	2,4	3,1	4,6	7,7	12,1	15,3	19,2
50	1	2,4	3,9	3,8	5,8	9,6	15,2	19,1	24,1
	5	2,2	2,8	3,5	5,3	8,8	13,9	17,5	22,1
	10	2,1	2,7	3,4	5,1	8,5	13,4	16,9	21,2
	25	1,8	2,3	2,9	4,4	7,3	11,6	14,7	18,4
	50	1,5	1,9	2,4	3,6	6,1	9,6	12,1	15,2
	100	1,3	1,6	2,0	3,1	5,1	8,1	10,2	12,8
60	1	2,0	2,5	3,1	4,7	7,8	12,4	15,6	19,6
	5	1,8	2,3	2,9	4,3	7,2	11,4	14,3	18,0
	10	1,6	2,0	2,5	3,7	6,2	9,9	12,4	15,6
	25	1,2	1,6	2,0	3,0	4,9	7,8	9,9	12,4
	50	1,0	1,3	1,7	2,5	4,2	6,6	8,3	10,4
70	1	1,6	2,0	2,5	3,8	6,4	10,1	12,7	16,0
	5	1,3	1,7	2,1	3,2	5,3	8,3	10,5	13,2
	10	1,0	1,4	1,7	2,6	4,3	6,8	8,6	10,8
	25	-	1,1	1,3	2,0	3,4	5,3	6,7	8,4
	50	-	-	1,1	1,7	2,9	4,6	5,7	7,2
80	1	1,3	1,6	2,0	3,1	5,1	8,1	10,2	12,8
	5	-	1,2	1,5	2,2	3,7	5,8	7,3	9,2
	10	-	1,0	1,2	1,8	3,0	4,8	6,1	7,6
	25	-	-	1,0	1,4	2,4	3,8	4,8	6,0
95	1	-	1,1	1,3	2,0	3,4	5,3	6,7	8,4
	5	-	-	-	1,3	2,2	3,5	4,5	5,6
	(10)[1]	-	-	-	(1,2)[1]	(1,9)[1]	(3,0)[1]	(3,8)[1]	(4,8)[1]

[1]) The bracketed values apply where testing can be shown to have been carried out for longer than one year at 110 °C.

۴ــ۴ــ۶ــ کاربرد لوله‌های پلی‌مری در توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی ساختمان*

۱ــ در انتخاب لوله‌های پلاستیکی برای توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی ساختمان عوامل زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

ــ آب سرد و آب گرم مصرفی داخل ساختمان طبق تعریف باید شرایط آب آشامیدنی[1] را داشته باشد. منظور فقط آبی که

۱ــ Potable Water

مستقیماً آشامیده می‌شود نیست بلکه آبی که در شست‌وشو (دست‌شویی، سینک و دوش) به نحوی با انسان تماس دارد و ممکن است به داخل بدن نفوذ پیدا کند نیز باید از نوع آب آشامیدنی باشد.

ــ لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید برای کار در دمای کار طراحی مقاوم باشند. دمای کار شبکه‌ی لوله‌کشی آب گرم مصرفی ۶۵°C (مبحث شانزدهم از مقررات ملی ساختمان) تعیین شده است.

ــ لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید برای کار در فشار کار طراحی مقاوم باشند. فشار کار شبکه‌ی لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی داخل ساختمان، در شرایط عادی، ۱۰ بار (مبحث شانزدهم از مقررات ملی ساختمان) تعیین شده است.

۲ــ برای خرید لوله‌های پلاستیکی، روش معمول، که در آن مأمور خرید به یک فروشگاه مراجعه می‌کند و مثلاً می‌گوید «لوله‌ی سبز می‌خواهم» یا «لوله‌ی پولیکا می‌خواهم»، به هیچ وجه درست نیست بلکه هنگام خرید نکات زیر باید به‌طور اکید رعایت شود:

ــ خریدار باید درباره‌ی لوله‌ای که لازم دارد اطلاعات فنی (نوع مشخص لوله، شرایط کار آن، مورد مصرف آن، استانداردهای معتبر مربوط به آن) کافی داشته باشد.

ــ خریدار باید از فروشنده اطلاعات فنی (سازنده‌ی لوله، استانداردی که لوله بر طبق آن ساخته شده و مدارک کتبی دیگر) درباره‌ی محصولی که عرضه می‌کند، مطالبه نماید و این مدارک را با آن چه نیاز دارد مقایسه کند.

ــ در غیر این صورت باید این مصالح مستقیماً از کارخانه‌ی سازنده‌ی معتبر، که می‌تواند این مدارک را ارائه دهد، خریداری شود.

۳ــ لوله‌های پلی‌اتیلن ساده برای توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی ساختمان مناسب نیست. این لوله‌ها به خودی خود شرایط فیزیکی لازم را برای این کاربرد ندارد.

ــ لوله‌های پلی‌اتیلن مشبک (CROSSLINKED PE) یک لایه برای این کاربرد مجاز است ولی ساخت آن باید با یکی از استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد. این لوله‌ها «PEX» نامیده می‌شوند.

DIN 16892

BS 7291 PART3

ANSI/ASTM F877-97

● خریدار باید از شرایط مندرج در این استانداردها اطلاع داشته باشد (مواد اولیه، روش ساخت، روش آزمایش).

● این لوله قابل بازیافت نیست و نمی‌توان از ضایعات آن دوباره در ساخت لوله استفاده کرد.

ــ لوله‌های پلی‌اتیلن مشبک چند لایه (PEX-AL-PEX)، که شامل دو لایه‌ی PEX، دو لایه‌ی چسب و یک لایه‌ی آلومینیوم است، برای این کاربرد مجاز است ولی ساخت آن باید با یکی از استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد.

DIN/DVGW 542

ANSI/ASTM F1281-00

● خریدار باید از شرایط مندرج در این استانداردها اطلاع داشته باشد (مواد اولیه، روش ساخت، روش آزمایش).

ــ لوله‌های پلی‌اتیلن دمای بالا (PE-RT-RAISED TEMPERATURE) یک لایه برای این کاربرد مجاز است ولی ساخت آن باید با استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد.

DIN 7421-2001

DIN 16833-2000

● خریدار باید از شرایط مندرج در این استانداردها اطلاع داشته باشد (مواد اولیه، روش ساخت، روش آزمایش).

ــ لوله‌های پنج لایه‌ی دمای بالا (PERT-AL-PERT) که شامل دو لایه‌ی PE-RT، دو لایه‌ی چسب و یک لایه‌ی آلومینیوم است، برای این کاربرد مجاز است ولی ساخت آن باید با استاندارد زیر مطابقت داشته باشد.

ANSI/ASTM F1282-010

● خریدار باید از شرایط مندرج در این استاندارد اطلاع داشته باشد (مواد اولیه، روش ساخت، روش آزمایش).

۴ــ لوله‌های پلی‌پروپیلن (POLYPROPYLEN) از نظر ماده‌ی اولیه انواع مختلف دارد. تنها یک نوع آن به‌نام «PP-RC-TYPE3» (راندم کوپلی‌مر نوع ۳) از نظر بهداشتی برای

توزیع آب آشامیدنی مناسب است ولی چون دمای کار آن کمتر از دمای کار آب گرم مصرفی است، استفاده از آن در لوله‌کشی آب آشامیدنی داخل ساختمان توصیه نمی‌شود. زیرا نمی‌توان شبکه‌ی لوله‌کشی آب سرد مصرفی و شبکه‌ی لوله‌کشی آب گرم مصرفی را از دو جنس مختلف انتخاب کرد.

ـ مواد اولیه‌ی این نوع لوله، تا زمان نگارش این نکات، از طرف هیچ یک از تولیدکنندگان پتروشیمی کشور عرضه نمی‌شود.

ـ این لوله‌ها، در انواع مختلف و رنگ‌های مختلف، از طرف سازندگان بسیار متعدد و متنوع، در داخل کشور تولید و عرضه می‌شود. خریدار باید در هر مورد مدارک کتبی اطمینان بخش را، در مورد مواد اولیه، روش ساخت و روش آزمایش (برطبق یک استاندارد معتبر) از سازنده (یا فروشنده) طلب کند و نسبت به محصول عرضه شده و مطابقت آن با استاندارد، اطمینان به دست آورد و آن‌گاه این مشخصات لوله‌ی پیشنهادی را با شرایط کاربرد موردنظر خود (دمای کار، فشار کار، گواهی بهداشتی) مقایسه نماید.

۵ ـ جز لوله‌های معرفی شده و جز انواع لوله‌های پلی‌پروپیلن، لوله‌های پلاستیکی دیگری هم در کشورهای صنعتی برای لوله‌کشی آب آشامیدنی داخل ساختمان تولید و عرضه شده است که چون، تا زمان نگارش این مشخصات، در کشور، تولید و عرضه نشده است، بررسی کاربرد آن‌ها فعلاً لازم به نظر نمی‌رسد.

مطالعه‌ی آزاد

جدول ۱۴ـ۶ مواد مجاز مورد استفاده در لوله‌کشی آب سرد و آب گرم و استانداردهای مربوطه را معرفی می‌کند. این جدول از استاندارد آمریکایی IPC[1] جدول ۶۰۵/۵ آورده می‌شود.

جدول ۱۴ـ۶ـ لوله‌های مجاز برای توزیع آب سرد و آب گرم

مواد	MATERIAL	STAN DARD
لوله‌ی برنجی	Brass pipe	ASTM B43
لوله و تیوب پلاستیکی پلی‌وینیل کلرایدکلرینه شده (CPVC)	Chlorinated polyvinyl chloride (CPVC) plastic pipe and tubing	ASTMD 2846: ASTM F 445 ASTM F442; CSAB137.6
لوله‌ی مسی یا آلیاژ مس	Copper or copper-alloy pipe	ASTM B 42: ASTM B 302
تیوب مسی یا آلیاژ مس (انواع، K، WK، L، WL، M یا WM)	Copper or copper-alloy tubing (Type K, WK, L, WL, M or WM)	ASTM B 75; ASTM B 88; ASTM B 251; ASTM B 447
تیوب پلاستیکی از پلی‌اتیلن مشبک‌شده (PEX)	Cross-linked polyethylene (PEX) plastic tubing	ASTM F 877; CSA CAN/CSA-B 137.5
لوله‌ی پلی‌اتیلن مشبک شده ـ آلومینیم ـ پلی‌اتیلن مشبک شده لوله‌های PEX-AL-PEX	Cross-linked polyethylene/ aluminum/cross-linked polyethylene (PEX-AL-PEX) pipe	ASTM F 1281; CSA CAN/CSA-B137.10
لوله‌ی فولادی گالوانیزه	Galvanized steel pipe	ASTM A 53
لوله و تیوب پلی‌بوتیلن (PB)	Polybutylene (PB) plasticpipe and tubing	ASTM D 3309;CSA CAN3.B137.8

۱ـ International Plumbing Code

در جدول ۱۵ــ۶ موارد کاربرد مجاز لوله‌های پلی‌مری بر طبق British Columbia Building Code 1998 برای موارد مختلف لوله‌کشی بهداشتی اعم از آب سرد و آب گرم و فاضلاب و هواکش آورده شده است.

جدول ۱۵ــ۶ــ استفاده از لوله‌های پلاستیکی در مصارف مختلف بر طبق British Columbia Building Code 1998

نوع لوله‌کشی	مرجع‌های استاندارد	استفاده از لوله‌کشی								
		سیستم فاضلاب			سیستم هواکش		سیستم آب آشامیدنی			
							روی خاک		زیر خاک	
		روی خاک داخل ساختمان	زیر خاک زیر ساختمان	لوله خروجی از ساختمان	روی خاک	زیر خاک	سرد	گرم	زیر ساختمان	محوطه
پلی‌پروپیلن (PP-R) لوله فشاری	CAN/CSA B137.11	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Profile poly(vinyl chloride) (PVC) sewer pipe (PS 320 KPa)	CAN/CSA B182.4-M	N	P	P	N	P	N	N	N	N
Profile polyethylene sewer pipe PS 320 KPa	CAN/CSA B182.6-M	N	P	P	N	P	N	N	N	N
Crosslinked Polyethylene (PEX) Pressure Tubing	CAN/CSA B137.5-M	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Chlorinated poly (vinyl chloride) (CPVC) water pipe	CSA B137.6-M	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Polybutylene water pipe	CAN/CSA B137.8-M	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Polyethylene/Aluminum/Polyethylene (PE/AL/PE) Pressure pipe	CAN/CSA B137.9-M	N	N	N	N	N	P	N	P	P
Crosslinked Polyethylene/Aluminum/ Crosslinked Polyethylene (PEX/AL/PEX) Pressure pipe	CAN/CSA B137.10-M	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Poly (vinyl chloride) (PVC) DWV pipe	CAN/CSA B181.2-M	P	P	P	P	P	N	N	N	N
Type PSM PVC Sewer Pipe < 35-SDR	CAN/CSA B182.2-M	N	P	P	N	P	N	N	N	N
Poly (vinyl chloride) (PVC) water pipe Series 80,100,125,160 and 200	CAN/CSA B137.3	N	N	N	N	N	P	N	P	P

P: قابل قبول

N: غیرقابل قبول

پرسش

۱ــ قطر نامی را تعریف کنید.

۲ــ اگر بر روی لوله یا فیتینگ علامت DN50 نوشته شود معنای آن چیست؟

۳ــ لوله به قطر نامی $1\frac{1}{4}''$ را در استانداردهای اروپایی با چه عددی نشان می‌دهند؟

۴ــ «فشار نامی»، «فشار کار مجاز» و «فشار تست» را تعریف کنید.

۵ــ بر روی یک فلنج علامت «PN16» حک شده است ؛ مفهوم آن را بیان کنید.

۶ــ کلاس فشار چیست؟ مقادیر آن را در مصالح چدنی، فولادی، چدن چکش‌خوار و برنز ریختگی بیان کنید.

۷ــ مشخصات لوله‌ی گالوانیزه را براساس استاندارد BS1387 بیان کنید.

۸ــ با توجه به جدول وزن، وزن یک شاخه لوله‌ی فولادی $1'', 2'', 4''$ از نوع متوسط و سنگین را محاسبه و مقایسه کنید.

۹ــ کاربرد انواع فیتینگ لوله‌های گالوانیزه را شرح دهید.

۱۰ــ مهره ماسوره و کاربرد آن را توضیح دهید.

۱۱ــ مقررات ملّی کاربرد لوله‌های فولادی گالوانیزه در توزیع آب آشامیدنی را بیان کنید.

۱۲ــ کاربرد لوله‌های مسی در چه مواردی است؟

۱۳ــ مزایای لوله‌های مسی را بیان کنید.

۱۴ــ انواع لوله‌های مسی را بیان کنید.

۱۵ــ تفاوت قطر نامی لوله‌ی مسی مورد استفاده در تهویه‌مطبوع و تبرید را با لوله‌ی مسی مورد استفاده در آب‌رسانی و گازرسانی بیان کنید.

۱۶ــ مشخصات لوله‌ی مسی را، در استاندارد ANSI/ASTMB88، بیان کنید.

۱۷ــ چگونگی عرضه‌ی لوله‌های مسی را، در استاندارد DIN1786، بیان کنید.

*۱۸ــ جدول وزن و جداره‌ی لوله‌های مسی را، براساس استاندارد DIN1786، بیان کنید.

*۱۹ــ جدول کاربرد لوله‌های مسی را، براساس استاندارد DIN1786، توضیح دهید.

۲۰ــ اتصال لوله‌های مسی را توضیح دهید.

۲۱ــ مقررات ملّی کاربرد لوله‌های مسی را، در توزیع آب آشامیدنی، بیان کنید.

۲۲ــ پلی‌مر را تعریف کنید.

۲۳ــ چگونگی تشکیل مولکول پلی‌اتیلن را توضیح دهید.

۲۴ــ معایب لوله‌های پلی‌مری و فلزی را بیان کنید.

۲۵ــ نمودار مصرف لوله در اروپا را از روی شکل توضیح دهید.

۲۶ــ خواص پلی‌اتیلن را بیان کنید.

۲۷ــ علت و چگونگی ساخت پلی‌اتیلن مشبک شده یا PE-X را توضیح دهید.

۲۸ــ مشخصات لوله‌های PE-X را بیان کنید.
۲۹ــ مشخصات لوله‌های PE-X را از روی جدول بیان کنید.
۳۰ــ چگونگی نام‌گذاری لوله‌ی PE-X را شرح دهید.
۳۱ــ جدول طول عمر لوله‌ی PE-X را توضیح دهید.
۳۲ــ چگونگی لوله‌کشی لوله‌ی یک لایه‌ی PE-X را توضیح دهید.
۳۳ــ درباره‌ی ساختمان لوله‌ی پلی‌اتیلنی PEX-AL-PEX را توضیح دهید.
۳۴ــ چگونگی انبساط لوله‌های PEX-AL-PEX و لوله‌های فلزی را مقایسه کنید.
۳۵ــ جدول مشخصات لوله‌ی PEX-AL-PEX را براساس استاندارد ASTM F1281 توضیح دهید.
۳۶ــ انواع پلی‌پروپیلن را نام ببرید و بیان کنید که برای ساخت لوله از چه نوع استفاده می‌شود.
۳۷ــ مشخصات لوله‌ی پلی‌پروپیلن را براساس استاندارد DIN 8078 بیان کنید.
۳۸ــ مقاومت لوله‌ی پلی‌پروپیلن را در برابر دما و فشار، براساس استانداردهای ایزو و دین، از روی جدول و نمودار توضیح دهید.
۳۹ــ طول عمر لوله‌ی تحت فشار ۲۰ bar و درجه حرارت $80^{\circ}C$ را به‌دست آورید.
*۴۰ــ فیتینگ‌های مورد استفاده در لوله‌کشی با لوله‌ی پلی‌پروپیلن را نام ببرید.
۴۱ــ کاربرد لوله‌های پلی‌مری در توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی ساختمان را بیان کنید.
۴۲ــ لوله‌های پلی‌مری مجاز برای توزیع آب آشامیدنی را نام ببرید.
*۴۳ــ لوله‌های پلی‌مری و فلزی مجاز برای توزیع آب آشامیدنی را نام ببرید.

*ــ وجود علامت * در مقابل سؤال‌ها به معنای آن است که این سؤال مربوط به قسمت مطالعه آزاد است و در آزمون‌ها از آن استفاده نخواهد شد.

فصل هفتم

شیرها

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ تعریف و کاربرد کلّی شیرها را بیان کند.
۲ــ انواع شیرها را دسته‌بندی کند.
۳ــ انواع شیرها را از نظر نوع اتصال آن‌ها توضیح دهد.
۴ــ انواع شیرها را از نظر جنس آن‌ها شرح دهد.
۵ــ انواع شیرها را از نظر کاربرد آن‌ها دسته‌بندی کند.
۶ــ شیرهای برداشت یا شیرهای بهداشتی را نام ببرد.
۷ــ هر یک از شیرهای بهداشتی را تشریح کند.
۸ــ شیرهای مسیر را که در تأسیسات خانگی، عمومی و صنعتی کاربرد دارند نام ببرد.
۹ــ هر یک از شیرهای مسیر را شرح دهد.
۱۰ــ شیرهای ایمنی را نام ببرد.
۱۱ــ هر یک از شیرهای ایمنی را توضیح دهد.
۱۲ــ پاره‌ای از مقررات ملّی ساختمان در مورد شیرها را بیان کند.
۱۳ــ انتخاب شیرها را با ذکر شرایط عمومی آن‌ها شرح دهد.
۱۴ــ محل نصب شیرها و دریچه‌های دست‌رسی به آن‌ها را تشریح کند.

۷ــ شیرها

شیرها وسایلی هستند که برای باز و بسته کردن مسیر، تنظیم دبی سیّالات، کنترل سطح مایعات و تنظیم و کنترل فشار سیّالات در مدار لوله‌کشی به کار برده می‌شوند. شیرها را با توجه به نوع اتّصال، جنس و کاربرد آن‌ها دسته‌بندی می‌کنند.

۱ــ۷ــ انواع شیرها از نظر نوع اتصال

به لحاظ نوع اتصال، شیرها به سه دسته‌ی دنده‌ای، فلنجی و جوشی، به شرح زیر، طبقه‌بندی می‌شوند :

۱ــ۱ــ۷ــ شیرهای دنده‌ای: که توسط یک فیتینگ دنده‌ای ؛ مانند مغزی یا بوشن، به شبکه‌ی لوله‌کشی یا دستگاه‌ها متصل می‌شوند.

۲ــ۱ــ۷ــ شیرهای فلنجی: که به وسیله‌ی فلنج و پیچ و مهره و به‌کارگیری واشر (برای آب‌بندی) به شبکه‌ی لوله‌کشی یا دستگاه‌ها متصل می‌گردند.

۳ــ۱ــ۷ــ شیرهای جوشی: ــ که کاربرد آن‌ها بیشتر در صنعت تبرید می‌باشد ــ که با جوش اُکسی اَستیلن به شبکه‌ی

لوله‌کشی یا دستگاه‌ها متّصل می‌شوند.

۲ــ۷ــ انواع شیرها از نظر جنس

شیرها را با توجه به نحوه‌ی استفاده، اندازه و کاربرد آن‌ها، از جنس‌های مختلفی نظیر برنج، برنج با روکشِ کرُم نیکل و چدن به شرح زیر می‌سازند.

۱ــ۲ــ۷ــ شیرهای برنجی: این شیرها را که معمولاً تا قطر ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) در مصارف عمومی و صنعتی کاربرد دارند، از جنس آلیاژ برنج با کیفیت‌های مختلف، از نظر فشار کار، ساخته و به بازار عرضه می‌نمایند.

۲ــ۲ــ۷ــ شیرهای برنجی با روکش کرُم نیکل: این شیرها را که معمولاً در قطرهای پایین و در تأسیسات و سیستم‌های بهداشتی کاربرد دارند، از آلیاژ برنج می‌سازند ولی برای کسب زیبایی و جلوه‌ی بهتر، آن‌ها را آبکاری کرُم نیکل می‌کنند.

۳ــ۲ــ۷ــ شیرهای چدنی: این شیرها معمولاً در قطرهای ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) به بالا و از جنس آلیاژ «چدن چکش‌خوار» برای فشار کارهای مختلف ساخته می‌شوند و در تأسیسات تهویه‌ی مطبوع و کارهای صنعتی کاربرد دارند.

۳ــ۷ــ انواع شیرها از نظر کاربرد

شیرها را از نظر کاربرد آن‌ها در تأسیسات لوله‌کشی آب‌رسانی ساختمان‌ها به سه دسته، شیرهای برداشت، شیرهای مسیر و شیرهای ایمنی و کنترل، به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌کنند :

شکل ۱ــ۷ــ شیر کرُمه‌ی دنباله بلند

۱ــ۳ــ۷ــ شیرهای برداشت (یا شیرهای بهداشتی): این شیرها که در تأسیسات بهداشتی کاربرد دارند، شامل : شیرهای ساده، شیرهای پیسوار، شیرهای مخلوط و شیرهای فشاری (شست‌وشو) می‌باشند که در ادامه هر یک را شرح می‌دهیم.

شیرهای ساده: این شیرها در انواع و اشکال مختلف ساخته می‌شوند و مهم‌ترین آن‌ها شیر کرُمه‌ی دنباله کوتاه، شیر کرُمه‌ی دنباله بلند، شیر برنجی معمولی و شیر برنجی با سر شیلنگی می‌باشد.

این شیرها، برای شست‌وشوی روی لوازم بهداشتی و یا برداشت آب، در محلّ مناسب نصب می‌گردند.

طرز کار و ساختمان شیر ساده: شیر ساده از سه قسمت بدنه، دسته و صفحه‌ی فلزی تشکیل می‌شود. در داخل بدنه، یک مقر (نشیمنگاه) برای هدایت جریان آب تعبیه شده است که دارای یک طوقه‌ی لب تخت (در بعضی موارد مخروطی) می‌باشد. جریان آب به وسیله‌ی صفحه‌ی فلزی که امکان نشستن روی مقّر شیر را دارد قطع و وصل می‌گردد ؛ بدین ترتیب که هنگام بستن شیر، با دَوَران دسته‌ی آن، پیچ متّصل به ساقه‌ی شیر حرکت کرده، صفحه‌ی فلزی را به مقر شیر می‌چسباند. در این وضعیت یک واشر لاستیکی که معمولاً روی صفحه‌ی فلزی را می‌پوشاند باعث آب‌بندی کامل می‌گردد. برعکس در هنگام بازکردن شیر، حرکت معکوس دسته، پیچ را از صفحه‌ی فلزی دور می‌کند و در نتیجه‌ی فشار آب، صفحه از مقّر خود جدا شده، مجرای آب باز می‌شود.

در شکل ۱ــ۷ شیر کرُمه‌ی دنباله بلند و در شکل ۲ــ۷ شیر کرُمه‌ی سر شیلنگی نشان داده شده است.

شکل ۲ــ۷ــ شیر کرُمه‌ی سرشیلنگی

شیر پیسوار کُرمه[1]

در این شیر یک زاویه‌ی ۹۰ درجه، بین ورودی آب و خروجی آن وجود دارد. شکل ۳ــ۷ شیر پیسوار را نشان می‌دهد. این شیر معمولاً رابط بین شبکه‌ی اصلی لوله‌کشی و شیرهای سرویس بهداشتی است و جریان آب از شبکه‌ی لوله‌کشی به وسیله‌ی این شیر قطع و یا وصل می‌گردد. این شیر به وسیله‌ی مهره‌های برنجی و یا کُرمی با لوله‌ی ارتباطی کُرمه یا خرطومی به شیرهای توکاسه‌ای وصل می‌شود.

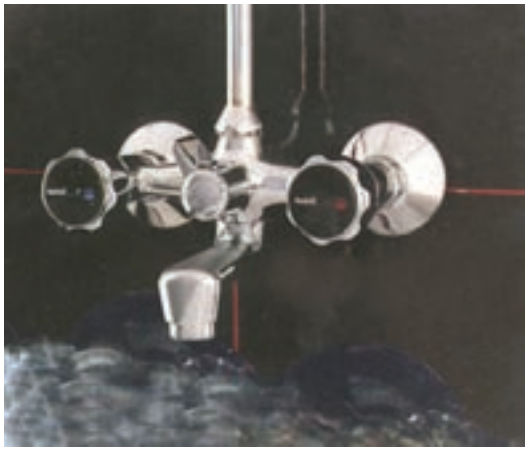
شکل ۳ــ۷ــ شیر پیسوار

شیر مخلوط‌ها

یک نوع از این شیرها به صورت توکاسه‌ای، روی دست‌شویی و یا ظرف‌شویی قرار می‌گیرد و به وسیله‌ی شیرهای پیسوار به لوله‌کشی متّصل می‌گردد. نوع دیگر آن‌ها، شیرهای دیواری هستند که مستقیماً به لوله‌کشی متّصل می‌شوند. طرز کار این شیرها، تقریباً مشابه شیرهای ساده است، با این تفاوت که آب سرد و گرم، پس از عبور از سوپاپ مربوط به خود، در محفظه‌ی شیر مخلوط و به وسیله‌ی لوله‌ی کُرمی منحنی شکل به خارج هدایت می‌گردد.

این شیرها در انواع مختلف طراحی شده‌اند و بعضاً کاربردهای متفاوتی دارند. مثلاً دوش‌ها یک نمونه از شیرهای مخلوط دیواری هستند که به عَلَم دوش و سردوش (آب پاش) مجهز می‌شوند.

شکل ۴ــ۷ چند نمونه از شیرهای مخلوط توکاسه و دیواری را نشان می‌دهد.



شیر مخلوط دوش

شیر مخلوط توکاسه

شیر مخلوط اهرمی

۱ــ شیر پیسوار را می‌توان جزء گروه شیرهای زاویه از شیرهای مسیر در نظر گرفت.

شیر مخلوط توکاسه تک پایه

شکل ۴ــ۷ــ چند نمونه شیر مخلوط

شیر شست‌وشو (فلاش والو)

شیر شست‌وشو وسیله‌ای است که برای تخلیه‌ی فاضلاب و شست‌وشوی کاسه توالت به کار می‌رود. چون این شیر کار شست‌وشو را به سرعت انجام می‌دهد و حجم آن در مقابل مخزن‌های شست‌وشو کوچک است، در تأسیسات بهداشتی اغلب از آن استفاده می‌شود.

این شیرها طوری ساخته شده‌اند که در مدت زمان کوتاهی می‌توانند دوباره مورد استفاده قرار گیرند و در هر زمان تخلیه، حداقل ۶ لیتر آب را تخلیه کنند.

در شکل ۵ــ۷ مقطع یک شیر فشاری نشان داده شده است که به ترتیب زیر عمل می‌کند :

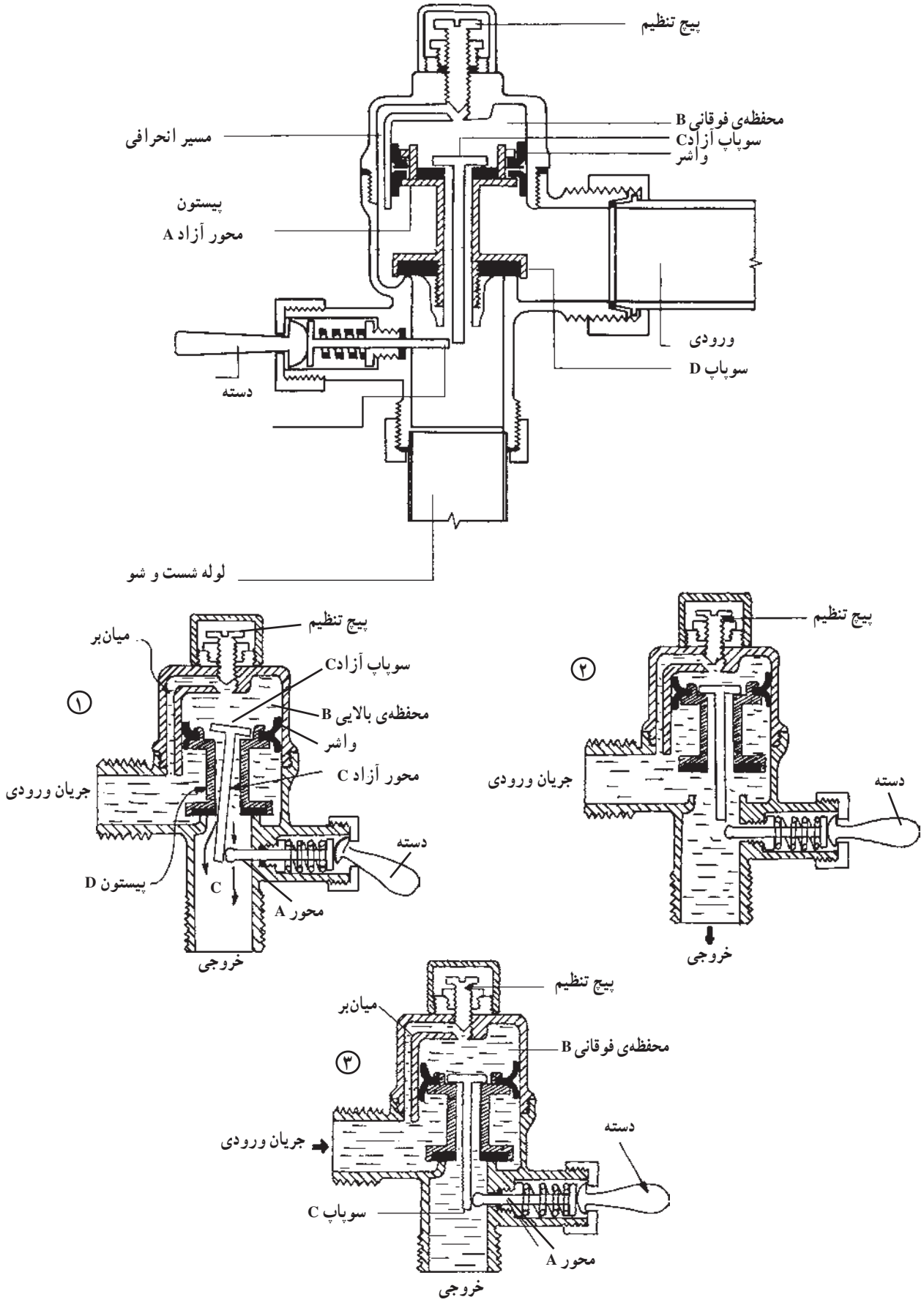
۱ــ با فشاردادن دسته، محور آزاد A و سوپاپ آزاد C یک‌بر می‌شوند و آب از محفظه‌ی فوقانی B از طریق لوله‌ی شست‌وشو سریع‌تر از آبی که از مسیر انحرافی وارد می‌شود، فرار می‌کند.

۲ــ فشار محفظه‌ی فوقانی B کاهش می‌یابد و فشار رو به بالای بزرگ‌تر آب در زیر پیستون سوپاپ D را از روی نشیمنگاه خود بالا می‌برد.

۳ــ زمانی که پیستون به بالای محفظه‌ی فوقانی B رسید سوپاپ D کاملاً باز است و آب از طریق لوله‌ی شست‌وشو به پایین جریان می‌یابد.

۴ــ آب با عبور از مسیر انحرافی، محفظه‌ی فوقانی B را پر می‌کند و فشارهای روبه بالا و روبه پایین را بر روی پیستون متعادل می‌کند. بدین ترتیب پیستون به‌طور تدریجی تحت تأثیر وزن خود نزول می‌کند.

۵ــ مقدار آبی که از طریق لوله‌ی شست‌وشو به پایین جریان می‌یابد به زمانی بستگی دارد که محفظه‌ی فوقانی B از طریق مسیر انحرافی با آب پر می‌شود. میزان آب تخلیه شده از طریق سوپاپ را می‌توان توسط پیچ تنظیم کنترل کرد.



شکل ۵ــ۷ــ شیر شست‌وشو و مراحل عملکرد آن

۲ــ۳ــ۷ــ شیرهای مسیر: این شیرها که در شبکه‌های لوله‌کشی در تأسیسات عمومی، خانگی و صنعتی کاربرد دارند شامل شیر فلکه‌ها (کشویی، بشقابی)، شیر سماوری، شیر تنظیم فشار و شیر یک طرفه و به شرح زیر می‌باشند :

شیر فلکه‌ها

باید دانست که این شیرها در بازار ایران به نام «شیر فلکه» معروف شده و به این نام شناخته می‌شوند، در صورتی که اسامی علمی آن‌ها چنین نیست.

شیر فلکه‌ها برحسب ساختمان و کاربردشان به دو دسته تقسیم می‌شوند :

ــ شیرهای کشویی (GATEVALVES)

ــ شیرهای واشری یا بشقابی یا کف فلزی (GLOBE VALVES)

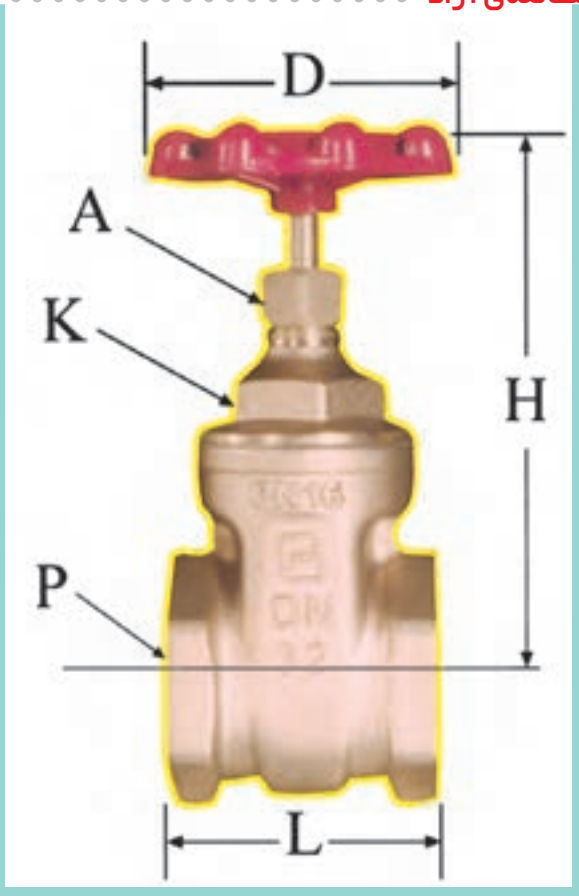
الف ــ شیر فلکه‌ی کشویی: به‌طور کلّی، این شیر از چند قسمت اصلی، یعنی فلکه، میله، دروازه یا دیسک (GATE)، نشیمنگاه و بدنه تشکیل شده است. با باز و بسته‌کردن این شیر، می‌توان جریان سیّالی را در مسیری برقرار و یا آن را قطع کرد. به‌عبارت دیگر، شیر کشویی شیر کنترل نیست و با آن نمی‌توان مقدار دبی سیّال را تنظیم و کنترل کرد و تنها به عنوان یک شیر قطع کننده (STOP VALVE) در مدار به کار برده می‌شود.

طرز کار: هرگاه فلکه‌ی شیر را در جهت عقربه‌های ساعت تا انتها بچرخانیم، صفحه‌ی کشویی (دروازه) در نشیمنگاه خود قرارگرفته و شیر بسته می‌شود، و برعکس، اگر فلکه‌ی شیر را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، دروازه از نشیمنگاه خارج شده و شیر باز می‌شود.

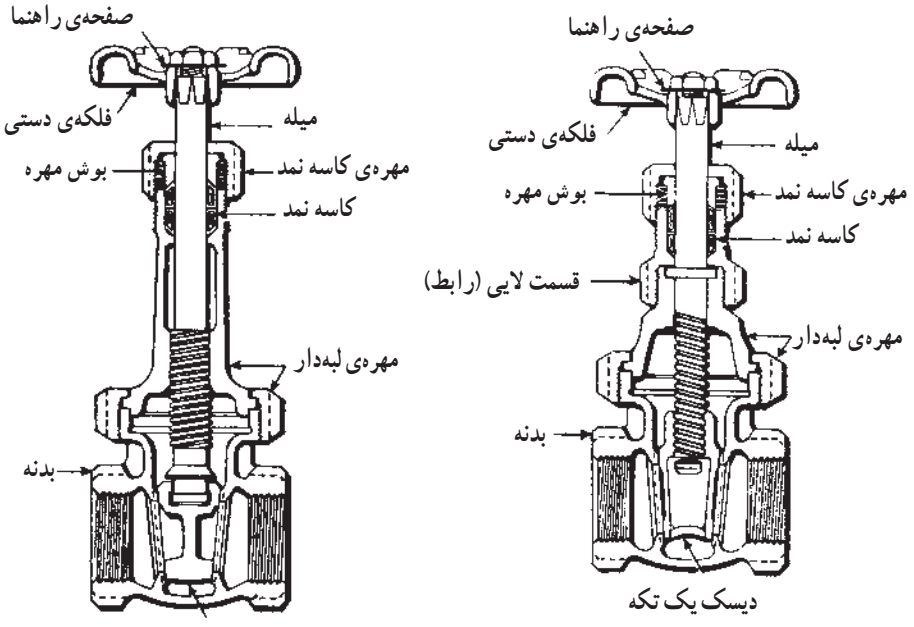
گاهی به دلیل قرارگرفتن مواد خارجی نظیر شن، ذرات و براده‌های فلزی، تفاله‌های جوش و یا رسوب در محل نشیمنگاه، این شیر مدار را به طور کامل قطع نمی‌کند و لازم می‌شود، پس از قطع جریان سیّال مدار، شیر را از محل گلویی باز و پس از تمیز کردن نشیمنگاه مجدداً آن را جمع کرد. لازم به ذکر است که قطر فلکه‌ی هر نوع شیر به اندازه‌ای طراحی و ساخته می‌شود که بتواند گشتاور لازم را برای بستن کامل شیر ایجاد کند. به‌کار بردن آچار بر روی فلکه‌ی شیری که مدار را به خوبی قطع نمی‌کند کار درستی نیست و مشکل را شدیدتر خواهد کرد. شیر فلکه‌ها، عموماً در دو نوع میله‌ی بالارونده (RISING STEM) و میله‌ی ثابت (NON - RISING STEM) ساخته و به بازار عرضه می‌شوند.

شکل ۶ــ۷ یک شیر فلکه‌ی کشویی را نشان می‌دهد و در شکل ۷ــ۷ برش خورده‌ی دو نوع شیر فلکه‌ی کشویی را مشاهده می‌کنید.

Valve Size	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
A	18	18	20	20	25	27
K	20	23	26	35	42	50
P	27	34	41	50	56	67
L End to End	42	47	50	60	63	72
H Valve open	76	88	105	117	133	162
D Diam.Handwheel	55	60	70	80	90	100



شکل ۶ــ۷ــ نمونه‌ی شیر فلکه و مشخصات ظاهری آن

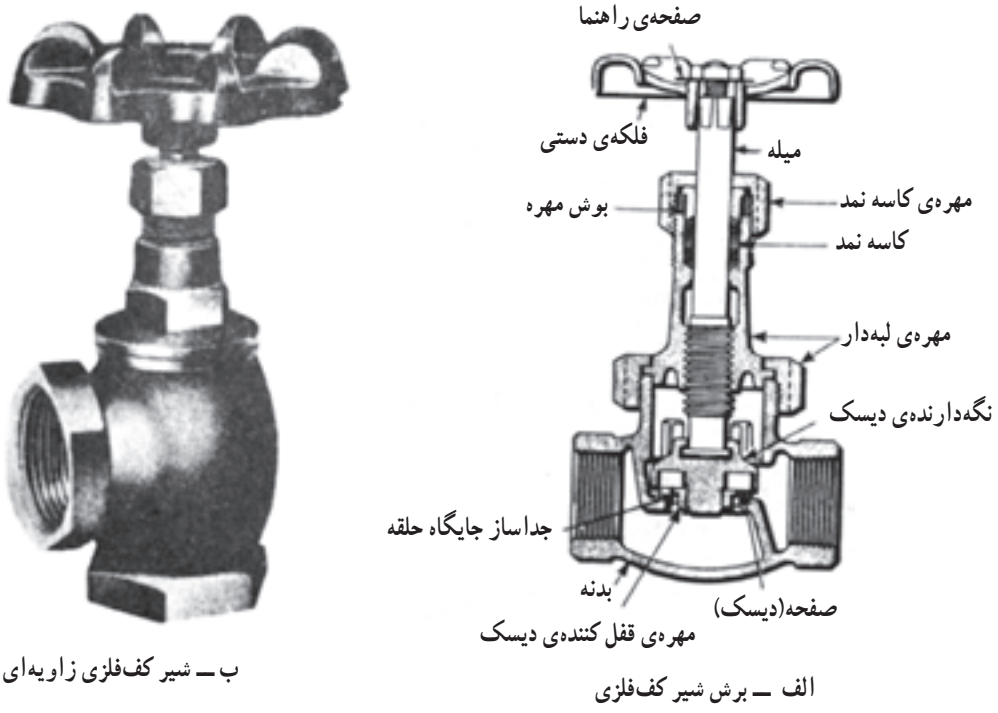


شکل ۷ــ۷ــ برش خورده‌ی شیر فلکه

ب ــ *شیر فلکه‌ی کف فلزی:* این شیر نیز به طور کلّی از قسمت های اصلی فلکه، میله، دیسک، نشیمنگاه و بدنه تشکیل شده است. با باز و بسته کردن این شیر نیز، مانند شیر کشویی، می‌توان جریان سیّال را در مسیری برقرار و یا قطع کرد. در این نوع شیر، به دلیل نوع ساختمان داخلی آن، در مسیر حرکت سیّال دوبار تغییر امتداد ۹۰ درجه ایجاد می‌شود که این عمل باعث به‌وجود آمدن مقاومت زیادی در مقابل جریان می‌گردد. بدین جهت، از این شیر می‌توان برای تنظیم افت فشار خط و در نتیجه تنظیم دبی استفاده کرد. شیر کف فلزی (بشقابی)، یکی از پرمصرف‌ترین شیرهای کنترل و تنظیم مقدار جریان سیّال است. در موقع نصب شیرهای کف فلزی، باید توجّه شود که هنگام نصب شیر، جهت جریان سیّال در همان جهتی باشد که بر روی شیر مشخص گردیده است. این جهت به طریقی است که سیّال از سطح زیری دیسک (بشقاب) وارد و از سطح رویی آن از شیر خارج می‌شود. شیرهای کف فلزی رایج در بازار، اغلب دارای دیسک و نشیمنگاه مخروطی هستند ؛ در نتیجه بر روی دیسک و نشیمنگاه آن‌ها، مواد خارجی نخواهد نشست و این شیرها به‌خوبی و به‌طور آب‌بندی، مدار را قطع می‌کنند.

طرز کار: هرگاه فلکه‌ی شیر را در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، مقدار مقاومت در مقابل جریان افزایش یافته در نتیجه مقدار دبی کم می‌شود. پس اگر محور شیر را تا انتها در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم شیر کاملاً بسته خواهد شد. برعکس، هرگاه فلکه‌ی شیر را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، مقدار مقاومت در مقابل جریان کاهش پیدا کرده، در نتیجه مقدار دبی افزایش می‌یابد و اگر محور شیر را تا انتها در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، شیر کاملاً باز خواهد شد. یکی از متداول‌ترین موارد مصرف شیرهای کف فلزی بر روی لوله‌ی رانش پمپ‌های سانتریفوژ است که به وسیله‌ی آن، مقدار افت فشار مدار و در نتیجه دبی پمپ را می‌توان تنظیم کرد.

شکل ۸ــ۷ــ الف برش یک شیر فلکه‌ی کف فلزی معمولی و شکل ۸ــ۷ــ ب یک شیر فلکه‌ی کف فلزی زاویه‌ای را نشان می‌دهد.

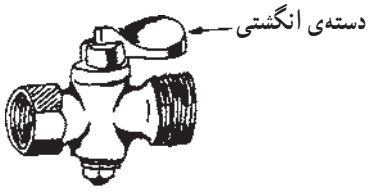


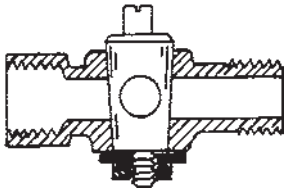
شکل ۸ــ۷ــ شیر کف فلزی

شیر سماوری (PLUG VALVE): این شیر یکی از قدیمی‌ترین شیرهاست و به دلیل آن که ساختمان آن شبیه شیر سماور است در بازار ایران به نام «شیر سماوری» شناخته و معروف شده است. قسمتی از این شیر که تنظیم کننده‌ی مقدار جریان است «پلاگ» نامیده می‌شود. در میان پلاگ، مجرایی برای عبور جریان پیش‌بینی شده است که در هنگام باز بودن کامل شیر، درست در مقابل سوراخی که در بدنه‌ی شیر ایجاد شده است قرار می‌گیرد. این شیر با $\frac{۱}{۴}$ دور، کاملاً باز و یا کاملاً بسته خواهد شد. سطح خارجی پلاگ به طور معمول یک مخروط ناقص است که در داخل مخروط ناقصی که با همین شیب در بدنه‌ی شیر به‌طور معکوس ایجاد شده است، قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که پلاگ‌ها ممکن است به صورت استوانه‌ای و کروی نیز ساخته شوند.

یک شیر سماوری (پلاگ ولو) از قطعات اصلی دسته، پلاگ و بدنه تشکیل شده است. در بعضی از آن‌ها هم شیر فاقد دسته است. ولی بر روی پلاگ محلّی به صورت آچار گیر پیش‌بینی شده است. لازم به ذکر است که این شیرها به دلیل آن که با $\frac{۱}{۴}$ دور چرخاندن محور آن، مسیر جریان را کاملاً باز می‌کنند و یا کاملاً می‌بندند، یک شیر باز شونده‌ی سریع (QUICK OPENING) و یا بسته شونده‌ی سریع (QUICK CLOSING) هستند که در محل‌هایی که عملکرد سریع شیر مورد توجّه است ــ نظیر خطوط گاز ــ و شیر پیاده‌رو کاربرد زیادی دارد. از موارد دیگر کاربرد شیرهای سماوری، می‌توان به استفاده از آن‌ها به عنوان شیر زیر فشارسنج‌ها اشاره کرد. در شکل ۹ــ۷ شکل ظاهری یک پیاده‌رو و در شکل ۱۰ــ۷ــالف و ب طرز قرارگیری پلاگ در حالت باز و بسته بودن شیر و در شکل ۱۱ــ ۷ یک شیر گازی نشان داده شده است.

شکل ۹ــ۷ــ شکل ظاهری یک شیر پلاگ





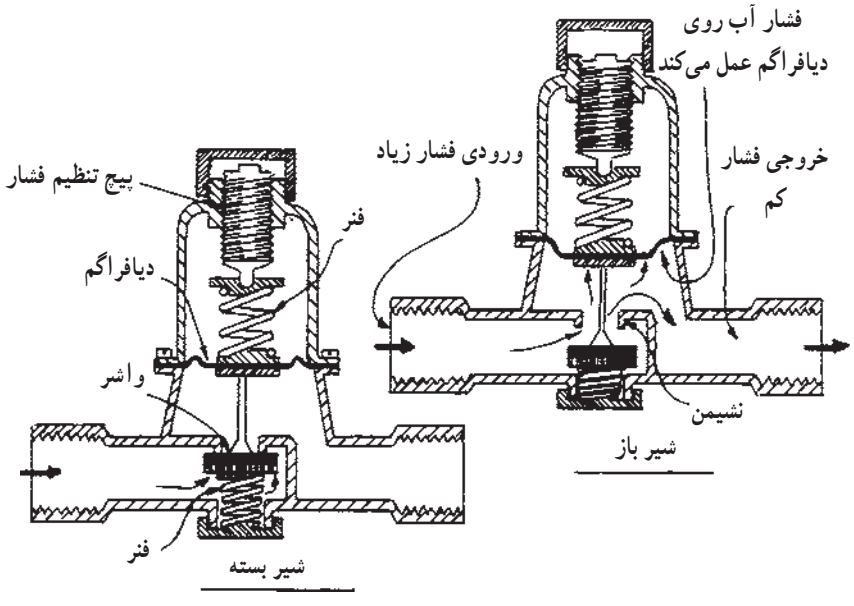
در حالت بسته

شکل ۱۰ــ۷ــ برش شیر پلاگ

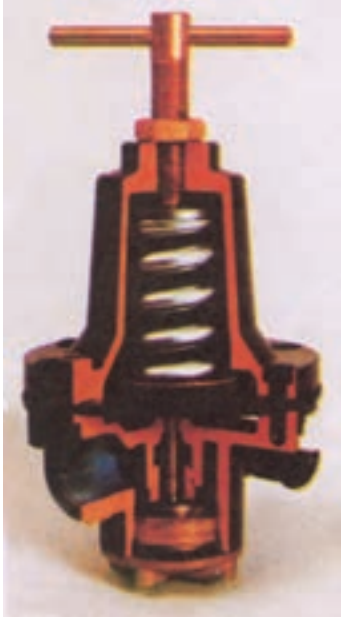
شکل ۱۱ــ۷

شیر فشارشکن یا شیر تنظیم کننده‌ی فشار PRESSURE REDUCING VALVE : اگر میزان فشار آب ورودی به شبکه‌ی توزیع آب آشامیدنی، در ساختمان یا قسمتی از آن، بیش از میزان ذکر شده در مقررات ملّی ساختمانی ایران باشد، شیر فشارشکن را روی لوله‌ی ورودی بعد از کنتور آب ساختمان نصب می‌کنند تا اضافه فشار آب شبکه‌ی شهر را نسبت به نیاز شبکه‌ی مصرف داخل ساختمان، تقلیل دهد و بالابودن فشار شبکه‌ی شهر، اشکالی در شبکه‌ی مصرف ایجاد نکند.

بر روی تمام شیرهای فشارشکن، یک مکانیزم تقلیل‌دهنده‌ی فشار، شامل یک فنر و یک پیچ تنظیم کننده، وجود دارد که به وسیله‌ی این مکانیزم، فشار سیّال خروجی را می‌توان تنظیم کرد. لازم به ذکر است که برای جلوگیری از ورود مواد خارجی نظیر شن، ذرات و براده‌های فلز، تفاله‌های جوش و بالاخره زنگ لوله به داخل شیر و ایجاد اختلال در عملکرد آن، لازم است که در محل ورود سیال به شیر تقلیل فشار، یک صافی با توری مناسب نصب گردد. شکل ۱۲ــ۷ اجزا و طرز کار شیر فشارشکن و شکل ۱۳ــ۷ قسمت‌های داخلی آن را نشان می‌دهد.



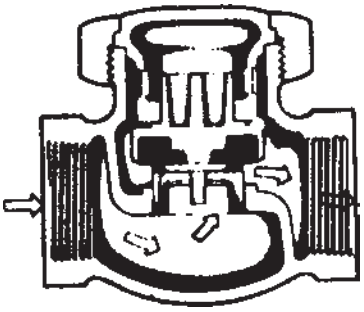
شکل ۱۲ــ۷ــ شیر فشارشکن



شکل ۱۳ــ۷ــ قسمت‌های داخلی یک شیر فشارشکن

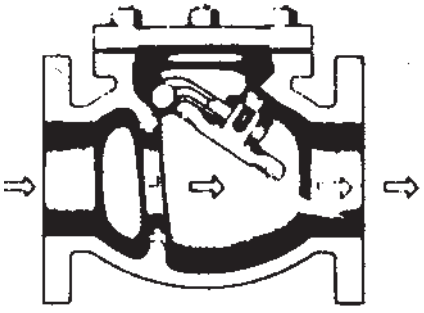
شیر یک‌طرفه (CHECK VALVE): این شیر که در بازار ایران با عنوان «شیر خودکار» شناخته می‌شود، از برگشت جریان در جهت عکس جلوگیری می‌کند، به همین جهت آن را شیر یک‌طرفه می‌نامند. سمت عبور سیال بر روی بدنه‌ی شیر مشخص گردیده است که در هنگام نصب باید به آن توجه کرد. شیر یک‌طرفه در دو نوع بادبزنی[1] و سوپاپی[2] ساخته و به بازار عرضه می‌شود. امتداد جریان سیال در داخل شیر یک‌طرفه‌ی بادبزنی، مستقیم و مقاومت شیر در مقابل عبور سیال کم است، در حالی که سیال در عبور از شیر یک‌طرفه‌ی سوپاپی دو مرتبه تغییر امتداد می‌دهد و به همین علت، افت فشار سیال در این شیر زیاد است. از موارد کاربرد شیر یک‌طرفه‌ی بادبزنی، می‌توان به استفاده از آن در لوله‌کشی آب شهر بعد از کنتور، و نیز استفاده از آن در محل اتصال لوله‌ی آب سرد به مخازن آب‌گرم مصرفی اشاره کرد. شکل ۱۴ــ۷ قسمت‌های مختلف شیر یک‌طرفه‌ی سوپاپی و شکل ۱۵ــ۷ قسمت‌های مختلف یک شیر یک‌طرفه‌ی بادبزنی را نشان می‌دهد.

(الف)



(ب)

شکل ۱۴ــ۷ــ قسمت‌های مختلف یک شیر یک‌طرفه‌ی سوپاپی



شکل ۱۵ــ۷ــ شکل واقعی و برش شیر یک‌طرفه‌ی بادبزنی

۱ــ Check valve swing type

۲ــ Check valve spring type

۳ــ۳ــ۷ــ شیرهای ایمنی و کنترل: این شیرها که به منظور ایجاد ایمنی و کنترل کارکرد دستگاه‌ها در تأسیسات لوله‌کشی آب‌رسانی و گرمایی ساختمان‌ها کاربرد دارند، دارای انواع و اقسام زیادی هستند، امّا با توجه به موضوع درس ما به شرح دو نوع از آن‌ها، یعنی شیر اطمینان و شیر شناور، می‌پردازیم.

شیر اطمینان یا شیر رها کننده[1]

این شیر در دستگاه‌های تأسیسات (آب‌گرم‌کن‌ها و دیگ‌ها) و نیز در صنعت کاربرد زیادی دارد، همان‌طور که از نامش پیداست، در صورت انتخاب صحیح و عملکرد درست آن، ما را مطمئن می‌سازد که دستگاه‌ها و سیستم، تحت فشار و دمای بیش از حدِّ تنظیم شده بر روی شیر اطمینان، قرار نخواهد گرفت، زیرا به محض این‌که فشار و دمای سیستم بخواهد از حدّ تنظیم شده بر روی شیر رها کننده بالاتر رود، شیر باز می‌شود و با خارج کردن قسمتی از سیال داخل سیستم، فشار و دمای سیستم را از حدّ خطر پایین می‌آورد. به این ترتیب، دستگاه‌ها، سیستم و شبکه‌ی لوله‌کشی از خطر ترکیدن و یا انفجار محفوظ خواهد ماند. زمانی به اهمیّت شیرهای اطمینان بیشتر پی‌می‌بریم که بدانیم ممکن است در اثر نبودن یک شیر اطمینان مناسب بر روی یک دیگ بخار، و یا عمل نکردن درست آن شیر یا سایر کنترل‌ها، فشار داخل دیگ به حدّ خطرناکی برسد و آن دیگ منفجر شود. در این صورت علاوه بر وارد آمدن خسارت‌های مالی چه بسا خسارت‌های جانی نیز به بار آید. بنابراین باید نکات زیر همیشه مورد توجه قرار گیرد.

۱ــ فشار آزاد کننده‌ی شیر اطمینان متناسب با فشار کار سیستم انتخاب گردد.

۲ــ تغییر فشار تنظیم شده بر روی شیر و به عبارت ساده‌تر دستکاری شیر اطمینان به وسیله‌ی یک فرد غیر متخصص مجاز نیست، بلکه کار خطرناکی است.

توجّه: تغییر فشار تنظیم شده بر روی شیر، می‌تواند به وسیله‌ی یک مهندس با تجربه و ترجیحاً کسی که در این مورد تخصص داشته باشد انجام پذیرد.

شیرهای اطمینان، در دو نوع ساخته و به بازار عرضه می‌شوند.

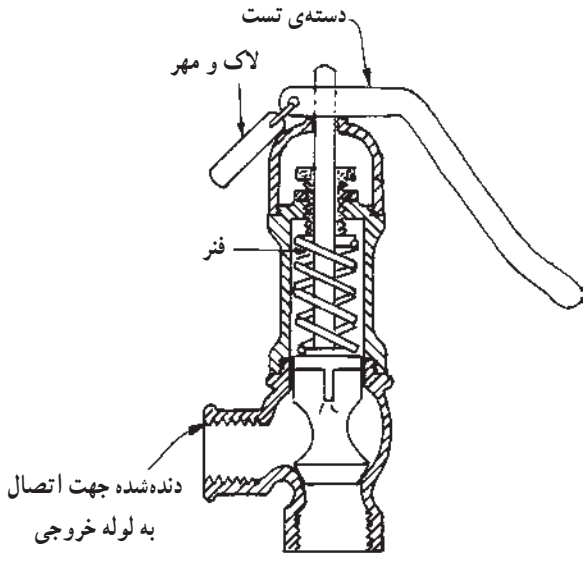
الف ــ شیر اطمینان حسّاس در برابر فشار: این شیر که اغلب بر روی دیگ‌های بخار، ایستگاه‌های تقلیل فشار، مبدل‌های حرارتی، مخازن هوای فشرده‌ی سیستم‌های حرارت مرکزی با منابع انبساط بسته، نصب می‌گردد، به محض این‌که، به هر علت، فشار داخل سیستم از حدّ تنظیم شده بر روی شیر اطمینان بالاتر رفت، باز می‌شود و قسمتی از سیّال داخل سیستم را تخلیه می‌کند، آنگاه پس از آن‌که فشار از حدّ تنظیم شده بر روی شیر مقداری پایین‌تر رفت بسته خواهد شد.

ب ــ شیر اطمینان حسّاس در برابر درجه حرارت و فشار: این شیر که اغلب بر روی مخازن آب‌گرم مصرفی ساختمان‌ها نصب می‌شود، به دلیل آن‌که علاوه بر حسّاس بودن در مقابل فشار در مقابل افزایش درجه‌ی حرارت نیز حسّاس است از نوع اوّلی مطمئن‌تر می‌باشد. هرگاه این شیر تحت تأثیر فشار یا درجه حرارتی بالاتر از مقادیر تنظیم شده بر روی آن، قرار گیرد باز می‌شود و تا زمانی که عامل بازکننده‌ی شیر (فشار و یا درجه حرارت اضافی) از میزان تنظیم شده بر روی شیر پایین نرود همچنان باز خواهد ماند و تنها زمانی بسته می‌شود که این عامل از حدّ تنظیم شده پایین‌تر برود. شکل ۱۶ــ۷ یک شیر اطمینان حسّاس در مقابل فشار، شکل ۱۷ــ۷ یک شیر اطمینان حسّاس در برابر درجه‌ی حرارت و فشار و شکل ۱۸ــ۷ قسمت‌های مختلف یک شیر آزادکننده‌ی حساس در مقابل فشار را نشان می‌دهد.

شکل ۱۶ــ ۷ــ یک شیر اطمینان حساس در برابر فشار

۱ــ Relief or safety valve

شکل ۱۷ــ۷ــ یک شیر اطمینان حساس در برابر فشار و دما



شکل ۱۸ــ۷ــ قسمت‌های داخلی یک شیر آزاد کننده‌ی حساس در برابر فشار

شیر شناور (فلوتر) (FLOAT VALVE)

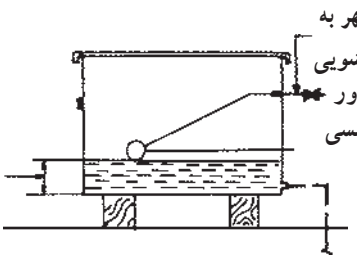
این شیر برای تنظیم سطح مایع در مخازن نصب می‌شود. یکی از متداول‌ترین موارد مصرف این شیر استفاده از آن در مخازن انبساط باز سیستم‌های حرارت مرکزی و تهویه مطبوع، کولرهای آبی، مخزن فشاری توالت و مخازن زمینی ذخیره‌ی آب است.

طرز کار: طرز کار شیر به این صورت است که هرگاه سطح آب در داخل محل مورد نظر پایین باشد، شناور مربوط به شیر پایین قرار می‌گیرد و شیر مربوط باز خواهد شد و همزمان با بالا آمدن سطح آب، شناور نیز که یک گوی تو خالی معمولاً مسی و یا پلاستیکی است بالا می‌آید و سر دیگر اهرم متّصل به این گوی، تدریجاً صفحه‌ی شیر را به طرف نشیمنگاه آن حرکت داده، باعث می‌گردد دبی خروجی از شیر مرتباً کم شود و زمانی که سطح آب داخل محل مورد نظر به سطح تنظیم شده قبلی برسد شناور، به وسیله‌ی اهرم متصل به شیر، جریان آب را قطع خواهد کرد. شکل ۱۹ــ۷ کاربرد یک شیر شناور جهت تنظیم سطح آب در یک مخزن را نشان می‌دهد.

توجّه: همان‌طور که قبلاً نیز گفتیم، کلیه‌ی شیرهای مورد مصرف در تأسیسات عمومی و صنعتی در این کتاب بیان نشده است و تنها شیرهایی که کاربرد عمومی‌تری دارند تشریح گردیده‌اند.

۴ــ۷ــ شیرها و مقررات ملّی ساختمان

مقررات ملّی ساختمان ایران در مبحث ۱۶ (تأسیسات



شکل ۱۹ــ۷ــ کاربرد شیر شناور برای تنظیم سطح آب در یک مخزن

بهداشتی) و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور در نشریه‌ی شماره‌ی ۱۲۸/۲ (مشخصات فنی عمومی ــ تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها) در کلیه‌ی مباحث مربوط به شیر، شرایط و دستورالعمل‌های مفصلی را تدوین و ارائه نموده‌اند.

با توجه به همین تفصیل و خارج بودن مطالب مذکور از حوصله و برنامه‌ی این درس، هنرجویان عزیز، در صورت نیاز، خود به آن‌ها مراجعه خواهند نمود. در هر حال ما در این قسمت، به اختصار، به اهم مباحث مزبور می‌پردازیم.

۱ــ۴ــ۷ــ انتخاب شیرها: شیرهایی که در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی استفاده می‌شوند به شرح زیر انتخاب می‌گردند.

۱ــ در لوله‌کشی‌های فولادی گالوانیزه، تا قطر نامی ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ)، شیرها باید از نوع برنجی یا برنزی، مخصوص اتصال دنده‌ای انتخاب شوند. شیرهای با قطرنامی ۶۵ تا ۱۰۰ میلی‌متر ($2\frac{1}{2}$ تا ۴ اینچ) باید از نوع برنجی یا برنزی مخصوص اتصال دنده‌ای، یا چدنی مخصوص اتصال فلنجی باشند. شیرهای با قطر نامی ۱۲۵ و ۱۵۰ میلی‌متر (۵ و ۶ اینچ) باید نوع چدنی و مخصوص اتصال فلنجی باشند.

۲ــ در لوله‌کشی‌های مسی، شیرها باید از نوع برنجی یا برنزی و مخصوص اتصال دنده‌ای باشند.

۲ــ۴ــ۷ــ مشخصات عمومی شیرها

۱ــ شیرهای قطع و وصل جریان، جهت جلوگیری از ایجاد ضربه‌ی قوچ، باید از نوع تدریجی باشند. بنابراین شیرهای عمل سریع (دسته سماوری) در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی کاربرد ندارند.

۲ــ در لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی، اتصال شیرهای برنجی، همه‌جا، از نوع دنده‌ای یا لحیمی مویینگی[1] و اتصال شیرهای چدنی از نوع فلنجی (فلنج متقابل و پیچ و مهره) می‌باشد.

۳ــ در لوله‌کشی توزیع آب سرد و گرم مصرفی ساختمان، حداکثر فشار و دمای طراحی به ترتیب ۱۰ بار و $65^{\circ}C$ است. بنابراین حداکثر فشار و دمای کار شیرهای مجاز مورد استفاده نیز نباید از ۱۰ بار و $65^{\circ}C$ کمتر باشد.

۴ــ حداقل کلاس شیرهای مورد استفاده در لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی باید PN۱۰ در استاندارد اروپایی و کلاس ۱۲۵ در استاندارد آمریکایی باشد.

۵ــ در لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی ساختمان، شیرهای کشویی باید از نوع گوه‌ای یک تکه باشند.

۳ــ۴ــ۷ــ محل نصب شیرها

۱ــ در نقطه‌ی خروج لوله از کنتور آب ساختمان و روی لوله‌ی اصلی توزیع آب آشامیدنی باید یک شیر قطع و وصل، یک شیر یک‌طرفه و یک شیر تخلیه نصب شود.

۲ــ در زیر هر خط لوله‌ی قائم (Riser) داخل ساختمان که دست کم به دو طبقه از پایین به بالا آب می‌رساند، باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر تخلیه نصب شود.

۳ــ در ورودی آب به هر خط لوله‌ی قائم داخل ساختمان که دست‌کم به دو طبقه از بالا به پایین آب می‌رساند، باید یک شیر قطع و وصل و در زیر آن یک شیر تخلیه نصب شود.

۴ــ در نقطه‌ی ورود لوله‌ی آب برای هر واحد آپارتمان باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر یک‌طرفه نصب شود.

۵ــ در نقطه‌ی ورود لوله‌ی آب به هر مخزن ذخیره‌ی آب، باید یک شیر قطع و وصل و به هر تانک آب تحت فشار یک شیر قطع و وصل و یک شیر یک‌طرفه نصب شود.

۶ــ در نقطه‌ی ورود لوله‌ی آب به هر دستگاه آب‌گرم کن باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر یک‌طرفه نصب شود.

۴ــ۴ــ۷ــ دسترسی به شیرها

۱ــ همه‌ی شیرهایی که در شبکه‌ی لوله‌کشی توزیع آب سرد و گرم مصرفی نصب می‌شوند باید به‌طور روکار و آشکار نصب شوند یا پس از نصب به آسانی قابل دسترسی باشند.

۲ــ شیرهایی که روی لوله‌ی داخل ترنچ زیر کف ساختمان یا زیر کف محوطه نصب می‌شوند باید با بازکردن یک دریچه‌ی چدنی قابل دسترسی باشند.

۳ــ شیرهایی که روی لوله‌ی قائم داخل شافت‌های ساختمان (کانال عمودی) نصب می‌شوند باید با بازکردن یک دریچه‌ی چدنی یا فولادی قابل دسترسی باشند.

۴ــ شیرهایی که روی لوله‌ی افقی داخل سقف کاذب طبقات نصب می‌شوند، اگر سقف کاذب قابل برداشتن نباشد باید با بازکردن دریچه‌ای که در سقف کاذب پیش‌بینی می‌شود قابل دسترسی باشند.

۵ــ۷ــ بهینه‌سازی مصرف انرژی

یکی از مسائل مهمی که در طراحی شیرهای برداشت مورد توجه است، مسئله‌ی صرفه‌جویی آب است. در شیرهای برداشت معمولی که با چرخش فلکه باز و بسته می‌شوند، در حین بازکردن، تنظیم دمای آب و بستن، مقداری آب هدر می‌رود و اگر به باز و بستن مکرر نیاز باشد عملاً این کار انجام نمی‌گیرد و

۱ــ Capillary Soldering

در مدت مصرف بدون این‌که لازم باشد شیر باز می‌ماند. برای صرفه‌جویی در مصرف آب امروزه شیرهایی که برای باز و بسته‌کردن، دارای دسته‌ی اهرمی به جای فلکه هستند رواج بیشتری یافته‌اند (شکل ۲۰ــ۷).

شکل ۲۰ــ۷ــ شیر مخلوط دسته اهرمی

۱ــ۵ــ۷ــ شیر اتوماتیک: شیرهای اتوماتیک نیز به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب طراحی شده‌اند و طرز کار آن‌ها بدین صورت است که وقتی دست یا شئ در زیر شیر قرار می‌گیرد آب باز می‌شود و وقتی که دست یا شئ از زیر شیر کنار می‌رود آب قطع می‌گردد که بدین ترتیب از مصرف آب در موارد غیر ضروری و هدر دادن آن جلوگیری به عمل می‌آید. در شکل ۲۱ــ۷ نمونه‌ای از این شیر را ملاحظه می‌کنید.

این شیر در هتل‌ها، مراکز آموزشی، فرودگاه‌ها و اماکن عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از نظر صرفه‌جویی در مصرف آب خیلی مؤثر است.

شکل ۲۱ــ۷ــ شیر اتوماتیک (چشمی)

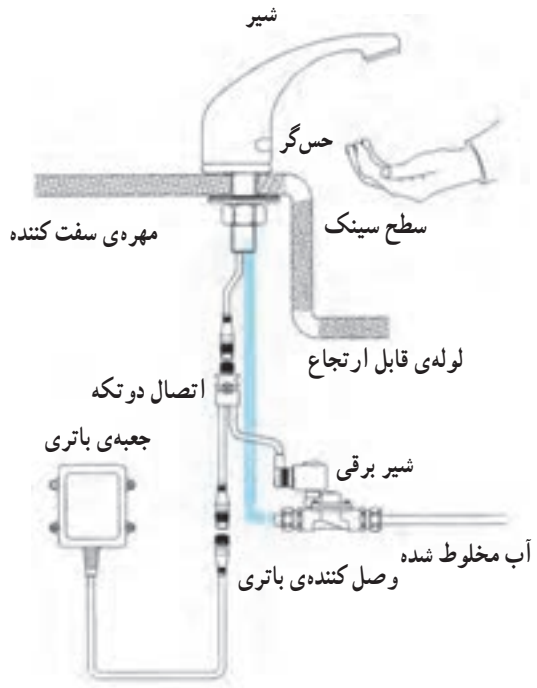
طرز کار شیر ساده است ؛ یک ردیاب مادون قرمز غیر فعال[1] حرکت را در صفحه‌ی حس کننده‌ی خود ردیابی می‌کند و شیر را باز می‌کند.

در شیر شکل ۲۱ــ۷ عضو حساس بر روی بدنه‌ی شیر نصب شده است. شیرهای دیگری نیز هستند که عضو حساس آن‌ها قابل نصب بر روی دیوار است. در شکل ۲۲ــ۷ نمونه‌ای از این شیرها را مشاهده می‌نمایید.

شکل ۲۲ــ۷ــ یک نوع شیر اتوماتیک

ــ نصب شیرهای اتوماتیک: در شکل ۲۳ــ۷ چگونگی نصب یک نمونه از شیرهای اتوماتیک نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید اتصال شبکه به این شیر تک لوله‌ای است ؛ بنابراین آب جریانی دارای دمای موردنظر بوده و نیاز به تنظیم دما بر روی شیر نیست و دمای آب می‌تواند از ۶۰°C تا ۵ متغیر باشد. قطر لوله‌ی مورد نظر 8mm بوده و شیر برقی و سیستم مدار فرمان الکترونیکی آن با برق ۶ ولت مستقیم کار می‌کند.

۱ــ Passive infrared (PIR) detector



شکل ۲۳ــ۷ــ شیر اتوماتیک نصب شده

علاوه بر استفاده از شیرهای اتوماتیک در دست‌شویی ظرف‌شویی، حمام و ... نوعی فلاش تانک اتوماتیک نیز ساخته شده است که در شکل ۲۴ــ۷ نشان داده شده است. با قرارگرفتن دست بر روی عضو حس کننده، مدار شیر فعال می‌شود. مقدار آب برای هر بار تنظیم شده است و استفاده از آن خیلی آسان است.

شکل ۲۴ــ۷ــ فلاش تانک اتوماتیک

۲ــ۵ــ۷ــ شیرهای ترموستاتیک: نوعی دیگر از شیرها هستند که می‌توانند در بهینه‌سازی مصرف انرژی مؤثر باشند. ساختمان این شیرها طوری است که با چرخاندن دسته‌ای دمای موردنظر آب خروجی از شیر انتخاب می‌شود و شیر، توسط عضو حرارتی، ورود آب سرد و آب گرم را طوری تنظیم می‌کند که دمای آب خروجی از شیر مطابق درجه‌ی تنظیم شده باشد. بدین ترتیب از هدررفتن آب سرد و یا گرم در موقع تنظیم و رسیدن به درجه‌ی دلخواه جلوگیری خواهد شد. این شیرها می‌توانند جایگزین شیرهای مخلوط معمولی شوند.

پرسش

۱ــ تعریف و کاربرد کلّی شیرها را بیان کنید.
۲ــ انواع شیرها به لحاظ نوع اتصال آن‌ها را توضیح دهید.
۳ــ انواع شیرها را از نظر جنس آن‌ها، نام ببرید.
۴ــ شیرهای برنجی را شرح دهید.
۵ــ شیرهای برنجی با روکش کرم نیکل را توضیح دهید.
۶ــ شیرهای چدنی را شرح دهید.
۷ــ انواع شیرها را از نظر کاربرد نام ببرید.
۸ــ انواع شیرهای برداشت (بهداشتی) را نام ببرید.
۹ــ شیرهای ساده را توضیح دهید.
۱۰ــ شیر پیسوار را شرح دهید.
۱۱ــ انواع شیرهای مخلوط را شرح دهید.
۱۲ ــ شیر شست‌وشو «فلاش ولو» را توضیح دهید.
۱۳ــ ساختمان و طرز کار شیر شست‌و شو از روی شکل را شرح دهید.
۱۴ــ انواع شیرهای مسیر را نام ببرید.
۱۵ ــ انواع شیر فلکه‌ها را بیان کنید.
۱۶ــ شیر فلکه کشویی و طرز کار آن‌ها را شرح دهید.
۱۷ــ انواع شیر فلکه‌های کشویی را از نظر عملکرد میله‌ی آن‌ها بیان کنید.
۱۸ــ شیر فلکه‌های بشقابی یا کف فلزی و طرز کار آن‌ها را توضیح دهید.
۱۹ــ شیر فلکه‌ی بشقابی زاویه‌ای و کاربرد آن‌را شرح دهید.
۲۰ــ شیر سماوری را تشریح کنید.
۲۱ــ شیر تنظیم فشار (شیر فشارشکن) را توضیح دهید.
۲۲ــ مکانیزم تقلیل فشار در شیرهای فشارشکن را شرح دهید.
۲۳ــ شیر یک‌طرفه را تشریح کنید.
۲۴ــ انواع شیر یک‌طرفه و موارد کاربرد آن‌ها را نام ببرید.
۲۵ــ شیر اطمینان را شرح دهید.
۲۶ــ انواع شیر اطمینان را توضیح دهید.
۲۷ــ شیر شناور را تشریح کنید.
۲۸ــ چگونگی انتخاب شیرها را بیان کنید.
۲۹ــ مشخصات عمومی شیرها را توضیح دهید.
۳۰ــ محل نصب شیر فلکه‌ها را بیان کنید.
۳۱ــ محل نصب شیر یک‌طرفه را بیان کنید.

۳۲ــ چگونگی دسترسی به شیرها را شرح دهید.
۳۳ــ بهینه‌سازی در مصرف آب توسط شیرها را توضیح دهید.
۳۴ــ شیرهای اتوماتیک و اثر آن‌ها را در بهینه‌سازی مصرف آب توضیح دهید.
۳۵ــ چگونگی نصب شیرهای اتوماتیک را توضیح دهید.
۳۶ــ شیر ترموستاتیک را توضیح دهید.

فصل هشتم

محاسبه آب آشامیدنی

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ معیار تعیین مقدار آب مصرفی را توضیح دهد.
۲ــ واحد مصرف و روش تعیین آن را توضیح دهد.
۳ــ روش تعیین قطر لوله‌های اصلی و فرعی را شرح دهد.
۴ــ قطر لوله‌های اصلی و فرعی را به وسیله مثال‌هایی تعیین نماید.

۸ ــ محاسبه لوله‌کشی آب آشامیدنی[۱]

هدف از محاسبه لوله‌کشی آب آشامیدنی در ساختمان چیست؟

هدف این است که آب آشامیدنی یا به عبارت عام‌تر آب مصرفی به همه مصرف‌کننده‌ها برسد و توزیع آب بین مصرف‌کننده‌ها متعادل باشد. برای رسیدن به این هدف تعیین موارد زیر ضروری است.

۱ــ تعیین مقدارآب مصرفی
۲ــ تعیین قطر لوله‌های فرعی
۳ــ تعیین قطر لوله اصلی ساختمان
۴ــ تعیین قطر کنتور

۱ــ۸ــ مقدار آب مصرفی

آمارها نشان می‌دهند که هر انسان به طور متوسط ۱۰۰ تا ۲۵۰ لیتر آب در شبانه‌روز مصرف می‌کند. مقدار آب مصرفی به سطح زندگی و شهرنشینی و رفاه و فرهنگ جامعه بستگی دارد. در کشور ما این مقدار به طور متوسط حدود ۱۵۰ لیتر در شبانه روز است. برای برآورد مقدار آب مصرفی از معیاری به نام «واحد مصرف»[۲] استفاده می‌شود.

۲ــ۸ــ واحد مصرف

حداکثر مصرف لحظه‌ای آب در یک دستشویی (روشویی) را واحد مصرف (FU) می‌نامند. یک واحد مصرف حدود ۰/۵ لیتر در ثانیه[۳] است. حداکثر مصرف لحظه‌ای سایر وسایل بهداشتی به صورت قراردادی برحسب ضریبی از واحد مصرف بیان می‌شود. در جدول ۱ــ۸ واحد مصرف وسایل بهداشتی مورد استفاده در ساختمان‌ها آمده است.

۱ــ Potable Water
۲ــ Fixture Unit
۳ــ F.P.S در سیستم (GPM) ۷/۵ گالن در دقیقه

مثال: ساختمان مسکونی خصوصی دارای چهار واحد است و هر واحد دارای وسایل بهداشتی زیر است. حداکثر مصرف لحظه‌ای ساختمان را برحسب واحد مصرف تعیین نمائید.

۱ــ دوش حمام ۲ــ روشویی (دستشویی) ۳ــ ماشین لباس‌شویی ۴ــ سینک آشپزخانه ۵ــ توالت فرنگی با مخزن شست‌وشو (فلاش تانک) ۶ــ بیده

حل: با مراجعه به جدول ۱ــ ۸ واحد مصرف هر وسیله بهداشتی را با توجه به نوع کاربرد خصوصی از جدول پیدا کرده و به ترتیب زیر جمع واحدهای مصرف را حساب می‌کنیم.

نام وسیله بهداشتی	تعداد	واحد مصرف	جمع
دوش حمام	۴	۲	۸
ماشین لباسشویی	۴	۴	۱۶
روشویی	۴	۱	۴
سینک آشپزخانه	۴	۱/۵	۶
مخزن شست‌وشو کوچک	۴	۲/۵	۱۰
بیده	۴	۱	۴
جمع			**۴۸**

جدول ۱ــ ۸ واحدهای مصرف FU و حداقل قطر لوله انشعاب مصرف کننده

نام وسیله بهداشتی	حداقل قطر لوله انشعاب خصوصی مصرف کننده (قطر اسمی)	عمومی
وان	$\frac{1}{2}''$	۴	۴
وان با شیر پرکن	$\frac{3}{4}''$	۱۰	۱۰
بیده	$\frac{1}{2}''$	۱	ــ
ماشین لباس‌شویی	$\frac{1}{2}''$	۴	۴
دستگاه دندانپزشکی (شست‌وشوی دهان)	$\frac{1}{2}''$	ــ	۱
ماشین ظرفشویی خانگی	$\frac{1}{2}''$	۱/۵	۱/۵
آب سردکن	$\frac{1}{2}''$	۰/۵	۰/۵

شیر سر شیلنگی	$\frac{1}{2}''$	۱/۵	۲/۵
روشویی (شیر مخلوط)	$\frac{1}{2}''$	۱	۱
آب پاش چمن پرسر	–	۱	۱
خانه متحرک (کانکس) هرکدام حداقل		۱۲	–
سینک‌ها			
شیر برداشت درمانگاهی	$\frac{1}{2}''$	–	۲
شیر شست‌وشوی درمانگاهی	$1''$	–	۸
آشپزخانه خانگی	$\frac{1}{2}''$	۱/۵	۱/۵
رخت‌شویی	$\frac{1}{2}''$	۱/۵	۱/۵
تی‌شویی	$\frac{1}{2}''$	۱/۵	۳
دست‌شویی به ازای هر شیر برداشت	$\frac{1}{2}$	–	۲
دوش برای هر سردوش	$\frac{1}{2}$	۲	۲
مخزن شست‌وشو (فلاش‌تانک) بزرگ	$\frac{1}{2}$	۳	۵/۵
مخزن شست‌وشو (فلاش‌تانک) کوچک	$\frac{1}{2}$	۲/۵	۲/۵
شیر شست‌وشو (فلاش ولو)		$1''$	
۱ عدد	–	۴۰	۴۰
۲ عدد	–	۷۰	۷۰
۳ عدد	–	۹۰	۹۰
۴ عدد	–	۱۰۵	۱۰۵
۵ عدد و بیشتر	–	۱۱۵	۱۱۵
		به‌علاوه ۱۰ واحد	
		مصرف برای هر یک شیر اضافی	

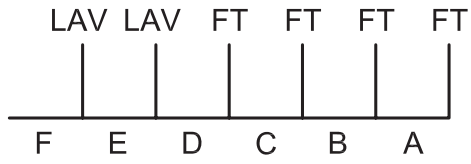
مثال: در یک ساختمان اداری وسایل بهداشتی زیر موجود است.

۱ــ دوش حمام ۲ دستگاه
۲ــ دستشویی ۴ دستگاه
۳ــ سینک آشپزخانه ۲ دستگاه
۴ــ ماشین لباسشویی ۲ دستگاه
۵ــ توالت با شیر شست‌وشو (فلاش ولو)۴ دستگاه
۶ــ تی‌شویی ۱ دستگاه

حداکثر مصرف لحظه‌ای ساختمان را برحسب واحد مصرف تعیین کنید.

نام وسیله بهداشتی	تعداد	واحد مصرف	جمع
دوش حمام	۲	۲	۴
دست شویی	۴	۱	۴
سینک آشپزخانه	۲	۱/۵	۳
ماشین لباسشویی	۲	۴	۸
شیر فلاش	۴	ــ	۱۰۵
تی‌شویی	۱	۳	۳
جمع			۱۲۷FU

مثال: ترتیب قرارگیری وسایل بهداشتی یک ساختمان اداری به صورت شکل ۱ــ ۸است. جمع واحدهای مصرف هر شاخه را حساب کنید.



شکل ۱ــ ۸

دستشویی LAV =
مخزن شست‌وشوی (کوچک) FT =

با توجه به جدول ۱ــ ۸ داریم :

$A = ۱FT = ۲/۵FU$

$B = ۲FT = ۵FU$

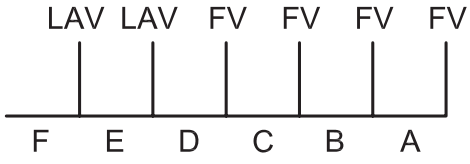
$C = ۳FT = ۷/۵FU$

$D = ۴FT = ۱۰FU$

$E = ۴FT(۱۰) + ۱LAV(۱) = ۱۱FU$

$F = ۴FT(۱۰) + ۲LAV(۲) = ۱۲FU$

مثال: در ساختمان اداری فوق‌الذکر اگر به جای فلاش‌تانک از فلاش ولو (شیر فلاش) استفاده شود جمع واحدهای مصرف را به‌دست آورید. (شکل ۲ــ ۸).



شکل ۲ــ ۸

دستشویی LAV
شیر شست و شو FV

$A = ۱FV = ۴۰FU$

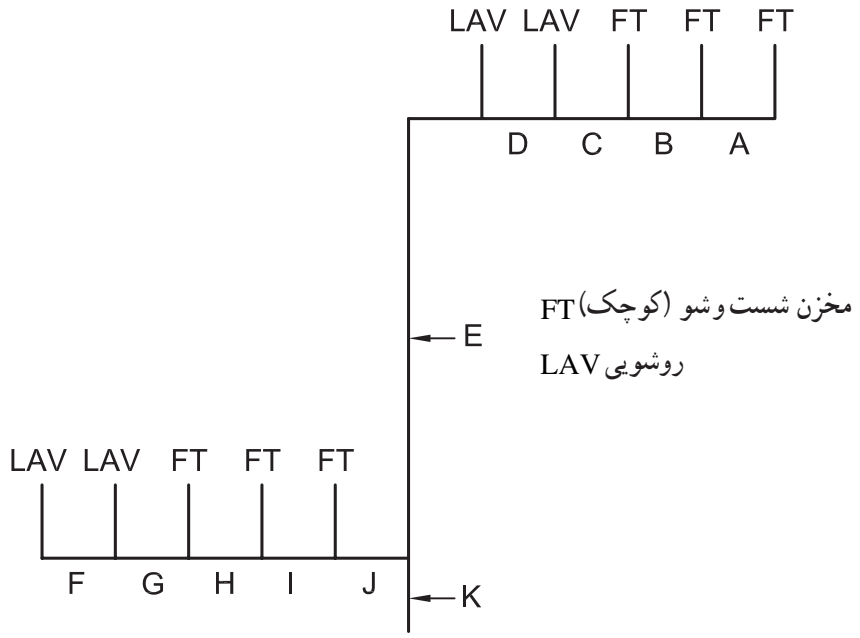
$B = ۲FV = ۷۰FU$

$C = ۳FV = ۹۰FU$

$D = ۴FV = ۱۰۵FU$

$E = ۴FV(۱۰۵) + ۱LAV(۱) = ۱۰۶FU$

$F = ۴FV(۱۰۵) + ۲LAV(۲) = ۱۰۷FU$



شکل ۳ــ ۸

مثال: واحد مصرف را در شاخه‌های اصلی و فرعی شبکه لوله‌کشی ساختمان اداری شکل ۳ــ ۸ بدست آورید.

حل: شاخه

$A = ۱FT = ۲/۵FU$

$B = ۲FT = ۵FU$

$C = ۳FT = ۷/۵FU$

$D = ۳FT = (۷/۵) + ۱LAV(۱) = ۸/۵FU$

$E = ۳FT = (۷/۵) + ۲LAV(۲) = ۹/۵FU$

$F = ۱LAV = ۱FU$

$G = ۲LAV = ۲FU$

$H = ۲LAV(۲) + ۱FT(۲/۵) = ۴/۵FU$

$I = ۲LAV(۲) + ۲FT(۵) = ۷FU$

$J = ۲LAV(۲) + ۳FT(۷/۵) = ۹/۵FU$

$K = ۴LAV(۴) + ۶FT(۱۵) = ۱۹FU$

مثال : مسأله‌ی فوق را وقتی از فلاش ولو به جای فلاش‌تانک استفاده کنیم، حل کنید. با توجه به جدول ۱ــ۷ و توجه به واحد مصرف فلاش ولو خواهیم داشت :

$A = ۱FV = ۴۰FU$

$B = ۲FV = ۷۰FU$

$C = ۳FV = ۹۰FU$

$D = ۳FV = (۹۰) + ۱LAV(۱) = ۹۱FU$

$E = ۳FV = (۹۰) + ۲LAV(۲) = ۹۲FU$

$F = ۱\ LAV = ۱FU$

$G = ۲LAV = ۲FU$

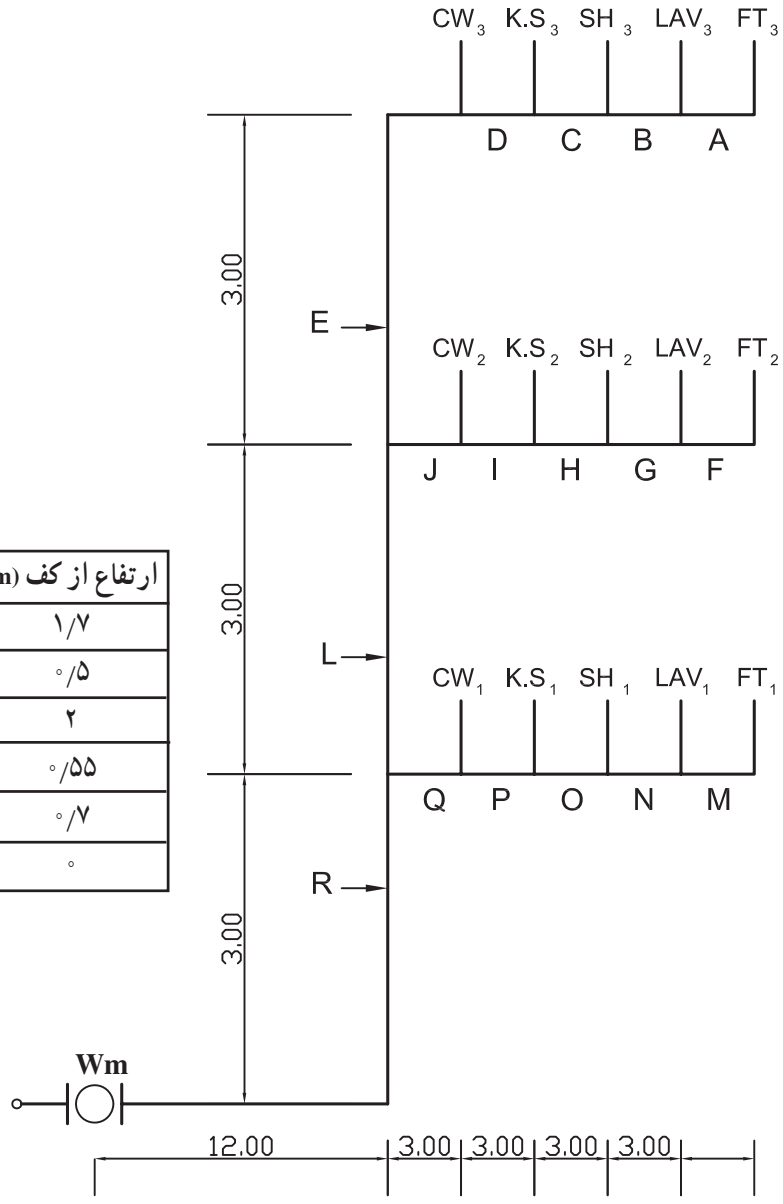
$H = ۲LAV(۲) + ۱FV(۴۰) = ۴۱FU$

$I = ۲LAV(۲) + ۲FV(۷۰) = ۷۲FU$

$J = ۲LAV(۲) + ۳FV(۹۰) = ۹۲FU$

$K = ۴LAV(۴) + ۶FV(۱۲۵) = ۱۲۹FU$

مثال:



ارتفاع از کف (m)	نام وسیله	علامت
۱/۷	فلاش تانک	FT
۰/۵	روشویی	LAV
۲	دوش	SH
۰/۵۵	سینک آشپزخانه	K.S
۰/۷	ماشین لباسشویی	CW
۰	کنتور	WM

شکل ۴ــ ۸

در شکل داده شده (۴ــ ۸) معین کنید.

۱ــ دورترین مصرف کننده

۲ــ بالاترین مصرف کننده

۳ــ فاصله دورترین مصرف کننده از کنتور

۴ــ ارتفاع بالاترین مصرف کننده ازکنتور

۵ــ جمع واحد مصرف ساختمان

حل:

۱ــ دورترین مصرف کننده فلاش تانک طبقه سوم FT_3 است.

۲ــ بلندترین مصرف کننده دوش طبق سوم SH_3 است.

۳ــ فاصله دورترین مصرف از کنتور به طریق زیر تعیین می‌شود. اگر طول قسمت R به L_R و طول قسمت L را به L_L و ... نشان دهیم خواهیم داشت :

فاصله فلاش‌تانک طبقه سوم تا کنتور $= L_R + L_L + L_E + L_D +$

$L_C + L_B + L_A$

$= (۱۲+۳) + ۳ + (۳+۳) + ۳ + ۳ + ۳ + ۳$

$= ۳۶m$

۴ــ ارتفاع بالاترین مصرف کننده یعنی دوش طبقه سوم SH_3 برابر است

۱۱m= ارتفاع دوش۲ +۳ +۳ +۳ = ارتفاع دوش ۳

۵ــ واحد مصرف کلی ساختمان به ترتیب زیر محاسبه می‌شود.

$$R = 3FT(7/5) + 3LAV(3) + 3SH(6)$$
$$+ 3K.S(4/5) + 3CW(12) = 33FU$$

۳ــ۸ــ تعیین قطر لوله‌کشی آب آشامیدنی

تعیین اندازه قطر کنتور آب، قطر لوله اصلی ساختمان و قطر لوله‌های عمودی (رایزرها) و قطر شاخه‌های فرعی با استفاده از جدول ۲ــ ۸ انجام می‌گیرد. که مراحل انجام آن به ترتیب زیر است.

۱ــ واحد مصرف در شاخه‌های فرعی و شاخه اصلی را از روی جدول ۱ــ ۸ به‌دست آورید.

۲ــ فشارخروجی درکنتور یا دیگر منبع تأمین آب را تعیین کنید.

۳ــ اختلاف ارتفاع کنتور تا بالاترین مصرف کننده تعیین کنید.

ــ به ازای هر متر اختلاف ارتفاع کنتور و بالاترین مصرف کننده ۱۰KPa از فشار خروجی کم کنید.

ــ با توجه به فشار به‌دست آمده گروه «محدوده فشار» مورداستفاده در جدول ۲ــ۸ را تعیین کنید.

۴ــ طول لوله‌کشی از کنتور تا دورترین مصرف کننده را به‌دست آورید.

۵ــ در جدول ۲ــ ۸ ستونی را که معادل یا بزرگ‌تر از طول محاسبه شده در بند ۴ باشد انتخاب کنید.

۶ــ در ستون انتخاب شده و در محدوده‌ی فشار تعیین شده در بند ۳ به طرف پایین حرکت کنید تا به واحد مصرف مورد نظر (محاسبه شده در بند۱) برسید.

۷ــ با مشخص شدن واحد مصرف در ستون انتخاب شده به سمت چپ جدول حرکت کنید و قطر موردنظر از ستون دوم را پیدا کنید.

۸ ــ در ستون انتخاب شده اگر به کل واحد مصرف ساختمان برسیم و به سمت چپ حرکت کنیم در ستون دوم اندازه قطر اصلی ساختمان را به‌دست می‌آوریم و از ستون اوّل اندازه قطر کنتور تعیین می‌شود.

جدول ۲ــ ۸ ــ واحد مصرف برای تعیین قطر لوله و کنتور

Inch	mm
1/2	15
3/4	20
1	25
1-1/4	32
1-1/2	40
2	50
2-1/2	65

– 30 to 45 psi (207 to 310 kPa)** محدوده‌ی فشار

قطر کنتور به اینچ	لوله اصلی و شاخه‌ها به اینچ	حداکثر طول مجاز به فوت(متر) 40 (12)	60 (18)	80 (24)	100 (30)	150 (46)	200 (61)	250 (76)	300 (91)	400 (122)	500 (152)	600 (183)	700 (213)	800 (244)	900 (274)	1000 (305)
3/4	1/2***	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3/4	3/4	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1
3/4	1	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6	6
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
3/4	1-1/4	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11	11
1	1-1/4	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11	11
1-1/2	1-1/4	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11
1	1-1/2	85	84	79	65	56	48	43	36	32	28	26	22	21	20	20
1-1/2	1-1/2	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20
2	1-1/2	151	129	129	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20	20
1	2	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46	43
1-1/2	2	220	205	190	176	155	138	127	120	104	85	70	61	57	54	51
2	2	370	327	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54	51
2	2-1/2	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133

– 46 to 60 psi (317 to 414 kPa)** محدوده‌ی فشار

3/4	1/2***	7	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
3/4	3/4	20	20	19	17	14	11	9	8	6	5	4	4	3	3	3
3/4	1	39	39	36	33	28	23	21	19	17	14	12	10	9	8	8
1	1	39	39	39	36	30	25	23	20	18	15	12	10	9	8	8
3/4	1-1/4	39	39	39	39	39	39	34	32	27	25	22	19	19	17	16
1	1-1/4	78	78	76	67	52	44	39	36	30	27	24	20	19	17	16
1-1/2	1-1/4	78	78	78	78	66	52	44	39	33	29	24	20	19	17	16
1	1-1/2	85	85	85	85	85	85	80	67	55	49	41	37	34	32	30
1-1/2	1-1/2	151	151	151	151	128	105	90	78	62	52	42	38	35	32	30
2	1-1/2	151	151	151	151	150	117	98	84	67	55	42	38	35	32	30
1	2	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	83	80
1-1/2	2	370	370	340	318	272	240	220	198	170	150	135	123	110	102	94
2	2	370	370	370	370	368	318	280	250	205	165	142	123	110	102	94
2	2-1/2	654	640	610	580	535	500	470	440	400	365	335	315	285	267	250

– Over 60 psi (414 kPa)** محدوده‌ی فشار

3/4	1/2***	7	7	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0
3/4	3/4	20	20	20	20	17	13	11	10	8	7	6	6	5	4	4
3/4	1	39	39	39	39	35	30	27	24	21	17	14	13	12	12	11
1	1	39	39	39	39	38	32	29	26	22	18	14	13	12	12	11
3/4	1-1/4	39	39	39	39	39	39	39	39	34	28	26	25	23	22	21
1	1-1/4	78	78	78	78	74	62	53	47	39	31	26	25	23	22	21
1-1/2	1- 1/4	78	78	78	78	78	74	65	54	43	34	26	25	23	22	21
1	1-1/2	85	85	85	85	85	85	85	85	81	64	51	48	46	43	40
1-1/2	1-1/2	151	151	151	151	151	151	130	113	88	73	51	51	46	43	40
2	1-1/2	151	151	151	151	151	151	142	122	98	82	64	51	46	43	40
1	2	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
1-1/2	2	370	370	370	370	360	335	305	282	244	212	187	172	153	141	129
2	2	370	370	370	370	370	370	370	340	288	245	204	172	153	141	129
2	2-1/2	654	654	654	654	654	650	610	570	510	460	430	404	380	356	329

* قطر لوله اصلی ساختمان نباید کمتراز ۲۰mm ($\frac{۳}{۴}$in) باشد.

مثال: داده‌های زیر در مورد لوله‌کشی آب مصرفی یک ساختمان مسکونی دردست است.

۱ــ کم‌ترین فشار آب در خروجی کنتور ۴۰۰KPa است.

۲ــ اختلاف ارتفاع کنتور تا بالاترین مصرف کننده ۱۵m است.

۳ــ کل واحد مصرف حساب شده برای ساختمان ۵۵FU است.

۴ــ فاصله کنتور از دورترین مصرف کننده ۱۲۰ متر می‌باشد.

اندازه قطر کنتور آب و لوله اصلی ساختمان را با استفاده از جدول ۲ــ ۸ تعیین کنید.

حل:

۱ــ تعیین افت فشار در مسیر بالاترین مصرف کننده.

$$۱۵\,m \times ۱۰ \frac{KPa}{m} = ۱۵۰KPa$$

۲ــ تعیین محدوده فشار در جدول ۲ــ ۸

$$۴۰۰ - ۱۵۰ = ۲۵۰KPa$$

عدد ۲۵۰KPa در محدود فشار (۲۰۷ – ۳۱۰KPa) در جدول ۲ــ ۸ قرار دارد بنابراین تعیین قطر در این محدوده انجام می‌گیرد.

۳ــ باتوجه به ۱۲۰m فاصله کنتور تا دورترین مصرف کننده در ردیف ماکزیمم طول مجاز ستون ۱۲۲m را انتخاب می‌کنیم.

۴ــ در ستون ۱۲۲m به طرف پایین حرکت می‌کنیم تا به اوّلین عدد مساوی یا بزرگ‌تر از ۵۵FU یعنی ۶۶FU برسیم.

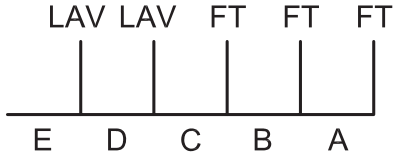
۵ــ از محل نقطه ۶۶FU و خط ۱۲۲m به سمت چپ جدول حرکت می‌کنیم از ستون اوّل عدد ″۱ برای کنتور و عدد ″۲ برای قطر لوله اصلی ساختمان تعیین می‌شود.

مثال: شکل ۵ــ ۸ قسمتی از شبکه لوله‌کشی آب آشامیدنی یک ساختمان است. با توجه به داده‌های زیر قطر قسمت‌های مختلف آن را به‌دست آورید.

۱ــ حداقل فشار آب در خروجی کنتور ۴۰۰KPa

۲ــ ارتفاع بالاترین مصرف کننده از کنتور ۱۲m

۳ــ فاصله دورترین مصرف کننده از کنتور ۸۰m



شکل ۵ــ ۸

حل

۱ــ تعیین محدوده فشار ۲۸۰KPa = (۱۲×۱۰) – ۴۰۰

با توجه به جدول ۲ــ ۸ محدوده فشار (۲۰۷ – ۳۱۰KPa) می باشد.

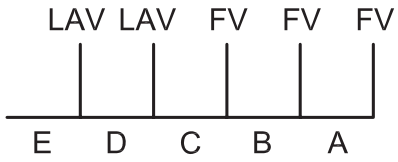
۲ــ با توجه به طول دورترین مصرف کننده از کنتور (۸۰m) ماکزیمم طول مجاز ۹۱ متر را انتخاب می‌کنیم.

۳ــ حال با توجه به شکل۵ــ ۸ برای محاسبه واحد مصرف از جدول ۱ــ ۸ جدول زیر را تشکیل می‌دهیم.

۴ــ با توجه به ردیف‌های ۱و۲و۳ با استفاده از جدول ۲ــ ۸ قطر لوله هر شاخه را تعیین نموده در ستون سوم جدول مذکور درج می‌کنیم.

قسمت	واحد مصرف (FU)	قطر به اینچ
A	۱FT = ۲/۵	$\frac{۳}{۴}$
B	۲FT = ۵	$\frac{۳}{۴}$
C	۳FT = ۷/۵	۱
D	۱LAV(۱) + ۳FT(۷/۵) = ۸/۵	۱
E	۲LAV(۲) + ۳FT(۷/۵) = ۹/۵	۱

مثال: مثال قبل را برای حالتی که از فلاش ولو استفاده شود حل کنید (شکل ۶ــ ۸)

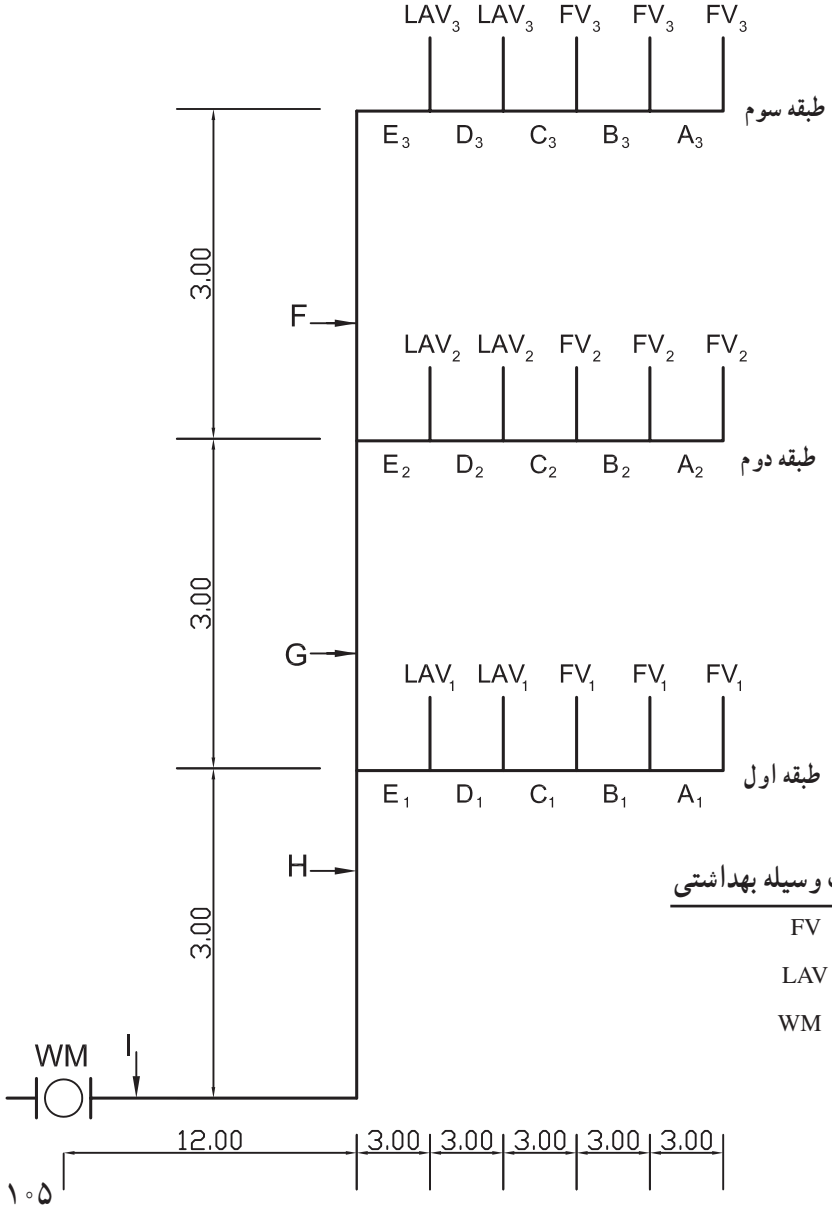


شکل ۶ــ ۸

با توجه به شرایط قبل مطابق جدول رو به رو قطر لوله را تعیین می‌کنیم.

قسمت	واحد مصرف (FU)	قطر به اینچ
A	۱FV = ۴۰	$۱\frac{۱}{۲}$
B	۲FV = ۷۰	۲″
C	۳FV = ۹۰	۲″
D	۱LAV(۱) + ۳FV(۹۰) = ۹۱	۲″
E	۲LAV(۲) + ۳FV(۹۰) = ۹۲	۲″

مثال: در شکل ۷ــ ۸ اگر فشار آب در خروجی کنتور ۴۵۰KPa باشد، قطر لوله‌های اصلی و فرعی و قطر کنتور را به‌دست آورید.



ارتفاع از کف (m)	نام	علامت وسیله بهداشتی
۱/۲	فلاش ولو	FV
۰/۵	روشویی	LAV
۰	کنتور	WM

شکل۷ــ ۸

حل: فاصله دورترین مصرف کننده یعنی $FV_{۳}$ از کنتور برابر با حاصل جمع فاصله‌های زیر

$$I+H+G+F+E_{۳}+D_{۳}+C_{۳}+B_{۳}+A_{۳}+۱/۲$$

$$(۱۲+۳)+۳+۳+۳+۳+۳+۳+۳+۱/۲=۳۷/۲m$$

۲ــ اختلاف ارتفاع کنتور تا بالاترین مصرف کننده مساوی است با

$$\text{ارتفاع شیر}+H+G+F=۳+۳+۳+۱/۲=۱۰/۲m$$

۳ــ محدوده فشار مورد استفاده با توجه به

$$۴۵۰-۱۰/۲\times۱۰=۴۵۰-۱۰۲=۳۴۸KPa$$

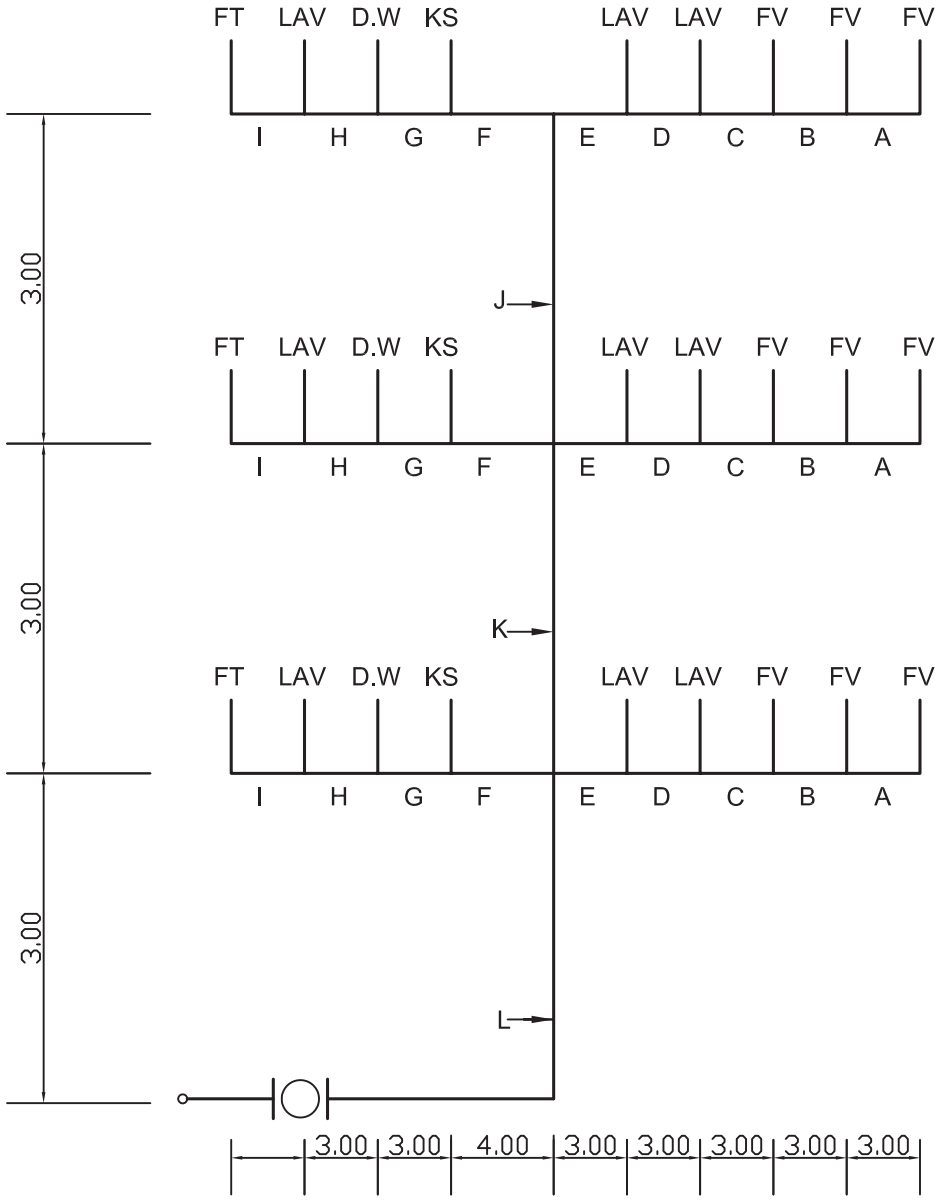
«$۳۱۷-۴۱۴KPa$» خواهد بود.

۴ــ برای قطر با استفاده ازجدول **۱ــ۸** واحد مصرف را تعیین می‌کنیم و با استفاده از جدول **۲ــ ۸** و با توجه به محدوده فشار ــ حداکثر طول مجاز (فاصله دورترین مصرف کننده از کنتور) و واحد مصرف، قطرهریک از شاخه فرعی و اصلی به وسیله‌ی جدول زیر تعیین می‌کنیم.

قسمت	واحد مصرف (FU)	قطر in
$A_{۳}$ $A_{۲}$ $A_{۱}$	$۱FV=۴۰$	$۱\frac{۱}{۴}$
$B_{۳}$ $B_{۲}$ $B_{۱}$	$۲FV=۷۰$	$۱\frac{۱}{۲}$
$C_{۳}$ $C_{۲}$ $C_{۱}$	$۳FV=۹۰$	$۱\frac{۱}{۲}$
$D_{۳}$ $D_{۲}$ $D_{۱}$	$۱LAV(۱)+۳FV(۹۰)=۹۱$	$۱\frac{۱}{۲}$
$E_{۳}$ $E_{۲}$ $E_{۱}$	$۲LAV(۲)+۳FV(۹۰)=۹۲$	$۱\frac{۱}{۲}$
F	$۲LAV(۲)+۳FV(۹۰)=۹۲$	$۱\frac{۱}{۲}$
G	$۴LAV(۴)+۶FV(۱۲۵)=۱۲۹$	$۱\frac{۱}{۲}$
H =	$۶LAV(۶)+۹FV(۱۵۵)=۱۶۱$	۲

قطر کنتور $۱\frac{۱}{۲}''$

مثال: در شکل ۸ــ۸ در صورتی که فشار آب در خروجی کنتور ۴۵۰KPa باشد قطر لوله‌های اصلی و فرعی و اندازه قطر کنتور را تعیین کنید.



شکل۸ــ۸

ارتفاع از کف (m)	نام وسیله بهداشتی	علامت
۱/۷	فلاش تانک خصوصی	FT
۰/۵	دستشویی	LAV
۰/۷۰	ماشین ظرفشویی	D.W
۰/۵۵	سینک آشپزخانه	K.S
۱/۲	فلاش ولو	FV

حل: بالاترین مصرف کننده فلاش تانک طبقه سوم است.

ارتفاع بالاترین مصرف از کنتور برابر است با

$$۳+۳+۳+۱/۷=۱۰/۷m$$

۲ــ محدود فشار با توجه به

$$۴۵۰-۱۰/۷\times۱۰=۴۵۰-۱۰۷=۳۴۳KPa$$

(۳۱۷ – ۴۱۴KPa) خواهد بود.

۳ــ فاصله دورترین مصرف کننده شیر شست‌وشو (FV) طبقه سوم از کنتور برابر است با :

۳+۳+۴+۳+۳+۳+۴+۳+۳+۳+۳

+۱/۲ = ۳۶/۲m

طول مجاز مورد استفاده ۴۶m خواهد بود.

قطر به اینچ	واحد مصرف (FU)	قسمت
$۱\frac{۱}{۴}$	۱FV = ۴۰	A
$۱\frac{۱}{۲}$	۲FV = ۷۰	B
$۱\frac{۱}{۲}$	۳FV = ۹۰	C
$۱\frac{۱}{۲}$	۱LAV(۱) + ۳FV(۹۰) = ۹۱	D
$۱\frac{۱}{۲}$	۲LAV(۲) + ۳FV(۹۰) = ۹۲	E
$\frac{۳}{۴}$	۱FT(۳) + ۱LAV(۱) + ۱DW(۱/۵) + ۱KS(۱/۵) = ۷	F
$\frac{۳}{۴}$	۱FT(۳) + ۱LAV(۱) + ۱DW(۱/۵) = ۵/۵	G
$\frac{۱}{۲}$	۱FT(۳) + ۱LAV(۱) = ۴	H
$\frac{۱}{۲}$	۱FT(۳) = ۳	I
$۱\frac{۱}{۲}$	شاخه F(۷) + E(۹۲) = ۹۹	J
$۱\frac{۱}{۲}$	۲F(۱۴) + ۴LAV(۴) + ۶FV(۱۲۵) = ۱۴۳	K
۲	۳F(۲۱) + ۶LAV(۶) + ۹FV(۱۵۵) = ۱۸۲	L

قطر کنتور $۱\frac{۱}{۲}''$

پرسش

۱ــ در یک ساختمان ۵ طبقه تک واحدی، هر واحد مسکونی دارای وسایل بهداشتی زیر است. کل واحد مصرف ساختمان را تعیین کنید.

الف) دست‌شویی (روشویی) ۱ عدد

ب) توالت شرقی با مخزن شست‌وشوی کوچک ۱ عدد

ج) دوش ۱ عدد

د) سینک ظرفشویی ۱ عدد

هـ) ماشین لباس‌شویی ۱ عدد

و) شیر مخلوط ۱ عدد

۲ــ در یک ساختمان چهارطبقه دو واحدی که از شیرهای مخلوط برای آب سرد و آب گرم مصرفی استفاده می‌شود در هر واحد وسایل بهداشتی زیر وجود دارد.

سرویس مهمان‌دارای دست‌شویی و توالت شرقی با مخزن شست‌وشوی بزرگ و بیده، سرویس خصوصی دارای دست‌شویی، دوش توالت فرنگی و شیر مخلوط و آشپزخانه با سینک ظرفشویی و ماشین لباس‌شویی می‌باشد مطلوب است :

الف) جمع واحدهای مصرف هر واحد

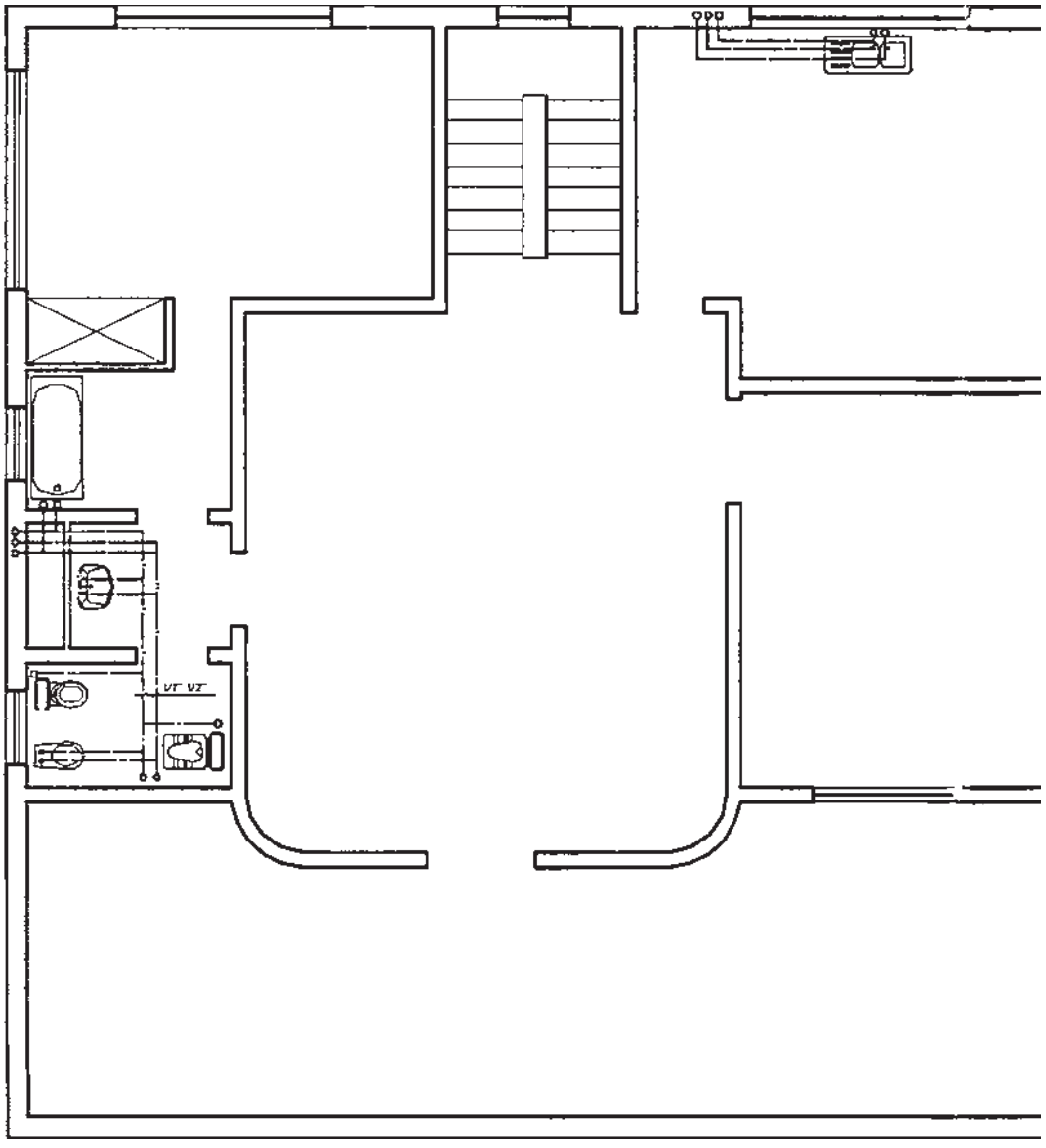
ب) جمع واحدهای مصرف هر طبقه

ج) کل واحدهای مصرف ساختمان

د) با فرض آن که ارتفاع دوش به عنوان دورترین و بلندترین شیر از کنتور $h = ۱۳/۵m$ و طول مسیر آن $L = ۳۲m$ و فشار آب شهر ۴۰۰KPa باشد، قطر لوله اصلی ساختمان و قطر لوله ورود به هر واحد را تعیین نمائید.

۳ــ در یک ساختمان سه طبقه با فرض وجود ۳ عدد توالت با فلاش‌تانک بزرگ، ۳ عدد دست‌شویی، ۱ عدد ظرف‌شویی، ۲ عدد دوش قطر لوله آب ورودی به ساختمان را تعیین کنید در صورتی که فشار آب شهر ۳۰۰KPa و طول دورترین مصرف کننده از کنتور ۳۰m و ارتفاع بلندترین مصرف کننده ۱۱m می‌باشد.

۴ــ پلان تیپ (مشابه) طبقات یک ساختمان مسکونی ۴ طبقه مطابق شکل ۹ــ ۸ با مقیاس ۱:۱۰۰ است. وسایل بهداشتی نیز در تمام طبقات مشابه است. با فرض این که ساختمان دارای یک پارکینگ سرتاسری به ارتفاع ۲/۵ متر باشد و ارتفاع طبقات ۳ متر و فشار آب شهر ۳۵۰ کیلوپاسکال باشد قطر لوله‌های اصلی و فرعی ساختمان را مشخص کنید. طول دورترین مصرف کننده تا کنتور ۳۵ متر فرض شود.



شکل ۹ــ ۸ ــ پلان تیپ طبقات با مقیاس ۱:۱۰۰

۵ــ در شکل ۱۰ــ ۸ نقشه ارتباطی لوله‌کشی آب مصرفی یک ساختمان چهارطبقه داده شده است. با فرض این که فشار آب شهر ۳۰۰KPa باشد

مطلوب است : الف) تعیین قطر لوله اصلی و فرعی

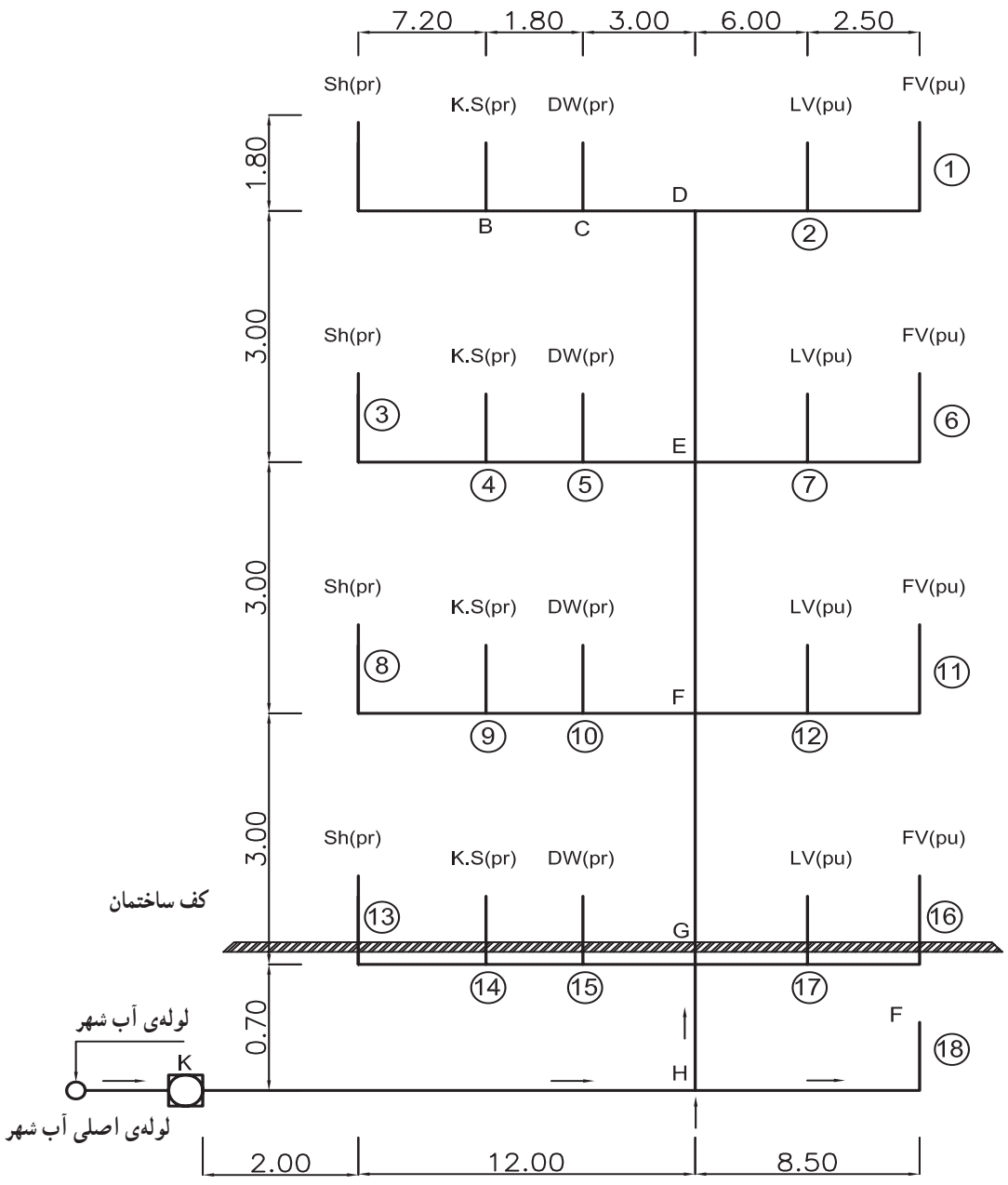
ب) تعیین قطر لوله اصلی ساختمان

ج) تعیین قطر کنتور

در این نقشه وسایل بهداشتی با حروف اختصاری به شرح زیر مشخص شده است.

سینک آشپزخانه KS　　روشویی LV　　دوش SH

برای واحدهای خصوصیPr　　برای واحدهای عمومیPU　　ماشین ظرفشویی DW



شکل ۱۰ــ ۸ ــ نقشه‌ی خطوط ارتباطی لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی

با مهندسی جهان اسلام و ایران آشنا شویم

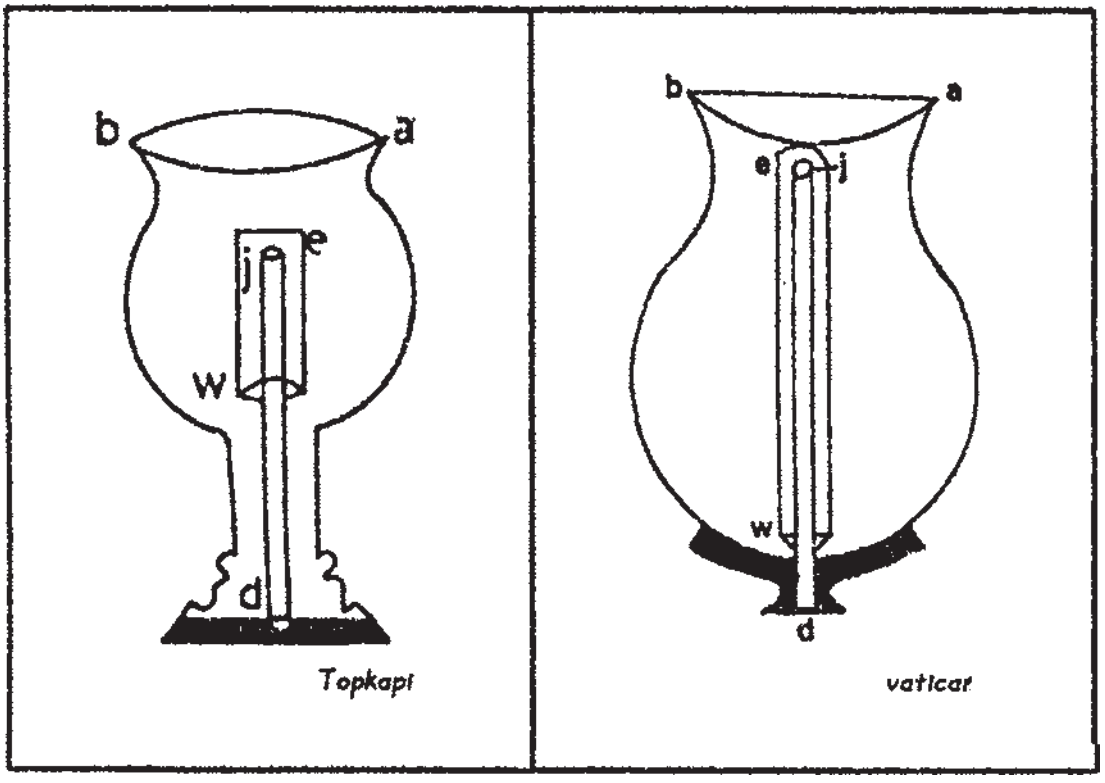
درکتاب «الحیل» تألیف احمدبن موسی خراسانی ۱۰۰ دستگاهی ابداعی و اختراعی توضیح داده شده است که یکی از آن‌ها تحت عنوان «کاس العدل» است که دارای مکانیزمی است که امروزه در مخزن های شست‌وشو (فلاش تانک) به کار رفته است. در زیر دستگاه کاس العدل ساخته احمدبن موسی یکی از سه برادر بنوموسی شرح داده می‌شود.

کاس‌العدل

دستگاه ابداعی، جامی است که اگر به مقدار معینی در آن آب ریخته شود باقی می‌ماند ولی اگر مقدار کمی بدان افزوده شود تمام جام تخلیه می‌شود. این ظرف «کاس العدل» یا جام متعادل کننده‌ی فشار مایع مشهور بوده است.

شرح دستگاه: مطابق شکل ۱۱ــ ۸ جام مذکور با a و b مشخص شده است. در درون این جام، لوله‌ی jd را کار می‌گذاریم. انتهای d لوله را به ته سوراخ‌دار جام لحیم می‌کنیم به گونه‌ای که انتهای j آن در قسمت بالای جام قرار بگیرد. سپس روی لوله‌ی jd، کلاهک ew را به عنوان سرپوش قرار می‌دهیم که انتهای e آن بسته و سر w آن باز و نزدیک گلوی جام قرار گیرد.

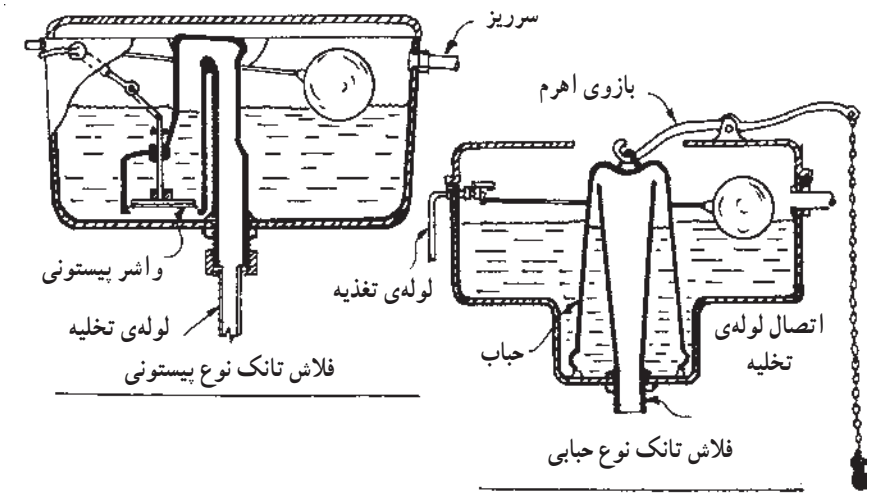
اگر آب به درون جام ریخته شود، در نتیجه سطح مایع بالا می‌آید و تا زمانی که آب به سطح بالای لوله‌ی jd برسد، آبی از آن خارج نمی شود. حال اگر مقداری آب به آب درون جام بیفزاییم، بی‌درنگ مایع درون آن از لبه‌ی j به داخل لوله‌ی jd سرازیر و در نتیجه یک جریان دایمی به‌وجود می‌آید تا جایی که کاملاً محتوای جام تا سطح w تخلیه می‌گردد. تخلیه‌ی آب به داخل به دلیل کاهش فشار هوای زیر کلاهک و تولید مکش می‌باشد.



شکل ۱۱ــ ۸ ــ دستگاه ابداعی ۱ (کاس العدل)

در شکل ۱۲ــ ۸ نمای ظاهری و برش فلاش‌تانک نشان داده شده است. مشابهت مکانیزم کار آن را با ظرف کاس‌العدل بنوموسی بررسی نمایید.

فلاش تانک. با یک بارکشیدن زنجیر تمام آب فلاش‌تانک تخلیه می‌شود.



شکل ۱۲ــ ۸ ــ نمای ظاهری و برش خورده‌ی فلاش تانک

تمرین

از وسایل و ابزارهای ساده‌ای که در اختیار دارید یک کاس‌العدل بسازید و مطالب گفته شده را آزمایش کنید.

فصل نهم

تهیه‌ی آب گرم مصرفی

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ ساختمان آب گرم‌کن نفتی را توضیح دهد.
۲ــ ساختمان آب‌گرم‌کن برقی را توضیح دهد.
۳ــ ساختمان انواع آب‌گرم‌کن گازی را شرح دهد.
۴ــ طرز کار آب گرم‌کن دیواری را توضیح دهد.
۵ــ ساختمان آب گرم‌کن خورشیدی را توضیح دهد.
۶ــ طرز کار انواع آب گرم‌کن خورشیدی را شرح دهد.
۷ــ مقررات مربوط به ساخت و جنس آب گرم‌کن‌ها را توضیح دهد.

۹ــ تهیه‌ی آب‌گرم مصرفی

هنگام استفاده از وسایل بهداشتی نظیر دست‌شویی، ظرف‌شویی، دوش و غیره به آب‌گرم نیاز است که به دو روش و به کمک آب گرم‌کن‌های مستقیم و غیرمستقیم تهیه می‌شود.

۱ــ در روش مستقیم، آب در اثر تماس مستقیم با سطح حرارتی گرم شده توسط منبع انرژی (شعله‌ی حاصل از احتراق، گرم‌کن برقی، انرژی خورشیدی) گرم می‌شود.

۲ــ در روش غیرمستقیم، آب به کمک سطح حرارتی گرم شده توسط سیّال واسطه (آب یا بخار) گرم می‌شود.[۱]

آب‌گرم‌کن‌های مستقیم دارای انواع زیر می‌باشد :
ــ آب‌گرم‌کن‌های نفت‌سوز
ــ آب‌گرم‌کن‌های گازسوز
ــ آب‌گرم‌کن‌های برقی
ــ آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی

۱ــ۹ــ آب گرم‌کن‌های نفت‌سوز

این آب گرم‌کن (شکل ۱ــ۹) از قسمت‌های مختلف زیر ساخته شده است که به‌ترتیب عبارت‌اند از :

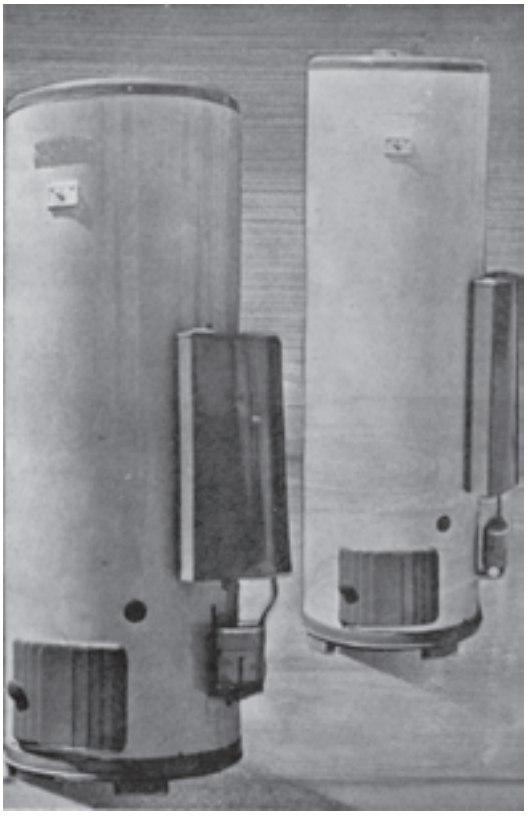
الف ــ رویه‌ی تزیینی: یا بدنه‌ی خارجی آب‌گرم‌کن که از ورق آهن سیاه، به شکل استوانه ساخته شده است و روی آن سوراخ‌هایی برای نصب اتّصالات و لوله‌ها و کنترل‌ها و دریچه‌ی بازدید برای دسترسی به اطاقک احتراق پیش‌بینی شده است.

یک فاصله‌ی هوایی، بین رویه و مخزن آب‌گرم وجود دارد تا گرمای مخزن کمتر به آن برسد. معمولاً برای جلوگیری از اتلاف حرارتی، بین مخزن و رویه، عایقی حرارتی، نظیر پشم شیشه قرار می‌دهند.

ب ــ کف آب‌گرم‌کن: شامل صفحه و پایه‌ی مدوّر نگهدارنده است که از ورق آهن فرم داده شده ساخته می‌شود.

۱ــ آب‌گرم‌کن‌های غیرمستقیم را در کتاب تأسیسات حرارتی مطالعه خواهید کرد.

روی کف رویه‌ی تزیینی، مخزن آب گرم، اطاقک احتراق (کوره) نصب می‌شود.



شکل ۱ــ۹ــ آب‌گرم‌کن نفتی

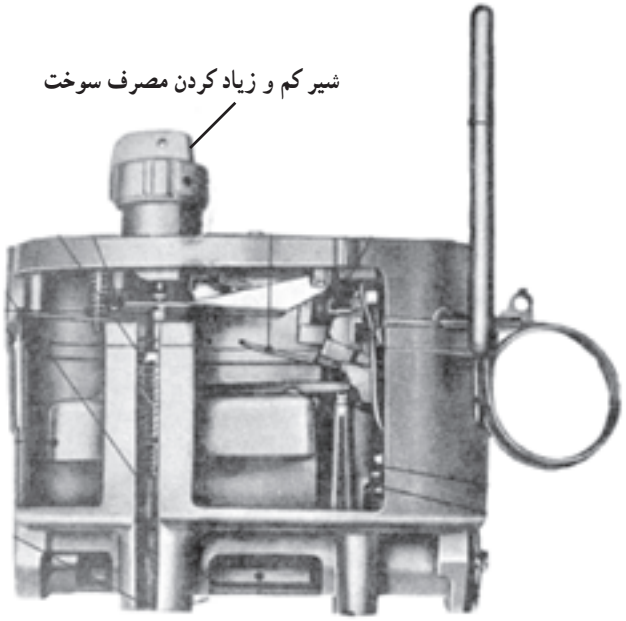
ج ــ مخزن: مخزن اصلی از ورق گالوانیزه به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر است که به‌صورت استوانه‌ای شکل با عدسی‌های بالایی و پایینی ساخته می‌شود. در وسط مخزن جای دودکش تعبیه شده است. روی بدنه‌ی مخزن، بوشن‌هایی در قسمت پایین برای ورود و خروج و تخلیه‌ی آب و در وسط، جای بالْب (حس‌گر) ترموستات[1] و در بالا برای خروج آب گرم و شیر اطمینان نصب شده‌اند.

مخزن به‌وسیله‌ی پایه‌های استوانه‌ای شکل روی کف آب‌گرم‌کن قرار می‌گیرد.

د ــ کاربراتور: وسیله‌ای که مقدار سوخت موردنیاز را توسط یک شیر سوزنی کم و زیاد می‌کند (شکل ۲ــ۹).

هـ ــ ترموستات: وسیله‌ی کنترل زمانی برای تنظیم درجه‌ی حرارت آب مخزن و فرمان به کاربراتور به‌منظور تنظیم سوخت می‌باشد.

و ــ اتاقک احتراق (کوره): محفظه‌ی احتراق که در زیر مخزن اصلی قرار دارد، از طرف بالا به دودکش مربوط می‌باشد. این اتاقک، به‌وسیله‌ی پیچ نگهدارنده به کف آب‌گرم‌کن، محکم می‌شود. نفت به‌وسیله‌ی لوله‌ی مسی وارد محفظه‌ی احتراق شده با هوایی که از منافذ روی بدنه وارد می‌شود، به کمک شعله مشتعل گشته و می‌سوزد. جنس کوره از فولاد است که در داخل آن قطعه‌ای چدنی به‌منظور تبخیر نفت در محلّ ورودی سوخت به کوره قرار داده شده است (شکل ۲ــ۹).



شکل ۲ــ۹ــ کاربراتور آب‌گرم‌کن نفتی

۲ــ۹ــ آب گرم‌کن‌های برقی

این آب‌گرم‌کن‌ها تشکیل شده‌اند از یک مخزن ذخیره‌ی آب که در در داخل آن یک مقاومت الکتریکی (هیتر) به‌صورت مارپیچ با پوشش عایق قرار دارد و روی هیتر با لوله‌ی مسی پوشیده و آب‌بندی شده است. سر سیم‌های آب‌گرم‌کن به یک جعبه‌ی اتّصال‌دهنده که دارای ترمینال می‌باشد متّصل است. این آب‌گرم‌کن‌ها مجهّز به ترمومتر، آکواِستات برای صدور فرمان به هیتر در قطع و وصل کردن جریان برق و کنترل درجه‌ی حرارت آب‌گرم‌کن، شیر اطمینان و محل‌های ورود و خروج آب می‌باشد.

۱ــ Thermostat bulb

این آب‌گرم‌کن‌ها با ظرفیّت‌های متفاوت تولید می‌شوند و یک نوع کوچک آن، دیواری ساخته می‌شود که بالای دست‌شویی نصب می‌گردد.

طرز لوله‌کشی این آب‌گرم‌کن با آب‌گرم‌کن‌های نفتی و گازی مخزنی مشابه است. مزایای این آب‌گرم‌کن در نوع انرژی مصرفی آن می‌باشد و به‌علت نداشتن دودکش، در همه جای ساختمان قابل نصب است، ولی از نظر اقتصادی در مقایسه با آب‌گرم‌کن‌های نفتی و گازی در کشور ما مقرون به صرفه نمی‌باشد.

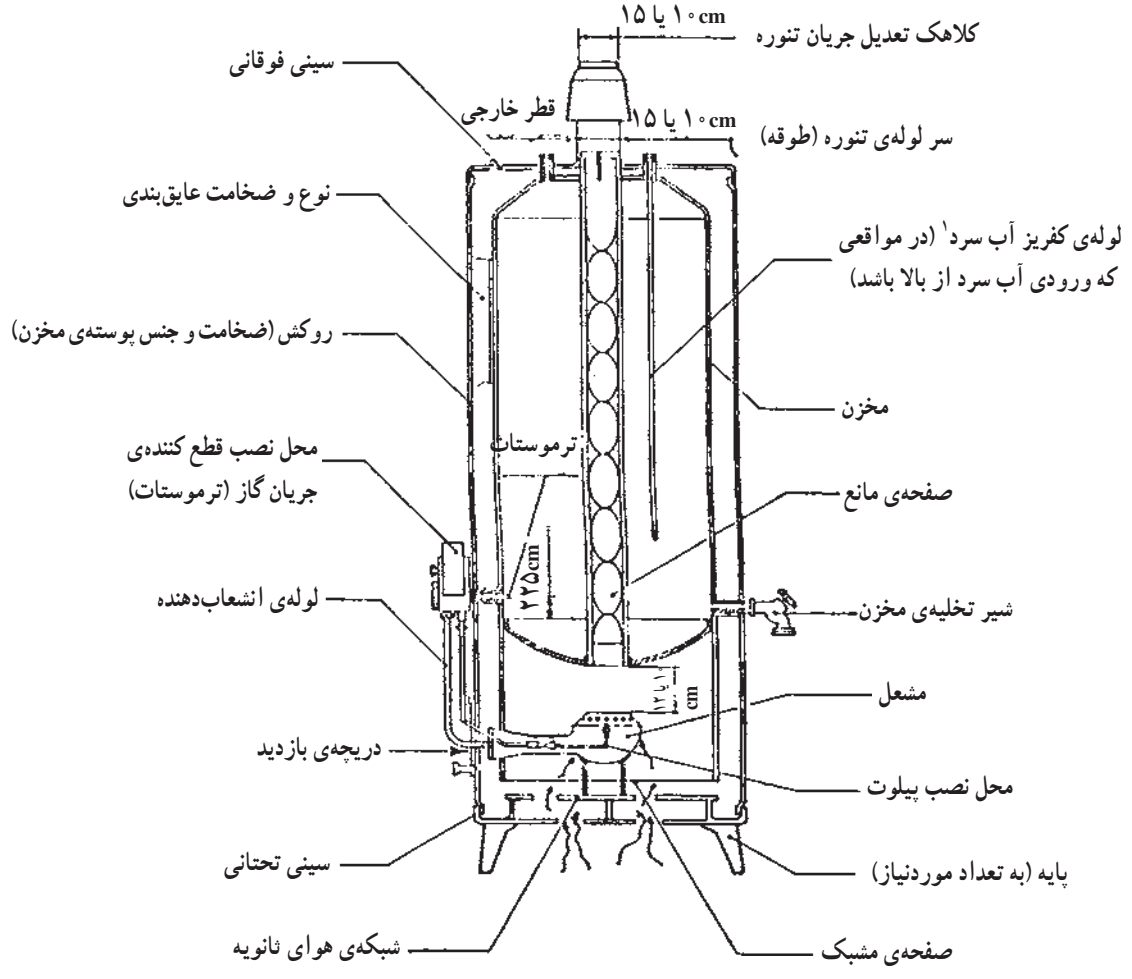
۳ــ۹ــ آب گرم‌کن‌های گازسوز

این نوع آب‌گرم‌کن‌ها که با گسترش شبکه‌های گازرسانی امروزه مقبولیت بیشتری یافته‌اند، با گاز طبیعی و گاز مایع کار می‌کنند و دمای آب آن‌ها توسط شیر کنترل قابل تنظیم است. اگرچه گاز در آن‌ها خوب می‌سوزد ولی نیاز به دودکش مناسب دارند، به‌علاوه، در هنگام کار احتیاج به تهویه‌ی هوا برای تأمین هوای احتراق نیز دارند.

آب‌گرم‌کن‌های گازی در دو نوع مخزنی و دیواری (لحظه‌ای) در ظرفیت‌های مختلف ساخته می‌شوند.

۱ــ۳ــ۹ــ آب‌گرم‌کن‌های مخزن‌دار: ساختمان این آب‌گرم‌کن‌ها به‌صورت استوانه‌ای ایستاده و مشابه آب‌گرم‌کن‌های نفتی امّا با تمهیدات ایمنی بیشتر و دقیق‌تر ساخته می‌شوند.

ساختمان آب‌گرم‌کن مخزن‌دار: در شکل ۳ــ۹ اجزای مختلف یک آب‌گرم‌کن مخزن‌دار مشاهده می‌گردد.



شکل ۳ــ۹ــ مقطع یک آب‌گرم‌کن مخزنی

۱ــ در مواقعی که بوش ورودی آب سرد در پایین مخزن باشد، حداقل ۱۰cm پایین‌تر از محلّ نصب ترموستات و در مقابلش نصب گردد.

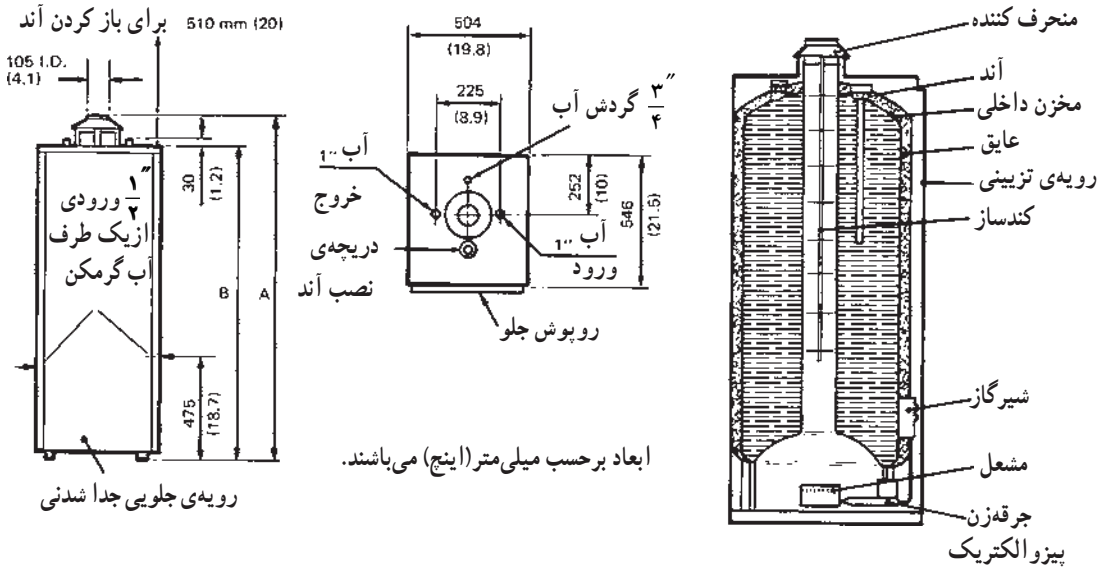
الف ــ مخزن: معمولاً در ظرفیت‌های ۵۰ و ۶۰ گالن[1] ساخته می‌شود. به‌منظور کاهش تلفات گرما سطح خارجی مخزن با پشم سنگ عایق شده و توسط رویه‌ی تزیینی پوشش داده می‌شود. در قسمت‌های پایین و بالای مخزن بوشن‌هایی برای ورود آب سرد تغذیه‌ی مخزن و خروج آب گرم مصرفی ساختمان جوش داده شده است. در بعضی از آب‌گرم‌کن‌ها اتصال لوله‌ی آب سرد در قسمت بالا قرار گرفته است که در این صورت تا پایین مخزن ادامه می‌یابد تا بدین‌ترتیب از تداخل آب سرد ورودی و آب گرم خروجی هنگام بهره برداری از دستگاه جلوگیری نماید. در شکل ۴ــ۹ مشخصات یک نوع آب‌گرم‌کن را مشاهده می‌نمایید.

مشخصات

مدل	خروجی		ظرفیت مخزن		زمان بازیابی	گرمای ورودی		میزان گاز طبیعی مصرفی		ابعاد				وزن در حالت خالی	
										A		B			
	l/h	UK gal/h	l	UK gal	min	kW	Btu/h x 1000	m^3/h	ft^3/h	mm	in	mm	in	kg	lb
DR-SE 7	127	28.0	130	28.6	60	8.8	30.1	0.8	29.0	1277	50.3	1142	45.0	67	148
DR-SE 9	156	34.3	160	35.2	60	10.8	37.0	1.0	35.7	1479	58.2	1344	52.9	87	192
DR-SE 11	196	43.1	200	44.0	60	12.2	41.5	1.1	40.1	1750	68.9	1615	63.6	101	223

خروجی‌ها و زمان‌های بازیابی بر مبنای افزایش دمای از ۴۴°C (۸۰°F) در آب‌گرم‌کن

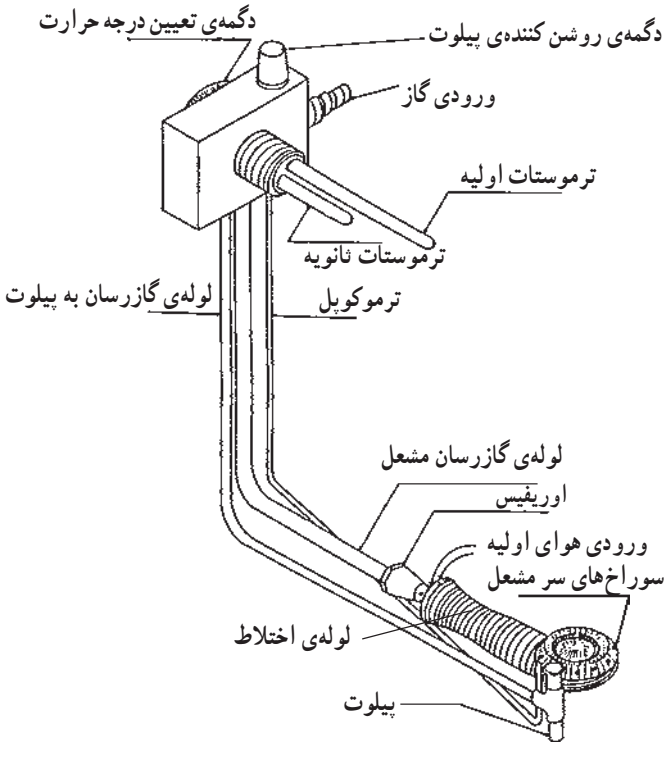
فشار کار حداکثر. ۵/۲ بار (۷۵lbf / in^2)



شکل ۴ــ۹ــ مشخصات یک نوع آب‌گرم‌کن

۱ــ هر گالن (آمریکایی) معادل ۳/۷۸۵ لیتر است.

ب ــ مشعل: به‌منظور احتراق گاز از یک مشعل با شعله‌پخش‌کن به‌ظرفیت حدود ۱۰۰۰۰ کیلو کالری[1] در ساعت استفاده می‌گردد که در قسمت زیر مخزن جاگذاری شده است. این مشعل دارای یک شیر ترموالکتریک[2] مجهز به ترموستات است. سوخت مشعل می‌تواند گاز طبیعی یا گاز مایع باشد ساختمان خارجی مشعل و شیر کنترل آن در شکل ۵ــ۹ نشان داده شده است. در انتهای لوله‌ی گاز رسان مشعل اصلی یک اُریفیس (روزنه) نصب شده است که گاز را به‌سرعت به داخل لوله‌ی اختلاط می‌فرستد. سرعت گاز باعث مکش هوای اولیه به‌داخل لوله‌ی اختلاط و مخلوط شدن گاز با هوا می‌گردد. مخلوط هوا و گاز در سر مشعل در اثر تماس با شعله‌ی پیلوت مشتعل شده با شعله‌ی آبی می‌سوزد . پیلوت یا شمعک در فاصله‌ی ۴ تا ۶ میلی‌متری مشعل اصلی قرار دارد و توسط لوله‌ای با قطر کمتر تغذیه می‌شود.

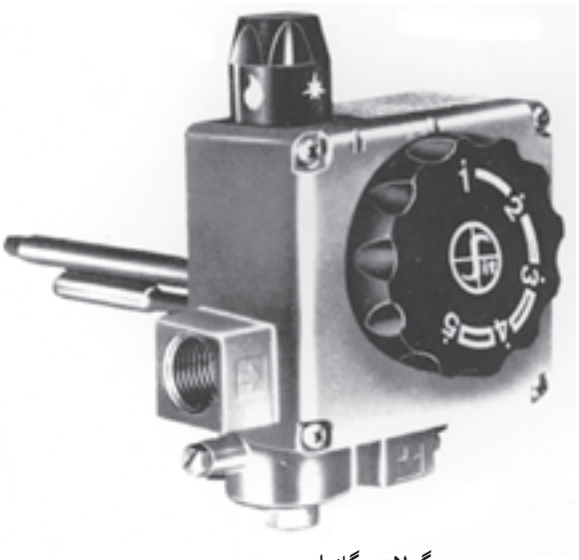


شکل ۵ــ۹ــ شیر ترموستاتیک آب‌گرم‌کن گازسوز مجهّز به ترموکوپل ایمنی با مشعل اصلی و پیلوت

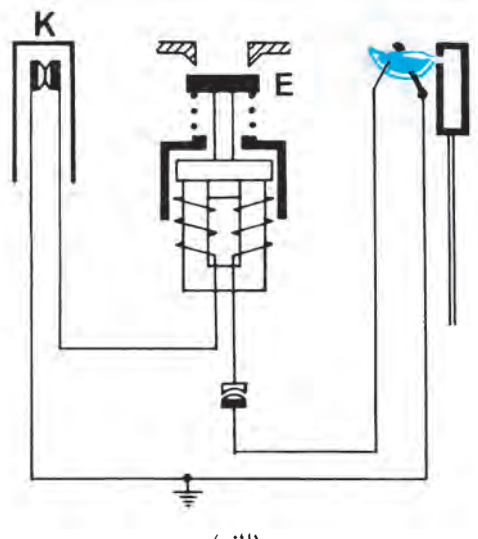
همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود ترموکوپل به شیر مغناطیسی داخل شیر کنترل وصل است. همچنین در روی بدنه‌ی شیر کنترل ترموستات‌های اولیه و ثانویه قابل دیدن هستند. هردوی آن‌ها در داخل مخزن آب‌گرم قرار می‌گیرند. ترموستات اولیه دمای تنظیمی آب را، به‌دلخواه مصرف کننده، بر مبنای دگمه‌ی تنظیم شیر، کنترل می‌کند و ترموستات ثانویه به‌عنوان یک وسیله‌ی ایمنی درصورت افزایش بی‌جهت دما تا حدود ۹۰ تا ۹۵°C به شیر کنترل فرمان قطع گاز را می‌دهد و تا برطرف شدن نقص، دستگاه کار نخواهد کرد. شکل ۶ــ۹ــ الف مدار ترموستات ثانویه است در صورت بالا رفتن دما تا ۹۵°C در اثر انبساط طولی میله‌ی رابط، کلید K مدار ترموکوپل را قطع می‌کند درنتیجه شیر مغناطیسی حالت آهن‌ربایی را از دست داده و روزنه‌ی E مسدود می‌شود. این عمل باعث قطع جریان گاز ورودی شیر اصلی می‌شود، به‌طوری که علاوه‌بر مشعل اصلی، شعله‌ی پیلوت نیز خاموش می‌شود. برای راه‌اندازی مجدد باید سرویس‌کار مجرب ضمن بررسی و برطرف کردن علت بالا رفتن بیش از حد دما و رفع عیب آن دگمه‌ی تنظیم مجدد (ری‌ست)[3] را فشار دهد.

شکل ۶ــ۹ــ ب نمای ظاهری و شکل ۶ــ۹ــ ج ساختمان داخلی یک شیر ترموالکتریک ترموستاتیک (یا شیر ترموستاتیک مجهز به ترموکوپل) را نشان می‌دهد. هم‌چنان‌که در شکل مشاهده می‌شود با چرخاندن دگمه‌ی M و قرار دادن آن در وضعیت پیلوت گاز از قسمت ورودی در سمت چپ، در صورت باز بودن شیر مسدود کننده‌ی مجرای پیلوت، وارد مجرای مرتبط با لوله‌ی پیلوت می‌شود. در این لحظه می‌توان شعله‌ی پیلوت را با کبریت یا فندک روشن کرد. شیر D تحت تأثیر بادامک R باز و بسته می‌شود. اگر دگمه‌ی M در وضعیت روشن قرار داده شود شیر D باز می‌شود و گاز از قسمت بالای بدنه به شیر ترموستات اصلی یعنی I می‌رسد. هرگاه درجه‌ی حرارت آب از درجه‌ی تنظیم دستگاه کمتر باشد این شیر باز است و گاز می‌تواند به قسمت خروجی در سمت راست بدنه رفته و از آنجا وارد لوله‌ی

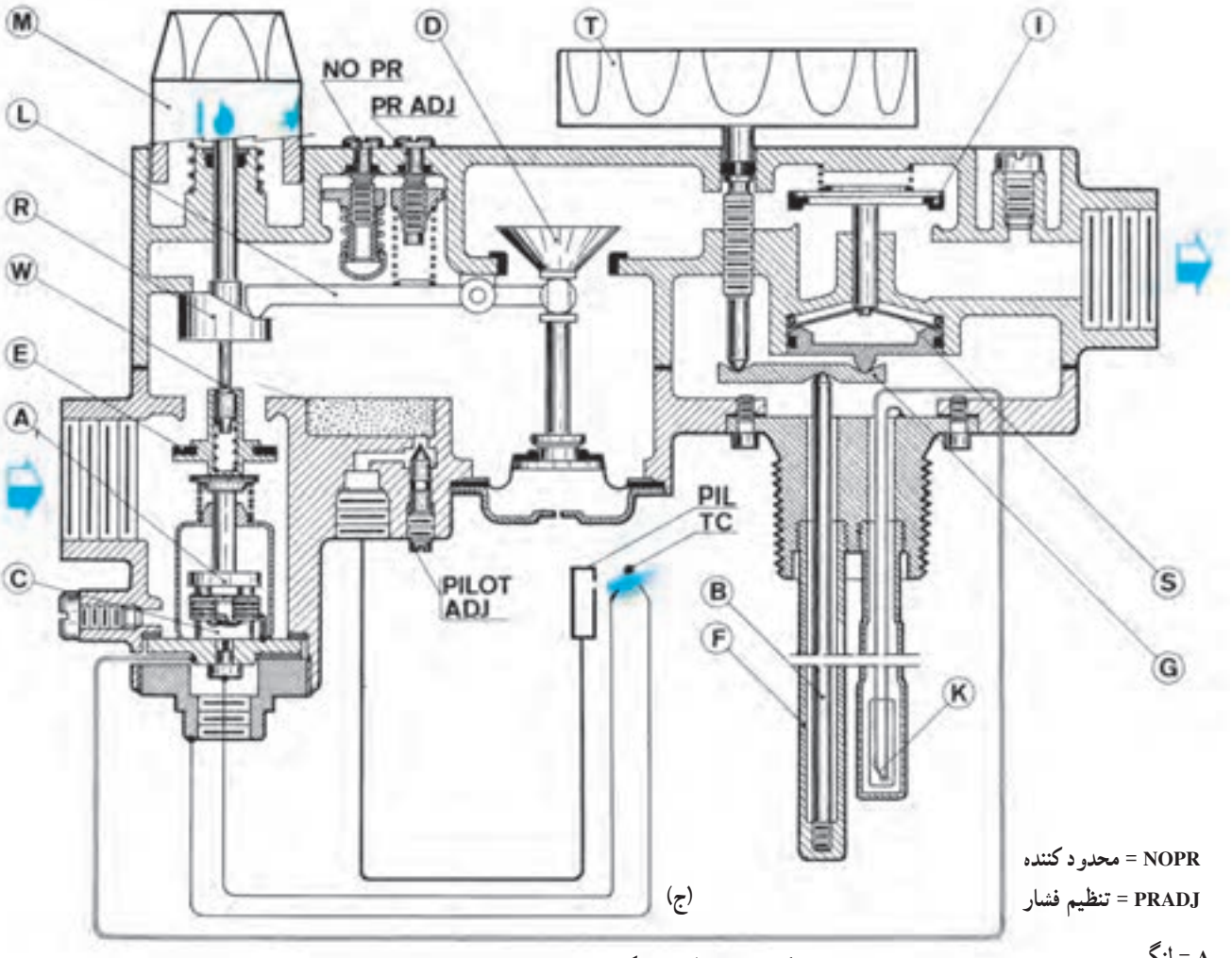
۱ــ معادل ۱۱۶۰۰ وات
۲ــ شیر دارای ترموکوپل
۳ــ RE - SET



ب ــ رگولاتور گاز اِی سی تری، بدون روپوش



(الف)



(ج)

NOPR = محدود کننده

PRADJ = تنظیم فشار

A = لنگر

B = محور

C = مغناطیس

D = مسدود کننده‌ی مجرای اصلی

E = مسدود کننده‌ی مجرای شمعک

F = عضو حساس

K = قطع کننده

L = اهرم

R = بادامک

W = ساقه

S = قطع کننده

I = مسدود کننده

G = اهرم

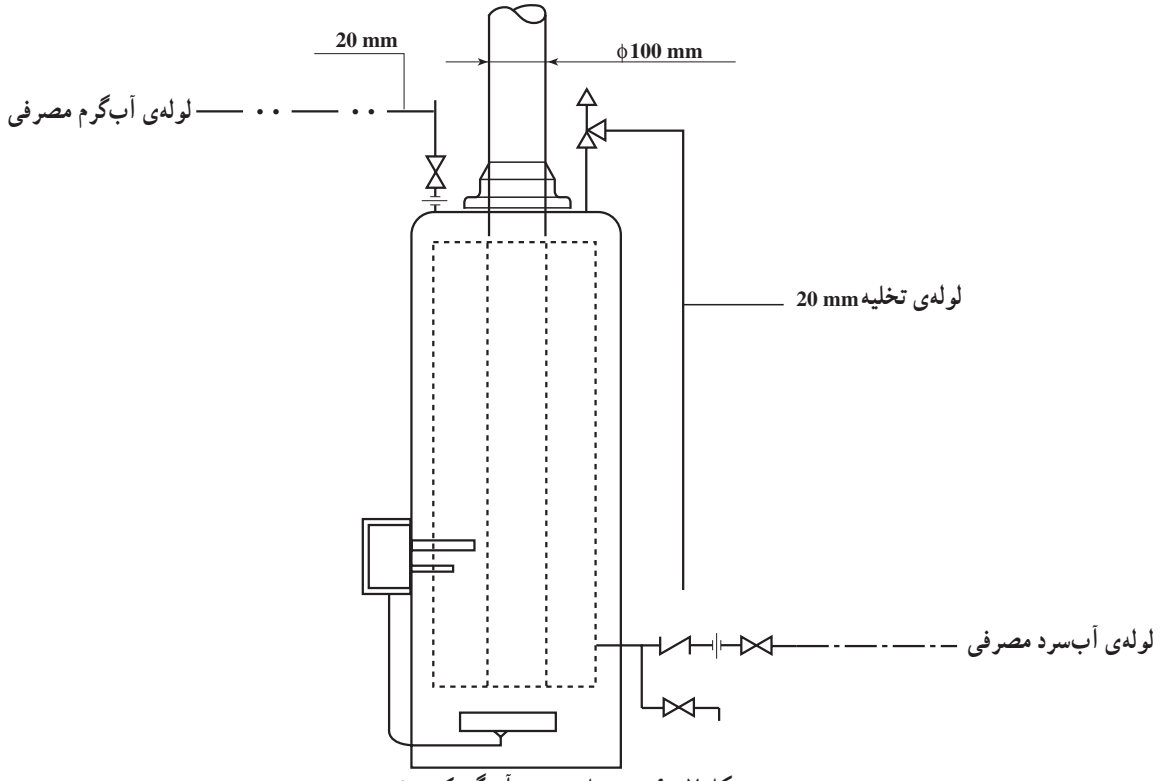
T = دگمه

M = دگمه‌ی فرمان

شکل ۶ــ۹ــ شیر کنترل آب‌گرم‌کن‌های گازی مخزن‌دار

مشعل اصلی شده و آن را با شعله‌ی پیلوت روشن کند. درصورت بالا رفتن دمای آب و رسیدن به دمای تنظیم ترموستات (توسط دگمه‌ی T) شیر I مسدود و شعله‌ی اصلی خاموش می‌شود. لیکن شعله‌ی پیلوت روشن خواهد ماند. وقتی آب در اثر مصرف سرد شود شیر I مجدداً با فرمان ترموستات اصلی باز می‌شود. درصورت فرمان ترموستات ثانویه یا خاموش شدن شعله‌ی پیلوت، به هر علت، شیر مغناطیسی از حالت آهن‌ربایی خارج شده و شیر E مسیر گاز را می‌بندد. برای تنظیم شعله‌ی اصلی از پیچ تنظیم PRADJ مربوط به اهرم L و برای تنظیم شعله‌ی پیلوت از پیچ تنظیم یا شیر سوزنی PILOTADJ استفاده می‌کنیم.

محل نصب: ۱ــ مانند کلیه‌ی وسایل گازسوز این آب‌گرم‌کن‌ها نیز احتیاج به دودکش مناسب دارند تا از داخل ساختمان (با قطر حداقل ۱۰۰ میلی‌متر) گازهای حاصل از احتراق را به پشت بام منتقل نمایند. ۲ــ محل نصب باید فضای کافی و دریچه یا کانال‌هایی برای تأمین هوای احتراق داشته باشد. در غیر این‌صورت خطر مسمومیت در اثر احتراق ناقص و انتشار گاز منواکسیدکربن در هنگام پس زدن وجود خواهد داشت. ۳ــ محل نصب دستگاه باید در مسیر جریان باد یا کوران هوا نباشد، زیرا در این‌صورت موجب خاموش شدن پیلوت یا بدسوزی دستگاه و ایجاد خطر می‌گردد. ۴ــ در محل نصب یک عدد کف‌شور فاضلاب با تخلیه‌ی آب‌های خروجی از شیر اطمینان و تخلیه‌ی دستگاه هنگام تعمیرات وجود داشته باشد. ۵ــ حتی‌الامکان آب‌گرم‌کن به شیرهای آب‌گرم مصرفی نزدیک باشد تا تلفات گرمایی آب کاهش یابد. از این نظر آشپزخانه محل مناسبی برای نصب دستگاه می‌باشد.



شکل ۷ــ۹ــ جزییات نصب آب‌گرم‌کن مخزنی

شکل ۷ــ۹ جزییات نصب را نشان می‌دهد.

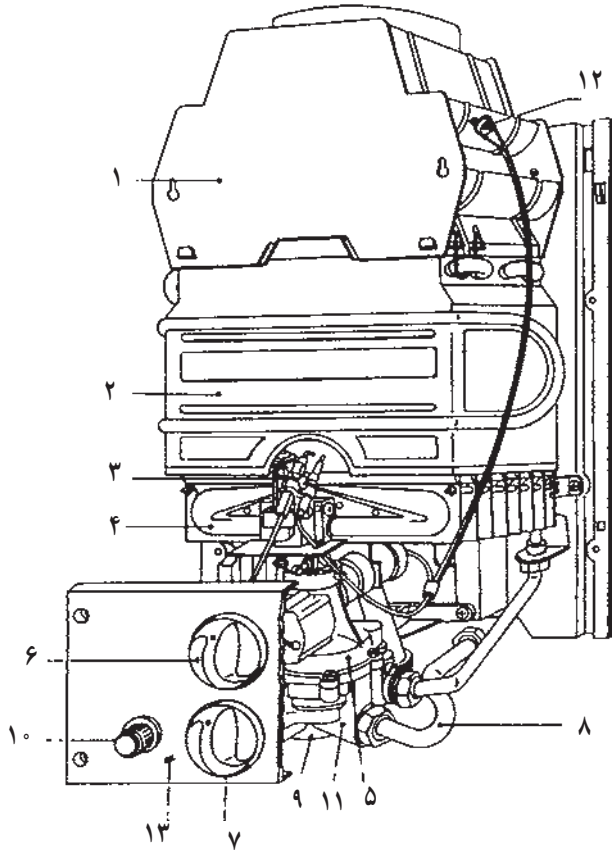
۲ــ۳ــ۹ــ آب‌گرم‌کن گازی دیواری: این نوع آب‌گرم‌کن، به‌دلیل آن که آب‌گرم یک خانواده را به‌صورت لحظه‌ای تهیه می‌کند، آب‌گرم‌کن فوری دیواری نامیده می‌شود. آب‌گرم‌کن فوری با داشتن حجم کم دارای امکان نصب در نقاط مختلف یک ساختمان می‌باشد، مشروط بر این که برای آن دودکش با قطر مناسب و دریچه‌ی تهویه برای تأمین هوای احتراق پیش‌بینی شده باشد. اگرچه بازده‌ی این آب‌گرم‌کن بیشتر و مواد اولیه‌ی به‌کار

رفته در ساخت آن کمتر است، امّا ازنظر فنّاوری پیچیده‌تر می‌باشد.

در شکل ۸ــ۹ــ الف نمای ظاهری و ساختمان یک آب‌گرم‌کن دیواری با اجزای آن مشاهده می‌گردد.

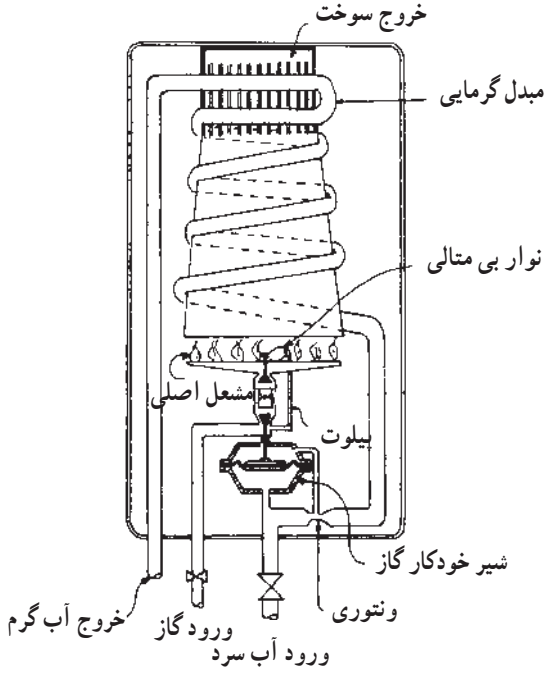
در شکل ۸ــ۹ــ ب قطعات اصلی و اصول کار آب‌گرم‌کن فوری نشان داده شده است.

با توجه به استفاده‌ی روزافزون این آب‌گرم‌کن، طرز کار آن را تشریح می‌نماییم.



۱ــ کلاهک تعدیل
۲ــ مبدل حرارتی
۳ــ شمعک
۴ــ مشعل
۵ــ رگولاتور گاز
۶ــ دسته‌ی تنظیم گاز
۷ــ دسته‌ی تنظیم دما
۸ــ لوله‌ی آب سرد ورودی
۹ــ درپوش رگولاتور آب
۱۰ــ فندک
۱۱ــ رگولاتور آب
۱۲ــ کلید حرارتی
۱۳ــ شبکه‌ی پلاستیکی

شکل ۸ــ۹ــ الف ــ اجزای آب‌گرم‌کن دیواری



شکل ۸ــ۹ــ ب ــ آب‌گرم‌کن دیواری

طرزکار آب‌گرم‌کن فوری دیواری: شکل ۸ــ۹ نمای ساده‌ای از آب‌گرمکن فوری دیواری را نشان می‌دهد. قطعات اصلی آب‌گرم‌کن فوری دیواری شامل مشعل اصلی، لوله گاز، شیر خودکار (شیر ترموالکتریک)، لوله آب، مبدل گرمایی و محل خروج گازهای حاصل از احتراق می‌باشد.

حالتی را درنظر بگیرید که از آب گرم استفاده نمی‌شود و شیر آن بسته است در این حالت فشار آب در محل موسوم به ونتوری، بالای دیافراگم شیر خودکار و پایین دیافراگم برابر است در این حالت شیر اصلی گاز باز و مسیر اصلی گاز بسته است و آبگرمکن خاموش است ولی شعله پیلوت به واسطه عبور گاز از مسیر آن روشن است.

اگر شیر آب گرم باز شود و آب جریان یابد در قسمت ونتوری که لوله باریک شده است سرعت آب زیاد شده و فشار آب کم می‌شود. چون این قسمت به بالای دیافراگم شیر خودکار راه دارد فشار بالای دیافراگم نسبت به پایین آن کم‌تر می‌شود دیافراگم در اثر اختلاف فشار رو به بالا حرکت می‌کند و مسیر اصلی گاز شیر خودکار را باز می‌کند و مشعل اصلی روشن می‌شود شکل ۸ــ۹ــب آب‌گرمکن دیواری در این حالت نشان می‌دهد. لوله آب برروی بدنه مبدل گرمایی پیچیده شده است در اثر روشن شدن مشعل اصلی بدنه مبدل گرمایی لوله و آب جریانی از آن گرم می‌شود.

وقتی شیر آب گرم بسته می‌شود آب ساکن می‌شود فشار آب در محل ونتوری پایین و بالای دیافراگم یکسان می‌گردد و در اثر حرکت روبه پایین دیافراگم مسیر اصلی گاز بسته می‌شود ولی شعله پیلوت روشن می‌ماند. بازماندن مسیر شعله پیلوت به واسطه وجود ترموکوپل است که در اثر تماس با شعله گرم و ایجاد جریان الکتریکی شیر برقی مربوط به مسیر شعله پیلوت را باز نگه می‌دارد.

شرایط محل نصب: محلی که برای نصب آب‌گرم‌کن دیواری، انتخاب می‌شود باید دارای شرایط زیر باشد :

ــ حداقل قطر لوله‌های آب سرد و گرم ۱۵ میلی‌متر $\frac{1}{2}''$ باشد.

ــ نزدیک‌ترین نقطه به محل اصلی مصرف آب گرم باشد. حداکثر این فاصله برای آب‌گرم‌کن‌های کوچک ۵ متر و برای آب‌گرم‌کن‌های بزرگ‌تر برابر ۷ متر توصیه می‌گردد. در مسیرهای طولانی، حتی‌الامکان لوله‌ها را، جهت جلوگیری از اتلاف حرارت، عایق‌کاری نمایید.

ــ محل نصب باید حداقل ۱۲ متر مکعب حجم داشته باشد و حتماً دارای دریچه‌ای برای تأمین هوای احتراق باشد.

ــ دستگاه در معرض وزش شدید باد قرار نگیرد.

ــ محل نصب سرپوشیده باشد و دستگاه از یخ‌زدگی مصون بماند (مطابق شکل ۹ــ۹).

ــ دستگاه بالای اجاق‌گاز و سایر وسایل گرمازا قرار نگیرد. (حداقل فاصله‌ی افقی با اجاق‌گاز و سایر وسایل گرمازا ۴۰ سانتی‌متر باشد.)

ــ برای خروج گازهای حاصل از احتراق هر دستگاه، از یک دودکش دیواری جداگانه با حداقل قطر ۱۵۰ میلی‌متر استفاده شود.

ــ نصب بادگیر مانند کلاهک H در خروجی دودکش ضروری است.

ــ تمامی ضوابط ایمنی و استانداردهای ملی لوازم گازسوز رعایت شود.

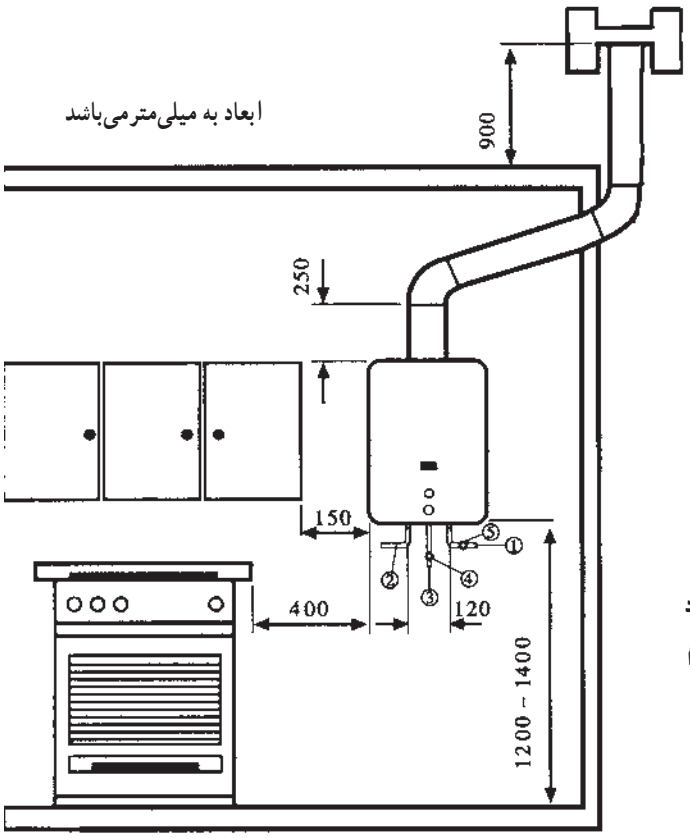
ــ دیوار محل نصب باید کاملاً محکم و از مصالح مناسب ساخته شده باشد.

ــ شیر گاز این دستگاه نباید به‌وسیله‌ی گازسوز دیگری متصل باشد.

ــ از نصب دستگاه در حمام، اتاق‌خواب و کلیه‌ی فضاهای غیرقابل تهویه جداً پرهیز شود.

مشخصات فنی: آب‌گرم‌کن‌های دیواری برحسب نیاز در ظرفیت‌های مختلف ساخته می‌شوند. جدول ۱ــ۹ مشخصات یک نوع آب‌گرم‌کن دیواری در ظرفیت‌های مختلف را نشان می‌دهد.

حداقل فشار آب ورودی و مقدار آب گرم خروجی در انتخاب این نوع آب‌گرم‌کن‌ها دارای اهمیت است.



شکل۹ــ۹ــ وضعیت نصب دستگاه

جدول۱ــ۹ــ مشخصات فنی مدل‌های مختلف آب‌گرم‌کن دیواری

حداکثر ظرفیت حرارتی	Kcal/h	۸۶۰۰	۱۱۸۵۰	۱۳۵۰۰	۱۸۰۰۰	۲۲۰۰۰
ظرفیت تأمین آب‌گرم	Lit/min	۳ــ۶/۵	۵ــ۱۰	۵ــ۱۲	۶/۵ــ۱۳	۸ــ۱۶
اختلاف دمای آب ورودی و خروجی	°C	۴۷ــ۲۲	۴۰ــ۱۹	۴۶ــ۱۹	۴۶ــ۲۳	۴۶ــ۲۳
حداقل فشار آب ورودی	bar	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۴۵	۰/۴۵
حداکثر فشار آب ورودی	bar	۸	۸	۱۰	۱۰	۱۰
مصرف گاز طبیعی	m^3/h	۱/۲	۱/۵۵	۲/۲	۲/۵	۳/۱
مصرف گاز مایع	Kg/h	۰/۹	۱/۲	۱/۳۵	۲	۲/۲
فشار گاز طبیعی	(mm w.c)	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰
فشار گاز مایع	(mm w.c)	۲۸۰	۲۸۰	۲۸۰	۲۸۰	۲۸۰
وزن خالص	Kg	۱۰	۱۳	۱۶	۱۷	۲۰
ابعاد (ارتفاع × عرض × عمق)		۲۰۰×۲۹۰×۵۳۵mm	۳۰۰×۳۲۰×۵۹۱/۵	۲۵۰×۳۶۰×۶۸۰	۲۴۸×۳۶۰×۶۶۰	۲۴۹×۴۵۰×۷۱۵
قطر دودکش	mm	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰

۴ــ۹ــ آب گرم‌کن‌های خورشیدی

استفاده از انرژی خورشیدی برای گرم کردن آب می‌تواند هزینه‌های آب‌گرم واحدهای مسکونی و کارگاهی را تا حدود ۶۰٪ در سال کاهش دهد. این مبلغ در کل مدت عمر سیستم، قابل توجه خواهد شد. همچنین آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی می‌توانند در حفظ منابع طبیعی نظیر سوخت‌های فسیلی و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست نقش بسزایی داشته باشند. در شکل ۱۰ــ۹ تصویر ساده‌ی یک آب‌گرم‌کن خورشیدی مشاهده می‌گردد.

شکل ۱۰ــ۹ــ آب‌گرم‌کن خورشیدی

۱ــ۴ــ۹ــ نحوه‌ی کارکرد: سیستم‌های خورشیدی در روزهای آفتابی برای گرم کردن آبی که از داخل لوله‌ها عبور می‌کند از انرژی خورشید استفاده می‌کنند. این سیستم‌ها دارای دو نوع مستقیم و غیرمستقیم می‌باشند.

در نوع مستقیم، آب هنگام عبور از میان صفحات صاف و شیشه‌ای (موسوم به کلکتور خورشیدی) که روی سقف خانه قرار دارند، گرم می‌شود. سپس آب گرم شده در یک مخزنِ عایق شده، که معمولاً به‌صورت مستقیم در بالای کلکتورها قرار دارد، ذخیره و از آنجا توسط لوله‌های آب‌گرم و شیرهای بهداشتی به مصرف می‌رسد. شکل ۱۱ــ۹ یک نمونه آب‌گرم‌کن خورشیدی مستقیم را با معرفی اجزای اصلی نشان می‌دهد. سطحی معادل ۲ متر مربع کلکتور با داشتن یک مخزن ۱۵۰ــ۱۰۰ لیتری می‌تواند نیاز یک خانوار را به‌سادگی تأمین نماید.

شکل ۱۱ــ۹ــ اجزای یک آب‌گرم‌کن خورشیدی

جدول ۲ــ۹ــ راهنمای انتخاب اندازه‌ی
یک سیستم آب‌گرم‌کن خورشیدی

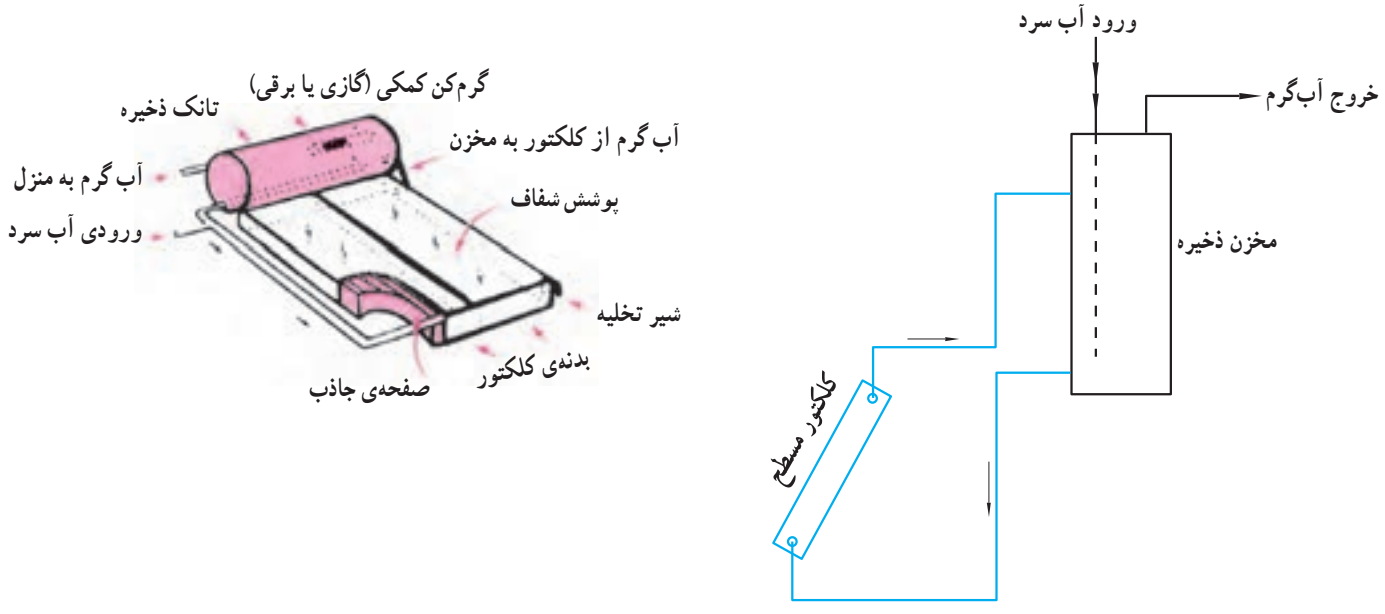
تعداد افراد	ظرفیت (لیتر)	سطح کلکتور (m^2)
۱ـ۳	۱۰۰ـ۱۵۰	۲
۴ـ۶	۱۵۰ـ۳۰۰	۶

کلکتورهای خورشیدی معمولاً شامل یک صفحه‌ی جاذب فلزی سیاه‌رنگ هستند که داخل یک جعبه‌ی فلزی با قاب (رویه) شیشه‌ای کاملاً عایق شده قرار می‌گیرند. در داخل صفحات جاذب مسیرهای خاصی برای عبور آب تعبیه شده است.

کلکتورها تحت زاویه‌ی ۱۵ تا ۵۰ درجه، نسبت به افق، رو به جنوب برروی پشت‌بام قرار می‌گیرند. برای سقف‌های شیب‌دار لازم‌است با استفاده از چارچوب مناسب، دستگاه را در جهت صحیح مستقر نمود. (شیب سقف‌های استاندارد کافی است).

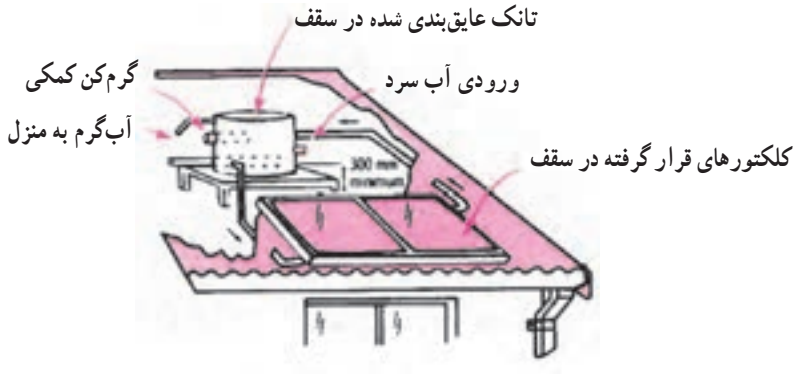
۲ــ۴ــ۹ــ انواع آب‌گرم‌کن‌های مستقیم

آب‌گرم‌کن با مخزن همراه: در اکثر آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی که دارای سیستم بسته می‌باشند و با فشار جریان آب لوله‌کشی کار می‌کنند به پمپ نیازی نیست. آب گرم به‌صورت طبیعی از طریق کلکتورهای خورشیدی بالا رفته و وارد تانک ذخیره می‌شود. در هنگام وقوع این پدیده، آب سردتر از کف مخزن ذخیره حرکت کرده و به طرف کف کلکتورها جریان می‌یابد. این چرخه تا زمانی که خورشید بتابد مرتب تکرار می‌شود. این نوع آب‌گرم‌کن‌ها به جهت داشتن «جریان ترموسیفونی» به‌همین نام معروف شده‌اند. شکل ۱۲ــ۹ یک نمونه از آن‌ها را نشان می‌دهد.



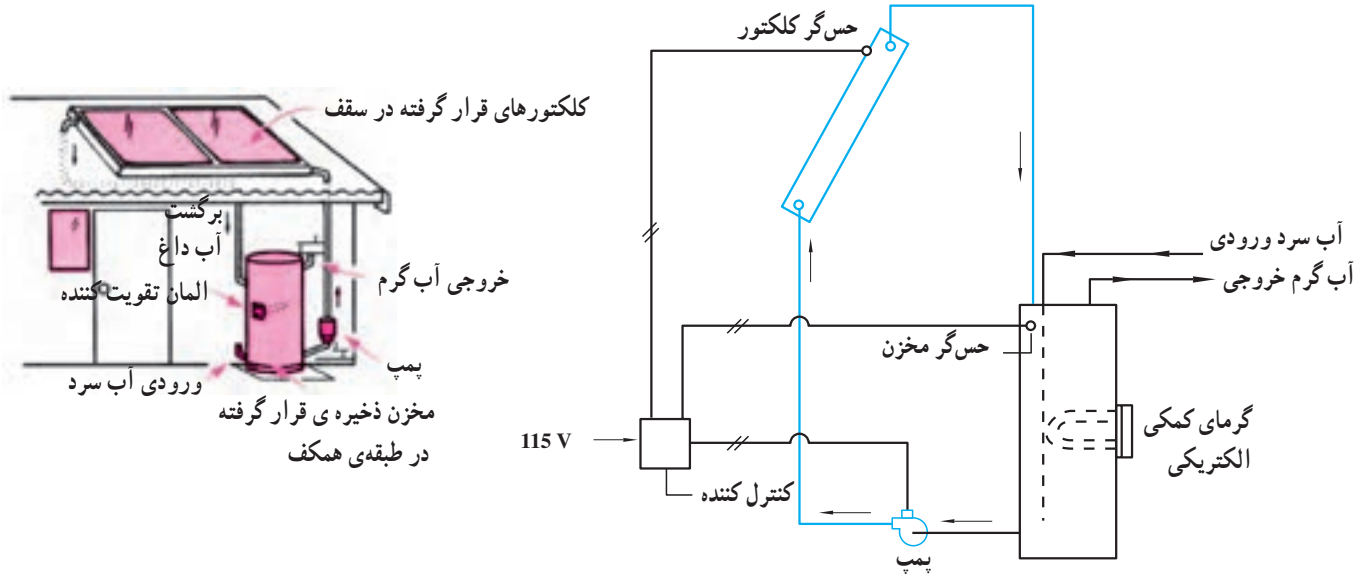
شکل ۱۲ــ۹ــ آب‌گرم‌کن خورشیدی با سیستم ترموسیفونی با مخزن همراه

آب‌گرم‌کن با مخزن مجزا: اگرچه اساس کار این نوع نیز مانند آب‌گرم‌کن با مخزن همراه و ترموسیفونی است، لیکن مخزن ذخیره‌ی آن داخل فضای سقف زیر شیروانی[1] قرار می‌گیرد و آب‌گرم را در فشار ثابت و کم ذخیره می‌کند. در هر صورت کف مخزن باید حداقل ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از کلکتورها قرار گیرد. در شکل ۱۳ــ۹ نمونه‌ای از این مدل را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳ــ۹ــ سیستم ترموسیفونی با مخزن مجزا (فشار ثابت)

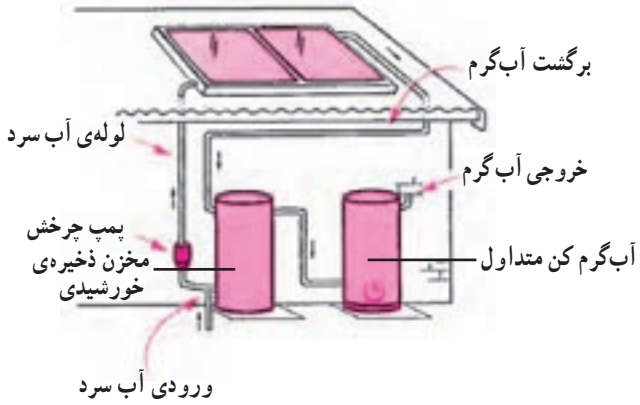
آب‌گرم‌کن با گردش اجباری: در این مدل که در شکل ۱۴ــ۹ دیده می‌شود با استفاده از یک پمپ جریانی، امکان نصب مخزن پایین‌تر از سطح کلکتورها و معمولاً در سطح زمین به‌وجود می‌آید. بنابراین آب باید از مخزن به کلکتورها پمپ شده و سپس توسط یک لوله‌ی برگشت به مخزن باز گردد. آب، در هنگام عبور از کلکتور، انرژی گرمایی کلکتور را دریافت می‌کند و درجه‌ی حرارت آن به‌تدریج افزایش می‌یابد. یک کنترل کننده‌ی حرارتی به‌نام ترموستات می‌تواند درصورت رسیدن آب به درجه‌ی حرارت موردنظر، پمپ را قطع کند. هم‌چنان‌که در شکل ۱۴ــ۹ مشاهده می‌گردد، آب گرم مصرفی از قسمت بالای آب‌گرم‌کن توسط شیرهای بهداشتی برداشت می‌گردد و آب سرد ورودی از قسمت پایین آب‌گرم‌کن را تغذیه می‌نماید.



شکل ۱۴ــ۹ــ آب‌گرم‌کن با گردش اجباری

۱ــ در صورتی که سقف مسطح باشد محلی برای استقرار مخزن پیش‌بینی شود.

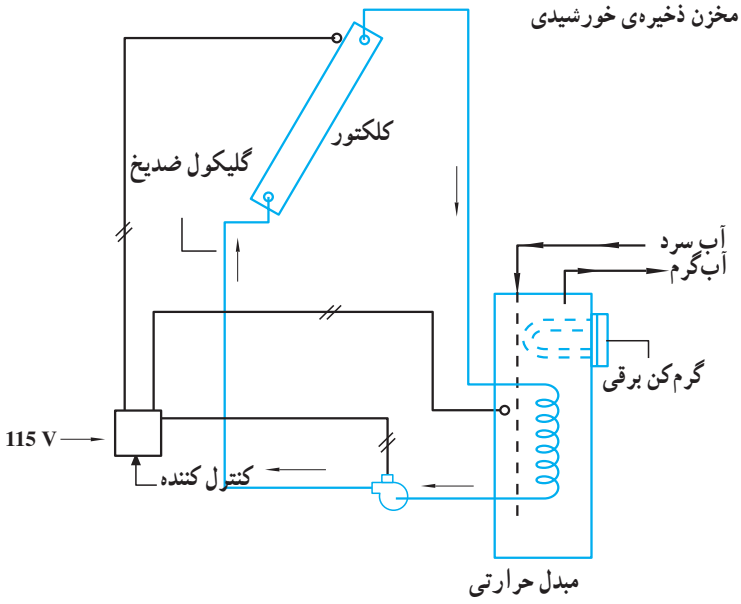
در شکل ۱۵ــ۹ یک آب‌گرم‌کن معمولی (نفتی، گازی و برقی) کمکی نیز در سیستم، به‌صورت سری، قرار دارد تا در روزهای غیر آفتابی دمای آب را بالا ببرد.



شکل ۱۵ــ۹ــ پیش گرم‌کن همراه با مخزن ذخیره‌ی خورشیدی در روی زمین

۳ــ۴ــ۹ــ آب‌گرم‌کن خورشیدی غیرمستقیم:

سیستم‌های غیرمستقیم از یک مبدل حرارتی اضافی استفاده می‌کنند و برای مناطقی که امکان یخ‌زدن آب وجود دارد توصیه می‌شوند. آبی که با مقداری ضدیخ (از قبیل گلیکول) مخلوط شده است در کلکتورها جریان می‌یابد و حرارت جذب شده از خورشید، به آب داخل تانک ذخیره منتقل می‌شود. در اکثر مناطق سردسیر کشور ما استفاده از سیستم غیرمستقیم منطقی‌تر است. شکل ۱۶ــ۹ نیز اجزای یک آب‌گرم‌کن خورشیدی نوع غیرمستقیم را نمایش می‌دهد.



شکل ۱۶ــ۹ــ آب گرم‌کن‌های غیرمستقیم خورشیدی

۵ــ۹ــ مقررات مربوط به ساخت و جنس آب‌گرم‌کن‌ها

ضرورت بهداشتی بودن آب‌گرم مصرفی ایجاب می‌کند، جنس آب‌گرم‌کن‌ها از موادی انتخاب شود که باعث آلودگی آب و یا سمی شدن آن نشود. به‌همین جهت بدنه‌ی آب‌گرم‌کن از ورق‌های فولادی زنگ ناپذیر یا ورق‌های فولادی گالوانیزه (پوشش شده با فلز روی به روش گرم) ساخته می‌شوند. از طرفی ضخامت ورق فولادی بایستی متناسب با فشار آب داخل سیستم و ابعاد مخزن باشد به‌طوری که امکان ترکیدن آن‌ها در اثر فشار و گرما در محدوده‌ی فشار و دمای متعارفی برای تهیه‌ی آب‌گرم وجود نداشته باشد. معمولاً شرکت‌های سازنده‌ی این گونه تجهیزات موظف‌اند ضمن آزمایش‌های پس از ساخت، از ایمنی آن‌ها اطمینان حاصل نموده و مشخصات محصولات خود را در

دفترچه‌ی فروش اعلام نمایند.

قابل ذکر است که در آب‌گرم‌کن‌های غیرمستقیم امکان استفاده از ورق‌های فولادی سیاه با پوشش داخلی اپوکسی[1] (رزین شیمیایی) با ضخامت مناسب وجود دارد. در این‌گونه آب‌گرم‌کن‌ها نصب دریچه‌ی بازدید به‌صورت آدم رو[2] روی بدنه‌ی آب‌گرم‌کن ضرورت دارد تا امکان بازدید و ترمیم اپوکسی در طول زمان بهره‌برداری فراهم شود. معمولاً سطح خارجی نیز پس از زنگ‌زدایی با دو دست رنگ ِروغنی پوشش می‌گردد.

ــ نصب شیر اطمینان قابل تنظیم برای کلیه‌ی آب‌گرم‌کن‌ها الزامی است. تخلیه‌ی این شیرها بایستی به‌طرف پایین و بر روی یک کف‌شوی قیفی با فاصله‌ی مناسب قرار گیرد تا در هنگام لزوم تخلیه‌ی فشار اضافی از مخزن کسی آسیب نبیند.

عدم توجه به شیر اطمینان و بازبینی آن در بازدیدهای ادواری سه ماهه می‌تواند، بخصوص در آب‌گرم‌کن‌های مستقیم، منجر به انفجار آب‌گرم‌کن و تخریب ساختمان گردد.

ــ نصب کف‌شوی در محل استقرار آب‌گرم‌کن‌ها الزامی است و عدم رعایت آن می‌تواند در هنگام خرابی شیر اطمینان موجب آب گرفتگی در کف و صدمه وارد شدن به ساختمان گردد.

ــ استقرار و نصب کلیه‌ی آب‌گرم‌کن‌ها بایستی با توجه به نکات ایمنی و فنی مندرج در دفترچه‌ی راهنمای تولیدکننده باشد.

ــ آب‌گرم‌کن‌های احتراقی به‌علت نیاز آن‌ها به اکسیژن هوا و نیز تولید دود یا گازهای احتراق دارای مقررات ویژه‌ای می‌باشند که تحت عنوان کارشناسی قبل از نصب بایستی به آن‌ها توجه و مورد به مورد رعایت شود.

ــ هنگام نصب آب‌گرم‌کن‌های برقی کلیه‌ی استانداردهای برقی به‌منظور جلوگیری از برق‌گرفتگی یا ایجاد آتش‌سوزی ناشی از برق بایستی رعایت گردد.

۱ــ اپوکسی APOXY عبارت است از دو ماده‌ی شیمیایی پرکننده و سفت کننده که با هم مخلوط شده و با ضخامت‌های مختلف از چند دهم میلی‌متر تا چند میلی‌متر روی سطوح فولادی سیاه یا بتنی جهت حفاظت از خوردگی پوشش داده می‌شود.

۲ــ Manhole

پرسش

۱ــ روش‌های تهیه‌ی آب‌گرم مصرفی را بیان کنید.
۲ــ انواع آب‌گرم‌کن‌های مستقیم را نام ببرید.
۳ــ اجزای تشکیل دهنده‌ی آب‌گرم‌کن نفتی را نام ببرید.
۴ــ فاصله‌ی هوایی بین رویه و مخزن برای چیست؟
۵ــ وظیفه‌ی کاربراتور در آب‌گرم‌کن نفتی چیست؟
۶ــ آب‌گرم‌کن برقی را توضیح دهید.
۷ــ اجزای آب‌گرم‌کن گازی مخزن‌دار را نام ببرید.
۸ــ آب‌گرم‌کن‌های گازی مخزن‌دار در چه ظرفیت‌هایی ساخته می‌شوند؟
۹ــ طرز کار شیر ترموالکتریک آب‌گرم‌کن گازی مخزن‌دار را توضیح دهید.
۱۰ــ وظیفه‌ی ترموکوپل چیست؟
۱۱ــ وظیفه‌ی ترموستات اوّلیه و ترموستات ثانویه را بیان کنید.
۱۲ــ لوله‌ی پیلوت و ارتباط آن با ترموکوپل را بیان کنید.
۱۳ــ شرایط محل نصب آب‌گرم‌کن گازی مخزن‌دار را بیان کنید.
۱۴ــ اجزای تشکیل دهنده‌ی آب‌گرم‌کن دیواری را نام ببرید.
۱۵ــ شرایط محل نصب آب‌گرم‌کن دیواری را شرح دهید. (از روی شکل)
۱۶ــ اهمیت استفاده از انرژی خورشیدی را در گرم کردن آب مصرفی بیان نمایید.
۱۷ــ نحوه‌ی کارکرد آب‌گرم‌کن خورشیدی مستقیم را شرح دهید.
۱۸ــ اجزای آب‌گرم‌کن خورشیدی مستقیم را نام ببرید.
۱۹ــ ساختمان کلکتور خورشیدی را شرح دهید.
۲۰ــ برای تأمین آب‌گرم یک خانواده‌ی چهار نفره حداقل سطح کلکتور چه‌قدر باید باشد؟
۲۱ــ چگونگی نصب کلکتور خورشیدی در پشت‌بام را شرح دهید.
۲۲ــ انواع آب‌گرم‌کن خورشیدی مستقیم را نام ببرید.
۲۳ــ آب‌گرم‌کن ترموسیفونی را با رسم یک شکل ساده توضیح دهید.
۲۴ــ آب‌گرم‌کن خورشیدی با مخزن همراه و با مخزن مجزا را شرح دهید.
۲۵ــ چگونگی نصب مخزن آب‌گرم‌کن خورشیدی با مخزن مجزا را شرح دهید.
۲۶ــ طرز کار آب‌گرم‌کن خورشیدی با گردش اجباری را، با رسم شکل ساده، شرح دهید.
۲۷ــ اجزای یک آب‌گرم‌کن با گردش اجباری را نام ببرید.
۲۸ــ برای تأمین آب‌گرم در روزهای غیرآفتابی چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟
۲۹ــ آب‌گرم‌کن خورشیدی غیرمستقیم را، با ترسیم شکل ساده، توضیح دهید.
۳۰ــ معمولاً در چه نقاطی از آب‌گرم‌کن خورشیدی غیرمستقیم استفاده می‌شود؟ چرا؟
۳۱ــ جنس آب گرم‌کن‌ها و ضخامت ورق آن‌ها را توضیح دهید.

۳۲ــ درصورت استفاده از ورق فولادی سیاه در ساخت آب‌گرم‌کن چه تدابیری باید اندیشیده شود؟

۳۳ــ چگونگی نصب شیر اطمینان در آب‌گرم‌کن‌ها را بیان نمایید.

۳۴ــ اپوکسی چیست و به‌چه منظور استفاده می‌شود؟

فصل دهم

مخازن ذخیره و تأمین فشار آب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ سیستم‌های تأمین فشار در ساختمان‌ها را نام ببرد.
۲ــ استفاده از سیستم پمپ و مخزن ذخیره را توضیح دهد.
۳ــ چگونگی توزیع آب در ساختمان بلند مرتبه را توضیح دهد.
۴ــ علل استفاده از مخزن ذخیره را توضیح دهد.
۵ــ روش استفاده از بوستر پمپ را در تأمین فشار آب ساختمان شرح دهد.
۶ــاستفاده از مخزن تحت فشار را در تأمین فشار آب ساختمان شرح دهد.

۱۰ــ مخازن ذخیره و تأمین فشار آب

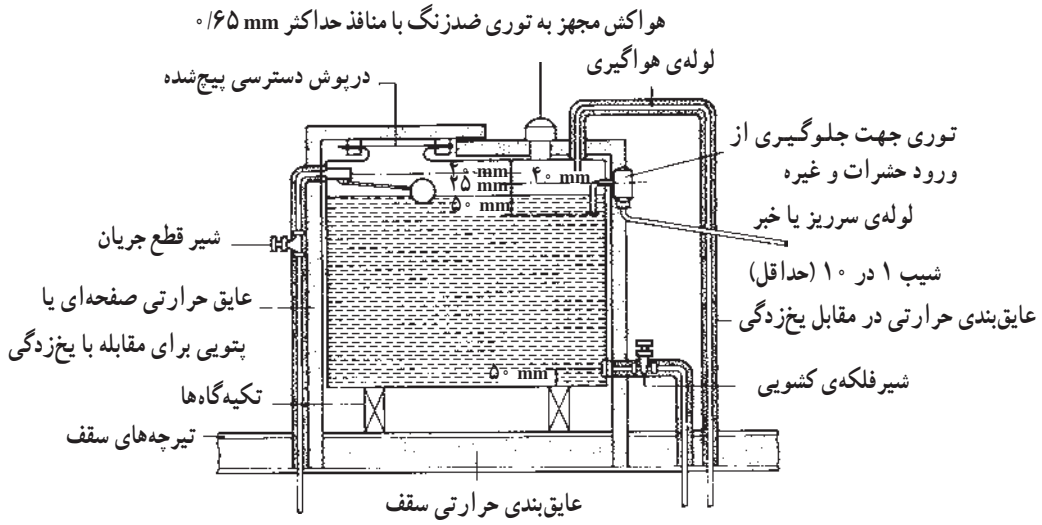
فشار آب ساختمان، درساعات پرمصرف، باید بتواند آب بالاترین وسیله‌ی بهداشتی را به مقدار کافی تأمین نماید به‌طوری که سرعت خروج آب از شیر موردنظر مطابق استانداردهای مقررات ملی باشد. برای تأمین یا تنظیم این فشار در شبکه‌ی لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی باید یکی از سیستم‌های زیر یا ترکیبی از آن‌ها نصب شود.

۱ــ پمپ و مخزن ذخیره در ارتفاع
۲ــ پمپ بدون مخزن تحت فشار
۳ــ پمپ و مخزن تحت فشار

۱۰ــ۱ــ پمپ و مخزن ذخیره در ارتفاع

هرگاه فشار آب شهر برای یک ساختمان کافی نباشد ؛ و یا اساساً ساختمان در خارج از شهر باشد برای تأمین فشار کافی می‌توان از «مخزن در ارتفاع» استفاده کرد که می‌تواند به صورت پایه‌دار در محوطه یا در پشت بام نصب گردد. مخزن پشت‌بام باید از نظر حجم گنجایشی متناسب با مصرف حداقل ۱۲ ساعت (براساس ۱۵۰ لیتر در شبانه‌روز برای هرنفر) ساکنین ساختمان را داشته باشد. در ساختمان‌های بسیار مرتفع ممکن است ساختمان را از نظر ارتفاع به چند منطقه تقسیم کرد و در قسمت بالای هر منطقه مخزن ذخیره‌ی مربوط را نصب نمود. همچنین برای ساختمان‌های بیش از ۱۰ طبقه نصب شیرفشارشکن در قسمت‌های پایین، برای جلوگیری از آسیب دیدن لوله‌ها و نشت از شیرها، ضرورت دارد. در بعضی از ساختمان‌های مرتفع داخل شهر نحوه‌ی توزیع آب بدین‌ترتیب است که ۵ طبقه‌ی پایین ساختمان از آب شهر تغذیه می‌شود و برای طبقات بالایی از مخزن ذخیره که روی پشت‌بام نصب می‌گردد بهره گرفته می‌شود. باید توجه داشت که پرکردن مخزن در ارتفاع به کمک پمپ‌های فشار قوی آب‌رسانی صورت می‌گیرد. این پمپ‌ها آب را از مخزن

ذخیره‌ی زمینی مکش کرده و به مخزن بالا می‌فرستند. عملکرد پمپ به وسیله‌ی کنترل سطح حداکثر ــ حداقل می‌باشد و یک شیر شناوری نیز، علاوه بر آن، به‌منظور جلوگیری از سرریز استفاده می‌شود. شکل ۱ــ۱۰ جزییات لوله‌کشی و نصب مخزن ذخیره‌ی ثقلی را نشان می‌دهد.

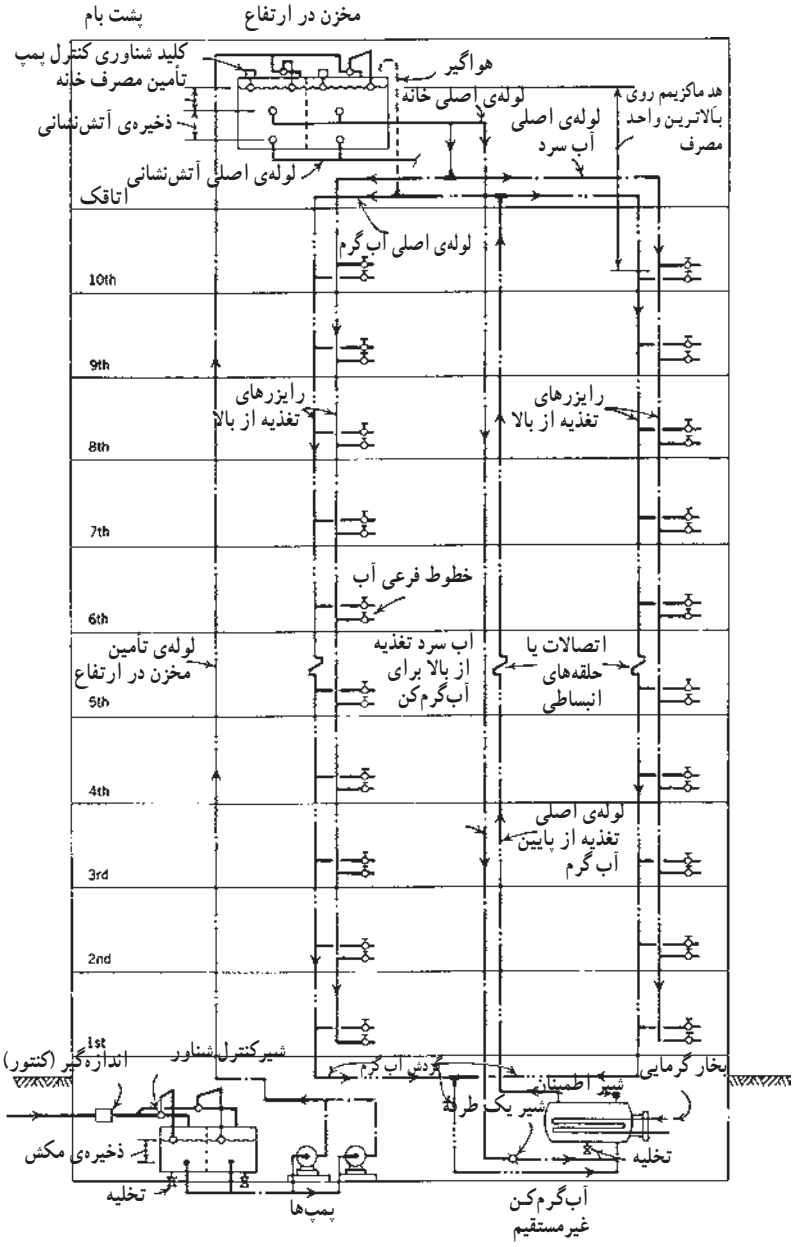


شکل ۱ــ۱۰ــ جزییات لوله‌کشی و نصب مخزن ذخیره‌ی ثقلی

در شکل ۲ــ۱۰ نحوه‌ی استفاده از یک مخزن در ارتفاع برای ساختمان ده طبقه با طرح لوله‌کشی توزیع و پرکن و مخزن زمینی نشان داده شده است.

با توجه به لزوم لوله‌کشی آب آتش‌نشانی در ساختمان‌های بزرگ در مخزن ثقلی، می‌توان حجم ذخیره‌ی آب آتش‌نشانی را حداقل معادل ۲ ساعت کار یک شیر آتش‌نشانی درنظر گرفت و شبکه‌ی لوله‌کشی آن را از قسمت پایین مخزن تغذیه نمود. در این صورت محل برداشت آب ساختمان از قسمت میانی مخزن خواهد بود (شکل ۲ــ۱۰).

در هنگام برنامه‌ریزی برای نصب مخزن موضوع استحکام ساختمان با توجه به سنگین بودن وزن مخزن و آب ذخیره‌ی آن بایستی درنظر گرفته شود و از استقرار مستقیم پایه‌های آن روی سقف جداً پرهیز گردد. برای این منظور پس از اطمینان از استحکام ستون‌های ساختمان ایجاد تکیه‌گاه نگه‌دارنده، که به‌طور مستقیم به ستون‌ها متصل باشد، با نظر مهندسین ساختمان یا سازه ضرورت دارد.



شکل ۲ــ۱۰ــ نحوه‌ی استفاده از یک مخزن در ارتفاع

۱ــ۱ــ۱۰ــ علل استفاده از مخزن ذخیره: ذخیره‌سازی آب، به‌منظورهای زیر صورت می‌گیرد* :

۱ــ جلوگیری از قطع آب در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی ساختمان، در مواقعی که آب ورودی از شبکه‌ی شهری به ساختمان، به علت تعمیر یا علت‌های دیگر قطع شود.

۲ــ برای این که حداکثر مقدار مصرف آب ساختمان[1] به شبکه‌ی آب شهری منتقل نشود و مقدار متوسط مصرف آب ساختمان به شبکه‌ی آب شهری منتقل شود.

۳ــ برای کاهش فشار آب شبکه‌ی شهری و کنترل فشار آن در داخل ساختمان و کاستن از مشکلات فشار زیاد آب

---

۱ ــ Peak

* ــ مقررات ملی ساختمانی ایران مبحث ۱۶ تأسیسات بهداشتی

(سروصدای آب در لوله، اتلاف آب ناشی از فشار، هزینه‌ی مصالح لوله‌کشی مقاوم در برابر فشار زیاد)

۴ــ حفاظت از شبکه‌ی آب شهری

۲ــ۱ــ۱۰ــ اتصالات مخزن ذخیره‌ی آب

۱ــ مخزن ذخیره‌ی آب باید روی لوله‌ی ورودی آب یک شیر قطع و وصل و یک شیر کنترل شناور یا شیرهای کنترل نوع دیگر داشته باشد تا ازسرریز و اتلاف آب جلوگیری شود. شیر کنترل باید کاملاً به بدنه‌ی مخزن محکم و ثابت شود.

۲ــ لبه‌ی زیر دهانه‌ی لوله‌ی ورودی آب به مخزن، باید دست کم ۴۰ میلی‌متر از لبه‌ی روی دهانه‌ی سرریز آب مخزن بالاتر باشد تا فاصله‌ی هوایی لازم تأمین شود.

۳ــ قطر نامی لوله‌ی سرریز باید دست کم دو برابر لوله‌ی ورودی آب به مخزن ذخیره باشد. لوله‌ی سرریز آب مخزن نباید از جنس قابل انحنا باشد، انتهای لوله‌ی سرریز باید دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر بالاتر و دورتر از کف‌شوی یا هر نقطه‌ی تخلیه‌ی دیگر باشد. انتهای لوله‌ی سرریز نباید اتصال شلنگی داشته باشد و باید توری مقاوم در برابر خوردگی داشته باشد. لوله‌ی سرریز باید در مسیری کشیده شود که احتمال یخ‌زدن نداشته باشد، یا آن که باعایق گرمایی در برابر یخ زدن حفاظت شود.

۴ــ لبه‌ی زیر دهانه‌ی لوله‌ی سرریز باید دست‌کم ۴۰ میلی‌متر از حداکثر سطح آب بالاتر باشد.

۵ــ مخزن ذخیره‌ی آب باید لوله‌ی هواکش داشته باشد تا فشار داخل مخزن را آتمسفریک کند. قطر نامی لوله‌ی هواکش باید دست‌کم برابر قطر لوله‌ی ورودی آب به مخزن باشد.

۶ــ مخزن ذخیره‌ی آب باید در پایین‌ترین نقطه‌ی لوله‌ی تخلیه‌ی آب یک شیر قطع و وصل داشته باشد، به‌طوری که با باز کردن شیر بتوان آب مخزن را کاملاً تخلیه کرد. لوله‌ی تخلیه‌ی مخزن نباید از جنس قابل انحنا باشد. انتهای لوله‌ی تخلیه باید دست کم ۱۵۰ میلی‌متر بالاتر و دورتر از کف‌شوی یا هر نقطه‌ی تخلیه‌ی دیگر باشد. انتهای لوله‌ی تخلیه نباید اتصال شلنگی داشته باشد و باید با توری مقاوم در برابر خوردگی محافظت شود. لوله‌ی تخلیه باید در مسیری کشیده شود که احتمال یخ‌زدن نداشته باشد، قطر نامی لوله‌ی تخلیه‌ی مخزن باید دست‌کم دو برابر قطر نامی لوله‌ی ورودی آب به مخزن باشد.

۷ــ روی لوله‌ی خروجی آب از مخزن باید شیر قطع و وصل نصب شود. اگر حجم مخزن آب بزرگ‌تر از ۱۰۰۰ لیتر باشد، دهانه‌ی خروجی و دهانه‌ی ورودی آب باید در دو سمت مقابل قرار گیرند تا از راکد ماندن قسمتی از آب در مخزن جلوگیری شود.

۸ــ اگر گنجایش مخزن ذخیره‌ی آب بیش از ۴۰۰۰ لیتر باشد، باید به‌جای یک مخزن دو یا چند مخزن به‌طور موازی نصب شود تا هنگام تعمیر یا تمیز کردن مخزن، آب قطع نشود. هر مخزن باید به‌طور جداگانه و مستقل شیرهای ورودی و خروجی آب، شیر کنترل شناور، شیر تخلیه، و لوله‌ی سرریز داشته باشد.

۲ــ۱۰ــ پمپ بدون مخزن تحت فشار

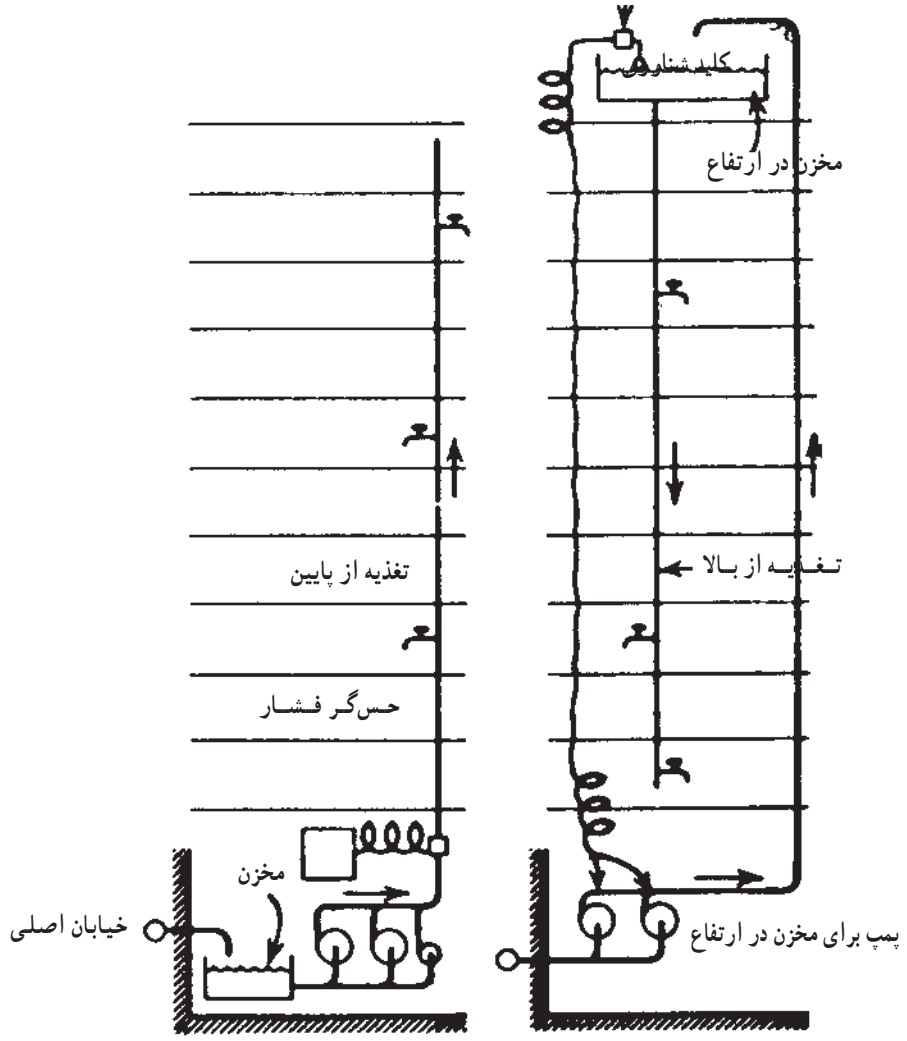
برای تأمین فشار آب در طبقات مختلف یک ساختمان می‌توان مطابق شکل ۳ــ۱۰ ب از بوستر پمپ‌ها استفاده کرد.

در این روش از تقویت فشار، یک یا چند پمپ گریز از مرکز آب‌رسانی با فرمان «کلید کنترل فشار»، در هنگام نیاز به مصرف آب، به‌ترتیب شروع به‌کار کرده، آب را از مخزن زمینی به محل مصرف می‌رسانند. (شکل ۳ــ۱۰ــ الف)

در شکل ۳ــ۱۰ــ ب یکی از پمپ‌های مورد استفاده بسیار کوچک و کم‌ظرفیت می‌باشد به‌طوری که می‌تواند به‌طور دائم نیز کار کند و مصارف کم را تأمین نماید. به این پمپ اصطلاحاً «ژوکی پمپ[1]» گفته می‌شود. علت استفاده از آن کاهش میزان استهلاک سیستم بوستر پمپ و بالا بردن عمر دستگاه و صرفه‌جویی در مصرف برق است.

در هنگام نیاز به مصرف بیشتر به محض باز شدن شیر یا شیرهای مصرف آب سرد و گرم مصرفی، کلید کنترل فشار، مدار

۱ــ Jockey Pump



شکل ۳ــ۱۰

یکی از پمپ‌های اصلی را در هر نوبت می‌بندد و پمپ مربوط شروع به کار می‌کند. پس از بسته شدن شیر و بالا رفتن فشار در مدار تغذیه‌ی واحدها، کلید کنترل فشار عمل کرده و مدار را باز و آن را خاموش می‌کند.

طبق مقررات ملی ساختمان هرگز نبایستی آب شهر را به‌طور مستقیم پمپاژ کرد، چرا که احتمال منفی شدن فشار آب شهر و ورود آب‌های آلوده به لوله‌ی شهر همواره، به عنوان یک خطر، تهدید کننده‌ی سلامتی شهروندان می‌باشد.

همچنین لازم است روی لوله‌ی ورودی به پمپ یک کنترل‌کننده نصب شود تا اگر در لوله‌ی ورودی فشار به کمتر از ۰/۶ بار برسد پمپ را به‌طور خودکار خاموش کند و از پدید آمدن خلأ یا فشار منفی در لوله جلوگیری نماید. شکل ۴ــ۱۰ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی بوستر پمپ را نشان می‌دهد.

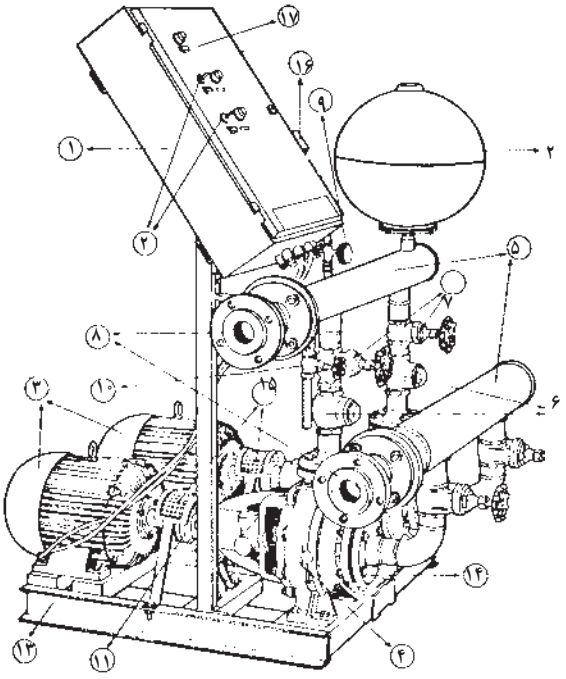
۳ــ۱۰ــ پمپ و مخزن تحت فشار

به منظور تأمین مصارف کم و کوتاه مدت، از جمله نشت‌های احتمالی در شبکه و جلوگیری از روشن شدن پمپ

ابتدایی در قبال مصارف مذکور و نیز در جهت کمک به حذف ضربه‌های هیدرولیکی، از مخازن تحت فشار در سیستم بوستر پمپ‌ها استفاده می‌شود (شکل ۴ــ۱۰).

این مخازن دو نوع بوده و عبارت‌اند از :

الف ــ مخزن تحت فشار دیافراگمی: در حجم‌های ۲۵ تا ۳۰۰ لیتر که اغلب با توجه به حجم آن به صورت کره‌ای یا به صورت استوانه‌ای ساخته می‌شوند (به صورت استوانه‌ای تا حجم ۱۰۰۰ لیتر نیز ساخته می‌شود).



۱ــ تابلوی برق
۲ــ مخزن تحت فشار
۳ــ الکتروموتور
۴ــ پمپ
۵ــ کلکتور
۶ــ شیر یک‌طرفه
۷ــ شیرفلکه
۸ــ لرزه‌گیر
۹ــ مانومتر (شاخص فشار آب)
۱۰ــ شیر تخلیه
۱۱ــ کوپلینگ
۱۲ــ کلید راه‌انداز (دستی ــ خاموش ــ اتوماتیک)
۱۳ــ شاسی
۱۴ــ فلنج
۱۵ــ گارد محافظ کوپلینگ
۱۶ــ پرشر سوییچ
۱۷ــ چراغ اخطار (نشان‌دهنده‌ی کمبود آب مصرفی)

شکل ۴ــ۱۰ــ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی بوستر پمپ

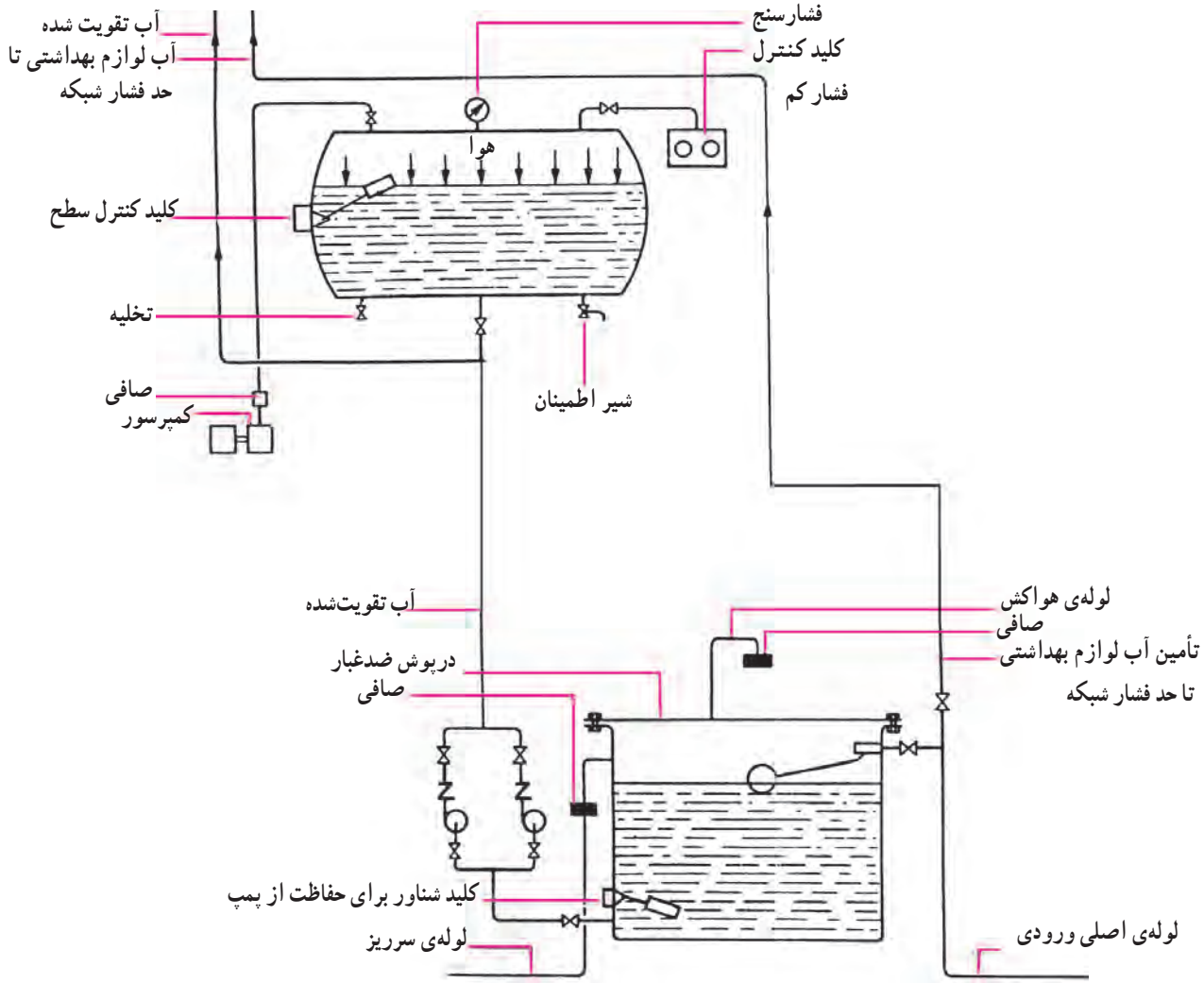
ب ــ مخزن تحت فشار با کمپرسور هوا: این نوع در حجم‌های ۵۰۰ تا ۹۰۰۰ لیتر ساخته می‌شود و $\frac{۱}{۴}$ حجم آن را هوای فشرده اشغال می‌کند.

فشار حداقل مخزن برابر فشار مورد نیاز بالاترین شیر مصرف و فشار حداکثر مخزن ۱/۵ تا ۲ بار بیشتر از فشار حداقل می‌باشد. برای افزایش فشار از دو دستگاه پمپ تقویت فشار استفاده می‌گردد. این پمپ، آب را از مخزن ذخیره‌ی زمینی به داخل مخزن تحت فشار و از آن‌جا به طبقات می‌فرستد. پس از پرشدن مخزن و رسیدن به سطح حداکثر، پمپ توسط کلید کنترل سطح خاموش می‌گردد. در این حالت فشار مخزن تا مدتی برای انتقال آب به طبقات کافی است. با برداشت آب و به نیمه رسیدن سطح آب در مخزن، پمپ توسط کلید کنترل سطح وصل شده شروع به کار مجدد می‌نماید.

باید دانست که آب سرد این خاصیت را دارد که هوا را در خود حل می‌کند. به‌خصوص در فشار زیاد، همواره مقدار هوای داخل مخزن کاهش می‌یابد. این پدیده هر ازگاهی موجب می‌گردد فشار هوا از مقدار حداقل لازم، کمتر شده، در نتیجه‌ی آن عملکرد مخزن مختل گردد. برای تأمین کمبود هوا از کمپرسور استفاده می‌شود. در هنگام کاهش بیش از حد فشار مخزن، کلید کنترل فشار کم وصل کرده و کمپرسور را به‌کار می‌اندازد. با

افزایش فشار هوا در مخزن در حدود ۰/۲ تا ۰/۵ بار، کلید کنترل فشار را قطع کرده و کمپرسور خاموش می‌شود. شکل ۶ــ۱۰ یک مخزن تحت فشار و موقعیت آن را نشان می‌دهند.

حجم مخازن تحت فشار بستگی به مقدار مصرف یک ساختمان و زمان تعیین شده در فاصله‌ی دو بار کارکرد پمپ دارد. این زمان از ۳۰ دقیقه تا چند ساعت متغیر است.



شکل ۵ــ۱۰ــ مخزن تحت فشار و موقعیت در شبکه‌ی لوله‌کشی

طبق مقررات ملی ساختمان در هنگام نصب و بهره‌برداری از مخزن تحت فشار، بایستی روی آن یک شیر اطمینان، با رعایت نکات زیر، نصب شود.

۱ــ شیر اطمینان را می‌توان روی لوله‌ی ورودی آب به مخزن یا روی بدنه‌ی تانک نصب کرد.

۲ــ شیر اطمینان باید طوری تنظیم شود که در فشاری برابر حداکثر فشار کار مجاز تانک باز شود و آب را تخلیه کند.

۳ــ لوله‌ی تخلیه‌ی شیر اطمینان نباید از جنس قابل انحنا باشد. تخلیه‌ی آب در این لوله باید به‌طور ثقلی صورت گیرد.

۴ــ انتهای لوله‌ی تخلیه‌ی آب شیر اطمینان باید تا نزدیک نقطه‌ی تخلیه‌ی مناسبی (کف‌شوی یا یکی از لوازم بهداشتی) ادامه یابد. لوله‌ی تخلیه‌ی شیر اطمینان نباید مستقیماً به لوله‌ی فاضلاب متصل شود.

پرسش

۱ــ چگونگی تأمین فشار آب در ساختمان را توضیح دهید.

۲ــ در چه مواردی از مخزن ذخیره در ارتفاع استفاده می‌شود؟

۳ــ آب مخزن در ارتفاع چگونه تأمین می‌شود؟

۴ــ جزییات لوله‌کشی مخزن ذخیره‌ی ثقلی را (مطابق شکل ۱ــ۱۰) شرح دهید.

۵ــ با توجه به شکل ۲ــ۱۰ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف ــ علت نصب مخزن ذخیره چیست؟

ب ــ وظیفه‌ی شیر کنترل شناور چیست؟

ج ــ نقش پمپ‌ها را توضیح دهید.

د ــ وظیفه‌ی کلید شناوری کنترل پمپ چیست؟

هـ ــ روش ذخیره‌ی آب آتش‌نشانی چگونه است؟

و ــ مقدار آب سرد و گرم مصرفی لوازم بهداشتی چگونه تأمین می‌شود؟

۶ــ علل استفاده از مخزن ذخیره را توضیح دهید.

۷ــ مشخصات اتصالات مخزن ذخیره‌ی آب را شرح دهید.

۸ــ تأمین فشار توسط بوستر را شرح دهید.

۹ــ دو روش استفاده از بوستر پمپ را، با توجه به شکل ۴ــ۱۰، باهم مقایسه نمایید.

۱۰ــ چرا در شکل ۴ــ۱۰ــ الف از ژوکی پمپ استفاده نشده است؟

۱۱ــ طبق مقررات ملی ساختمانی ایران نباید آب شهر را به‌طور مستقیم پمپاژ نمود. چرا؟ توضیح دهید.

۱۲ــ دلیل استفاده از مخزن تحت فشار به همراه بوستر پمپ‌ها چیست؟

۱۳ــ طرز کار سیستم با مخزن تحت فشار را از روی شکل ۵ ــ۱۰ توضیح دهید.

۱۴ــ چرا در سیستم مخزن تحت فشاراز کمپرسور استفاده می‌شود؟

۱۵ــ در نصب شیر اطمینان مخزن چه نکاتی را باید مراعات نمود؟

فصل یازدهم

جمع‌آوری و دفع فاضلاب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب و هواکش را توضیح دهد.

۲ــ شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب با هواکش انفرادی را توضیح دهد.

۳ــ شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب با هواکش مداری را توضیح دهد.

۴ــ اهمیت هواکش در شبکه فاضلاب را توضیح دهد.

۵ــ جمع‌آوری آب باران را توضیح دهد.

۶ــ دفع فاضلاب در چاه را شرح دهد.

۷ــ دفع فاضلاب در سپتیک تانک را شرح دهد.

۸ــ دفع فاضلاب در شبکه شهری را توضیح دهد.

۹ــ دفع آب باران را توضیح دهد.

۱۰ــ مقررات ملی در رابطه با جمع‌آوری و دفع فاضلاب را بیان کند.

۱۱ــ جمع‌آوری و دفع فاضلاب

مسأله بیرون راندن فاضلاب از محیط زیست انسان از زمانی به‌وجود آمد که مردم به زندگی گروهی روی آوردند. با پیدایش شهرها و گسترش شبکه‌های آب‌رسانی انسان برای پاک‌سازی و پاک نگهداری زندگی خویش، بیرون راندن پساب‌های به‌دست آمده را پسندیده و لازم دید.

با بزرگ شدن شهرها و افزایش جمعیت آن‌ها از یک‌سو و گسترش صنایع و کارخانه‌ها از سوی دیگر مسأله آلودگی محیط زیست روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. وجود فاضلاب‌ها یکی از عوامل آلودگی محیط زیست است و بنابراین بایستی آن‌ها را جمع‌آوری و دفع نمود.

فاضلاب‌ها بسته به شکل پیدایش آن‌ها به سه گروه تقسیم می‌گردند : فاضلاب‌های خانگی، فاضلاب‌های صنعتی و بالاخره فاضلاب‌های سطحی.

فاضلاب خانگی: فاضلاب‌های خانگی تشکیل شده‌اند از فاضلاب دستگاه‌های بهداشتی خانه‌ها مانند توالت‌ها، دست‌شویی‌ها، حمام‌ها، ماشین‌های لباسشویی و ظرفشویی پساب آشپزخانه‌ها یا فاضلابی که از شست‌وشوی قسمت‌های مختلف خانه به‌دست می‌آید.

فاضلاب صنعتی: فاضلاب صنعتی و پساب کارخانه‌ها به نوع فرآورده‌های کارخانه بستگی دارد. تنها قسمتی از فاضلاب کارخانه‌ها که تقریباً در تمام کارخانه‌ها یکسان است فاضلاب به‌دست آمده از تشکیلات خنک‌کننده آن‌هاست.

فاضلاب سطحی: آب‌های سطحی ناشی از بارندگی و ذوب یخ و برف‌ها به علت جریان در سطح زمین و تماس با آشغال‌ها

و کثافت‌های روی زمین و شستن سطح خیابان‌ها و پشت بام‌ها آلوده می‌شوند و فاضلاب سطحی نامیده می‌شوند.

در این فصل جمع‌آوری و دفع فاضلاب خانگی و آب باران ساختمان‌ها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۱ــ۱۱ــ شبکه جمع‌آوری فاضلاب و هواکش

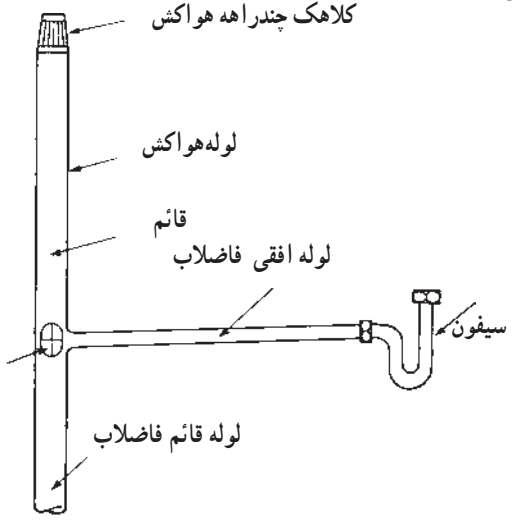
در شکل ۱ــ۱۱ نمایی ساده از شبکه جمع‌آوری فاضلاب نشان داده شده است. شبکه جمع‌آوری فاضلاب و هواکش شامل قسمت‌های زیر است :

ــ **سیفون**[1]: وسیله‌ای است که از یک طرف به وسیله بهداشتی و از طرف دیگر به شاخه افقی فاضلاب اتصال دارد. وجود آب در داخل سیفون باعث جلوگیری از عبور هوا و گاز درون شبکه به داخل ساختمان می‌شود.

ــ **لوله افقی فاضلاب:** از این لوله برای انتقال فاضلاب از سیفون به لوله قائم فاضلاب استفاده می‌شود.

ــ **لوله قائم فاضلاب:** فاضلاب از طریق لوله‌های افقی وارد لوله قائم شده به طرف پایین حرکت می‌کند.

ــ **لوله هواکش:** برای ایجاد ارتباط شبکه فاضلاب با جو و تخلیه گاز و هوای شبکه به بیرون می‌باشد و یکی از مهم‌ترین قسمت‌های شبکه لوله‌کشی فاضلاب است که تا روی بام امتداد می‌یابد.



شکل ۱ــ۱۱ــ اجزای یک سیستم فاضلاب

۱ــ۱ــ۱۱ــ شبکه جمع‌آوری فاضلاب با هواکش انفرادی:

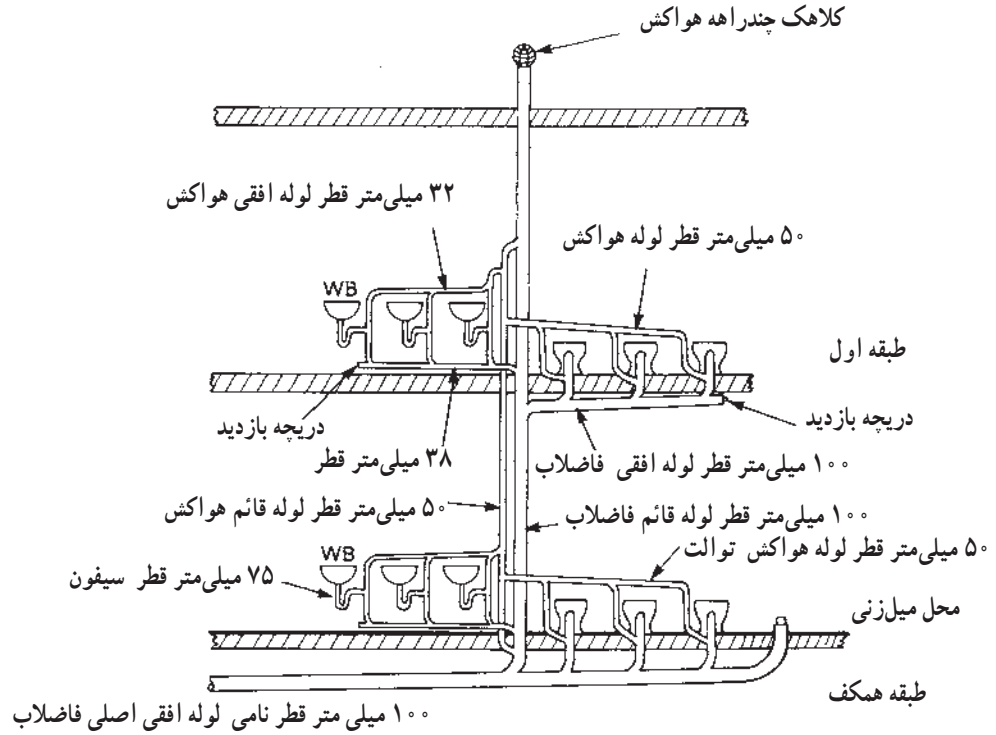
در شکل ۲ــ۱۱ شبکه جمع‌آوری فاضلاب با هواکش انفرادی نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌شود، شبکه جمع‌آوری فاضلاب با هواکش انفرادی شامل قسمت‌های زیر است :

۱ــ لوله‌های افقی فاضلاب
۲ــ لوله قائم فاضلاب
۳ــ لوله افقی اصلی فاضلاب
۴ــ لوله‌های هواکش هریک از وسایل بهداشتی
۵ــ لوله‌های افقی هواکش
۶ــ لوله قائم هواکش

فاضلاب وسایل بهداشتی از طریق لوله‌های افقی فاضلاب به لوله قائم فاضلاب می‌ریزد و از طریق لوله قائم فاضلاب وارد لوله افقی اصلی شده و سپس از طریق این لوله از ساختمان خارج می‌شود.

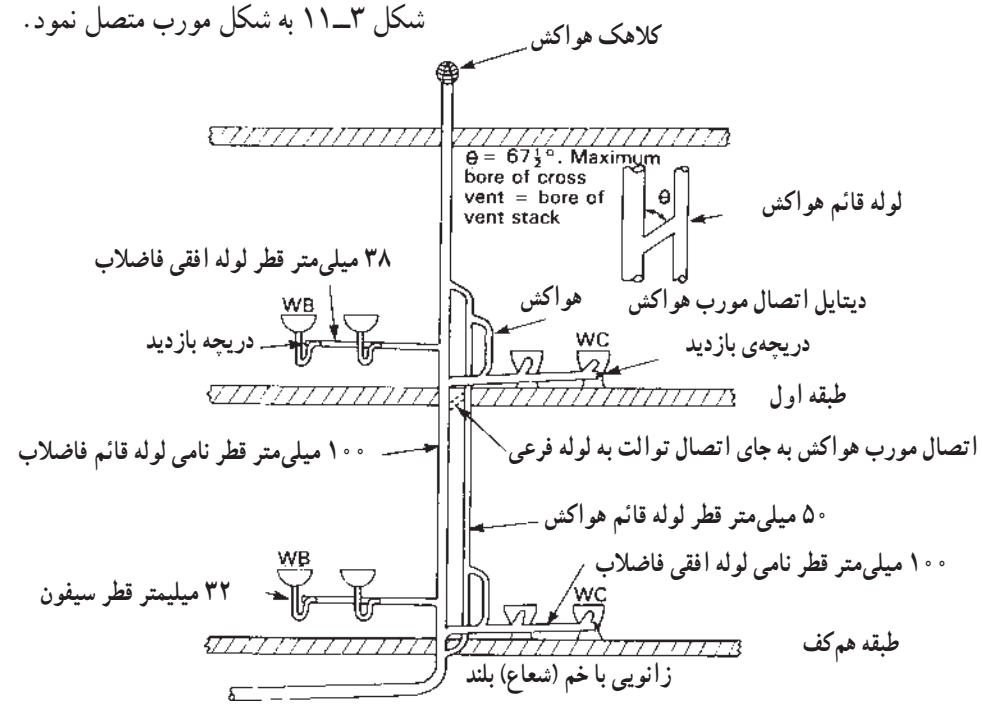
شبکه هواکش دارای لوله‌های افقی و لوله عمودی است. لوله هواکش هریک از وسایل بهداشتی بعد از سیفون انشعاب گرفته شده و به یکدیگر وصل می‌شود و از طریق لوله‌های افقی به لوله قائم هواکش متصل می‌گردد. لوله قائم هواکش از یک طرف از بالای بالاترین مصرف‌کننده‌ها و از زیر پایین‌ترین وسایل بهداشتی به لوله قائم فاضلاب متصل می‌شود. به‌طور کلّی هدف از استفاده از لوله‌کشی هواکش ایجاد فشار مثبت بر روی سیفون‌ها و جلوگیری از تبخیر آب درون آن و سهولت در حرکت فاضلاب درون لوله‌های افقی و قائم فاضلاب است. موضوع مهمّی که در مورد لوله‌های هواکش باید به آن توجه شود این است که لوله افقی هواکش باید بالاتر از وسایل بهداشتی قرار گیرد و لوله‌های افقی هواکش و فاضلاب باید دارای شیب مناسبی در جهت عکس یک‌دیگر باشند. استفاده از سیستم انفرادی بیشتر در مورد شبکه‌های فاضلابی است که تعداد وسایل بهداشتی در آن زیاد باشد و فاصله لوله قائم فاضلاب از وسایل بهداشتی دور بوده و امکان اتصال لوله قائم فاضلاب نزدیک به وسایل بهداشتی ممکن نباشد.

۱ــ Trap



شکل ۲ــ۱۱ــ شبکه جمع‌آوری فاضلاب با هواکش انفرادی

۲ــ۱ــ۱۱ــ شبکه جمع‌آوری فاضلاب با هواکش مداری: شکل ۳ــ۱۱ روش جمع‌آوری فاضلاب با هواکش مداری را نشان می‌دهد. در این روش به‌جای استفاده از هواکش انفرادی برای هریک از وسایل بهداشتی، برای هر خط افقی فاضلاب، یک لوله هواکش درنظر گرفته می‌شود که در نقطه‌ای بالاتر از وسایل بهداشتی به لوله قائم هواکش متصل می‌شود و طرف دیگر لوله هواکش نیز به زیر وسایل بهداشتی که در پایین‌ترین قسمت ساختمان قرار دارند به لوله قائم فاضلاب متصل می‌شود. در این سیستم به‌جای ارتباط لوله‌های افقی فاضلاب توالت‌ها به هواکش می‌توان لوله قائم هواکش را به لوله قائم فاضلاب مطابق شکل ۳ــ۱۱ به شکل مورب متصل نمود.



شکل ۳ــ۱۱ــ شبکه جمع‌آوری فاضلاب با هواکش مداری

۲ــ۱۱ــ اهمیّت لوله‌کشی هواکش در شبکه فاضلاب

سیستم لوله‌کشی هواکش دونت، یکی از مهّم‌ترین قسمت‌های شبکه‌ی لوله‌کشی فاضلاب را تشکیل می‌دهد و وظیفه‌ی اصلی آن این است که فشار هوا را در لوله‌های فاضلاب درحدّ فشار جوّ، نگاه دارد. در گذشته، توجه جدی به این قسمت نمی‌شد و تصور عمومی بر این بود که برای تأمین سرعت تخلیه‌ی فاضلاب، کافی است که قطر لوله، بزرگ‌تر انتخاب شود و برای جلوگیری از ورود گازهای نامطبوع مجرای فاضلاب به داخل ساختمان، از سیفون استفاده گردد. در آن زمان، سیستم لوله‌کشی فاضلاب را فقط وسیله‌ی تخلیه‌ی موادّ زاید به شمار می‌آوردند و به این موضوع توجّه نداشتند که وجود تأسیسات نادرست، خود، تا چه اندازه سلامت انسان را در معرض خطر قرار می‌دهد. در واقع، لوله‌کشی به عنوان یک کار علمی شناخته نمی‌شد. احداث ساختمان‌های بزرگ و تراکم جمعیّت در شهرها، تأثیر مهمّی در پیشرفت فنّ لوله‌کشی گذاشت و آن را در ردیف کارهای علمی قرار داد.

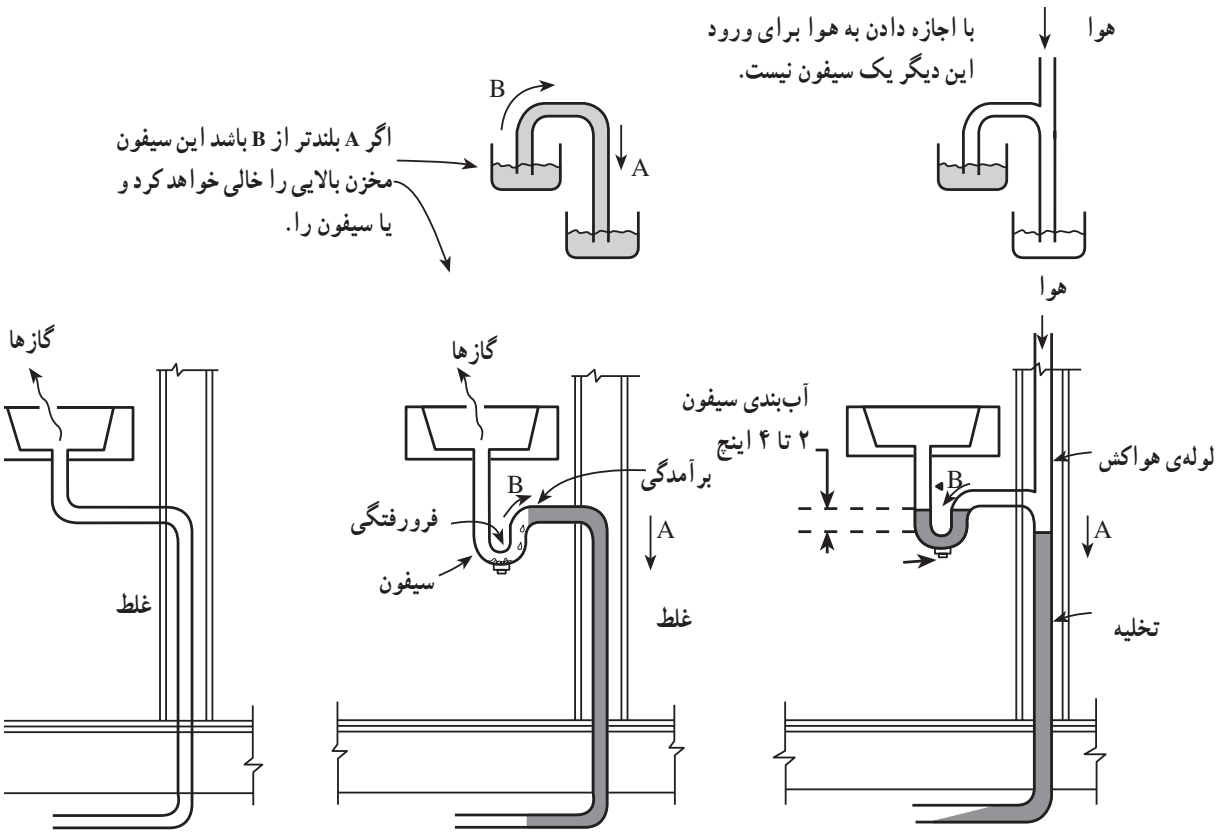
اگر در تمام طول مدّت کار شبکه، فشار هوای داخل لوله‌ها ثابت بماند، می‌توان با قطر کمتر لوله‌ی فاضلاب، تعداد بیشتری از وسایل بهداشتی را در یک لوله تخلیه کرد. لوله‌های هواکش در شبکه‌های لوله‌کشی فاضلاب، اساساً به دو منظور نصب می‌شوند.

۱ــ جلوگیری از تخلیه‌ی آب سیفون

۲ــ سهولت در تخلیه‌ی فاضلاب

۱ــ۲ــ۱۱ــ جلوگیری از تخلیه‌ی آب سیفون: وجود آب در قسمت آب‌بند (شترگلویی) سیفون باعث جلوگیری از ورود گازهای نامطبوع شبکه فاضلاب به فضای داخلی ساختمان می‌شود. در صورتی که سیستم فاقد لوله‌کشی هواکش باشد، آب درون سیفون ممکن است به دلایل مختلف از بین برود. یکی از علل استفاده از سیستم هواکش جلوگیری از این پدیده می‌باشد.

با توجه به شکل ۴ــ۱۱ به اهمیت استفاده از هواکش می‌توان پی‌برد. با مقایسه شکل‌های الف، ب و ج مشخص می‌شود که سیفون وسیله بهداشتی شکل ج به دلیل استفاده از لوله هواکش، آب درون خود را حفظ می‌نماید و در وسیله بهداشتی شکل ب به‌خاطر عدم استفاده از هواکش، آب درون سیفون تخلیه شده (سیفوناژ) است. وسیله بهداشتی شکل الف فاقد سیفون بوده و گازهای نامطبوع شبکه فاضلاب از طریق وسیله بهداشتی وارد فضای داخلی ساختمان می‌شود و ساکنین آن را دچار ناراحتی می‌کند.



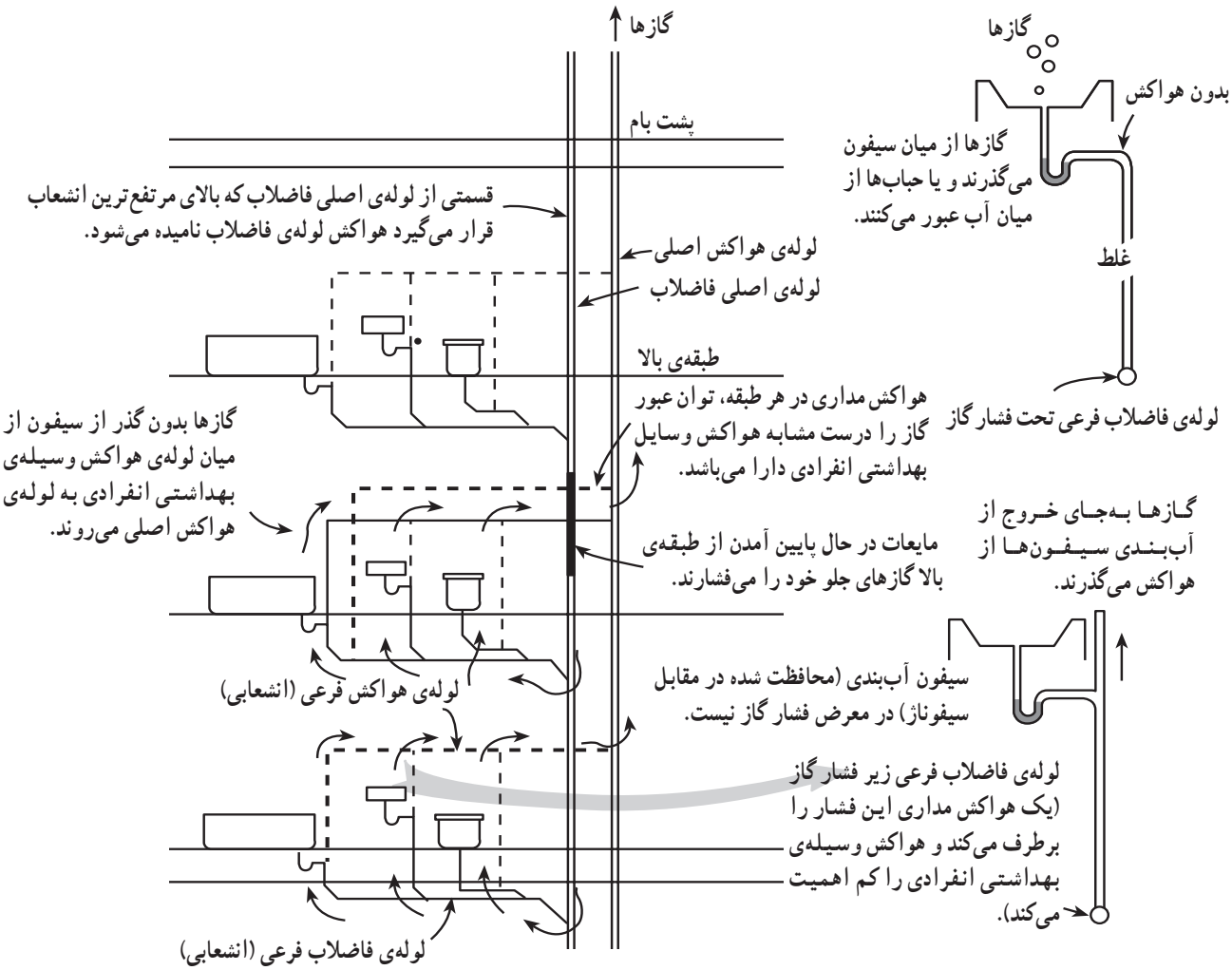
ج ــ صحیح، هوای ورودی از لوله‌ی هواکش سیفوناژ را می‌شکند.

ب ــ غلط، بدون هواکش، آبی که باید سیفون را آب‌بندی کند سیفوناژ شده است.

الف ــ غلط، بدون سیفون، گازهای متعفن وارد اتاق می‌شوند.

شکل ۴ــ۱۱ــ کارکردن سیفون و یکی از وظایف لوله‌ی هواکش (جلوگیری از سیفوناژ)

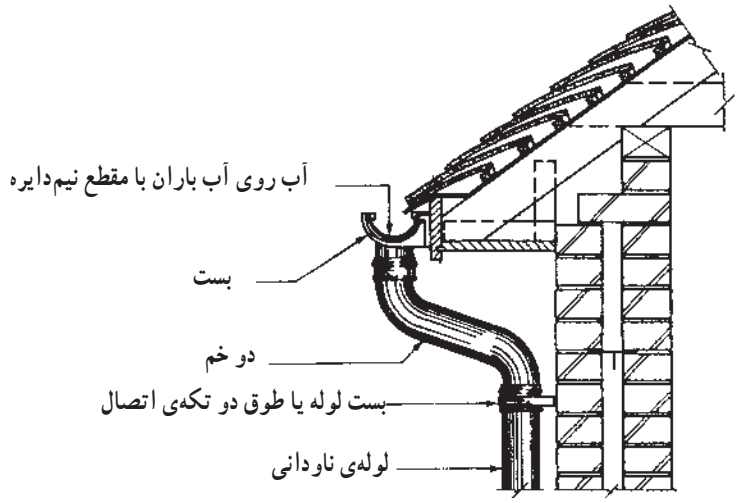
۲ــ۲ــ۱۱ــ سهولت در تخلیه‌ی فاضلاب: در اثر تخلیه‌ی فاضلاب وسایل بهداشتی در لوله‌ی فاضلاب طی دو مرحله متوالی با فاصله زمانی کوتاه هوای موجود در طول لوله‌ی فاضلاب تحت فشار قرار می‌گیرد. افزایش فشار هوا در لوله‌های قائم، نه تنها جریان فاضلاب را به تأخیر می‌اندازد، بلکه ظرفیت انشعاب را نیز کم می‌کند. در چنین شرایطی، شبکه لوله‌کشی فاضلاب نامتعادل است زیرا فشار داخل لوله‌ها بیش از فشار جو است و این تراکم هوا موجب کندی حرکت فاضلاب می‌شود. نصب صحیح لوله‌ی هواکش از تراکم هوا در شرایط مذکور جلوگیری می‌کند و هوا به طرف سیستم هواکش و بیرون رانده می‌شود (شکل ۵ــ۱۱).



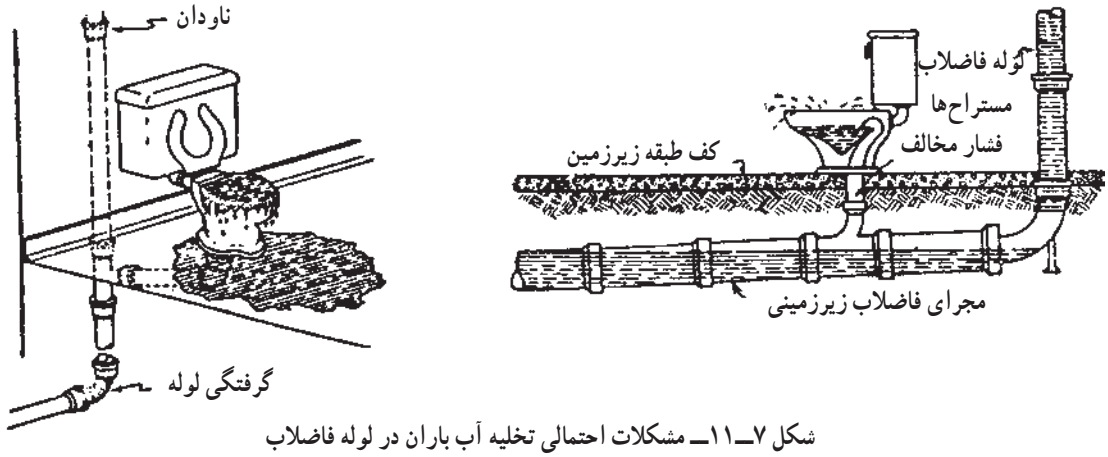
شکل ۵ــ۱۱ــ وجود سیستم هواکش و سهولت در تخلیه فاضلاب

۳ــ۱۱ــ جمع‌آوری آب باران

مطابق شکل ۶ــ۱۱ آب‌های حاصل از بارندگی را با لوله‌ی جداگانه‌ای به نام لوله‌ی آب باران (ناودان) جمع‌آوری و تخلیه می‌نمایند. لوله آب باران به طور معمول به لوله تخلیه فاضلاب وسایل بهداشتی نمی‌کنند زیرا ممکن است در عملکرد سیستم لوله‌کشی فاضلاب اختلال ایجاد نماید. از جمله در اثر بارندگی شدید و تخلیه آب باران در لوله فاضلاب ممکن است آب سیفون‌های وسایل بهداشتی تخلیه شود و یا در مواردی آب باران از محل سیفون‌های طبقه هم‌کف و یا زیرزمین وارد فضای ساختمان شود. (شکل ۷ــ۱۱)



شکل ۶ــ۱۱ــ جمع‌آوری آب باران



شکل ۷ــ۱۱ــ مشکلات احتمالی تخلیه آب باران در لوله فاضلاب

۴ــ۱۱ــ دفع فاضلاب

در ایران فاضلاب ساختمان‌ها به سه‌طریق زیر دفع می‌گردد :

الف ــ تخلیه به داخل چاه

ب ــ تخلیه به سپتیک تانک

پ ــ هدایت به شبکه‌ی فاضلاب شهری

۱ــ۴ــ۱۱ــ دفع فاضلاب در چاه: در مواردی که مقدار فاضلاب کم و محدود به چند خانواده باشد و زمین در عمق‌های نسبتاً کم (حدود ۲۰ متری) به لایه‌های آبرفتی نفوذپذیر برسد و سفره‌های آب زیرزمینی حداقل ۳ تا ۴ متر پایین‌تر از لایه‌های یادشده قرار گرفته باشد و یا از این سفره‌ها هیچ‌گونه برداشتی برای مصارف بهداشتی و شرب نشود روش استفاده از چاه فاضلاب، ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش دفع فاضلاب است.

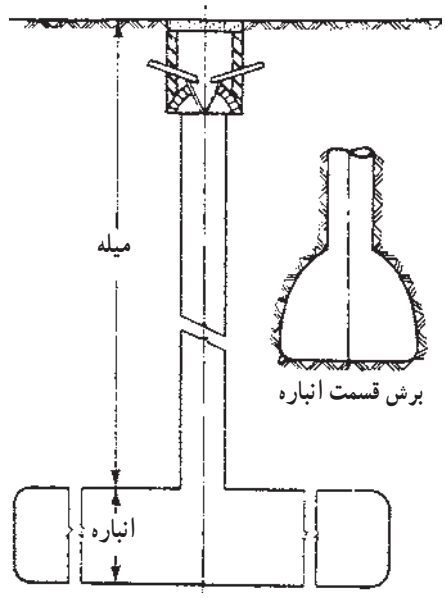
۱ــ۱ــ۴ــ۱۱ــ ساختمان چاه: چاه فاضلاب مطابق شکل ۸ــ۱۱ از سه قسمت زیر تشکیل شده است :

الف ــ دهانه: دهانه قسمت ورودی فاضلاب به چاه است که لوله‌های جمع‌آوری، فاضلاب را در بخش قیفی شکل، مانند گلدان بدون کف، ریخته تا به میله هدایت شود.

ب ــ میله‌ی چاه: چاه به قطر ۸۰ سانتی‌متر را، آن‌قدر حفاری می‌کنند که به زمین شنی با قابلیّت جذب زیاد آب برسند به این عمق میله می‌گویند. به لحاظ تأثیر منفی حفاری در ساختمان و هم‌چنین رعایت اصول بهداشتی، عمق میله‌ی چاه بهتر است از ۶ متر بیشتر باشد.

پ ــ انباره‌ی چاه: پس از رسیدن به زمین شنی، در جهت

یا جهات مناسب، انباره حفر می‌شود. ارتفاع انباره حدود ۱/۵ متر و عرض آن حدود ۱ متر مناسب است. به لحاظ ایجاد مقاومت بیشتر در برابر بارهای وارد بر روی سقف انباره، بهتر است که قسمت فوقانی انباره به صورت قوسی خاک‌برداری شود. برای تعیین حجم انباره که بستگی به مقدار فاضلاب تولیدی، موادّ تشکیل‌دهنده‌ی فاضلاب و میزان نفوذپذیری زمین دارد، نمی‌توان عدد دقیقی ارائه نمود، اما به صورت تقریبی می‌توان از جدول ۱ــ۱۱ استفاده کرد.



شکل ۸ ــ۱۱ــ نمای کلی یک چاه فاضلاب

جدول ۱ــ۱۱ــ حجم انباره‌ی چاه به نسبت افراد

جدول حجم انباره	
نفر	حجم انباره به مترمکعب
۱۰	۵۰
۲۰	۱۰۰
۳۰	۱۵۰
۴۰	۱۸۰
۵۰	۲۲۵
۶۰	۲۷۵

۲ــ۱ــ۴ــ۱۱ــ رعایت نکات اجرایی چاه فاضلاب

الف ــ محلّ چاه در ساختمان باید در فاصله‌ی مناسبی از پی و ستون‌ها قرار داشته باشد.

ب ــ لوله ورودی به داخل چاه با زانوی ۹۰ درجه به صورت عمودی به طرف پایین نصب شود.

ج ــ بعد از اتمام حفاری، در میله‌ی چاه قطعات بتنی مناسب جاگذاری شود.

د ــ دهانه‌ی چاه آجرچینی شود.

هـ ــ اجرای گلدان در قسمت دهانه، برای جلوگیری از پاشیده شدن فاضلاب به جداره‌ی میله و خرابی آن، ضرورت دارد.

و ــ لوله هواکش، برای خروج گازهای بدبو و مضر از چاه، نصب شود.

ز ــ محل دهانه‌ی چاه به طریقی مشخص شود تا در مواقع ضروری برای تعمیرات و یا تخلیه‌ی لجن، بتوان به سهولت محل آن را پیدا نمود.

ح ــ در نقشه ساختمان بهتر است محل دقیق چاه، عمق میله و حجم انباره‌ی آن تعیین گردد.

ط ــ چاه در نقطه‌ای از ملک حفر شود که دسترسی به آن برای تخلیه در فواصل زمانی معیّن، فراهم باشد.

۲ــ۴ــ۱۱ــ دفع فاضلاب در سپتیک تانک: سپتیک تانک مخزنی سرپوشیده و معمولاً ساخته شده از بتن مسلّح با مصالح مصرفی مرغوب و غیرقابل نفوذ است. برای زلال‌سازی بهتر فاضلاب و گرفتن نوسان‌های جریان آن سپتیک تانک را از دو یا سه انباره‌ی مستطیل شکل می‌سازند. ورود و خروج فاضلاب از یک انباره به انباره‌ی دیگر از سوراخ‌های پیش‌بینی شده در دیوارهای جداکننده‌ی آن‌ها، در عمق ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متری در زیر سطح فاضلاب، انجام می‌شود تا موادّ شناور نیز از انباره خارج نگردند. برای خروج گازهای متعفّن تولیدشده از عمل باکتری‌ها در سپتیک تانک، نصب لوله هواکش به قطر ۴ اینچ که تا سقف ساختمان‌های مجاور امتداد یافته است، ضرورت دارد. ایجاد دریچه‌ی آدم‌رو، برروی سقف انباره‌ها یکی دیگر از

ضروریات ساختمان سپتیک تانک می‌باشد. در شکل‌های ۹ــ۱۱ نمونه‌های سپتیک تانک نشان داده شده است.

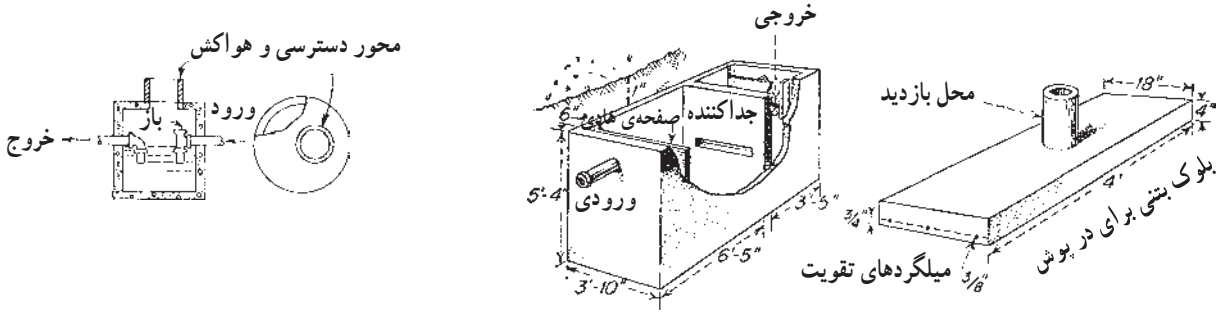
فاضلاب پس از ورود به انباره و به علت کاهش سرعت جریان آن، قسمتی از مواد معلق را به صورت ته‌نشینی از دست می‌دهد و از سوی دیگر انباره خارج می‌شود. مواد ته‌نشین شده به صورت لجن کف انباره هضم می‌شود به‌طوری که انباره در هر سال یک یا دو بار نیاز به خالی کردن پیدا می‌کند.

پساب خروجی از سپتیک تانک را به سه صورت زیر دفع می‌کنند.

الف ــ در زمین‌های با قابلیّت نفوذ زیاد، ترانشه‌ای (کانالی) به عمق ۴۵ سانتی‌متر حفر و پساب خروجی را در آن تخلیه می‌نمایند.

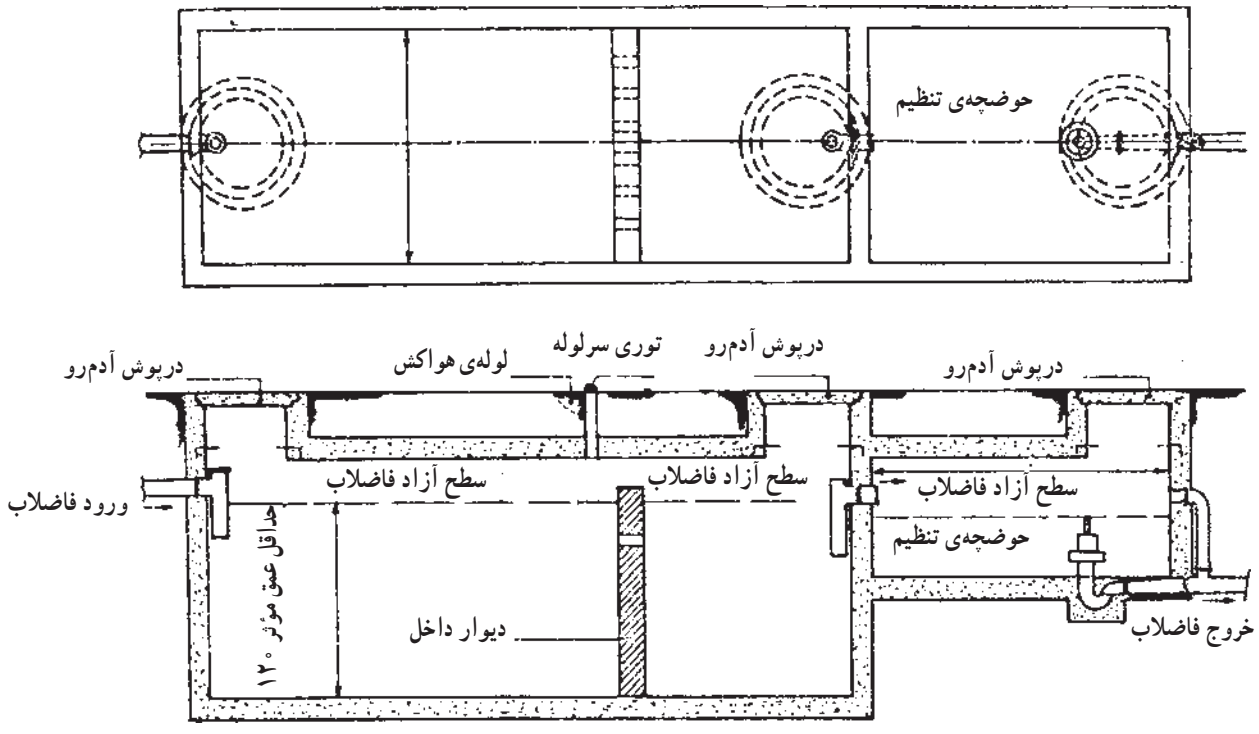
ب ــ در زمین‌های با قابلیّت نفوذ کم، فاضلاب خروجی از سپتیک تانک را به داخل چاه تخلیه می‌نمایند.

پ ــ در صورتی که قابلیّت نفوذ زمین خیلی کم باشد و یا در نزدیکی سپتیک تانک، رودخانه و دریا قرار گرفته باشد، برای دفع پساب، از صافی‌های شنی استفاده می‌شود.



الف ــ سپتیک تانک بتنی

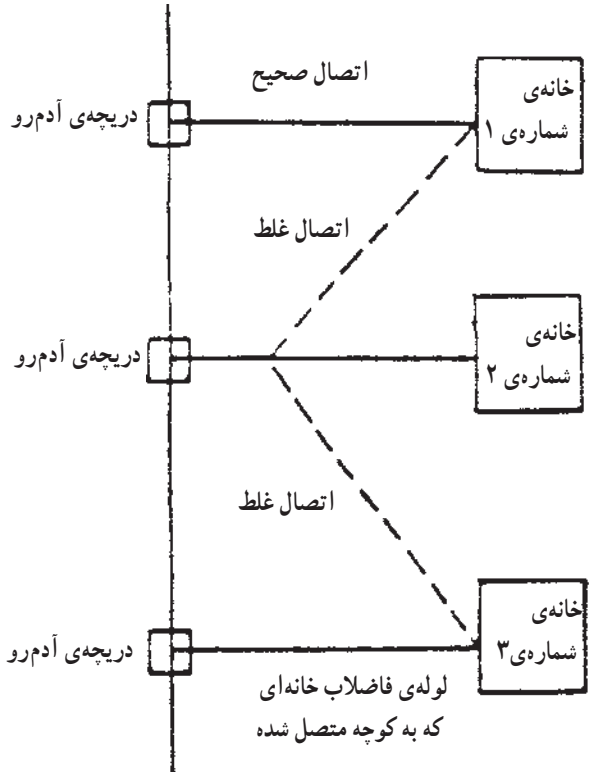
ب ــ سپتیک تانک بتنی ــ گرد کوچک



ج ــ مخزن سپتیک با دو محفظه

شکل ۹ــ۱۱ــ دفع فاضلاب در سپتیک تانک

۳ــ۶ــ۱۱ــ دفع فاضلاب در شبکه‌ی شهری: برای هدایت فاضلاب ساختمان‌ها به شبکه‌ی فاضلاب شهری، لوله‌ی اصلی فاضلاب هر ساختمان باید به صورت مستقل و جداگانه به لوله‌ی اصلی فاضلاب شهر متصل شود. حتّی در صورتی که ساختمان‌ها به هم نزدیک بوده و یا در یک راستا قرار گرفته باشند نباید خروجی همه‌ی ساختمان‌ها را به یک خط وصل کرد، بلکه باید آن‌ها را مستقلاً وارد منهول[1] نموده و سپس خط مشترک آن‌ها را به خط اصلی فاضلاب وارد نمود. طرز اتصال غلط و صحیح انشعاب فاضلاب ساختمان به خط اصلی فاضلاب شهری در شکل ۱۰ــ۱۱ نشان داده شده است. در شکل طرز اتصال صحیح با خط پُر و طرز اتصال غلط با خط‌چین مشخص شده است. آب باران و آب‌های سطحی نباید وارد لوله‌ی فاضلاب شهری گردند، برای این آب‌ها باید خط لوله‌ی جمع‌آوری شهری به صورت جداگانه طراحی و اجرا شود.



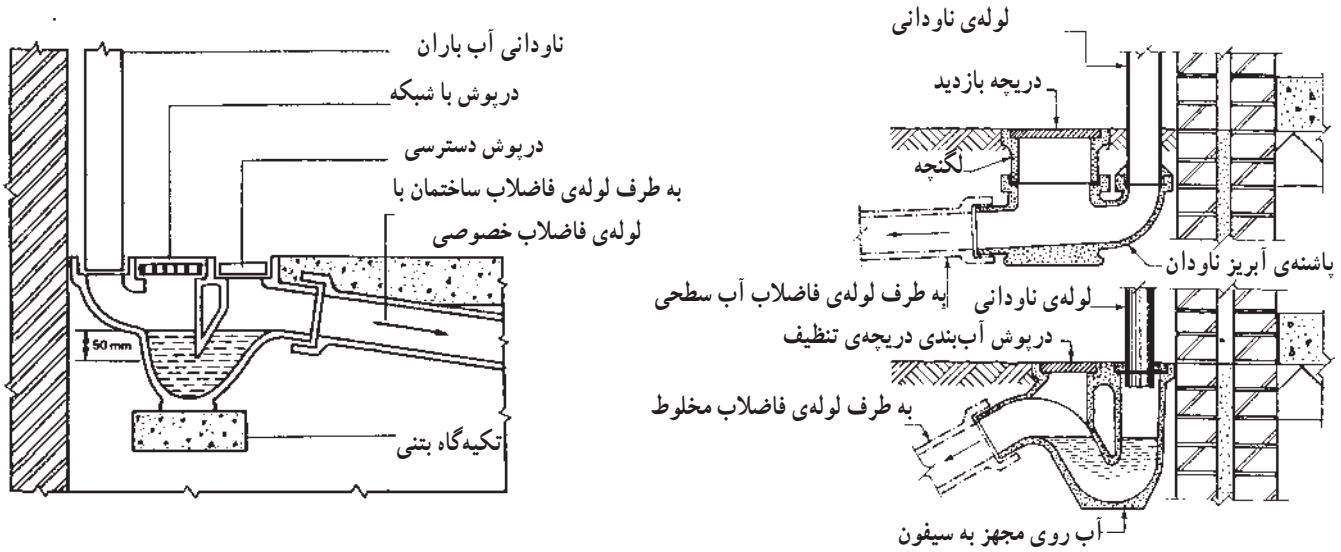
شکل ۱۰ــ۱۱ــ چگونگی اتصال فاضلاب ساختمان به فاضلاب شهری

۵ــ۱۱ــ دفع آب باران

آب باران و فاضلاب سطحی را به‌طور معمول به داخل چاه‌های جداگانه، نهرها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و یا مسیل‌های طبیعی هدایت می‌کنند. آب باران و آب‌های سطحی نباید وارد لوله‌ی فاضلاب شهری گردند. در صورت لزوم برای آب باران و آب‌های سطحی باید خط لوله‌ی جمع‌آوری شهری به صورت جداگانه طراحی و اجرا شود.

در صورت دفع غیرمتعارف آب باران در محل دفع فاضلاب در پایین لوله قائم آب باران (ناودان) باید یک سیفون درنظر گرفته شود تا از انتقال بوی گاز نامطبوع به روی بام جلوگیری شود.

۱ــ Manhole دریچه آدم رو



شکل ۱۱ــ۱۱ــ چگونگی دفع آب باران و آب‌های سطحی

۶ــ۱۱ــ مقرّرات ملی ساختمانی ایران

گزیده‌ای از «مقرّرات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۶، تأسیسات بهداشتی» در زیر آورده شده است.

۱ــ لوله‌های افقی فاضلاب باید شیب یکنواختی، در جهت دور کردن فاضلاب از لوازم بهداشتی، داشته باشند.

۲ــ شیب لوله‌های افقی نباید بیش از ۵ درصد باشد.

۳ــ اتصال دو لوله‌ی فاضلاب از دو دستگاه مقابل به یک شاخه افقی فاضلاب به صورت چهارراه مجاز نیست.

۴ــ اتصال شاخه افقی به لوله فاضلاب، اگر قطر نامی لوله‌ی افقی بیش از ۶۵ میلی‌متر باشد، باید حداکثر با زاویه‌ی ۴۵ درجه باشد. اگر قطر نامی شاخه‌ی افقی کوچک‌تر از ۶۵ میلی‌متر باشد زاویه‌ی اتصال می‌تواند بزرگ‌تر باشد.

۵ــ شاخه‌ی افقی فاضلاب، یا لوله‌ی افقی اصلی پایین‌ترین قسمت لوله‌کشی، حتی‌المقدور نباید تغییر جهت بدهد. در صورتی که تغییر جهت ناگزیر باشد باید زاویه‌ی تغییر ۴۵ درجه یا کمتر باشد.

۶ــ قطر لوله‌ی قائم باید تا جایی که امکان دارد در تمام طول ثابت بماند.

۷ــ لوله‌ی قائم انتقال فاضلاب به پایین‌ترین قسمت لوله‌کشی باید تا جایی که امکان دارد مستقیم نصب شود و از به‌کار بردن دو خم خودداری شود.

۸ــ برای دو خانه یا دو آپارتمان مجاور هم نباید از یک لوله‌ی فاضلاب قائم مشترک استفاده شود.

۹ــ زانوی پایین لوله‌ی قائم فاضلاب که فاضلاب را به لوله‌ی اصلی پایین‌ترین قسمت لوله‌کشی می‌ریزد باید با نصب لوله‌ای به طول دست کم ۲۵۰ میلی‌متر و دو زانوی ۴۵ درجه، در دوطرف به صورت دوردار با شعاع بزرگ نصب شود.

۱۰ــ هر لوله قائم هواکش باید از قسمت بالا، بدون کاهش قطر تا هوای آزاد روی بام ادامه یابد.

۱۱ــ هر لوله قائم هواکش باید در پایین‌ترین قسمت به لوله قائم فاضلاب متصل شود.

پرسش

۱ــ فاضلاب را تعریف کنید.

۲ــ انواع فاضلاب را نام ببرید.

۳ــ فاضلاب خانگی را تعریف کنید.

۴ــ فاضلاب صنعتی را توضیح دهید و تفاوت‌های آن را با فاضلاب خانگی ذکر کنید.

۵ــ فاضلاب‌های سطحی را شرح دهید.

۶ــ کاربرد سیفون را بیان کنید و محل نصب آن را مشخص کنید.

۷ــ قسمت‌های مختلف شبکه فاضلاب را با رسم شکل نام ببرید.

۸ــ قسمت‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب با هواکش انفرادی را بر روی شکل مشخص کنید.

۹ــ شبکه جمع‌آوری فاضلاب با هواکش مداری را تشریح کنید.

۱۰ــ اهمیت هواکش در شبکه فاضلاب ساختمان را بیان کنید.

۱۱ــ علّت ازبین رفتن آب‌بندی سیفون را شرح دهید.

۱۲ــ علل تأخیر در تخلیه‌ی فاضلاب را بیان کنید.

۱۳ــ سیستم جمع‌آوری آب باران را توضیح دهید.

۱۴ــ روش‌های دفع فاضلاب ساختمان را شرح دهید.

۱۵ــ دفع فاضلاب در چاه را بیان کنید.

۱۶ــ محاسن و معایب دفع فاضلاب در چاه را شرح دهید.

۱۷ــ ساختمان چاه را تشریح کنید.

۱۸ــ نکاتی را که برای اجرای چاه فاضلاب باید رعایت شود بیان کنید.

۱۹ــ چگونگی دفع فاضلاب در سپتیک تانک را توضیح دهید.

۲۰ــ ساختمان سپتیک تانک را توضیح دهید.

۲۱ــ چگونگی دفع پساب خروجی از سپتیک تانک را شرح دهید.

۲۲ــ روش‌های دفع فاضلاب ساختمان‌ها در شبکه فاضلاب شهری را تشریح کنید.

۲۳ــ اهمیّت جمع‌آوری، تصفیه و دفع فاضلاب را، از نظر جلوگیری از آلودگی محیط زیست بیان کنید.

۲۴ــ چگونگی دفع آب باران را شرح دهید.

۲۵ــ پنج نمونه از مقررات ملی ساختمان را در مورد جمع‌آوری و دفع فاضلاب، آب باران و لوله‌کشی هواکش بیان کنید.

فصل دوازدهم

محاسبه‌ی شبکه‌ی لوله‌کشی فاضلاب ساختمان

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ شیب در لوله‌کشی فاضلاب را توضیح دهد.
۲ــ اندازه‌گذاری لوله‌کشی فاضلاب را با استفاده از جدول‌های مربوط توضیح دهد.
۳ــ اندازه‌گذاری لوله‌کشی هواکش را با استفاده از جدول‌های مربوط توضیح دهد.
۴ــ اندازه‌گذاری لوله‌کشی آب باران را با استفاده از جدول‌های مربوط توضیح دهد.
۵ــ حجم سپتیک تانک را از روی جدول تعیین نماید.

۱۲ــ محاسبه‌ی شبکه‌ی لوله‌کشی فاضلاب ساختمان

جریان آب در سیستم لوله‌کشی فاضلاب تحت فشار آتمسفریک و از بالا به پایین است. در این سیستم لوله‌های جمع‌کننده از طبقات (stacks) عمودی هستند و در لوله‌کشی از دو خم‌ها به‌ندرت استفاده می‌شود. لوله‌های افقی دارای شیبی هستند که باعث افزایش سرعت جریان و تمیز شدن لوله می‌شود. لوله‌های فاضلاب، در یک شبکه‌ی لوله‌کشی، فاضلاب را از لوازم بهداشتی گرفته و پس از عبور از سیفون‌ها و لوله‌های افقی و عمودی به لوله‌ی اصلی خروجی فاضلاب هدایت می‌کنند تا از این طریق به شبکه‌ی فاضلاب شهری یا هر خروجی دیگری بریزد.

منظور از محاسبه‌ی شبکه‌ی لوله‌کشی فاضلاب ساختمان، اندازه‌گذاری لوله‌های افقی و عمودی در شبکه‌های فاضلاب، هواکش و آب باران است.

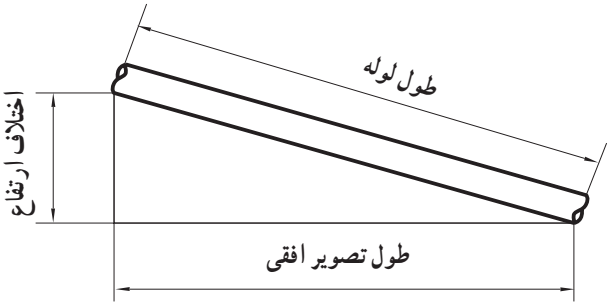
۱ــ۱۲ــ شیب[1] خطوط لوله‌ی فاضلاب

برای جریان یافتن فاضلاب در لوله‌های افقی شیب مناسبی لازم است اگر شیب کمتر یا بیشتر از حد معین باشد موجب عدم تخلیه یا تخلیه‌ی نامطلوب می‌گردد. وقتی شیب بیش از حد باشد مایعات به سهولت تخلیه شده ولی ذرات جامد آن باقی می‌مانند که در لوله‌ها رسوب می‌کنند. (جدول ۱ــ۱۲).

شیب عبارت است از نسبت اختلاف ارتفاع دو سر لوله به طول تصویر افقی آن (شکل ۱ــ۱۲).

$$\text{شیب} = \frac{\text{اختلاف ارتفاع دو سر لوله}}{\text{طول تصویر افقی}}$$

۱ ــ Slope



شکل ۱ــ۱۲ــ شیب

برای تسهیل در محاسبات در شیب‌های خیلی کم به‌جای تصویر افقی طول لوله را قرار می‌دهیم.

$$\text{شیب} = \frac{\text{اختلاف ارتفاع دو سر لوله}}{\text{طول لوله}}$$

$$S = \frac{h}{l}$$

در سیستم IP شیب را برحسب اینچ در فوت بیان می‌کنند، مانند $\frac{۱}{۴}\frac{in}{ft}$

به‌طور معمول شیب را برحسب درصد بیان می‌کنند، دراین‌صورت $S = \frac{h}{l}\times ۱۰۰$ خواهد بود.

شیب‌های متداول، مناسب عبارت‌اند از :

$$\frac{۱}{۲}\frac{in}{ft} \simeq ۴٪$$

$$\frac{۱}{۴}\frac{in}{ft} \simeq ۲٪$$

$$\frac{۱}{۸}\frac{in}{ft} \simeq ۱٪$$

$$\frac{۱}{۱۶}\frac{in}{ft} \simeq ۰/۵٪$$

مثال ۱: یک خط لوله در فاصله‌ی ۲۸ متر، ۳۵ سانتی‌متر اختلاف ارتفاع دارد. مطلوب است محاسبه‌ی شیب لوله به‌صورت درصد.

$$h = ۳۵cm = ۰/۳۵m$$

$$l = ۲۸m$$

$$S = \frac{h}{l}\times ۱۰۰ = \frac{۰/۳۵}{۲۸}\times ۱۰۰ = ۱/۲۵٪$$

مثال ۲: در صورتی که ابتدای لوله‌ی افقی اصلی ساختمان ۲۴ سانتی‌متر زیر کف باشد، عمق کارگذاری لوله در انتها با توجه به شکل ۵ــ۱۲ چند سانتی‌متر خواهد بود؟

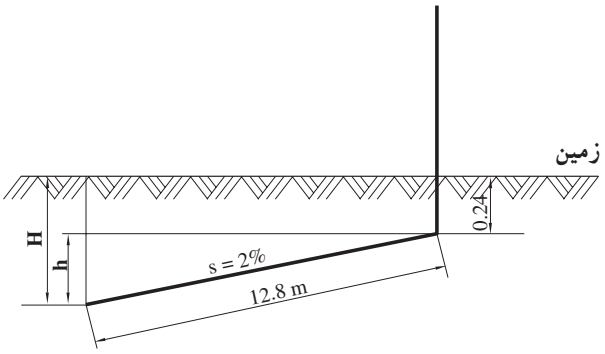
$$S = \frac{h}{l}\times ۱۰۰$$

$$۲ = \frac{h}{۱۲/۸}\times ۱۰۰ \Rightarrow h = \frac{۲\times ۱۲/۸}{۱۰۰} = ۰/۲۵۶m$$

$$\text{اختلاف ارتفاع دو سر لوله} = ۲۵/۶cm$$

$$H = h + ۲۴ = ۲۵/۶ + ۲۴ = ۴۹/۶cm$$

عمق کارگذاری لوله به سانتی‌متر



شکل ۲ــ۱۲ــ عمق کارگذاری

جدول ۱ــ۱۲ــ شیب لوله‌های افقی فاضلاب

شیب (درصد)	قطر (mm)
۲	۶۵ یا کمتر
۱	۱۵۰ تا ۸۰
۰/۵	بزرگ‌تر یا ۲۰۰

۲ــ۱۲ــ واحد مصرف

برای سهولت، در طراحی لوله‌های فاضلاب و هواکش، میزان تخلیه‌ی فاضلاب توسط لوله‌ها را به DFU [۱] بیان می‌کنند. DFU یا واحد مصرف، براساس مصرف آن دسته از لوازم بهداشتی تعریف شده است که به تناوب مورد استفاده قرار می‌گیرند و طوری انتخاب شده است که میزان تخلیه‌ی لوازم بهداشتی مختلف به صورت ضریبی از آن بیان شود. مثلاً دست‌شویی به عنوان یک

۱ ــ Drain Fixture Unit

واحد مصرف درنظر گرفته می‌شود و میزان تخلیه‌ی آن $\frac{L}{S}$ ۰/۵ یا ۷/۵g.p.m (گالن در دقیقه) است. واحد مصرف لوازم بهداشتی درجداول ۲ــ۱۲ و ۳ــ۱۲ آورده شده است.

۳ــ۱۲ــ اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی فاضلاب[1]

اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی فاضلاب در دو مرحله انجام می‌گیرد :

۱ــ تعیین حداکثر جریان لحظه‌ای فاضلاب

۲ــ تعیین قطر نامی لوله‌ی مورد نیاز

۱ــ۳ــ۱۲ــ تعیین حداکثر جریان لحظه‌ای فاضلاب

۱ــ حداکثر جریان لحظه‌ای هریک از لوازم بهداشتی با واحد DFU مشخص می‌شود.

۲ــ حداکثر جریان لحظه‌ای هریک از لوازم بهداشتی برحسب واحد DFU در جدول ۱ــ۱۲داده شده است. اگر مقدار DFU برای لوازم بهداشتی در جدول ۲ــ۱۲ نباشد ولی قطر نامی سیفون آن‌ها معلوم باشد از روی جدول ۳ــ۱۲ می‌توان DFU آن را تعیین نمود.

مثال: ساختمانی دارای وسایل بهداشتی زیر است.

توالت غیرعمومی	۸ عدد
توالت عمومی	۲ عدد
دست‌شویی	۱۶ عدد
آب‌خوری	۲ عدد
سینک رخت‌شویی با لوله‌ی تخلیه ۲″	۲ عدد
دوش حمام	۸ عدد
سینک ظرف‌شویی	۸ عدد
کف‌شوی	۱۰ عدد
ماشین رخت‌شویی	۸ عدد

۱ــ حداکثر جریان لحظه‌ای هریک از وسایل بهداشتی ساختمان برحسب DFU را تعیین کنید.

۲ــ حداکثر جریان لحظه‌ای همه‌ی وسایل بهداشتی را برحسب DFU پیدا کنید.

حل: با مراجعه به جدول‌های ۲ــ۱۲ و ۳ــ۱۲ جدول زیر را تشکیل می‌دهیم :

جدول ۱ــ۱۲

نام وسیله‌ی بهداشتی	تعداد	DFU	جمع
توالت غیرعمومی	۸	۴	۳۲
توالت عمومی	۲	۶	۱۲
دست‌شویی	۱۶	۱	۱۶
دوش حمام	۸	۲	۱۶
سینک ظرف‌شویی	۸	۲	۱۶
ماشین‌رخت‌شویی	۸	۳	۲۴
کف‌شوی	۱۰	۲	۲۰
آب‌خوری	۲	$\frac{۱}{۲}$	۱
سینک رخت‌شویی با لوله تخلیه‌ی ۲″	۲	۳	۶
جمع			۱۴۳

۱ــ جدول‌های مورد استفاده در اندازه‌گذاری لوله‌ها از پیوست‌های مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمانی ایران ــ تأسیسات بهداشتی (با اعمال تبدیل واحد) است.

جدول ۲ــ۱۲ــ مقدار DFU برای لوازم بهداشتی مختلف

لوازم بهداشتی	مقدار	قطر نامی سیفون	
	DFU	اینچ	میلی‌متر
تخلیه‌ی ماشین رخت‌شویی	۳	۲	۵۰
وان	۲	$1\frac{1}{2}$	۴۰
بیده	۱	$1\frac{1}{4}$	۳۲
سینک رخت‌شویی	۲	$1\frac{1}{2}$	۴۰
صندلی دندان‌پزشکی	۱	$1\frac{1}{4}$	۳۲
ماشین ظرف‌شویی	۲	$1\frac{1}{2}$	۴۰
آبخوری	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	۳۲
کف‌شوی	۲	۲	۵۰
سینک آشپزخانه	۲	$1\frac{1}{2}$	۴۰
دست‌شویی(روشویی)	۱	$1\frac{1}{4}$	۳۲
دوش	۲	۲	۵۰
پیسوار	۴	۲	۵۰
توالت، غیرعمومی	۴	۴	۱۰۰
توالت، عمومی	۶	۴	۱۰۰

جدول ۳ــ۱۲ــ مقدار DFU برای لوازم بهداشتی برحسب قطر نامی سیفون

قطر نامی میلی‌متر	قطر نامی اینچ	مقدار DFU
۳۲ یا کمتر	$1\frac{1}{4}$ یا کمتر	۱
۴۰	$1\frac{1}{2}$	۲
۵۰	۲	۳
۶۵	$2\frac{1}{2}$	۴
۸۰	۳	۵
۱۰۰	۴	۶

۲ــ۳ــ۱۲ــ تعیین قطر نامی لوله‌ی مورد نیاز

ــ با در دست داشتن مقدار DFU با استفاده از جدول ۴ــ۱۲ می‌توان لوله‌های فاضلاب شاخه‌های افقی و لوله‌های قائم را اندازه‌گذاری کرد.

ــ اندازه‌گذاری لوله‌های قائم فاضلاب براساس جمع مقدار DFU که از شاخه‌های افقی طبقات در آن می‌ریزد صورت می‌گیرد. بهتر است در ارتفاع قطر نامی لوله‌ی قائم فاضلاب (در پایین‌ترین قسمت) تا بالاترین طبقه، تغییر نکند.

تذکر ۱: اندازه‌گذاری لوله‌های افقی اصلی فاضلاب در پایین‌ترین قسمت لوله‌کشی نباید با استفاده از جدول ۴ــ۱۲ انجام گیرد.

برای اندازه‌گذاری لوله افقی اصلی از جدول ۵ ــ۱۲ استفاده می‌شود.

تذکر ۲: در لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی داخل ساختمان حداقل قطر نامی لوله و فیتینگ باید ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) باشد. در صورتی که اندازه‌ی قطر نامی سیفون هریک از لوازم بهداشتی

از ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) کمتر باشد بلافاصله پس از سیفون باید قطر نامی لوله‌ی فاضلاب تبدیل شود و حداقل به ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) برسد.

تذکر ۳: قطر نامی شاخه‌ی افقی لوله‌ی فاضلابی که توالت ایرانی به آن متصل می‌شود حداقل باید ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) باشد.

جدول ۴ــ۱۲ــ اندازه‌گذاری شاخه‌های افقی و لوله‌های قائم فاضلاب

قطر لوله		بیشترین مقدار DFU			
		کل DFU برای یک شاخه‌ی افقی	لوله‌های قائم		
میلی‌متر	اینچ		کل DFU برای یک شاخه‌ی افقی	کل DFU برای سه شاخه‌ی افقی	کل DFU برای بیش ازسه شاخه‌ی افقی
۴۰	$1\frac{1}{2}$	۳	۲	۴	۸
۵۰	۲	۶	۶	۱۰	۲۴
۶۵	$2\frac{1}{2}$	۱۲	۹	۲۰	۴۲
۸۰	۳	۲۰	۲۰	۴۸	۷۲
۱۰۰	۴	۱۶۰	۹۰	۲۴۰	۵۰۰
۱۲۵	۵	۳۶۰	۲۰۰	۵۴۰	۱۱۰۰
۱۵۰	۶	۶۲۰	۳۵۰	۹۶۰	۱۹۰۰
۲۰۰	۸	۱۴۰۰	۶۰۰	۲۲۰۰	۳۶۰۰
۲۵۰	۱۰	۲۵۰۰	۱۰۰۰	۳۸۰۰	۵۶۰۰
۳۰۰	۱۲	۳۹۰۰	۱۵۰۰	۶۰۰۰	۸۴۰۰
۳۷۵	۱۵	۷۰۰۰			

مثال ۱: در هر طبقه از یک ساختمان سه طبقه وسایل بهداشتی زیر وجود دارد :

توالت عمومی ۳ عدد

دست‌شویی ۳ عدد

دوش ۳ عدد

کف‌شوی ۳ عدد

ماشین لباسشویی ۲ عدد

قطر لوله‌ی افقی هر طبقه و لوله‌ی عمودی ساختمان را اندازه‌گذاری کنید.

حل:

نام وسیله‌ی بهداشتی	تعداد	DFU	کل DFU
توالت عمومی	۳	۶	۱۸
دست‌شویی	۳	۱	۳
دوش حمام	۳	۲	۶
کف‌شوی	۳	۲	۶
ماشین لباس‌شویی	۲	۳	۶
جمع واحد مصرف هر طبقه			۳۹

DFU برای سه طبقه ۱۱۷= ۳۹×۳ است.

حال با مراجعه به جدول ۴ــ۱۲ از ستون اوّل و دوم، قطر لوله‌ی افقی هر طبقه‌ی لوله (۴ اینچ) ۱۰۰ میلی‌متر خواهد بود که این لوله به صورت افقی می‌تواند تا ۱۶۰ واحد مصرف را تخلیه نماید.

از ستون‌های اوّل و چهارم برای سه شاخه‌ی افقی و عدد ۱۱۷ DFU قطر لوله‌ی عمودی نیز ۴ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) می‌شود. این لوله در این شرایط می‌تواند تا ۲۴۰ واحد مصرف را تخلیه نماید.

مثال ۲: هشت شاخه‌ی افقی فاضلاب یک ساختمان به یک لوله‌ی عمودی تخلیه می‌شوند. در صورتی که هر شاخه دارای ۱۸DFU باشد قطر نامی هر شاخه‌ی افقی و قطر لوله‌ی عمودی را تعیین کنید. در صورتی که هر شاخه‌ی افقی دارای یک توالت ایرانی باشد.

حل: با مراجعه به جدول ۴ــ۱۲ از ستون‌های اوّل و دوم قطر لوله‌ی افقی هر واحد ۳ اینچ (۸۰ میلی‌متر) به‌دست می‌آید. چون هر واحد دارای یک توالت ایرانی است بنابراین حداقل قطر لوله‌ی افقی ۴ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) انتخاب می‌شود.

با توجه به کل مصرف ۱۴۴DFU= ۸×۱۸ و مراجعه به ستون‌های اوّل و پنجم قطر لوله‌ی عمودی نیز ۴ اینچ به‌دست می‌آید. در این شرایط لوله‌ی ۴ اینچ می‌تواند تا ۵۰۰ واحد مصرف را تخلیه نماید.

تعیین قطر لوله‌ی افقی اصلی

با استفاده از جدول ۵ــ۱۲ می‌توان لوله‌های فاضلاب افقی اصلی پایین‌ترین قسمت شبکه‌ی لوله‌کشی را اندازه‌گذاری کرد.

مثال ۳: در یک ساختمان چهارطبقه از چهار لوله‌ی قائم

جدول ۵ــ۱۲ــ اندازه‌گذاری لوله‌ی اصلی افقی پایین‌ترین قسمت و شاخه‌های افقی آن

قطر لوله		حداکثر تعداد DFU که به هر قسمت از لوله‌ی اصلی افقی متصل می‌شود، به اضافه‌ی شاخه‌هایی که به‌طور مستقیم به این لوله وصل می‌شوند.			
		شیب در هر فوت طول			
اینچ	میلی‌متر	$\frac{1}{16}$ اینچ (۰/۵٪)	$\frac{1}{8}$ اینچ (۱٪)	$\frac{1}{4}$ اینچ (۲٪)	$\frac{1}{2}$ اینچ (۴٪)
۲	۵۰			۲۱	۲۶
$۲\frac{1}{2}$	۶۵			۲۴	۳۱
۳	۸۰		۳۶	۴۲	۵۰
۴	۱۰۰		۱۸۰	۲۱۶	۲۵۰
۵	۱۲۵		۳۹۰	۴۸۰	۵۷۵
۶	۱۵۰		۷۰۰	۸۴۰	۱۰۰۰
۸	۲۰۰	۱۴۰۰	۱۶۰۰	۱۹۲۰	۲۳۰۰
۱۰	۲۵۰	۲۵۰۰	۲۹۰۰	۳۵۰۰	۴۲۰۰
۱۲	۳۰۰	۲۹۰۰	۴۶۰۰	۵۶۰۰	۶۷۰۰
۱۵	۳۷۵	۷۰۰۰	۸۳۰۰	۱۰۰۰۰	۱۲۰۰۰

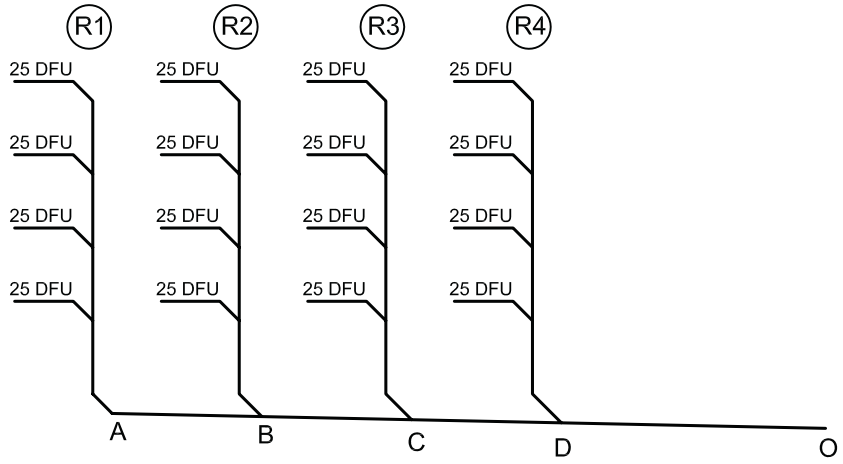
برای تخلیه‌ی فاضلاب استفاده می‌شود. به هر یک از لوله‌های قائم در هر طبقه یک شاخه‌ی افقی وصل است. لوله‌های قائم در پایین‌ترین طبقه به لوله‌ی اصلی افقی وصل می‌شوند. در صورتی که مقدار DFU برای هر شاخه‌ی افقی ۲۵ باشد، تعیین کنید :

۱ــ قطر هر شاخه‌ی افقی طبقات

۲ــ قطر لوله‌های عمودی

۳ــ قطر لوله‌های رابط افقی بین لوله‌ی قائم و لوله‌ی افقی اصلی(با شیب ۲درصد)

۴ــ قطر لوله‌ی افقی اصلی برای هدایت فاضلاب کل ساختمان (شیب = ۲درصد)



شکل ۳ــ۱۲

حل:

۱ــ از جدول ۴ــ۱۲ ستون اوّل و دوم و DFU ۲۵ قطر لوله‌ی هر شاخه‌ی افقی طبقات ۱۰۰ میلی‌متر تعیین می‌شود.

۲ــ از جدول ۴ــ۱۲ ستون اوّل و پنجم (آخر) DFU ۱۰۰ = ۴×۲۵ قطر لوله‌های قائم نیز mm ۱۰۰ (۴ اینچ) تعیین می‌شود.

۳ــ از جدول ۵ــ۱۲ و انتخاب ستون شیب ٪۲ قطر لوله‌های افقی پایین‌ترین قسمت به شرح زیر تعیین می‌شود.

۱ــ۳ــ قطر لوله افقی بین رایزر ۱ و ۲ یعنی AB با توجه DFU ۱۰۰ برابر ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) تعیین می‌شود.

۲ــ۳ــ قطر لوله افقی بین رایزر ۲ و ۳ یعنی BC با توجه DFU ۲۰۰ = ۲×۱۰۰ نیز برابر ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) می‌شود.

۳ــ۳ــ قطر لوله افقی بین رایزر ۳ و ۴ یعنی CD با توجه DFU ۳۰۰ = ۳×۱۰۰ برابر ۱۲۵ میلی‌متر (۵ اینچ) تعیین می‌شود.

۴ــ قطر لوله افقی اصلی بعد از رایزر ۴ تا محل دفع با توجه به DFU ۴۰۰ = ۴×۱۰۰ برابر ۱۲۵ میلی‌متر (۵ اینچ) تعیین می‌شود.

۴ــ۱۲ــ تعیین قطر نامی لوله هواکش فاضلاب

الف ــ تعیین قطر لوله قائم هواکش: با در دست داشتن مقدار DFU در هر قسمت از لوله‌کشی و با استفاده ازجدول ۶ــ۱۲ می‌توان لوله‌های قائم هواکش را اندازه‌گذاری کرد. طول لوله‌ی قائم هواکش باید از نقطه موردنظر تا انتهای بالایی شبکه مربوطه در هوای آزاد روی بام، اندازه‌گیری شود.

ب ــ تعیین قطر لوله افقی هواکش: قطر لوله افقی هواکش باید دست کم نصف اندازه قطر نامی لوله‌ی فاضلابی باشد که این هواکش برای آن نصب می‌شود. قطر نامی لوله‌ی هواکش نباید کمتر از ۳۲ میلی‌متر باشد. اگر طول لوله‌ی هواکش افقی بیش از ۱۲ متر باشد در تمام این طول قطر نامی لوله‌های هواکش باید یک اندازه بزرگ‌تر شود.

جدول ۶ــ۱۲ــ اندازه‌گذاری لوله‌های قائم هواکش فاضلاب

قطر لوله‌ی قائم فاضلاب		تعداد DFU متصل به لوله‌ی قائم	حداکثر طول لوله‌ی هواکش برحسب متر قطر لوله‌ی هواکش (میلی‌متر)									
میلی‌متر	اینچ		۳۲	۴۰	۵۰	۶۵	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰
۳۲	$1\frac{1}{4}$	۲	۹										
۴۰	$1\frac{1}{2}$	۸	۱۵	۴۶									
۴۰	$1\frac{1}{2}$	۱۰	۹	۳۱									
۵۰	۲	۱۲	۹	۲۳	۶۱								
۵۰	۲	۲۰	۳۰	۱۵	۴۶								
۶۵	$2\frac{1}{2}$	۴۲		۹	۳۱	۹۱							
۸۰	۳	۱۰		۱۳	۴۶	۱۱۰	۳۱۷						
۸۰	۳	۲۱		۱۰	۳۴	۸۲	۲۴۷						
۸۰	۳	۵۳		۸	۲۹	۷۰	۲۰۷						
۸۰	۳	۱۰۲		۸	۲۸	۶۴	۱۸۹						
۱۰۰	۴	۴۳			۱۱	۲۶	۷۶	۲۹۹					
۱۰۰	۴	۱۴۰			۸	۲۰	۶۱	۲۲۹					
۱۰۰	۴	۳۲۰			۷	۱۷	۵۲	۱۹۵					
۱۰۰	۴	۵۴۰			۶	۱۵	۴۶	۱۷					
۱۲۵	۵	۱۹۰				۹	۲۵	۹۸	۳۰۲				
۱۲۵	۵	۴۹۰				۶	۱۹	۷۶	۲۳۲				
۱۲۵	۵	۹۴۰				۶	۱۶	۶۴	۲۰۴				
۱۲۵	۵	۱۴۰۰				۵	۱۵	۵۸	۱۸۰				
۱۵۰	۶	۵۰۰					۱۰	۴۰	۱۲۲	۳۰۵			
۱۵۰	۶	۱۱۰۰					۸	۳۱	۹۵	۲۳۸			
۱۵۰	۶	۲۰۰۰					۷	۲۶	۷۹	۲۰۱			
۱۵۰	۶	۲۹۰۰					۶	۲۴	۷۳	۱۸۳			
۲۰۰	۸	۱۸۰۰						۹		۷۳	۲۸۷		
۲۰۰	۸	۳۴۰۰						۷		۵۸	۲۱۹		
۲۰۰	۸	۵۶۰۰						۶		۴۹	۱۸۶		
۲۰۰	۸	۷۶۰۰						۶		۴۳	۱۷۱		
۲۵۰	۱۰	۴۰۰۰								۲۴	۹۵	۲۹۳	
۲۵۰	۱۰	۷۲۰۰								۱۸	۷۳	۲۲۶	
۲۵۰	۱۰	۱۱۰۰۰								۱۶	۶۱	۱۹۲	
۲۵۰	۱۰	۱۵۰۰۰								۱۴	۵۵	۱۷۴	
۳۰۰	۱۲	۷۲۰۰								۹	۳۷	۱۱۶	۲۸۷
۳۰۰	۱۲	۱۳۰۰۰								۷	۲۹	۹۱	۲۱۹
۳۰۰	۱۲	۲۰۰۰۰								۶	۲۴	۷۶	۱۸۶
۳۰۰	۱۲	۲۶۰۰۰								۶	۲۲	۷۰	۱۶۲

مثال: یک ساختمان ۵ طبقه با چهار واحد در هر طبقه درنظر می‌گیریم. فاضلاب هر پنج واحد روی هم (تیپ) توسط یک لوله‌ی قائم به لوله‌ی اصلی افقی هدایت می‌شود. در صورتی‌که کل DFU برای هر واحد ۲۵ باشد تعیین کنید.

۱ــ قطر لوله‌ی افقی فاضلاب هر واحد را.

۲ــ قطر لوله‌ی افقی هواکش را برای هر واحد در صورتی که فاصله‌ی طول لوله‌ی هواکش دورترین مصرف‌کننده تا لوله‌ی قائم ۱۵ متر باشد و شیب لوله ٪۱ فرض شود.

۳ــ قطر لوله‌های عمودی فاضلاب برای هر پنج واحد تیپ.

۴ــ قطر لوله‌های عمودی هواکش برای هر لوله‌ی قائم، در صورتی که ارتفاع لوله هواکش قائم ۱۴ متر فرض شود.

حل:

۱ــ با توجه به کل واحد مصرف ۲۵DFU و از جدول ۳ــ۱۲ قطر لوله افقی هر واحد ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) است.

۲ــ با توجه به قطر ۱۰۰ میلی‌متری فاضلاب قطر لوله‌ی افقی هواکش ۵۰میلی‌متر تعیین می‌شود.

۳ــ قطر هریک از لوله‌های عمودی فاضلاب، با توجه به ۱۲۵DFU = ۵×۲۵، ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) به‌دست می‌آید.

۴ــ با توجه به قطر لوله‌ی عمودی فاضلاب (۱۰۰ میلی‌متر) و مقدار واحد مصرف ۱۲۵DFU = ۵×۲۵ و ارتفاع لوله‌ی قائم هواکش ۱۴ متر و مراجعه به جدول ۶ــ۱۲، قطر لوله‌ی قائم هواکش ۶۵ میلی‌متر ($۲\frac{۱}{۲}$ اینچ) تعیین می‌شود.

۵ــ۱۲ــ اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی آب باران

اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی آب باران شامل دو قسمت است:

۱ــ تعیین قطر نامی لوله‌های قائم؛

۲ــ تعیین قطر نامی لوله‌های افقی.

۱ــ۵ــ۱۲ــ تعیین قطر نامی لوله‌های قائم: قطر نامی لوله‌های قائم آب باران برای حداکثر بارندگی به مقدار یک اینچ در مدت یک ساعت مداوم، برای مقادیر سطح بام، از جدول ۶ــ۱۲ به‌دست می‌آید.

۲ــ۵ــ۱۲ــ تعیین قطر نامی لوله‌های افقی: قطر نامی لوله‌های افقی آب باران برای حداکثر بارندگی به مقدار یک اینچ در مدت یک ساعت مداوم.

برای مقادیر سطح موردنظر و شیب لوله‌ی افقی، از جدول ۷ــ۱۲ به‌دست می‌آید.

ــ اگر مقدار حداکثر بارندگی در مدت یک ساعت مداوم عدد دیگری غیر از یک اینچ باشد باید در هر مورد، سطح بام در آن عدد ضرب کرد.

جدول ۷ــ۱۲ــ قطر نامی لوله‌های قائم آب باران بام

قطر لوله‌ی قائم آب باران		حداکثر تصویر سطح بام بر صفحه‌ی افقی
میلی‌متر	اینچ	متر مربع
۵۰	۲	۲۰۲
۶۵	$۲\frac{۱}{۲}$	۳۶۷
۸۰	۳	۵۹۸
۱۰۰	۴	۱۲۸۶
۱۲۵	۵	۲۳۳۳
۱۵۰	۶	۳۷۹۰
۲۰۰	۸	۸۱۷۵

جدول ۸ــ۱۲ــ قطر نامی لوله‌های افقی آب باران

قطر لوله‌ی آب باران		حداکثر تصویر سطح بام بر صفحه‌ی افقی/ مقدار جریان		
اینچ	میلی‌متر	شیب ۱ درصد ($\frac{۱}{۸}$ اینچ در فوت)	شیب ۲ درصد ($\frac{۱}{۴}$ اینچ در فوت)	شیب ۴ درصد ($\frac{۱}{۲}$ اینچ در فوت)
		$m^۲$	$m^۲$	$m^۲$
۳	۸۰	۳۰۵	۴۳۱	۶۱۱
۴	۱۰۰	۶۹۹	۹۸۵	۱۳۹۷
۵	۱۲۵	۱۲۴۱	۱۷۵۴	۲۴۸۲
۶	۱۵۰	۱۹۸۸	۲۸۰۵	۳۹۷۶
۸	۲۰۰	۴۲۷۳	۶۰۵۷	۸۵۴۶
۱۰	۲۵۰	۷۶۹۲	۱۰۸۵۰	۱۵۳۸۳
۱۲	۳۰۰	۱۲۳۷۴	۱۷۴۶۴	۲۴۷۴۷
۱۵	۳۷۵	۲۲۱۰۹	۳۱۲۱۲	۴۴۲۱۸

تذکر ۱: برای بیشتر ساختمان‌ها، در نقاط مختلف کشور، معیار بارندگی را حداکثر ۱ اینچ در ساعت درنظر می‌گیریم و برای اطلاع بیشتر در مورد بارندگی در نقاط پرباران می‌توان از اداره‌ی هواشناسی محل استعلام نمود.

مثال ۱: برای بامی به ابعاد $۲۴m \times ۱۲m$

۱ــ قطر نامی لوله‌ی قائم آب باران را تعیین کنید. در صورتی که میزان بارندگی یک اینچ در مدت یک‌ساعت باشد.

۲ــ قطر نامی لوله‌ی افقی را با شیب ٪۲ به‌دست آورید.

حل: $۲۴ \times ۱۲ = ۲۸۸m^۲$

با مراجعه به جدول ۷ــ۱۲، عدد ۶۵ mm ($۲\frac{۱}{۲}$ اینچ) برای قطر عمودی به‌دست می‌آید.

با مراجعه به جدول ۸ــ۱۲ و ستون شیب ٪۲ قطر لوله‌ی افقی ۳ اینچ به‌دست می‌آید.

مثال ۲: قطر لوله‌ی عمودی و افقی را برای مثال فوق در حالتی به‌دست آورید که میزان بارندگی ۲ اینچ در مدت یک ساعت باشد.

حل: در حالتی که میزان بارندگی غیر از یک اینچ در یک ساعت باشد، می‌توان سطح محاسبه شده را در میزان بارندگی ضرب کرد و عیناً از جدول ۷ــ۱۲ یا ۸ــ۱۲ استفاده نمود.

سطح لازم $= ۲۸۸ \times ۲ = ۵۷۶m^۲$

با مراجعه به جدول ۷ــ۱۲ قطر نامی لوله‌ی قائم برابر ۸۰ میلی‌متر (۳ اینچ) به‌دست می‌آید.

با مراجعه به جدول ۸ــ۱۲ و شیب ٪۲ قطر نامی لوله‌ی افقی ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) حاصل می‌شود.

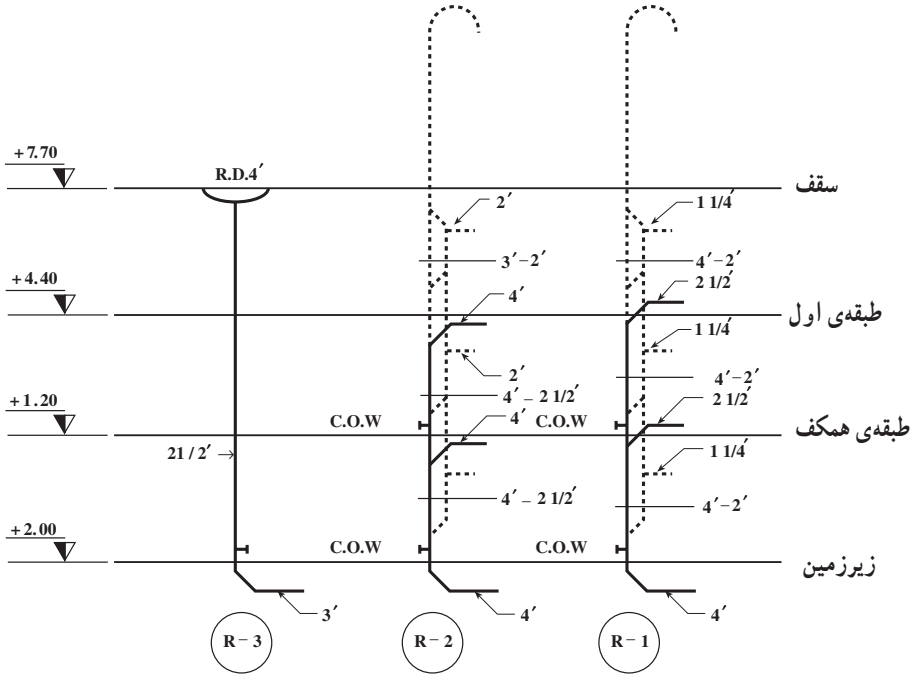
تذکر ۲: برای نقاط مرکزی کشور عدد ۲ اینچ در ساعت عدد بالایی است.

مثال ۳: با توجه به معلومات داده شده در زیر، رایزر دیاگرام شکل۶ــ۱۲ را اندازه‌گذاری کنید.

۱ــ کل واحد مصرف هر لوله‌ی افقی مربوط به رایزر R-1، DFU ۱۲ است.

۲ــ کل واحد مصرف هر لوله‌ی افقی مربوط به رایزر R-1، DFU ۲۵ است.

۳ــ طول لوله‌ی افقی هواکش تا لوله‌ی قائم هواکش ۱۰ متر.
۴ــ شیب لوله‌ی افقی هر رایزر ٪۱.
۵ــ ارتفاع لوله‌ی هواکش بالای بام ۳/۵ متر.
۶ــ سطح بام $۱۵۰m^2$ و میزان بارندگی ۲ اینچ در یک ساعت مداوم درنظر گرفته شود.
۷ــ شیب لوله‌ی افقی آب باران ٪۲.



شکل ۴ــ۱۲ــ اندازه‌گذاری لوله‌های قائم افقی فاضلاب، هواکش و آب باران

حل:

اندازه‌گذاری رایزر R ــ ۱

۱ــ با توجه به کل DFU = ۱۲ از جدول ۳ــ۱۲ قطر نامی لوله‌ی افقی فاضلاب هر طبقه ۶۵ میلی‌متر ($۲\frac{۱}{۲}$ اینچ) به‌دست می‌آید.

۲ــ قطر لوله‌ی افقی هواکش با توجه به قطر لوله‌ی فاضلاب ۶۵ میلی‌متر ۳۲ میلی‌متر ($۱\frac{۱}{۴}$ اینچ) حاصل می‌شود.

۳ــ قطر نامی لوله‌ی قائم فاضلاب با توجه به DFU = ۲۴ از جدول ۳ــ۱۲ ستون‌های اوّل و چهارم قطر لوله‌ی قائم در پایین‌ترین قسمت ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) حاصل می‌شود که در طول لوله‌ی قائم ثابت است و تا ۴۸ واحد مصرف می‌تواند استفاده شود.

۴ــ قطر نامی لوله‌ی قائم هواکش با توجه به قطر لوله‌ی قائم فاضلاب (۸۰ میلی‌متر) و DFU = ۲۴ و طول لوله‌ی قائم هواکش برابر $۱۳/۲m = ۳/۵ + ۳/۲ \times ۲ + ۳/۳ \times ۱$ از جدول ۵ــ۱۲ برابر ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) به‌دست می‌آید.

۵ــ قطر نامی لوله‌ی افقی فاضلاب، با توجه به شیب ٪۱ و واحد مصرف ۲۴DFU از جدول ۵ــ۱۲ ستون‌های اوّل و شیب ٪۱ قطر نامی لوله‌ی افقی فاضلاب ۸۰ میلی‌متر (۳ اینچ) به‌دست می‌آید که با توجه به قطر ۴′ لوله قائم ناگزیر قطرلوله افقی را ۴′ درنظر می‌گیریم.

اندازه‌گذاری رایزر R ــ 2

۱ــ قطر نامی لوله‌ی افقی فاضلاب هر طبقه، با توجه به کل DFU ۲۵ از جدول ۴ــ۱۲ ، ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) به‌دست می‌آید.

۲ــ قطر لوله‌ی افقی هواکش با توجه به قطر لوله‌ی فاضلاب ۱۰۰ میلی‌متر، ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) حاصل می‌شود.

۳ــ قطر نامی لوله‌ی قائم فاضلاب، با توجه به کل DFU=۵۰ از ستون‌های اوّل و چهارم جدول ۴ــ۱۲، قطر نامی لوله‌ی قائم ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) به‌دست می‌آید.

۴ــ با توجه به قطر لوله‌ی قائم فاضلاب ″۴ و DFU = ۵۰ و طول لوله‌ی قائم هواکش ۱۳/۲متر از جدول ۶ ــ۱۲ قطر نامی لوله‌ی قائم هواکش ۶۵ میلی‌متر (۲$\frac{۱}{۲}$ اینچ) به دست می‌آید.

۵ــ با توجه به شیب ٪۱ و DFU = ۵۰ قطر نامی لوله‌ی افقی اصلی از جدول ۹ ــ۱۲، ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) به‌دست می‌آید.

اندازه‌گذاری رایزر 3 ــ R

۱ــ قطر لوله‌ی قائم آب باران: با توجه به سطح پشت‌بام ۱۵۰$m^۲$ و میزان بارندگی ۲ اینچ در یک ساعت (۲×۱۵۰ = ۳۰۰$m^۲$) قطر لوله‌ی قائم آب باران از جدول ۷ــ۱۲، (۲×۱۵۰ = ۳۰۰$m^۲$) ۶۵ میلی‌متر (۲$\frac{۱}{۲}$ اینچ) به‌دست می‌آید.

۲ــ قطر لوله‌ی افقی آب باران: با توجه به سطح ۱۵۰$m^۲$ و میزان بارندگی ۲ اینچ در یک ساعت (۲×۱۵۰ = ۳۰۰$m^۲$) و شیب ٪۲ قطر نامی لوله‌ی افقی آب باران از جدول ۸ــ۱۲، ۸۰ میلی‌متر (۳ اینچ) به‌دست می‌آید.

۶ــ۱۲ــ محاسبه‌ی حجم سپتیک تانک

حجم سپتیک تانک را می‌توان از جدول ۹ ــ۱۲ به‌دست آورد.

مثال : تعداد واحد مصرف محاسبه شده برای یک ساختمان DFU ۱۴۵ است. ظرفیت سپتیک تانک را به‌دست‌آورید.

جدول ۹ــ۱۲ــ ظرفیت سپتیک تانک

حداقل ظرفیت سپتیک		موارد استفاده‌ی دیگر	مسکونی چند واحده یا	مسکونی یک خانواده
لیتر	گالن	واحدهای مصرف DFU	آپارتمان‌های یک‌خوابه	تعداد اتاق خواب
۳۸۰۰	۱۰۰۰	۲۰	ــ	۱ تا ۳
۴۵۰۰	۱۲۰۰	۲۵	۲ واحد	۴
۵۷۰۰	۱۵۰۰	۳۳	۳	۵ یا ۶
۷۶۰۰	۲۰۰۰	۴۵	۴	۷ یا ۸
۸۵۰۰	۲۲۵۰	۵۵	۵	
۹۵۰۰	۲۵۰۰	۶۰	۶	
۱۰۵۰۰	۲۷۵۰	۷۰	۷	
۱۱۵۰۰	۳۰۰۰	۸۰	۸	
۱۲۵۰۰	۳۲۵۰	۹۰	۹	
۱۳۵۰۰	۳۵۰۰	۱۰۰	۱۰	

اتاق خواب اضافی ۵۷۰ litre = ۱۵۰ gal برای هریک

واحدهای مسکونی بیش از ۱۰ واحد ۹۴۵ litre = ۲۵۰ gal برای هریک

واحدهای مصرف بیش از ۱۰۰ واحد ۹۵ litre = ۲۵ gal برای هر واحد مصرف

حل:

در جدول ۹ ــ۱۲، ظرفیت سپتیک تانک برای ۱۰۰ واحد مصرف۱۳۵۰۰ لیتر است و برای واحد مصرف اضافی به ازای هر واحد مصرف ۹۵ لیتر باید به عدد به‌دست آمده از جدول اضافه کرد. بنابراین

۱۴۵ − ۱۰۰ = ۴۵

۱۳۵۰۰ + ۴۵ × ۹۵ = ۱۳۵۰۰ + ۴۲۷۵ = ۱۷۷۷۵

لیتر حجم سپتیک تانک

پرسش

۱ــ در جدول مقابل مقادیر مجهول را حساب کنید.

شیب (S) (٪)	؟	۲	۰/۴
اختلاف ارتفاع h(cm)	۱۶	؟	۷۴
طول لوله l(m)	۳۲	۸/۵	؟

۲ــ در یک قطعه زمین خط لوله‌ی فاضلاب به طول ۱۲۰m کشیده شده است. اگر لوله در محل ورود به کانال اصلی در زمین دارای عمق ۱/۵ متر باشد و لوله‌کشی با شیب ٪۲ انجام شده باشد عمق لوله را در ابتدا حساب کنید. اگر عمق کانال در محل ورود لوله ۰/۹۵ m و در محل خروج ۱/۰۵ متر باشد شیب کانال را حساب کنید.

۳ــ طول لوله‌ی اصلی افقی فاضلاب ۳۵ متر و شیب آن ٪۲ است. در صورتی که حداقل عمق کارگذاری لوله ۳۰ سانتی‌متر باشد عمق محل خروج لوله‌ی اصلی فاضلاب از ساختمان را به‌دست آورید. (قطر لوله ۴ اینچ است.)

۴ــ کل DFU برای ساختمانی دارای وسایل بهداشتی زیر را به‌دست آورید.

۱ــ توالت عمومی ۱۰ عدد ۲ــ دست‌شویی ۵ عدد ۳ــ سینک ظرف‌شویی ۱ عدد

۵ــ قطر لوله‌های فاضلاب و هواکش را اندازه‌گذاری کنید در صورتی که :

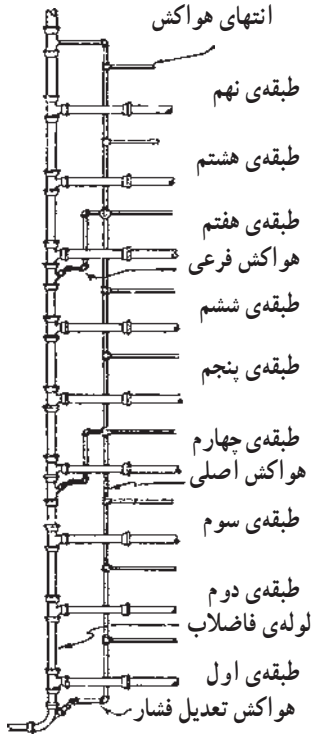
الف ــ کل DFU برای هر شاخه‌ی افقی ۲۵ باشد.

ب ــ شیب لوله‌های افقی ٪۲ فرض شود.

ج ــ شیب لوله‌ی افقی پایین لوله‌ی قائم تا لوله‌ی اصلی نیز ٪۲ است.

د ــ فاصله‌ی شاخه‌های افقی هواکش تا لوله‌ی قائم هواکش ۱۵ متر درنظر گرفته شود.

هـ ــ فاصله‌ی بین طبقات ۳متر و قسمت انتهایی هواکش در پشت بام را نیز ۳متر در نظر بگیرید.



شکل ۵ــ۱۲

۶ــ یک پشت‌بام مسطح به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع دارای چهار لوله‌ی عمودی برای تخلیه‌ی آب باران است. در صورتی که میزان بارندگی محلی حداکثر ۳ اینچ در ساعت باشد ؛ ۱ــ قطر لوله‌های عمودی، و ۲ــ قطر لوله‌های افقی با شیب ٪۲ را به‌دست آورید.

۷ــ حجم سپتیک تانک مورد نیاز برای یک ساختمان آپارتمانی ۲۰ واحدی را به‌دست آورید. در صورتی که هر واحد دارای یک اتاق خواب باشد.

فصل سیزدهم

لوله‌ها و فیتینگ‌های شبکه‌ی فاضلاب

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ درباره‌ی لوله و فیتینگ چدنی سر کاسه‌دار توضیح دهد.

۲ــ درباره‌ی لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه توضیح دهد.

۳ــ درباره‌ی لوله و فیتینگ PVC توضیح دهد.

۴ــ درباره‌ی لوله و فیتینگ پلی‌اتیلنی توضیح دهد.

۵ــ درباره‌ی لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه توضیح دهد.

۶ــ درباره‌ی سیفون‌ها و کاربرد آن‌ها در شبکه‌ی فاضلاب توضیح دهد.

۷ــ مقررات ملی کاربرد لوله‌ها و فیتینگ‌ها در شبکه‌ی فاضلاب را بیان کند.

۱۳ــ لوله‌ها و فیتینگ‌های شبکه‌ی فاضلاب

لوله‌ها و فیتینگ‌هایی که در شبکه‌ی فاضلاب ساختمان‌ها باید مورد استفاده قرارگیرند[1] عبارت‌اند از :

۱ــ لوله و فیتینگ چدنی سر کاسه‌دار ؛

۲ــ لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه ؛

۳ــ لوله و فیتینگ PVC نوع سخت ؛

۴ــ لوله‌ها و فیتینگ از نوع پلی‌اتیلن ؛

۵ــ لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه (مخصوص هواکش).

۱ــ۱۳ــ لوله‌های چدنی

۱ــ۱ــ۱۳ــ لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار:

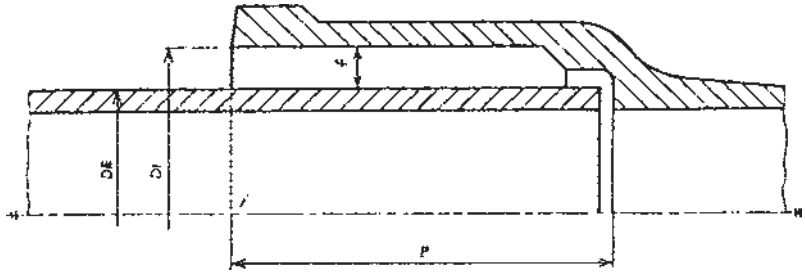
لوله‌ها و فیتینگ‌های چدنی سرکاسه‌دار در استانداردهای ANSI/ASTM A74،BS416 ، PART 1 و ISIRI ۱۵۴۷ طبقه‌بندی شده‌اند[2]. شکل‌های ۱ــ۱۳ تا ۱۷ــ۱۳ مشخصات لوله و فیتینگ‌های چدنی را از استاندارد ISIRI[3] نشان می‌دهند.

لوله‌ها و فیتینگ‌های چدنی سرکاسه‌دار، در این استاندارد، در چهار قطر نامی ۵۰، ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر عرضه می‌شود.

۱ــ مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمانی ایران

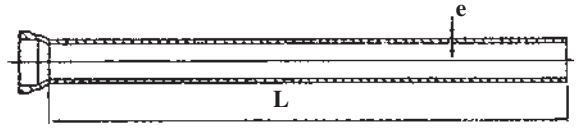
۲ــ نشریه‌ی ۱۲۸ــ۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

۳ــ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران



قطر اسمی	دنباله	دهانه		فاصله‌ی سرب‌خور
DN	DE	DI	P	F
۵۰	۵۷	۷۳	۶۰	۸
۷۵	۸۳	۹۹	۶۵	۸
۱۰۰	۱۰۹	۱۲۶	۷۰	۸/۵
۱۵۰	۱۶۱	۱۷۹	۷۵	۹

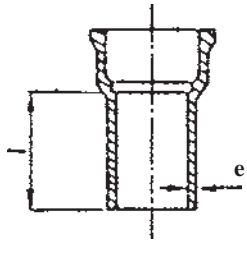
شکل ۱ــ۱۳ــ اندازه‌های سرکاسه‌ی لوله و فیتینگ چدنی (اندازه‌ها برحسب میلی‌متر است)



قطر اسمی	ضخامت	جرم تقریبی برای طول مفید L *					
DN	e	۳/۰۰۰ متر	۲/۵۰۰ متر	۲/۰۰۰متر	۱/۷۵۰ متر	۱/۵۰۰ متر	۱/۰۰۰متر	۰/۵۰ متر
میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم	کیلوگرم	کیلوگرم	کیلوگرم	کیلوگرم	کیلوگرم	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	ــ	ــ	۹/۲	۸/۳	۷/۱	۵	۲/۹
۷۵	۳/۵	۲۰	۱۶/۸	۱۳/۸	۱۲/۲	۱۰/۶	۷/۴	۴/۳
۱۰۰	۴	۳۰	۲۵/۵	۲۱	۱۸/۲	۱۶	۱۱/۲	۶/۵
۱۵۰	۵	۵۶	۴۷	۳۸/۵	۳۴	۲۹/۵	۲۱	۱۲

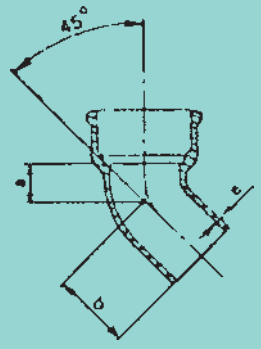
*در جدول ۲ــ۱۳ دیده می‌شود که در هر یک از قطرهای نامی، هفت طول ۰/۵ ، ۱ ، ۱/۵ ، ۱/۷۵ ، ۲ ، ۲/۵ و ۳ متر استاندارد شده است طول‌های دیگر را در صورت نیاز می‌توان با بریدن و کوتاه‌کردن لوله‌های بلندتر به‌دست آورد.

شکل ۲ــ۱۳ــ اندازه‌ها و وزن لوله‌های چدنی سرکاسه‌دار



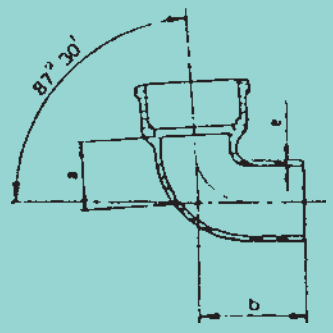
قطر اسمی	ضخامت	جرم تقریبی برای طول مفید	
DN	e	۰/۲۵ متر	۰/۱۵ متر
میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۱/۹	۱/۴
۷۵	۳/۵	۲/۷	۲/۱
۱۰۰	۴	۴/۱	۳/۲
۱۵۰	۵	۷/۶	۵/۸

شکل ۳ــ۱۳ــ وزن و اندازه‌های لوله‌ی کوتاه رابط



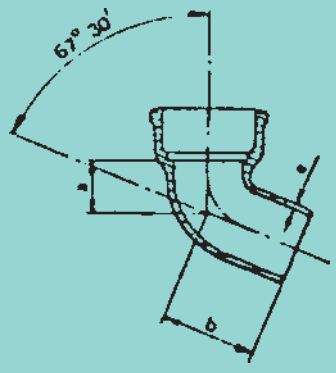
قطر اسمی DN	e	a	b	جرم تقریبی
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۴۱	۹۴	۱/۴
۷۵	۳/۵	۴۷	۱۰۴	۲/۱
۱۰۰	۴	۵۳	۱۱۴	۳/۳
۱۵۰	۵	۶۵	۱۲۹	۶/۵

شکل ۴ــ۱۳ــ زانوی چدنی سرکاسه‌دار ۴۵ درجه



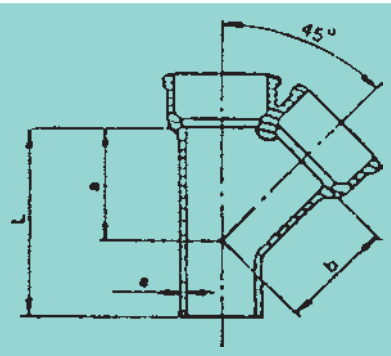
قطر اسمی DN	e	a	b	جرم تقریبی
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۴۱	۹۴	۱/۴
۷۵	۳/۵	۴۷	۱۰۴	۲/۱
۱۰۰	۴	۵۳	۱۱۴	۳/۳
۱۵۰	۵	۶۵	۱۲۲	۶/۵

شکل ۵ــ۱۳ــ زانوی چدنی سرکاسه‌دار ۸۷ درجه و ۳۰ دقیقه



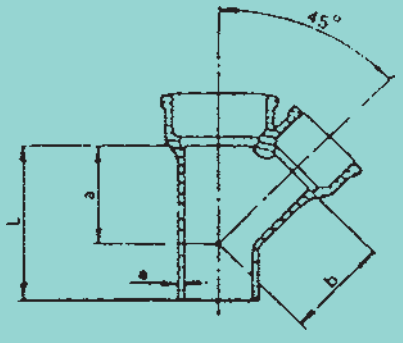
قطر اسمی DN	e	a	b	جرم تقریبی
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۵۲	۱۱۰	۱/۵
۷۵	۳/۵	۶۱	۱۲۳	۲/۳
۱۰۰	۴	۷۱	۱۳۷	۳/۶
۱۵۰	۵	۹۰	۱۵۸	۷/۳

شکل ۶ــ۱۳ــ زانوی چدنی سرکاسه‌دار ۶۷ درجه و ۳۰ دقیقه



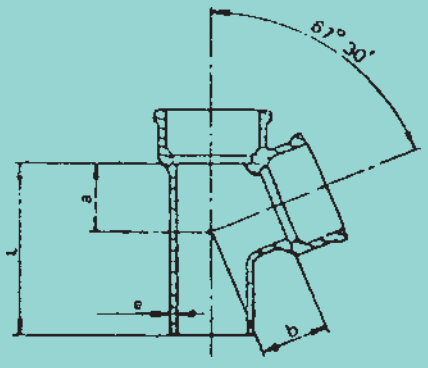
قطر اسمی DN	e	L	a	b	جرم تقریبی
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۱۹۲	۸۸	۸۸	۲/۵
۷۵	۳/۵	۲۳۳	۱۱۹	۱۱۹	۴/۱
۱۰۰	۴	۲۷۶	۱۵۲	۱۵۲	۶/۶
۱۵۰	۵	۳۵۵	۲۱۶	۲۱۶	۱۴

شکل ۷ــ۱۳ــ سه راه چدنی سرکاسه‌دار ۴۵ درجه، با دهانه‌های مساوی



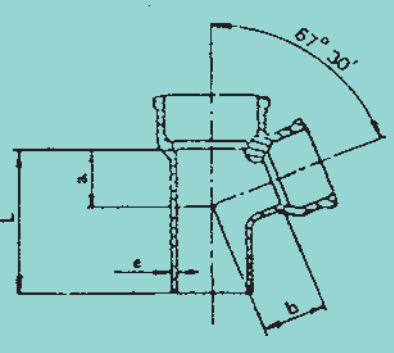
قطر اسمی		e	L	a	b	جرم تقریبی
بدنه DN	انشعاب dn					
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۷۵	۵۰	۳/۵	۱۹۷	۱۰۱	۱۰۶	۳/۳
۱۰۰	۷۵	۴	۲۳۹	۱۳۳	۱۳۹	۵/۵
۱۵۰	۱۰۰	۵	۲۸۳	۱۷۹	۱۹۰	۱۰/۶

شکل ۸ــ۱۳ــ سه راه چدنی سرکاسه‌دار ۴۵ درجه، با دهانه‌های نامساوی



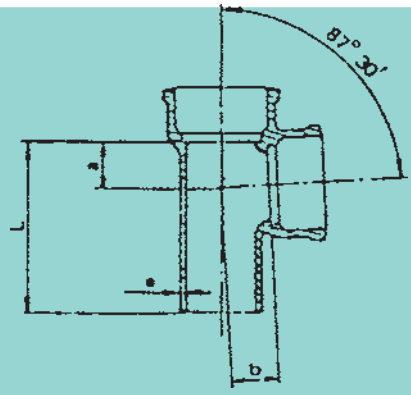
قطر اسمی DN	e	L	a	b	جرم تقریبی
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۱۶۸	۵۳	۵۳	۲/۳
۷۵	۳/۵	۲۰۰	۷۲	۷۲	۳/۷
۱۰۰	۴	۲۳۳	۹۱	۹۱	۵/۸
۱۵۰	۵	۲۹۳	۱۳۰	۱۳۰	۱۲

شکل ۹ــ۱۳ــ سه راه چدنی سرکاسه‌دار ۶۷ درجه و ۳۰ دقیقه با دهانه‌های مساوی



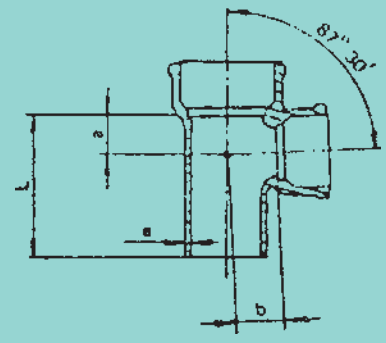
قطر اسمی		e	L	a	b	جرم تقریبی
بدنه DN	انشعاب dn					
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۷۵	۵۰	۳/۵	۱۷۵	۶۰	۶۹	۳/۱
۱۰۰	۷۵	۴	۲۰۸	۸۰	۸۹	۵
۱۵۰	۱۰۰	۵	۲۴۱	۱۰۵	۱۲۳	۹/۳

شکل ۱۰ــ۱۳ــ سه راه چدنی سرکاسه‌دار، ۶۷ درجه و ۳۰ دقیقه، با دهانه‌های نامساوی



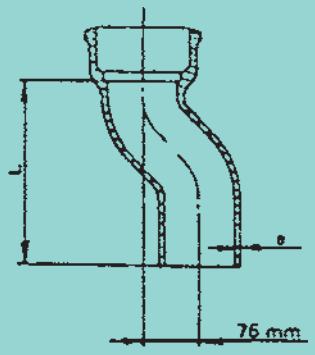
قطر اسمی DN	e	L	a	b	جرم تقریبی
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۱۷۶	۳۸	۳۸	۲/۳
۷۵	۳/۵	۲۰۷	۵۲	۵۲	۳/۶
۱۰۰	۴	۲۳۸	۶۶	۶۶	۵/۷
۱۵۰	۵	۲۹۴	۹۳	۹۳	۱۱/۴

شکل ۱۱ــ۱۳ــ سه راه چدنی سرکاسه‌دار، ۸۷ درجه و ۳۰ دقیقه، با دهانه‌های مساوی



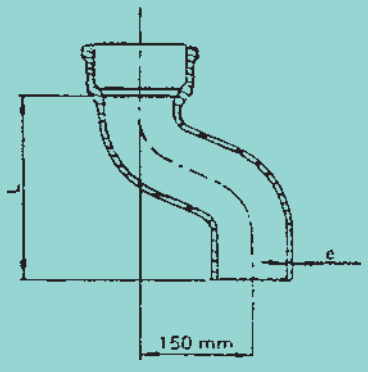
قطر اسمی		e	L	a	b	جرم تقریبی
بدنه DN	انشعاب dn					
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۷۵	۵۰	۳/۵	۱۸۱	۳۹	۵۱	۳/۱
۱۰۰	۷۵	۴	۲۱۱	۵۲	۶۵	۴/۹
۱۵۰	۱۰۰	۵	۲۴۲	۶۷	۹۲	۹/۱

شکل ۱۲ــ۱۳ــ سه راه چدنی سرکاسه‌دار ۸۷ درجه و ۳۰ دقیقه، با دهانه‌های نامساوی



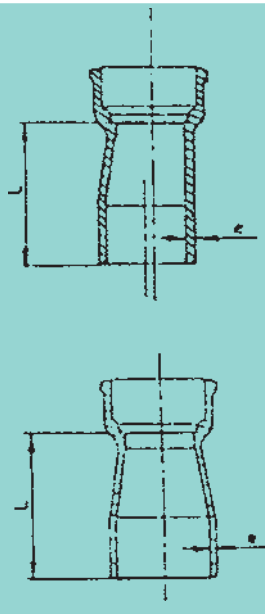
قطر اسمی DN	e	L	جرم تقریبی
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۲۰۰	۱/۸
۷۵	۳/۵	۲۲۵	۲/۷
۱۰۰	۴	۲۵۰	۴/۳
۱۵۰	۵	۲۷۵	۸/۴

شکل ۱۳ــ۱۳ــ دو خم چدنی سرکاسه‌دار، با انحراف ۷۵ میلی‌متر از استاندارد ISIRI۱۵۴۷



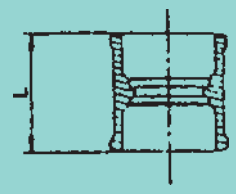
قطر اسمی DN	e	L	جرم تقریبی
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۵۰	۳/۵	۲۰۰	۲
۷۵	۳/۵	۲۲۵	۳/۱
۱۰۰	۴	۲۵۰	۴/۸
۱۵۰	۵	۳۰۰	۹/۵

شکل ۱۴ــ۱۳ــ دو خم چدنی سرکاسه‌دار با انحراف ۱۵۰ میلی‌متر



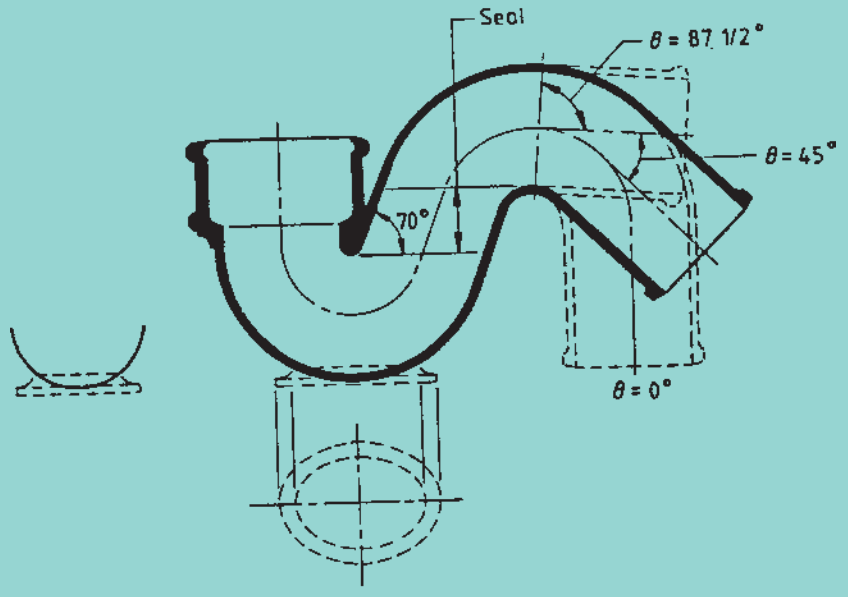
قطر اسمی		e	L	جرم تقریبی
بدنه DN	انشعاب dn			
میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	میلی‌متر	کیلوگرم
۷۵	۵۰	۳/۵	۲۰۰	۱/۹
۱۰۰	۷۵	۴	۲۰۰	۲/۹
۱۵۰	۱۰۰	۵	۲۰۰	۴/۸

شکل ۱۵ــ۱۳ــ تبدیل چدنی سرکاسه‌دار



قطر اسمیDN	L	جرم تقریبی
۵۰	۱۴۰	۱/۶
۷۵	۱۵۰	۲/۳
۱۰۰	۱۶۰	۳/۴
۱۵۰	۱۷۰	۶/۴

شکل ۱۶ــ۱۳ــ طوقه‌ی چدنی سرکاسه‌دار



Range of DN	50	65	75	90	100

یادداشت:

ــ عمق آب هوابند سیفون (TRAP SEAL) حداقل ۵۰ میلی‌متر است.

ــ سیفون ممکن است با دریچه‌ی بازدید، یا بدون آن، باشد.

شکل ۱۷ــ۱۳ــ سیفون چدنی سرکاسه‌دار

۲ــ۱ــ۱۳ــ کاربرد لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار: طبق استانداردهای مذکور، لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار در لوله‌کشی فاضلاب و هواکش شبکه‌ی فاضلاب بهداشتی ساختمان به‌کار می‌رود. در این لوله‌کشی جریان از طرف سرکاسه به طرف انتهای هر قطعه است. این لوله‌کشی‌ها با فشار ۳ متر ستون آب آزمایش می‌شوند.

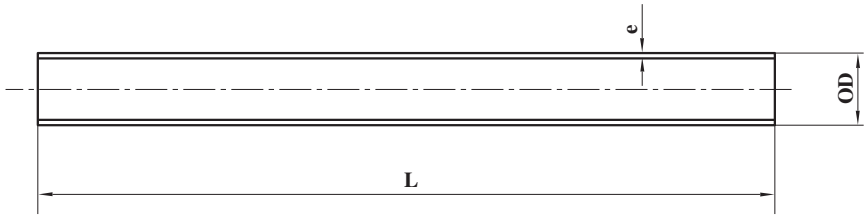
اتصال متداول لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار از نوع اتصال سرب و کنف[1] است. این نوع اتصال به کمک الیاف کنف و ریختن سرب مذاب روی آن و سرب‌کوبی انجام می‌شود.

جدول ۱ ــ۱۳ــ اندازه‌ی لوله‌های چدنی بدون سرکاسه (اندازه به میلی‌متر است)

اندازه‌ی اسمی DN	قطر داخلی LW	قطر خارجی d_a	ضخامت جدار لوله‌ها s	s
50	50	58	3,5	4,2
70	70	78	3,5	4,2
100	100	110	3,5	4,2
125	125	135	4,0	4,7
150	150	160	4,0	5,3
200	200	210	5,0	6,0
250	250	274	5,5	7,0
300	300	326	6,0	8,0

۳ــ۱ــ۱۳ــ لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه: لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه در استانداردهای DIN19552، BS 416 PART2، ISO 6594 و ISIRI۲۳۶۷ تعریف شده است. شکل‌های ۲۰ــ۱۳ تا ۳۱ــ۱۳ مشخصات لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه را در استاندارد DIN 19552 نشان می‌دهند. در این استاندارد لوله و فیتینگ بدون سرکاسه برای کاربرد در لوله‌کشی‌های فاضلاب، هواکش و آب باران ساختمان توصیه شده است. لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه را، از داخل و خارج در کارخانه، اندود می‌کنند. لوله‌ها در این استاندارد به طول‌های ۳ متری عرضه می‌شود.

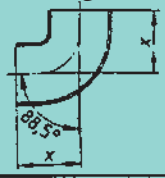
اندازه‌ی اسمی DN	جرم ۳۰۰۰mm طول لوله kg
50	13,0
70	17,7
100	25,2
125	35,4
150	42,2
200	69,3
250	99,8
300	129,7



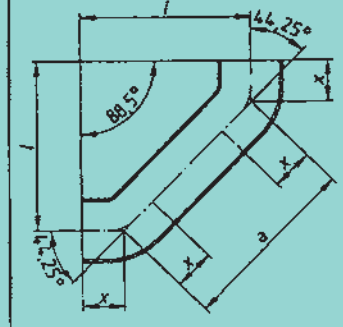
شکل ۱۸ــ۱۳ــ وزن لوله‌های چدنی بدون سرکاسه

۱ ــ Caulking

خم	اندازه‌ی اسمی DN	x ≈	جرم kg
با زاویه‌ی ۱۵°	50	40	0,4
	70	45	0,6
	100	50	1,0
	125	60	1,7
	150	65	2,5
	200	80	4,6
با زاویه‌ی ۳۰°	50	45	0,5
	70	50	0,7
	100	60	1,3
	125	70	2,0
	150	80	3,0
	200	95	5,4
	250	110	9,7
	300	130	15,5

خم			
با زاویه‌ی ۴۵°	50	50	0,5
	70	60	0,9
	100	70	1,6
	125	80	2,3
	150	90	3,5
	200	110	6,2
	250	130	10,3
	300	155	17,5
با زاویه‌ی ۷۰°	50	65	0,7
	70	75	1,1
	100	90	1,9
	125	105	2,9
	150	120	4,3
	200	145	7,7
با زاویه‌ی ۸۸/۵° 	50	75	0,7
	70	90	1,2
	100	110	2,1
	125	125	3,2
	150	145	4,9
	200	180	8,8

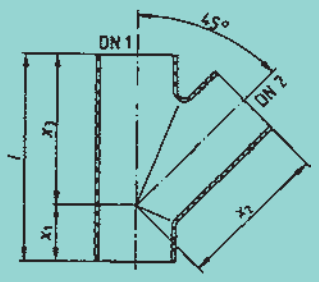
شکل ۱۹ــ۱۳ــ زانوها و خم‌های چدنی بدون سرکاسه

خم	اندازه‌ی اسمی DN	x ≈	l	a	جرم kg
۸۸/۵° با ۲۵۰ میلی‌متر قطعه‌ی مستقیم 	70	60	273	301	3,2
	100	70	291	312	4,8
	125	80	308	322	6,8
	150	90	326	334	9,6

زانوی چدنی بدون سرکاسه، ۸۸/۵ درجه با طول مستقیم (مشابه دو زانوی ۴۴/۲۵ درجه با یک قطعه‌ی مستقیم واسطه)، که به طور عمده در زیر لوله‌های قائم فاضلاب (DISCHARGE STACK) کاربرد دارد.

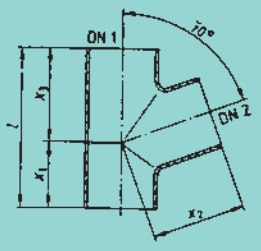
شکل ۲۰ــ۱۳ــ زانوی چدنی بدون سرکاسه ۸۸/۵ درجه

اندازه‌ی اسمی DN1	DN2	l ≈	x_1 ≈	x_2 ≈	x_3 ≈	جرم kg
50	50	160	45	115	115	1,2
70	50	170	40	130	130	1,6
70	70	200	55	145	145	2,1
100	50	180	30	150	150	2,3
100	70	215	45	170	170	3,0
100	100	260	70	190	190	3,8
125	50	190	20	170	170	3,2
125	70	225	40	185	185	4,0
125	100	270	60	210	210	5,0
125	125	305	75	230	230	6,1
150	70	235	30	205	205	5,3
150	100	280	55	225	225	6,5
150	125	315	70	245	245	7,7
150	150	355	90	265	265	9,2
200	70	250	15	240	235	8,0
200	100	300	40	260	260	9,8
200	125	335	55	280	280	11,9
200	150	375	75	300	300	13,3
200	200	455	115	340	340	17,2
250	100	320	15	305	305	15,4
250	125	365	35	330	330	17,7
250	150	405	55	350	350	20,2
250	200	470	90	380	380	24,8
250	250	560	130	430	430	31,5
300	100	350	5	345	345	22,0
300	125	375	15	360	360	23,9
300	150	415	35	380	380	26,9
300	200	485	70	440	415	34,0
300	250	580	115	465	456	42,1
300	300	660	155	505	505	50,1



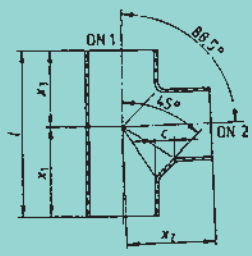
شکل ۲۱ــ۱۳ــ سه راه چدنی بدون سرکاسه، ۴۵ درجه

اندازه‌ی اسمی DN1	DN2	l ≈	x_1 ≈	x_2 ≈	x_3 ≈	جرم kg
50	50	135	55	80	80	1,0
70	50	145	55	90	90	1,3
70	70	170	70	100	100	1,7
100	50	155	55	110	100	1,9
100	70	180	70	120	110	2,4
100	100	215	85	130	130	2,9
125	50	165	55	120	110	2,7
125	70	190	70	130	120	3,2
125	100	225	85	145	140	4,0
125	125	255	100	155	155	4,7
150	100	235	85	155	160	5,2
150	125	265	100	170	165	6,1
150	150	295	115	180	180	7,1
200	100	255	85	185	170	8,6
200	125	285	100	195	185	9,7
200	150	310	115	205	195	10,4
200	200	365	140	225	225	12,8

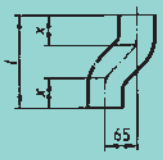
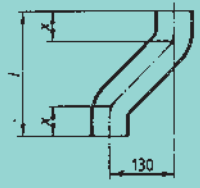
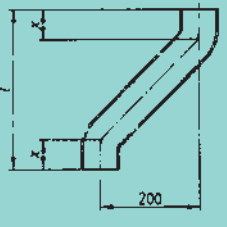


شکل ۲۲ــ۱۳ــ سه راه چدنی بدون سرکاسه، ۷۰ درجه

اندازه‌ی اسمی DN1	اندازه‌ی اسمی DN2	l ≈	c ≈	x_1 ≈	x_2 ≈	x_3 ≈	جرم kg
50	50	145	20	79	80	66	0,9
70	50	155	21	83	90	72	1,4
70	70	180	21	97	95	83	1,7
100	50	170	22	94	105	76	2,1
100	70	190	22	102	110	88	2,4
100	100	220	22	115	115	105	2,9
125	50	180	25	98	120	82	3,0
125	70	200	25	107	125	93	3,4
125	100	235	25	125	130	110	4,0
125	125	260	25	137	135	123	4,6
150	50	200	27,5	100	140	100	4,4
150	70	215	27,5	115	140	100	4,8
150	100	245	27,5	130	145	115	5,5
150	125	275	27,5	147	150	128	6,2
150	150	300	27,5	156	155	142	6,9
200	100	270	32,5	144	175	126	8,9
200	125	295	32,5	156	180	139	9,8
200	150	325	32,5	173	185	152	10,8

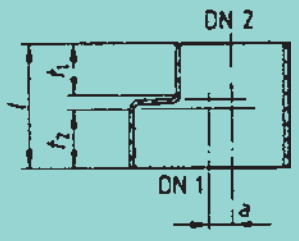


شکل ۲۳ ــ ۱۳ــ سه راه چدنی بدون سرکاسه، ۸۸/۵ درجه

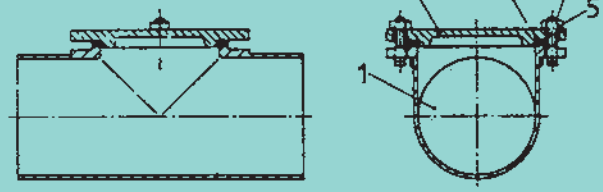
انواع دو خم	اندازه‌ی اسمی DN	l ≈	x ≈	جرم kg
دو خم با انحراف ۶۵ میلی‌متر 	50	165	50	0,9
	70	185	60	1,6
	100	205	70	2,5
	125	225	80	3,6
	150	245	90	5,1
	200	285	110	8,9
دو خم با انحراف ۱۳۰ میلی‌متر 	50	230	50	1,4
	70	250	60	2,1
	100	270	70	3,4
	125	290	80	4,8
	150	310	90	6,9
	200	350	110	11,4
دو خم با انحراف ۲۰۰ میلی‌متر 	50	300	50	1,9
	70	320	60	2,8
	100	340	70	4,4
	125	360	80	6,2
	150	380	90	8,7
	200	420	110	14,1

شکل ۲۴ــ۱۳ــ اندازه‌های دو خم، چدنی بدون سرکاسه

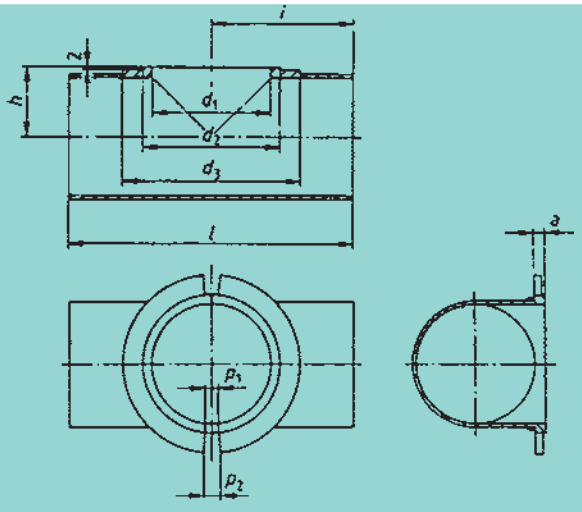
اندازه‌ی اسمی		a	l	t_1	t_2	جرم
DN 1	DN 2	≈	≈	≈	≈	kg
70	50	10	75	30	35	0,5
100	50	25	80	30	40	0,9
100	70	16	85	35	40	0,9
125	50	38,5	85	30	45	1,4
125	70	28,5	90	35	45	1,5
125	100	12,5	95	40	45	1,5
150	50	51	95	30	50	2,0
150	70	41	100	35	50	2,1
150	100	25	105	40	50	2,2
150	125	12,5	110	45	50	2,2
200	100	50	115	40	60	4,1
200	125	37,5	120	45	60	4,1
200	150	25	125	50	60	4,3
250	150	57	135	50	70	6,8
250	200	32	145	60	70	7,0
300	150	83	150	50	80	10,7
300	200	58	160	60	80	11,4
300	250	26	170	70	80	12,4



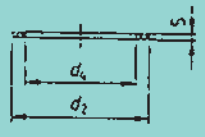
شکل ۲۵ــ۱۳ــ تبدیل چدنی بدون سرکاسه (اندازه‌ها به میلی‌متر است.)



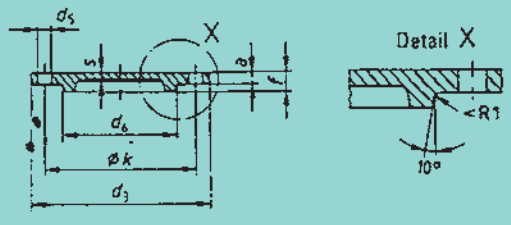
دریچه‌ی بازدید گرد روی لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه



اندازه‌های دهانه‌ی روی لوله‌ی چدنی



اندازه‌ی واشر لاستیکی

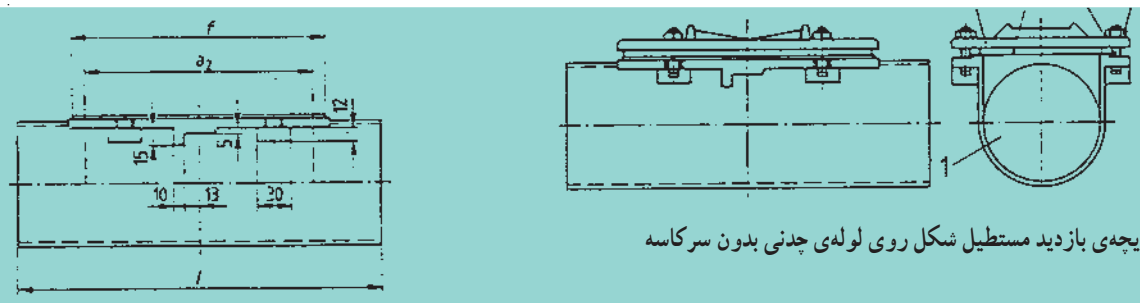


اندازه‌های دریچه‌ی چدنی گرد

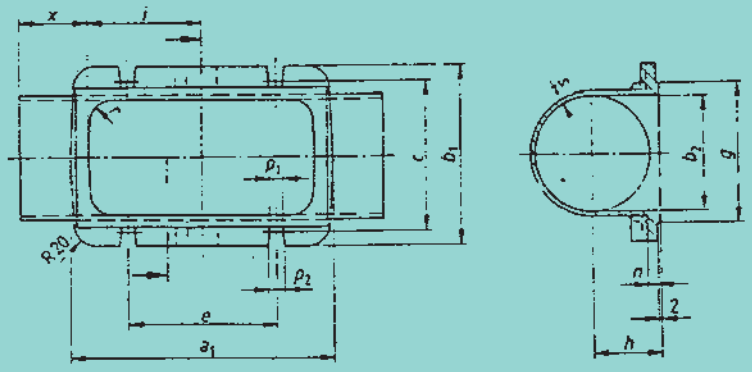
اندازه‌ی اسمی DN	a ≈	d_1 ≈	d_2 ≈	d_3 ≈	d_4 ≈	d_5 ≈	d_6 ≈	f ≈	h ≈	i ≈	k ≈	l ≈	p_1 ≈	p_2 ≈	s ≈	جرم در kg: لوله	جرم در kg: در
50	9	53	70	105	50	12	48	17	35	87,5	80	175	12	14	6	1,5	0,6
70		73	90	125	70		68		45	102,5	100	205			6	2,1	0,8
100	10	104	121	159	100		98	18	61	125	132	250			7	3,9	1,6

جدول اندازه‌ها

شکل ۲۶ــ۱۳ــ اندازه‌های دریچه‌ی بازدید گرد، برای لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه



دریچه‌ی بازدید مستطیل شکل روی لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه

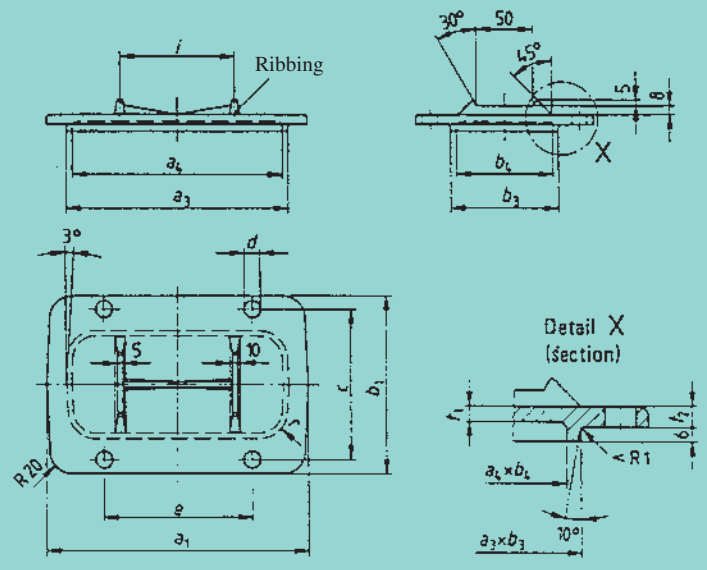


اندازه‌های دهانه‌ی روی لوله‌ی چدنی

اندازه‌ی اسمی DN	لوله (قطعه‌ی شماره‌ی ۱)													جرم kg
	a_1 ≈	a_3 ≈	a_4 ≈	b_1 ≈	b_3 ≈	b_4 ≈	c ≈	d ≈	e ≈	i ≈	t_1 ≈	r ≈	t_2 ≈	
100	230	195	185	157	95	85	132	12	130	100	7	18	10	2,4
125	255	220	210	190	120	110	100	14	150	112	8	22	10	3,9
150	280	245	235	215	145	135	185	14	170	125	8	26	11	4,7
200	330	291	278	265	195	176	235	14	200	150	8	26	11	6,0
250	380	339	329	330	248	236	300	14	250	–	8	29	12	10,6
300	430	389	376	380	298	286	350	14	300	–	8	29	12	11,9

جدول اندازه‌های لوله و دهانه‌ی روی لوله‌ی چدنی

شکل ۲۷ــ۱۳ــ اندازه‌های دریچه‌ی بازدید مستطیل شکل، برای لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه

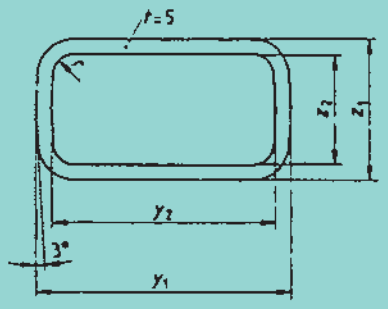


اندازه‌های دریچه‌ی چدنی مستطیل شکل

اندازه‌ی اسمی	در (قطعه‌ی شماره‌ی ۲)													جرم
DN	a_1 ≈	a_3 ≈	a_4 ≈	b_1 ≈	b_3 ≈	b_4 ≈	c ≈	d ≈	e ≈	i ≈	t_1 ≈	r ≈	t_2 ≈	kg
100	230	195	185	157	95	85	132	12	130	100	7	18	10	2,4
125	255	220	210	190	120	110	100	14	150	112	8	22	10	3,9
150	280	245	235	215	145	135	185	14	170	125	8	26	11	4,7
200	330	291	278	265	195	176	235	14	200	150	8	26	11	6,0
250	380	339	329	330	248	236	300	14	250	–	8	29	12	10,6
300	430	389	376	380	298	286	350	14	300	–	8	29	12	11,9

جدول اندازه‌های دریچه‌ی چدنی مستطیل شکل

ادامه‌ی شکل ۲۸ــ۱۳ــ اندازه‌های دریچه‌ی بازدید مستطیل شکل، برای لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه



اندازه‌ی واشر لاستیکی

جدول اندازه‌های واشر لاستیکی

اندازه‌ی اسمی DN	y_1 $^{0}_{-1}$	y_2 $^{0}_{-1}$	z_1 $^{0}_{-1}$	z_2 $^{0}_{-1}$	r
100	222	195	122	95	18
125	247	220	147	120	22
150	272	245	172	145	26
200	322	291	222	195	26
250	370	339	283	248	29
300	420	389	333	298	29

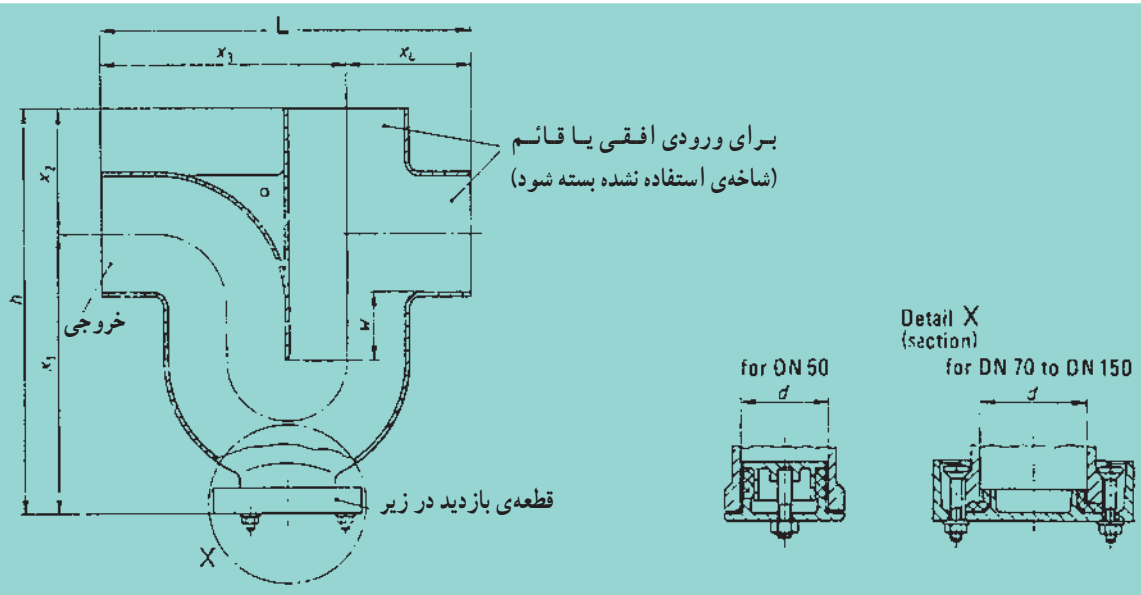
جدول استانداردهای پیچ برای دریچه‌های بازدید

اندازه‌ی اسمی DN	نوع
100	DIN 186 – B M 10 × 35 – 4.6
125	DIN 186 – B M 12 × 40 – 4.6
150	DIN 186 – B M 12 × 40 – 4.6
200	DIN 186 – B M 12 × 40 – 4.6
250	DIN 186 – B M 12 × 40 – 4.6
300	DIN 186 – B M 12 × 40 – 4.6

جدول استاندارد مهره برای دریچه‌های بازدید

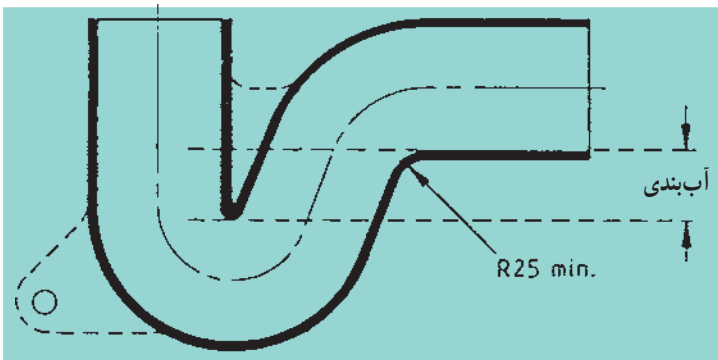
اندازه‌ی اسمی DN	نوع
100	DIN 934 – M 10 – Ms [2]
125	DIN 934 – M 12 – Ms [2]
150	DIN 934 – M 12 – Ms [2]
200	DIN 934 – M 12 – Ms [2]
250	DIN 934 – M 12 – Ms [2]
300	DIN 934 – M 12 – Ms [2]

ادامه‌ی شکل ۲۹ــ۱۳ــ اندازه‌های دریچه‌ی بازدید مستطیل شکل، برای لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه



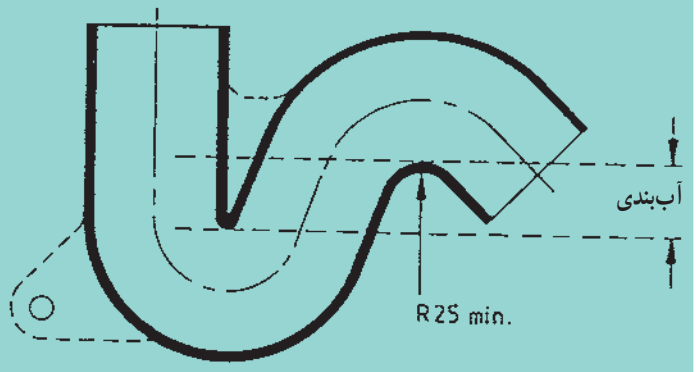
اندازه‌ی اسمی DN	d ≈	l ≈	h ≈	w ≈	x_1 ≈	x_2 ≈	x_3 ≈	x_4 ≈	جرم kg
50	50	190	250	60	182	68	122	68	2,8
70	75	265	293	60	200	93	172	93	5,0
100	75	325	392	100	282	110	215	110	8,5
125	100	390	446	100	316	130	260	130	13,0
150	155	470	493	100	348	145	325	145	19,5

شکل ۳۰ـ۱۳ـ سیفون چدنی بدون سرکاسه

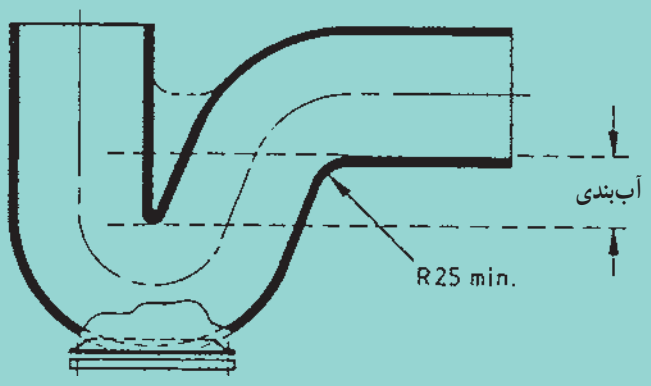


(a) سیفون معکوس °87½

نوع	حدود DN			
سیفون معکوس °87½	50	75	100	150
سیفون معکوس °45	–	–	100	–
سیفون معکوس 87½ با دریچه‌ی دسترسی	50	75	100	150



(b) سیفون معکوس °45



اندازه‌های حداقل برای دریچه‌ی بازدید

DN	با کوتاه‌ترین ابعاد	با بیشترین ابعاد
	mm	mm
50	35	60
75	55	90
100	75	100
150	95	120

شکل ۳۱ــ۱۳ــ از استاندارد BS 416 PART 2 سیفون‌های چدنی بدون سرکاسه

۴ــ۱ــ۱۳ــ مزایا و معایب لوله‌های چدنی

الف ــ مزایا

۱ــ این لوله‌ها در برابر فشار وارد بر جدار خارجی‌شان دارای مقاومت و استحکام خوبی هستند و به همین دلیل در لوله‌کشی فاضلاب دفنی (لوله‌ی مدفون در زمین) که در معرض عبور و مرور افراد و وسایل نقلیه است و یا در زمینی که خاک آن سست باشد، کاربرد مناسبی دارند.

۲ــ فرسودگی این لوله‌ها بر اثر دفن‌کردن آن‌ها در خاک کم‌تر از لوله‌های فلزی مشابه است.

۳ــ با اجرای لوله‌کشی فاضلاب چدنی در اماکن، در صورتِ گرفتگی احتمالی مجاری فاضلاب، می‌توان از دستگاه تراکم هوا و انواع فنر، جهت بازکردن و رفع گرفتگی لوله استفاده کرد.

ب ــ معایب

۱ــ لوله‌های چدنی تا اندازه‌ای، به علت تأثیرپذیری از مواد شیمیایی موجود در فاضلاب‌ها، زنگ می‌زنند و جلوگیری

از زنگ‌زدگی آن‌ها عملاً میسر نیست.

۲ــ قطعات وزنِ زیادی دارند و تعداد اتصال‌ها در آن زیاد است.

۳ــ نصب لوله‌های چدنی، نسبت به لوله‌های پلی‌مری کندتر انجام می‌شود.

۲ــ۱۳ــ لوله و فیتینگ PVC[1]

لوله و فیتینگ PVC سخت، برای لوله‌کشی فاضلاب و هواکش داخلی ساختمان در استاندارد DIN 19531 تعریف و طبقه‌بندی شده است. این لوله در دو ضخامت جدار معمولی (فشار ضعیف) و جدار ضخیم (فشار قوی) مطابق جداول ۲ــ۱۳ و ۳ــ۱۳ تولید می‌گردد.

جدول ۲ــ۱۳ــ مشخصات لوله‌های PVC سخت فشار ضعیف

قطر اسمی لوله (mm)	۴۰	۵۰	۷۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
ضخامت جدار لوله (mm)	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۲/۲	۲/۵	۳/۲

جدول ۳ــ۱۳ــ مشخصات لوله‌های PVC سخت فشار قوی

قطر اسمی لوله (mm)	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
ضخامت جدار لوله (mm)	۳	۳	۳/۶

۱ــ۲ــ۱۳ــ ویژگی‌ها و کاربرد لوله‌های پی‌وی‌سی:
لوله‌های پی‌وی‌سی، با خصوصیّات ویژه‌ای که دارند، امروزه در بیشتر سیستم‌های فاضلاب جانشین لوله‌های دیگر شده‌اند و دامنه‌ی استفاده از آن‌ها روز به روز گسترش می‌یابد. این لوله‌ها از موادّی به نام پلی‌وینیل کلراید ساخته می‌شوند که چون حرارت ببینند نرم شده و قالب‌پذیر (شکل‌پذیر) می‌گردند و بعد از سردشدن، دوباره سخت شده، به شکل قالب خود درمی‌آید. میزان نرمی آن پس از سردشدن بستگی به درصد موادّ نرم کننده‌ای دارد که به موادّ اولیّه اضافه می‌گردد. مزایای اصلی لوله‌های پی وی سی عبارت است از :

الف ــ دارای وزن سبک هستند، حمل و نقل آن‌ها آسان است.

ب ــ اتّصال لوله‌ها و قطعات آن‌ها بسیار آسان‌تر و سریع‌تر از لوله‌های چدنی انجام می‌شود.

پ ــ به دلیل صیقلی بودن جداره‌ی داخلی آن‌ها، امکان جرم‌گیری و در نتیجه انسداد آن‌ها کم است و دارای ضریب جریان خوبی هستند.

ت ــ هزینه‌ی لوله‌کشی نسبت به لوله‌های چدنی کم‌تر است.

ج ــ در مقایسه با لوله‌های دیگر، قطر خارجی کم‌تری داشته و به راحتی در داخل دیوار جاسازی و اجرا می‌شوند. به عنوان مثال لوله‌ی پی‌وی‌سی با قطر ۱۰۰ میلی‌متر (۴″) را می‌توان به راحتی در داخل دیواری به ضخامت ۱۲ سانتی‌متری کار گذاشت.

ح ــ در برابر مواد شیمیایی مختلف (از جمله موادّ شیمیایی موجود در فاضلاب منازل) از مقاومت بالایی برخوردار بوده و به این جهت در لوله‌کشی فاضلاب آزمایشگاه‌ها و کارخانجات کاربرد وسیعی دارد.

معایب عمده‌ی این لوله‌ها که کاربرد آن‌ها را در سیستم‌های فاضلاب محدود می‌کند عبارت است از :

الف ــ لوله‌های پی وی سی خشک، در برابر سرما

۱ــ Poly Vinyl Choloride

(بخصوص سرمای زیر صفر) بسیار حسّاس و شکننده‌اند.

ب ــ در برابر نیروهای خارجی دارای مقاومت کم‌تری بوده و از این رو نصب آن‌ها در محل‌هایی که احتمال وارد آمدن ضربه وجود دارد باید با دقت لازم انجام شود.

ج ــ این لوله‌ها در برابر حرارت زیاد، فرم و استحکام خود را از دست می‌دهند. به همین دلیل از کاربرد آن‌ها در سیستمی که فاضلاب با دمای بیش از ۶۵°C در آن جریان دارد خودداری می‌شود.

فیتینگ‌های PVC

انواع فیتینگ‌هایی که در مورد لوله‌های چدنی سرکاسه‌دار توضیح داده شد با همان شکل، برای لوله‌های PVC نیز تولید می‌شود ؛ با این تفاوت که روش اتصال چسبی است (شکل ۳۰ــ۱۳).

شکل ۳۰ــ۱۳ــ مجموعه‌ای از انواع فیتینگ و لوله‌های PVC معمولی

۳ــ۱۳ــ لوله‌های پلی‌اتیلنی

لوله‌ها و اتصالات پلی‌اتیلنی با چگالی بالا (HDPE)[1] برای لوله‌کشی فاضلاب، آب باران و هواکش داخل ساختمان‌ها مناسب‌اند و در استانداردهای زیر طبقه‌بندی و تعریف شده‌اند :

۱ــ اندازه‌ها DIN19535 Part 1

۲ــ شرایط فنی DIN19535 Part 2

۳ــ جنس DIN 8074 ,5

طبق استاندارد DIN شرایط فنی(۲) در اتصال لوله‌ها و فیتینگ‌های پلی‌اتیلنی در فاضلاب از روش جوش لب به لب با گرم‌کردن (Butt Weldling) استفاده می‌شود. این لوله‌ها در طول‌های ۳، ۵ و ۶ متری و از نظر قطر در سه سری به شرح زیر ساخته و عرضه می‌گردند :

سری اوّل ــ قطرهای نامی ۴۰، ۵۰ و ۷۰ میلی‌متر (یا

۱ ــ HDPE = High Density Poly Ethelene

$\frac{1}{2}$۱، ۲ و تقریباً ۳ اینچ)

سری دوّم و سوّم ــ قطرهای نامی ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی‌متر (یا ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ اینچ)

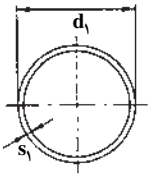
جدول‌های ۴ــ۱۳، فشار نامی را براساس استاندارد جنس و مشخصات فیزیکی طبق استاندارد اندازه‌ها برای لوله‌های سری اول و سری‌های دوّم و سوّم نشان می‌دهند. قابل توضیح است که در استاندارد BS5255 لوله‌های پلی‌اتیلن در شاخه‌های ۳ و ۴ متری و برای قطرهای نامی ۳۲، ۴۰ و ۵۰ میلی‌متر ($\frac{1}{4}$۱، $\frac{1}{2}$۱ و ۲ اینچ) تعریف و طبقه‌بندی شده‌اند و در استانداردهای ANSI و N.P.C (آمریکایی)، لوله‌های پلی‌اتیلن برای لوله‌کشی فاضلاب، هواکش داخل ساختمان مجاز شناخته نشده‌اند[1].

طبق استانداردهای فوق، آزمایش فشار لوله‌کشی فاضلاب ساختمان با لوله‌های پلی‌اتیلن با آب و حداکثر ۳ متر ستون آب می‌باشد.

جدول ۴ــ۱۳ــ مشخصات فیزیکی و فشاری لوله‌های پلی اتیلن

سری	۱	۲	۳
فشار نامی (PN) (bar)	۲/۵	۳/۲	۴

الف ــ طبقه‌بندی لوله‌های پلی‌اتیلن از نظر فشار کار آن‌ها *



قطر اسمی DN	قطر خارجی d_1, d_2	قطر داخلی	ضخامت جدار s_1, s_2
40	50	44	3.0
50	56	50	3.0
50	63	57	3.0
70	75	69	3.0

ب ــ مشخصات فیزیکی لوله‌های پلی‌اتیلن سری اوّل

قطر اسمی DN	قطر خارجی d_1, d_2	سری۲		سری۳	
		قطر داخلی لازم DS	ضخامت جدار s_1, s_2	قطر داخلی لازم DS	ضخامت جدار s_1, s_2
100	110	103	3.5	101.4	4.3
125	125	117.2	3.9	115.2	4.9
150	160	150	5	147.6	6.2
200	200	187.6	6.2	–	–
250	250	234.4	7.8	–	–
300	315	295.4	9.8	–	–

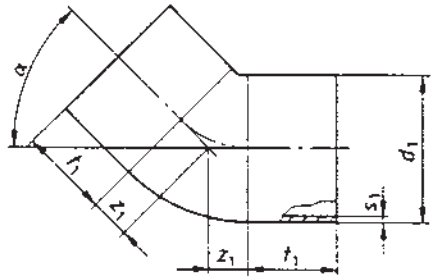
ج ــ مشخصات فیزیکی لوله‌های پلی‌اتیلن سری‌های دوّم و سوّم

۱ــ براساس مقررات ملی ساختمانی ایران مبحث ۱۶، استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن در لوله‌کشی فاضلاب و هواکش تا قطر ۵۰ میلی‌متر مجاز است.

*ــ کلیه جداول و شکل‌های لوله‌ها و فیتینگ‌های پلی‌اتیلن از قسمت لوله‌کشی فاضلاب و هواکش (بخش پلی‌اتیلن) نشریه‌ی ۱۲۸/۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی گرفته شده است.

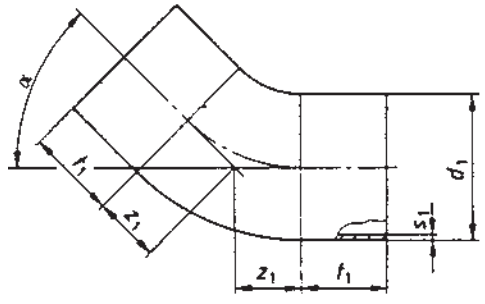
شکل‌های ۳۱ـ۱۳ ، ۳۲ـ۱۳ ، ۳۳ـ۱۳ و ۳۴ـ۱۳ انواع فیتینگ‌های لوله‌های پلی‌اتیلنی را نشان می‌دهند.

زانوهای نوع A $\alpha = 15°, 30°, 45°, 88{,}5°$ or $90°$



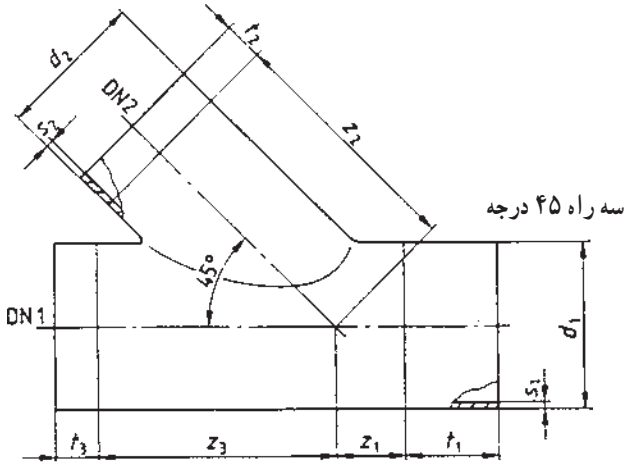
زانوی شکسته

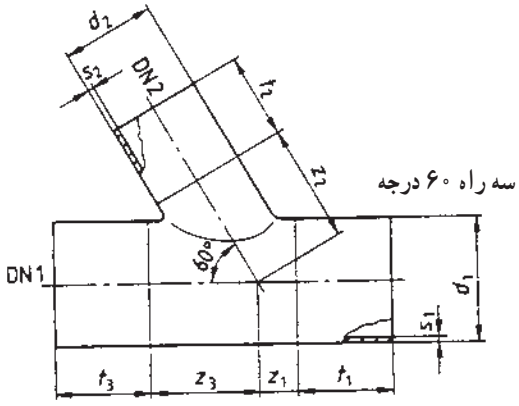
زانوهای نوع B $\alpha = 15°, 30°, 45°, 88{,}5°$ or $90°$

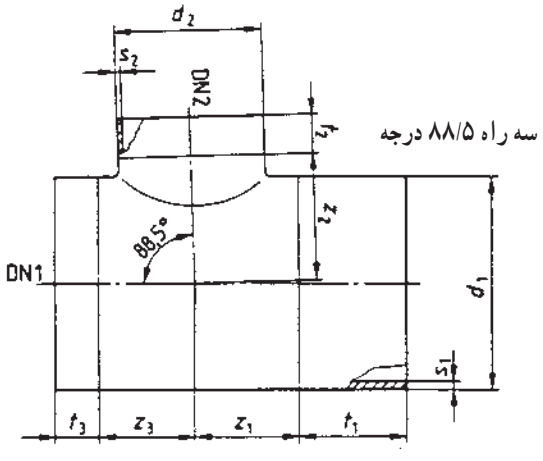


زانوی دوردار

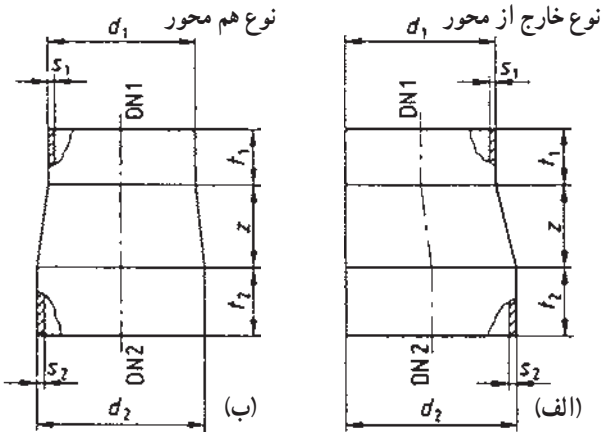
شکل ۳۱ـ۱۳ــ انواع زانوهای جوشی لوله‌های پلی‌اتیلنی



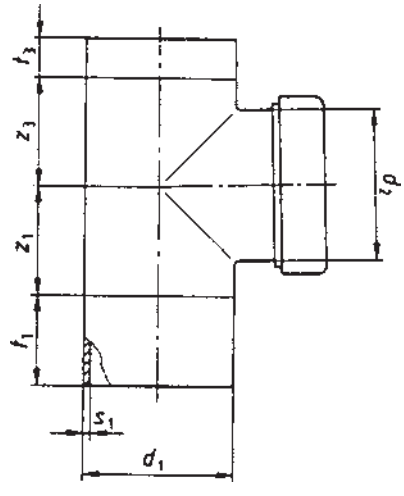




شکل ۳۲ـ۱۳ــ انواع سه راه‌های جوشی لوله‌های پلی‌اتیلنی



شکل ۳۳ــ۱۳ــ انواع تبدیل‌های جوشی لوله‌های پلی‌اتیلنی



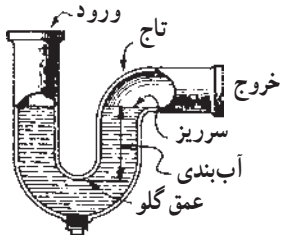
شکل ۳۴ــ۱۳ــ دریچه‌ی بازدید لوله‌های پلی‌اتیلنی

۴ــ۱۳ــ لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه

از لوله‌های گالوانیزه در لوله‌کشی هواکش و آب باران استفاده می‌گردد. با توجه به این‌که مشخصات لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه در مبحث آب‌رسانی آورده شده است از تکرار آن خودداری می‌شود.

۵ــ۱۳ــ سیفون‌ها

۱ــ۵ــ۱۳ــ تعریف سیفون: در سیستم لوله‌کشی فاضلاب، سیفون، همراه با آب درون آن، وسیله‌ای است که برای جلوگیری از ورود هوای نامطبوع داخل شبکه‌ی فاضلاب به فضای داخل ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۳۶ــ۱۳ یک نوع سیفون را نشان می‌دهد.



شکل ۳۵ــ۱۳ــ سیفون p یا شترگلو

۲ــ۵ــ۱۳ــ ساختمان سیفون: ساختمان سیفون، به شکلی است که پس از هر بار تخلیه، مقداری آب در داخل آن باقی می‌ماند، به‌طوری که این مایع ارتباط فضای داخلی لوله‌ی فاضلاب را با فضای داخل ساختمان قطع می‌کند. آب داخل سیفون را «آب‌بند» می‌نامند و عمق آب‌بندی، ارتفاع ستون آبی است که بین قسمت سرریز و عمق گلوی سیفون واقع شده است. سیفون‌ها معمولاً، از نظر عمق آب‌بندی، دو نوع می‌باشند : یکی از آن‌ها «آب‌بندی معمولی» است که عمق آب‌بندی آن حدود ۵ سانتی‌متر است و دیگری سیفون با «آب‌بندی عمیق» که عمق آب‌بندی آن دو برابر قبلی (حدود ۱۰ سانتی‌متر) است. شکل ۳۵ــ۱۳ این دو نوع سیفون را نشان می‌دهد.

سیفون با آب‌بندی معمولی سیفون با آب‌بندی عمیق

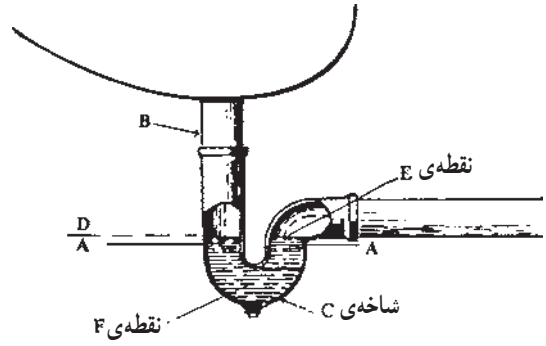
شکل ۳۶ــ۱۳

سیفون با آب‌بندی معمولی، در سیستم‌هایی از لوله‌کشی که تحت شرایط عادّی کار می‌کنند، به کار می‌رود. بیشتر سیفون‌های لوله‌کشی فاضلاب ساختمان‌ها از این نوع است.

سیفون با آب‌بندی عمیق را می‌توان در شرایط عادی نیز به‌کار برد، ولی معمولاً در شرایط غیر عادی از قبیل گرمای زیاد، افزایش و کاهش فشار جو، و در مواردی که سیستم هواکش کامل نباشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱ــ فشار آتمسفر برابر ۱۰/۳۳ متر ستون آب یا ۱۰۳۳ سانتی‌متر ستون آب است.

۳ــ۵ــ۱۳ــ طرز کار سیفون‌ها: با توجّه به شکل ۱۳ــ۳۷، سطح آب داخل سیفون در حالت عادی و قبل از تخلیه‌ی فاضلاب به داخل آن، در سطح A ــA قرار دارد.

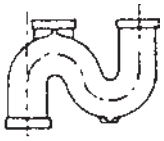


شکل ۱۳ــ۳۷

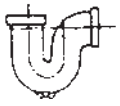
پس از تخلیه‌ی فاضلاب وسایل بهداشتی در داخل سیفون، ارتفاع آب در شاخه‌ی B، به تدریج زیاد می‌شود و ارتفاع آب در شاخه‌ی C نیز به‌طور هم‌زمان بالا می‌آید تا زمانی که سطح آب به سرریز لوله‌ی خروجی سیفون، یعنی به سطح D برسد. از این لحظه به بعد، هر چه آب وارد لوله‌ی ورودی سیفون بشود از لوله‌ی خروجی آن خارج می‌گردد.

۴ــ۵ــ۱۳ــ انواع سیفون‌ها: متداول‌ترین نوع سیفون‌ها، سیفون‌های نوع P و S[1] هستند که در شکل ۱۳ــ۳۸، نشان داده شده‌اند و هر یک از آن‌ها خود به اشکال مختلفی ساخته می‌شوند. ولی کارآمدترین سیفون‌ها سیفون P است که به آن سیفون شترگلو نیز می‌گویند. شکل ۱۳ــ۳۹، انواع مختلف سیفون‌های P شکل را نشان می‌دهد.

از سیفون‌های شترگلو، برای اتّصال به دست‌شویی‌ها، لگن‌ها، آبریزها، شیرهای آبخوری و حمّام‌ها استفاده می‌کنند. جریان فاضلاب سیفون‌های نوع P از سایر انواع سیفون‌های معمول کندتر است.

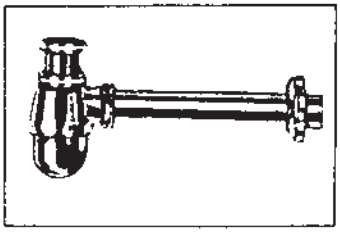


سیفون S

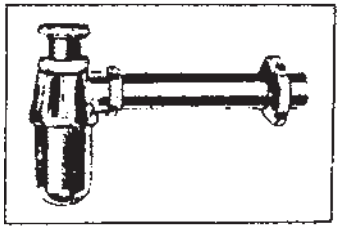


سیفون P (شترگلو)

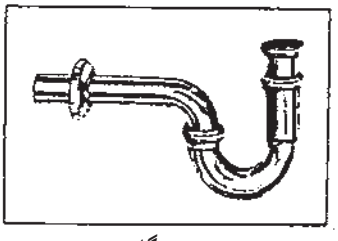
شکل ۱۳ــ۳۸



زیرآب سیفون با آب‌بندی معمولی



زیرآب سیفون با آب‌بندی عمیق



شترگلو

شکل ۱۳ــ۳۹ــ انواع سیفون‌های P شکل

۱ــ استفاده از سیفون نوع S براساس مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمانی ایران مجاز نیست.

۵ــ۵ــ۱۳ــ علل از بین رفتن آب‌بندی سیفون‌ها:

یکی از مشکلات معمول در یک سیستم فاضلاب، از بین‌رفتن آب‌بندی سیفون است. آب‌بندی سیفون، ممکن است بر اثر هواکش نامناسب شبکه و به دنبال آن به‌وجود آمدن اختلاف فشار در دوطرف مایع سیفون از بین برود.

در مجموع از بین رفتن آب‌بندی سیفون‌ها ممکن است ناشی از علل زیر باشد :

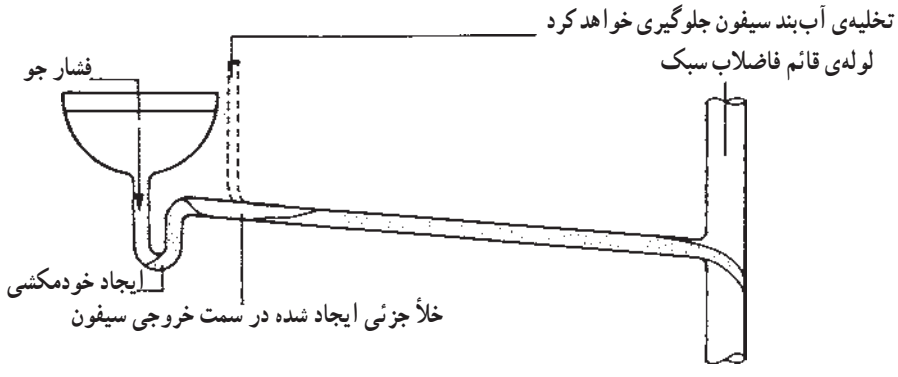
ــ سیفوناژ

ــ تبخیر شدن آب سیفون

ــ کشش لوله‌های مویین

ــ *سیفوناژ*

از بین رفتن آب‌بندی سیفون ممکن است در نتیجه‌ی تولید فشار کمتر از آتمسفر در قسمت خروجی سیفون در سیستم فاضلاب باشد. در این حالت، آب داخل سیفون بر اثر فشار هوا از سمت وسیله‌ی بهداشتی، در سیستم فاضلاب تخلیه می‌شود. به طوری که در شکل ۴۰ــ۱۳ مشاهده می‌کنید. آب‌بندی سیفون در شرایط عادی، به علت تعادل فشار در طرفین سیفون، به حالت سکون باقی می‌ماند. اگر در قسمت خروجی سیفون، به دلایلی کاهش فشار به وجود آید آب داخل سیفون بر اثر فشار جو که در سمت لوله‌ی ورودی سیفون بر آن وارد می‌شود، در

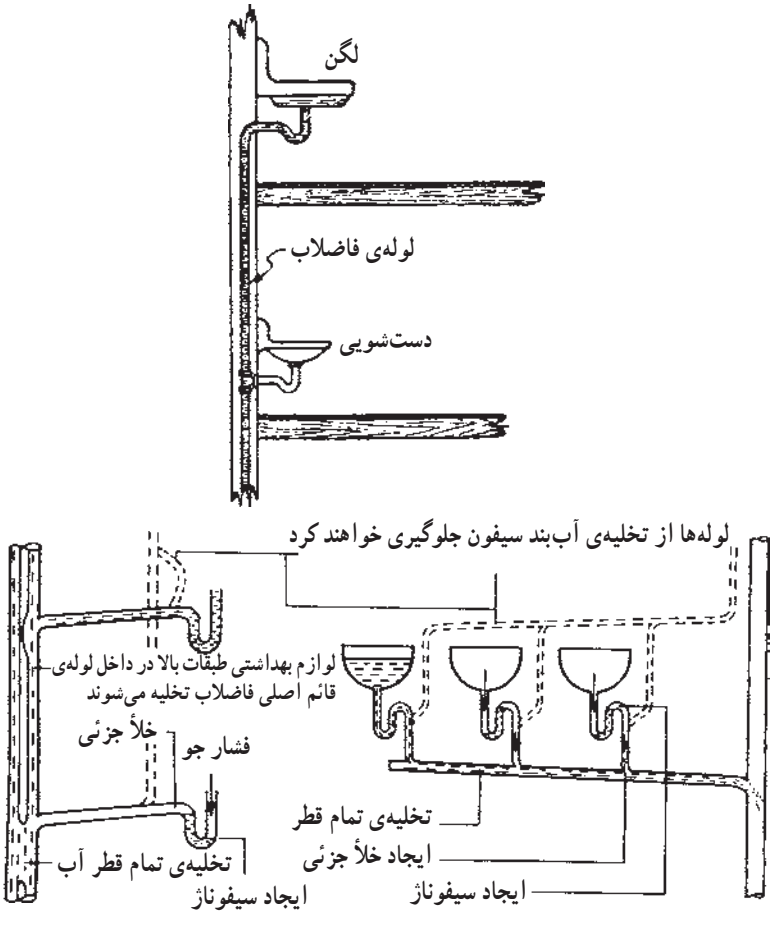


شکل ۴۰ــ۱۳ــ چگونگی عمل سیفوناژ

شبکه‌ی فاضلاب تخلیه می‌گردد. این عمل را که در نتیجه‌ی به‌وجود آمدن شرایط عدم تعادل فشار هوا صورت می‌گیرد، «سیفوناژ» می‌نامند. سیفوناژ به دو صورت زیر به‌وجود می‌آید :

الف ــ سیفوناژ مستقیم (سیفوناژ خودبه‌خود): غالباً در سیفون‌هایی که در وسایل بهداشتی کوچک مانند دست‌شویی یا لگن ظرف‌شویی به کار می‌روند و مجهز به لوله‌ی هواکش نیستند سیفوناژ مستقیم به وجودمی‌آید. این سیفوناژ، نتیجه‌ی عدم تعادلی است که بر اثر تخلیه‌ی سریع فاضلاب تولید می‌شود، چون این‌گونه وسایل بهداشتی دارای کف مقعری هستند. فاضلاب محتوی آن‌ها به‌طور ناگهانی خالی می‌شود و بعداً نیز آب کافی برای تأمین مجدد آب‌بندی سیفون در آن باقی نمی‌ماند (شکل ۴۰ــ۱۳).

ب ــ سیفوناژ غیرمستقیم: آب‌بندی سیفون ممکن است به‌طور غیرمستقیم یا بر اثر جریان فاضلاب در مجرای لوله‌ی خروجی بعد از سیفون، از بین برود، این مشکل، غالباً در تأسیسات لوله‌کشی پیش می‌آید. هنگامی که فاضلاب وسایل بهداشتی در طبقات ساختمان، در لوله‌ی قائم مشترکی تخلیه می‌شود، حرکت فاضلاب باعث ایجاد مکش در مجرای خروجی سیفون وسیله‌ی بهداشتی دیگر که در سطح پایین‌تری قرار دارد می‌شود و آب‌بندی آن را از بین می‌برد. شکل ۴۱ــ۱۳، یک دست‌شویی در طبقه‌ی اول و یک لگن ظرف‌شویی را در طبقه‌ی دوم یک ساختمان، که بدون لوله‌ی هواکش می‌باشد، نشان می‌دهد. هر دو وسیله‌ی بهداشتی دارای یک لوله‌ی فاضلاب مشترک‌اند. زمانی که از هیچ‌کدام آن‌ها استفاده نمی‌شود، فشار هوا در دو طرف سیفون هر دو وسیله یکسان و برابر فشار جو است و آب‌بندی سیفون‌ها در حال تعادل باقی می‌ماند. ولی هنگامی که فاضلاب لگن ظرف‌شویی در لوله‌ی قائم تخلیه می‌شود، سرعت جریان آب، هوای داخل مجرای خروجی سیفون دست‌شویی واقع در طبقه‌ی پایین را می‌مکد. در نتیجه، در این مجرا مکش ایجاد می‌شود و بر اثر فشار هوای محل، آب داخل سیفون دست‌شویی نیز تخلیه می‌گردد. تحت این شرایط، پس از تخلیه‌ی سیفون، امکان تجدید آب‌بندی آن وجود ندارد. با نصب لوله‌ی هواکش در سیستم لوله‌کشی فاضلاب، می‌توان از سیفوناژ غیر مستقیم نیز جلوگیری کرد.



شکل ۴۱ ــ۱۳ــ سیفوناژ غیرمستقیم

ــ تبخیر شدن آب سیفون

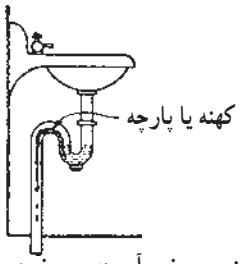
از بین رفتن آب‌بندی سیفون‌ها بر اثر تبخیر، یک پدیده‌ی طبیعی است که به ندرت اتّفاق می‌افتد.

در شرایط عادی، چندین روز طول می‌کشد تا آب داخل سیفون‌ها تبخیر شود و معمولاً با استفاده‌ی مجدّد از وسایل بهداشتی این مشکل برطرف می‌شود. به‌کار بردن سیفون‌هایی با عمق آب‌بندی بیشتر، زمان تبخیر را طولانی‌تر می‌کند و در طول این مدّت نیز احتمال استفاده‌ی مجدد از وسیله‌ی بهداشتی و پرشدن سیفون زیاد است.

ــ کشش لوله‌های مویین

از بین رفتن آب‌بندی سیفون‌ها بر اثر خاصیّت کشش لوله‌های مویین خیلی کم اتّفاق می‌افتد. بلکه این اشکال هنگامی رخ می‌دهد که یک جسم خارجی مانند پارچه، نخ یا یک نوار پارچه‌ای از داخل سیفون به طرف مجرای خروجی آن آویزان شود (شکل ۴۲ــ۱۳).

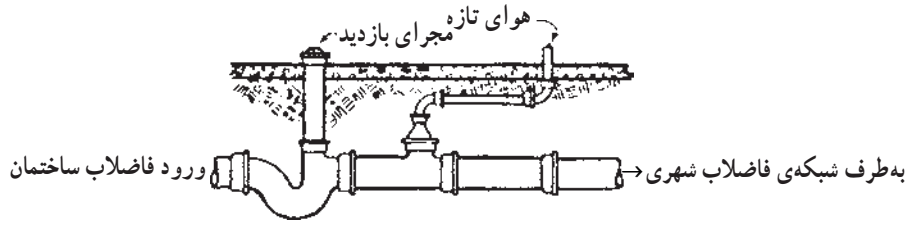
همان‌طور که در شکل ۴۲ــ۱۳ دیده می‌شود کهنه یا پارچه، مانند فتیله‌ای، آب داخل سیفون را به طرف بالا می‌کشد. آب ریسمان از مجرای خروجی سیفون، در لوله‌ی تخلیه می‌چکد. در صورتی که چنین اتّفاقی رخ دهد، سرعت جذب آب به وسیله‌ی کهنه یا پارچه بیشتر شده و آب‌بندی سیفون به سرعت از بین می‌رود.



شکل ۴۲ــ۱۳ــ از بین رفتن آب‌بندی سیفون بر اثر خاصیت کشش لوله‌های مویین

اثر باد

بادهای شدیدی که از دهانه‌ی خروجی لوله‌های هواکش فاضلاب در بالای بام عبور می‌کند، ممکن است آب‌بندی سیفون را تحت تأثیر قرار دهد. وقتی که گردباد از طریق لوله‌ی هواکش به داخل سیستم لوله‌کشی به طرف پایین هدایت می‌شود، البته به‌ندرت، ممکن است در اثر ازدیاد فشار هوای داخل لوله‌های فاضلاب، آب داخل سیفون‌ها را به حرکت درآورده و مقداری از آن را به خارج تخلیه کند که این هم مشکل بزرگی ایجاد نمی‌کند، زیرا احتمال خالی‌شدن کامل آب سیفون‌ها بسیار کم است. به‌هرحال، برای جلوگیری از تأثیر باد، می‌توان هواکش لوله‌ی فاضلاب را دورتر از گودال‌های شیروانی و جاهایی که احتمال دارد باد از آنجا به شکل گردبادی به داخل لوله‌ی هواکش هدایت شود نصب نمود و انتهای آن‌را با دو زانوی ۹۰° به صورت عصایی ساخت.



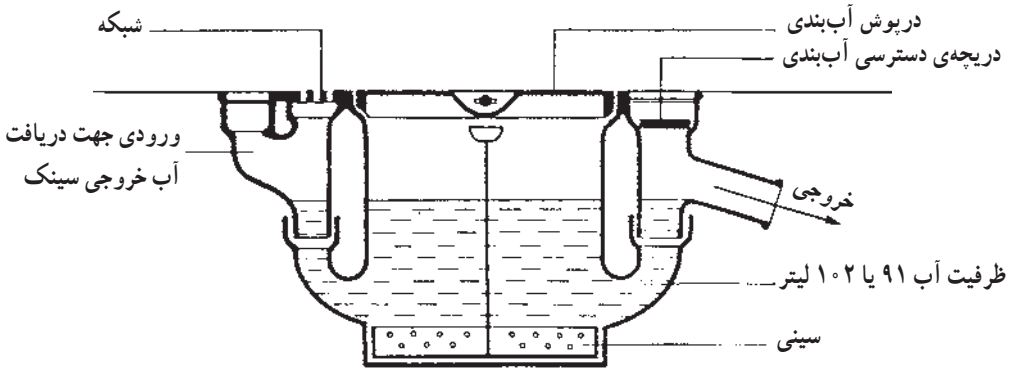
شکل ۴۳ــ۱۳ــ سیفون راه‌بند مجرای فاضلاب خانه و لوله‌ی هواکش

۶ــ۵ــ۱۳ــ سیفون راه‌بند: نصب سیفون در مجرای تخلیه‌ی فاضلاب ساختمان به شبکه‌ی فاضلاب شهری، برای جلوگیری از نفوذ گازهای مضرّ موجود در شبکه‌ی فاضلاب شهری به داخل سیستم لوله‌کشی فاضلاب ساختمان، ضروری است.

شکل۴۳ــ ۱۳، یک سیفون راه بند مجرای فاضلاب خانه

را نشان می‌دهد. معمولاً مجرای ورودی و خروجی این سیفون، هم‌تراز است. این سیفون دارای یک انشعاب است که با یک لوله‌ی عمودی تا کف ساختمان امتداد یافته، از آن به عنوان مجرای بازدید و تمیز کردن لوله استفاده می‌شود. لوله‌ی دیگری روی خطّ فاضلاب نصب می‌گردد تا از تخلیه‌ی آب سیفون جلوگیری نماید.

۷ــ۵ــ۱۳ــ سیفون چربی‌گیر: در مواردی که احتمال ورود چربی از طریق سینک‌های ظرف‌شویی به داخل سیستم فاضلاب وجود دارد باید در بین لوله‌ی فاضلاب و سینک‌های ظرف‌شویی «سیفون چربی‌گیر» نصب شود. در شکل ۴۴ــ۱۳ جزییات یک سیفون چربی‌گیر حاوی حجم زیادی از آب نشان داده شده است. چربی ورودی به داخل سیفون تحت تأثیر آب سفت می‌شود و به صورت دوره‌ای با بلند کردن سینی مشبک خارج می‌شود.



ابعاد: ۱۳۵mm × ۴۵۰mm × ۶۰۰mm و ۱۳۵mm × ۴۵۰mm × ۹۱۵mm

شکل ۴۴ــ۱۳ــ جزییات سیفون چربی‌گیر

۶ــ۱۳ــ مقرّرات ملی

در زیر نمونه‌هایی از مقرّرات ملی ساختمانی ایران مبحث ۱۶ تأسیسات بهداشتی جهت آشنایی با آیین‌نامه‌ها و مقررات اجرایی آورده می‌شود.

۱ــ۶ــ۱۳ــ انتخاب مصالح

کلیات

الف ــ روی هر قطعه از لوله، فیتینگ، سیفون، و دیگر اجزای لوله‌کشی فاضلاب باید مارک کارخانه‌ی سازنده، کیفیت ساخت یا استاندارد مورد تأییدی که قطعه‌ی موردنظر بر طبق آن ساخته شده است، به صورت ریختگی، برجسته، یا مهر پاک نشدنی نقش شده باشد.

ب ــ استفاده از مصالح کارکرده، آسیب دیده و معیوب مجاز نیست.

۲ــ۶ــ۱۳ــ شرایط کار

الف ــ لوله‌کشی فاضلاب باید در برابر فشار ۰/۳ بار (۳ متر ستون آب) از داخل و خارج به‌طور دائم آب‌بند و هوابند باشد.

ب ــ مصالح لوله‌کشی فاضلاب باید در برابر دمای فاضلاب داخل لوله تا ۶۵°C (۱۵۰°F) مقاوم باشد و بتواند در برابر دمای تا ۹۵°C (۲۰۰°F) در مدت کوتاه و گذرا مقاومت کند.

پرسش

۱ــ لوله‌ها و فیتینگ‌های مورد استفاده در شبکه‌ی فاضلاب را نام ببرید.

۲ــ لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار در چه استانداردهایی طبقه‌بندی شده است؟

۳ــ اندازه‌ی سرکاسه‌ی لوله و فیتینگ چدنی را از روی جدول مربوطه توضیح دهید.

۴ــ اندازه و وزن لوله‌ی چدنی سرکاسه‌دار و لوله‌ی رابط کوتاه را از روی جدول مربوطه توضیح دهید.

۵ــ لوله‌های چدنی سرکاسه‌دار در چه طول‌هایی و چه قطرهایی در استاندارد ISIRI تولید می‌شوند؟

۶ــ طول و قطر لوله‌ی رابط کوتاه در استاندارد ISIRI را بیان کنید.

۷ــ زانوها در استاندارد ISIRI در چه زوایا و قطرهایی ساخته می‌شوند؟

۸ــ وزن یک زانوی ۳ اینچ $45^{\circ}C$ تقریباً چقدر است؟

۹ــ سه راه چدنی سرکاسه‌دار در استاندارد ISIRI در چه قطر و زاویه‌هایی ساخته می‌شود؟ انواع آن را نام ببرید.

*۱۰ــ انواع چهارراه چدنی سرکاسه‌دار را بیان کنید.

*۱۱ــ مشخصات انواع دو خم چدنی سرکاسه‌دار را بیان کنید.

*۱۲ــ مشخصات انواع تبدیل چدنی سرکاسه‌دار را بیان کنید.

*۱۳ــ مشخصات طوقه‌ی چدنی سرکاسه‌دار را بیان کنید.

*۱۴ــ مشخصات و انواع سیفون چدنی سرکاسه‌دار را در استاندارد BS416 PART1 بیان کنید.

۱۵ــ کاربرد، آزمایش و چگونگی اتصال لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه را توضیح دهید.

۱۶ــ لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه در چه استانداردهایی تعریف شده است؟

۱۷ــ لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه در استاندارد DIN 19552 در چه کاربردهایی توصیه شده است؟

۱۸ــ قطر و طول و وزن لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه را در استاندارد DIN 19552 از روی جدول مربوط بیان کنید.

*۱۹ ــ در استاندارد DIN 19552 زانو و خم چدنی بدون سرکاسه در چه زاویه‌ها و قطرهایی تولید می‌شوند؟

*۲۰ــ مشخصات و کاربرد زانوی چدنی بدون سرکاسه با طول مستقیم را از روی جدول بیان کنید.

*۲۱ــ سه راه چدنی بدون سرکاسه در چه اندازه‌ها و زاویه‌هایی ساخته می‌شود؟

*۲۲ــ انواع دو خم چدنی بدون سرکاسه را، از نظر فاصله‌ی انحراف ــ قطر، بیان کنید.

*۲۳ــ مشخصات تبدیل چدنی بدون سرکاسه را از روی جدول مربوط بیان کنید.

*۲۴ــ مشخصات دریچه‌ی بازدید گرد را برای لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه بیان کنید.

*۲۵ــ مشخصات دریچه‌ی بازدید مستطیل شکل را برای لوله‌ی چدنی بدون سرکاسه بیان کنید.

*۲۶ــ مشخصات سیفون چدنی بدون سرکاسه را، در استاندارد DIN 19552 از روی شکل و جدول مربوط، توضیح دهید.

*۲۷ــ مشخصات سیفون چدنی بدون سرکاسه را در استاندارد BS 416 PART2، با توجه به شکل و جدول مربوط، توضیح دهید.

۲۸ــ مزایا و معایب لوله‌های چدنی را شرح دهید.

۲۹ــ لوله‌ها و فیتینگ‌های PVC سخت در چه قطر و ضخامت‌هایی ساخته می‌شوند و چند نوع هستند؟

۳۰ــ مزایا و معایب لوله‌های PVC را شرح دهید.

۳۱ــ کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلنی (HDPE) را بیان کنید.

۳۲ــ روش اتصال لوله‌های پلی‌اتیلنی که در لوله‌کشی فاضلاب به کار می‌روند چگونه است؟

۳۳ــ لوله‌های پلی‌اتیلنی در چه طول و قطری تولید می‌شوند؟

۳۴ــ در کدام استانداردها استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلنی در لوله‌کشی فاضلاب مجاز شناخته نشده است؟

۳۵ــ آیا طبق مقرّرات ملی ساختمانی ایران استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلنی در لوله‌کشی فاضلاب مجاز است؟ توضیح دهید.

۳۶ــ فشار آزمایش لوله‌کشی فاضلاب با لوله‌ی پلی‌اتیلنی را بیان کنید.

۳۷ــ طبقه‌بندی لوله‌های پلی‌اتیلنی را از نظر فشار کار آن‌ها بیان کنید.

۳۸ــ مشخصات زانوها و سه راه‌های پلی‌اتیلنی و انواع آن را بیان کنید.

۳۹ــ سیفون را تعریف کنید.

۴۰ــ ساختمان سیفون را شرح دهید.

۴۱ــ «آب‌بندی» سیفون چیست؟

۴۲ــ انواع سیفون را از نظر مقدار آب‌بندی بیان کنید.

۴۳ــ آب‌بندی سیفون در مقابل چند آتمسفر تغییر فشار می‌تواند مقاومت کند؟

۴۴ــ انواع سیفون را نام ببرید.

۴۵ــ استفاده از کدام نوع از سیفون از نظر مقرّرات ملی ساختمانی ایران مجاز نیست؟

۴۶ــ علل از بین رفتن آب‌بندی سیفون‌ها را نام ببرید.

۴۷ــ از بین‌رفتن آب‌بندی سیفون به علت سیفوناژ را توضیح دهید.

۴۸ــ سیفوناژ مستقیم و سیفوناژ غیرمستقیم را توضیح دهید.

۴۹ــ تأثیر لوله‌ی هواکش را بر سیفوناژ توضیح دهید.

۵۰ــ خالی‌شدن آب سیفون به علت تبخیر را شرح دهید.

۵۱ــ کشش لوله‌های مویین در خالی‌شدن آب سیفون چیست؟

۵۲ــ اثر باد در خالی‌شدن آب سیفون را شرح دهید.

۵۳ــ سیفون راه بند و کاربرد آن را توضیح دهید.

فصل چهاردهم

تأسیسات استخر

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ انواع استخر شنا را توضیح دهد.
۲ــ اندازه و ساختمان استخرها را توضیح دهد.
۳ــ میزان گردش و تجدید آب را توضیح دهد.
۴ــ صافی‌ها و ساختمان آن‌ها را شرح دهد.
۵ــ روش‌های گندزدایی آب استخر را توضیح دهد.
۶ــ مبدّل گرمایی و گرم کردن استخر را شرح دهد.
۷ــ لوله‌کشی تأسیسات استخر را شرح دهد.
۸ــ نگهداری و راهبری استخر را شرح دهد.
۹ــ ساختمان جکوزی را شرح دهد.
۱۰ــ اجزای تأسیسات جکوزی را توضیح دهد.
۱۱ــ لوله‌کشی جکوزی را توضیح دهد.
۱۲ــ تأسیسات سونا را شرح دهد.

۱۴ــ تأسیسات استخر

۱ــ۱۴ــ استخر

استخر به معنای محل نگهداری حجم معینی از آب است. استخرها کاربردهای متفاوتی در زمینه‌های صنعتی، درمانی، تفریحی، زیباسازی، ورزشی و... دارند. در این قسمت ما به بررسی استخرهای شنا که کاربرد تفریحی ورزشی دارند می‌پردازیم.

۱ــ۱ــ۱۴ــ انواع استخر شنا: استخرهای شنا، برحسب شیوه‌ی تصفیه‌ی آب آن‌ها، به سه دسته تقسیم می‌شوند :

الف ــ خزینه: این استخر درواقع چیزی بیش از یک وان حمام بزرگ نیست که ممکن است به‌عنوان استخر خصوصی مورد استفاده قرار گیرد. در این نوع استخرها آب بایستی کراراً به علت افزایش آلودگی ناشی از افراد تعویض گردد. در تأسیسات بزرگ اندازه‌ی استخر بسیار بزرگ می‌شود و حجم زیادی از آب تلف می‌گردد. به لحاظ افزایش آلودگی، این نوع استخر (خزینه) نمی‌باید به‌عنوان یک محل عمومی مورد استفاده قرار گیرد و به‌طور کلی برای تأسیسات بزرگ این طرح غیرعملی است.

ب ــ استخر با جریان آب گذرا: طراحی این نوع استخر زمانی ممکن است که تأمین یک جریان آب کافی، از یک رودخانه یا چشمه‌ی مجاور برای آن ممکن باشد، کیفیت آب، از نقطه نظر امکان آلودگی، پیوسته مورد آزمایش قرار گیرد و به منظور جلوگیری از گسترش بیماری‌های ناشی از آب آلوده با استفاده

از ماده‌ی ضدعفونی کننده آب به‌طور مکرر میکروب‌زدایی شود.

ج ــ استخر با جریان آب در گردش[1]: در این سیستم، آب استخر توسط پمپ مکش شده و پس از عبور از صافی‌ها و اضافه شدن مواد گندزدا به آن، به استخر بازمی‌گردد. امروزه عموماً همین سیستم در استخرها مورد استفاده قرار می‌گیرد. درواقع این سیستم ایمن‌ترین شیوه‌ی تصفیه‌ی آب استخر می‌باشد.

۲ــ۱ــ۱۴ــ استخر با گردش آب: هدف از سیستم گردش آب در استخر این است که آب آلوده به‌گونه‌ای پیوسته به میزان مشخصی از استخر بیرون کشیده شده و به سمت مرکز تصفیه برده شده و سرانجام پس از تصفیه بار دیگر به استخر بازگردانده شود. کارآیی سیستم گردش آب به میزان چرخش آب و موقعیت برداشت آب آلوده و برگشت آب تصفیه شده به استخر می‌باشد. میزان گردش آب در یک استخر عامل مؤثری در تعیین ابعاد تجهیزات تصفیه‌خانه‌ی استخر است.

با استفاده از این روش می‌توان کنترل دقیقی بر روی میزان تصفیه‌ی فیزیکی و کنترل دما و گندزدایی آب استخر داشت، که در قسمت‌های بعد به شرح آن پرداخته خواهد شد.

مطالعه‌ی آزاد

۳ــ۱ــ۱۴ــ اندازه و ساختمان استخر

اندازه‌ی استخر

هر یک از فعالیت‌های مربوط به ورزش‌های آبی داخل استخر، براساس ویژگی‌های مخصوص به خود نیازمند مشخصات و ابعاد و اندازه‌هایی به شرح زیر می‌باشد :

الف ــ آموزش خردسالان: باید استخر آموزش خردسالان دارای عمق حداکثر ۹۰ سانتی‌متر، عرض ۷ متر و طول ۱۶/۶ یا ۲۰ متر باشد. برای ورود به این استخر پیش‌بینی پله به عرض حداقل ۷ متر برای کودکان مبتدی توصیه می‌شود.

ب ــ شنای تفریحی: استخرهای تفریحی ضوابط و معیارهای خاصی به‌جز میزان عمق آب ندارد. از این‌رو این استخرها را در شکل‌های مختلف با تجهیزات و وسایل تفریحی گوناگون طراحی و اجرا می‌کنند. در چنین استخرهایی آب کمتر از ۱/۷ متر عمق دارد.

ج ــ شنای حرفه‌ای و مسابقات: فاصله‌های استاندارد رسمی برای مسابقات شنا ۱۰۰ متر، ۲۰۰ متر، ۴۰۰ متر، ۸۰۰ متر و ۱۵۰۰ متر است. از این‌رو طول استخر باید مضربی از ۱۰۰ باشد که طول ۵۰ متر برای برگزاری مسابقات ترجیح داده شده است.

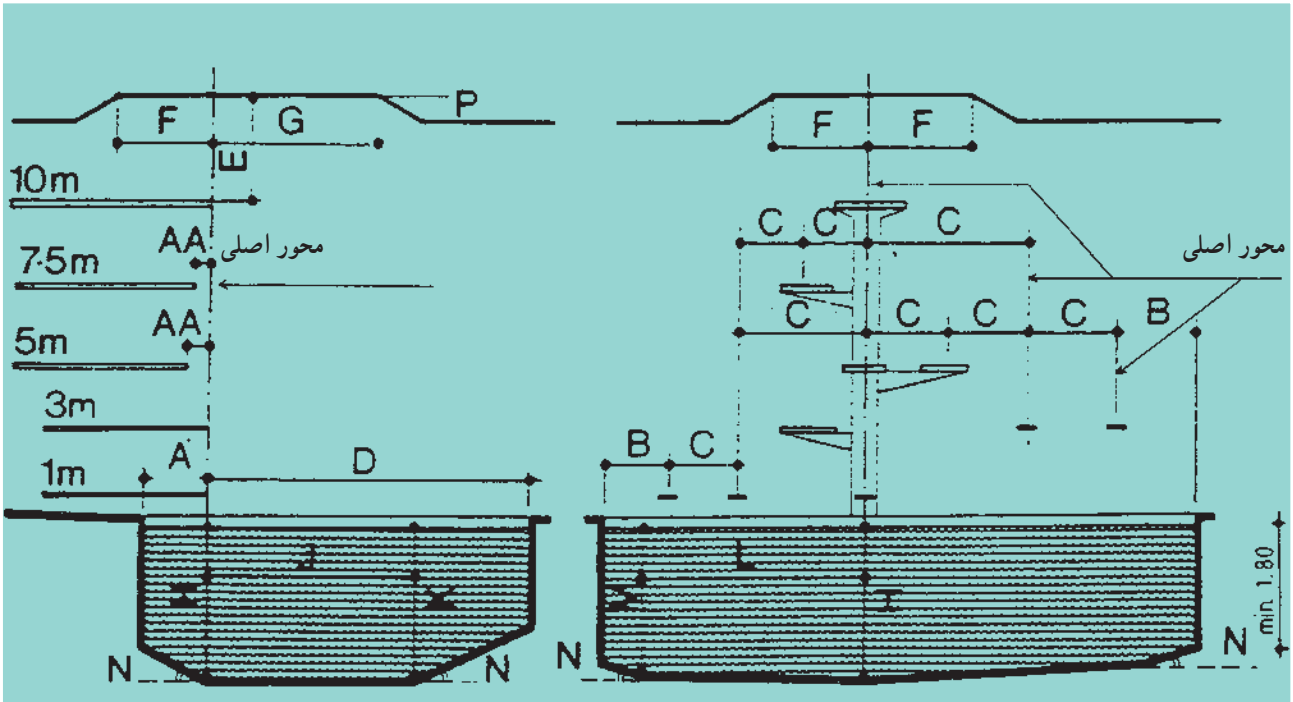
استخرهای با طول ۳۳/۳۳ متر، ۲۵ متر، ۲۰ متر و حتی $16\frac{2}{3}$ متر نیز برای مقاصد تمرینی و یا مسابقات غیررسمی پیش‌بینی می‌شوند.

عرض استخرهای مسابقه‌ای را با توجه به تعداد خطوط شنا تعیین می‌کنند. عرض خطوط شنا برای مسابقات داخلی ۲ متر و برای مسابقات بین‌المللی تا ۲/۵ متر پیش‌بینی می‌شود. خطوط شنای کناری با فاصله‌ی نیم‌متر از لبه‌ی استخر درنظر گرفته می‌شود به‌گونه‌ای که برای یک استخر ۶ خطی ۱۳ متر عرض لازم است. در استخرهای کمتر از ۶ خط که برای مقاصد تمرینی استفاده می‌شوند فاصله‌ی خطوط شنای کناری از لبه‌ی استخر به ۲۵ سانتی‌متر کاهش می‌یابد. عمق استخرهای مسابقه‌ای در کمترین محل حداقل ۱/۱۷ متر و برای کارآیی بیشتر ۱/۲۲ متر توصیه می‌شود.

۱ــ نیازی نیست که هنرجو اعداد و ارقام داده در متن این فصل و جداول مربوطه را حفظ کند.

جدول ۱ــ۱۴ــ ابعاد و اندازه‌های تخته و سکوی شیرجه

فدراسیون بین‌المللی شنای آماتور ۱۹۸۵		ابعاد و نسبت	تخته شیرجه				سکوی شیرجه									
ابعاد و اندازه‌ها			متر		متر		متر		متر		متر		متر		متر	
		طول	۴/۸۰		۲/۸۰		۴/۰۰		۴/۰۰		۶/۰۰		۶/۰۰		۶/۰۰	
		عرض	۰/۵۰		۰/۵۰		۰/۶۰		۱/۵۰		۱/۵۰		۱/۵۰		۲/۰۰	
		ارتفاع	۱/۰۰		۳/۰۰		۰/۶۰ـ۱/۰۰		۲/۶۰ـ۳/۰۰		۵/۰۰		۷/۵۰		۱۰/۰۰	
		ابعاد	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی	افقی	عمودی
A	فاصله‌ی محور اصلی تا پشت استخر	حداقل	۱/۵۰		۱/۵۰		۰/۷۵		۱/۲۵		۱/۲۵		۱/۵۰		۱/۵۰	
		مناسب														
A A	فاصله‌ی محور اصلی تا لبه‌ی سکوی شیرجه	حداقل									۰/۷۵		۰/۷۵		۰/۷۵	
		مناسب														
B	فاصله‌ی محور اصلی تا کنار استخر	حداقل	۲/۵۰		۳/۵۰		۲/۳۰		۲/۹۰		۴/۲۵		۴/۵۰		۵/۲۵	
		مناسب														
C	فاصله‌ی محور اصلی تا محور اصلی تخته شیرجه‌ی مجاور	حداقل	۲/۴۰		۲/۵۰		۱/۶۵		۲/۱۰		۲/۵۰		۲/۵۰		۲/۷۵	
		مناسب														
D	فاصله‌ی محور اصلی تا مقابل استخر	حداقل	۹/۰۰		۱۰/۲۵		۸/۰۰		۹/۵۰		۱۰/۲۵		۱۱/۰۰		۱۳/۵۰	
		مناسب														
E	فاصله‌ی روی سکوی شیرجه ۱۰ متری تا سقف	حداقل		۵/۰۰		۵/۰۰		۳/۵۰		۳/۵۰		۳/۵۰		۳/۵۰		۳/۵۰
		مناسب														۵/۰
F	فضای پشت و طرفین سکوی شیرجه‌ی ۱۰ متری	حداقل	۲/۵۰	۵/۰۰	۲/۵۰	۵/۰۰	۲/۷۵	۳/۵۰	۲/۷۵	۳/۵۰	۲/۷۵	۳/۵۰	۲/۷۵	۳/۵۰	۲/۷۵	۳/۵۰
		مناسب														
G	فضای خالی در جلو و بالای سکوی شیرجه‌ی ۱۰ متری	حداقل	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۳/۵۰	۵/۰۰	۳/۵۰	۵/۰۰	۳/۵۰	۵/۰۰	۳/۵۰	۶/۰۰	۳/۵۰
		مناسب														
H	عمق آب در زیر محور اصلی	حداقل		۳/۶۰		۳/۸۰		۳/۴۰		۳/۶۰		۳/۸۰		۴/۱۰		۴/۵۰
		مناسب		۳/۸۰		۴/۰۰		۳/۶۰		۳/۸۰		۴/۰۰		۴/۵۰۰		۵/۰۰
J K	فاصله و عمق جلوی محور اصلی	حداقل	۵/۰۰	۳/۵۰	۶/۰۰	۳/۷۰	۵/۰۰	۳/۳۰	۶/۰۰	۳/۵۰	۶/۰۰	۳/۷۰	۸/۰۰	۴/۰۰	۱۱/۰۰	۴/۲۵
		مناسب		۳/۷۰		۳/۹۰		۳/۵۰		۳/۷۰		۳/۹۰		۴/۴۰		۴/۷۵
L M	فاصله و عمق طرفین محور اصلی	حداقل	۲/۵۰	۳/۵۰	۳/۲۵	۳/۷۰	۲/۰۵	۳/۳۰	۲/۶۵	۳/۵۰	۴/۲۵	۳/۷۰	۴/۵۰	۴/۰۰	۵/۲۵	۴/۲۵
		مناسب		۳/۷۰				۳/۵۰		۳/۷۰		۳/۹۰		۴/۴۰		۴/۷۵
N	حداکثر شیب برای کاهش ابعاد	عمق استخر	۳۰ درجه													
		سقف	۳۰ درجه													



برش طولی سکوها

برش عرضی سکوها

شکل ۱ــ۱۴ــ نمونه‌ی استخر شیرجه

د ــ شنای گروهی و نمایشی: این ورزش چون دسته‌جمعی است نیاز به عمق ۲/۷ متر و سطح آبی معادل ۱۰×۸ متر دارد که به تناسب افزایش تعداد شناگران مساحت بیشتری موردنیاز خواهد بود. در بازی‌های المپیک مسابقات این رشته‌ی ورزشی در استخرهای ۵۰ متری برگزار می‌شود.

هـ ــ شیرجه: شیرجه به دو صورت، از روی تخته پرش و با سکوی ثابت، به اجرا درمی‌آید که در هر دو صورت نیاز به فضای بزرگ و ایمن و اختصاصی دارد. استخرهای شنا فقط مجاز به نصب تخته پرش تا ۱ متر از سطح آب می‌باشند.

ابعاد و اندازه‌ها و مشخصات مربوط به ورزش شیرجه براساس ضوابط نهاد بین‌المللی و رسمی FINA درسال ۱۹۹۱ به شرح جدول ۱ــ۱۴ و شکل ۱ــ۱۴ می‌باشد.

و ــ واترپلو: مسابقات بین‌المللی واترپلو در آبی به عمق حداقل ۱/۸ متر و ابعاد ۳۰×۲۰ متر انجام می‌شود. این ابعاد برای مسابقات تمرینی می‌تواند تا عمق ۱/۵ متر و ابعاد ۸×۲۰ متر کاهش پیدا کند.

ز ــ غواص: استخرهای تمرینی غواصی نیازمند فضایی به ابعاد ۳/۶×۵ متر می‌باشد. عمق آب برای تمرینات ساده حداقل ۱/۵ متر و برای تمرینات تغییر فشار ۳/۵ تا ۵/۵ متر باید افزایش پیدا کند. از این رو استخرهای شیرجه برای این ورزش مناسب‌اند.

د ــ استخرهای چندمنظوره: با درنظر گرفتن تمهیداتی در مقاطع استخرهای مسابقه‌ای و تمرینی امکان برگزاری سایر ورزش‌های آبی تا حدود زیادی فراهم می‌گردد. به‌گونه‌ای که بهره‌گیری از تقسیم‌کننده‌های شناور قابلیت بسیار خوبی برای افزایش کارآیی و تبدیل آن به استخرهای چندمنظوره به‌وجود خواهد آورد.

ساختمان استخر

الف ــ کاسه‌ی استخر: کف و بدنه‌ی استخر باید مقاومت لازم را با توجه به تغییرات فشار در داخل و خارج، استخر داشته و مصالح به‌کار رفته نیز باید متناسب با شرایط فوق انتخاب شود. ساخت دیواره و کف استخر معمولاً به‌صورت بتون مسلح اجرا می‌گردد.

عایق‌کاری رطوبتی از سمت بیرون و روکش حفاظتی از سمت داخل کاسه‌ی استخر ضروری می‌باشد.

ب ــ نازک‌کاری: سطوح داخلی استخر باید با مصالح نسبتاً نرم و صاف پوشیده شود تا در اثر کلر محلول در آب آسیب نبیند، همچنین باید به‌سهولت تمیز شود و در تماس با بدن شناگران ایمنی لازم را داشته باشد.

ج ــ لبه‌ی استخر: لبه‌ی استخر مشابه قرنیز یا درپوشی است که روی دیوارهای قائم استخر قرار می‌گیرد. لبه‌ی استخر باید از مصالح بسیار محکم و بادوام به‌صورت پیوسته و بدون شکاف یا گوشه‌های تیز ساخته شود. لبه‌ی استخرها باید غیرلغزنده و در استخرهای سرباز در برابر یخبندان مقاوم باشد.

د ــ سیستم‌های سرریز آب استخرها: در ابتدا سرریز آب فقط برای جمع‌آوری خاک و خاشاک روی سطح آب درنظر گرفته می‌شد. از این‌رو جریان ورود دائم آب، از یک سو، و تخلیه‌ی آب به خارج، از سوی دیگر، به هنگام استفاده‌ی شناگران و از بین رفتن آب تصفیه شده، اندیشه‌ی تصفیه‌ی آب، سرریز شده مورد توجه قرار گرفت. اکنون با استفاده از سیستم‌های پاک‌سازی آب به کمک تکنولوژی و امکانات جدید، تصفیه‌ی آب استخرها هر روز بهتر و کاراتر می‌شود.

مطالعه‌ی آزاد

درحال حاضر سیستم‌های سرریز استخر به‌صورت‌های زیر طرح و اجرا می‌شود (شکل ۲ــ۱۴).

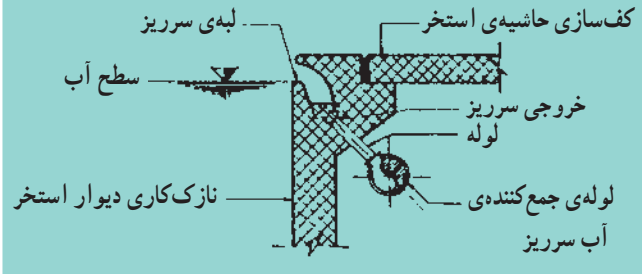
۱ــ سرریزهای توکار و نیمه‌توکار

۲ــ سرریزهای هم‌سطح

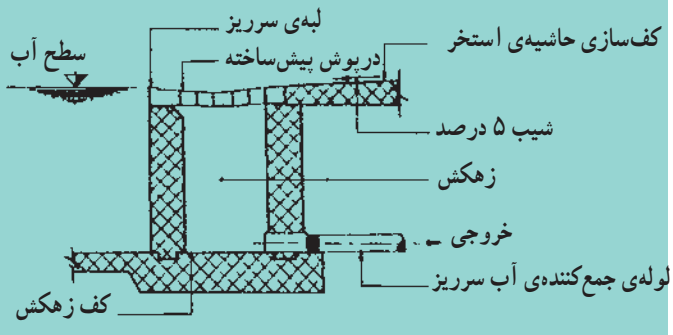
۳ــ سرریزهای روباز

۴ــ سرریزهای نقطه‌ای

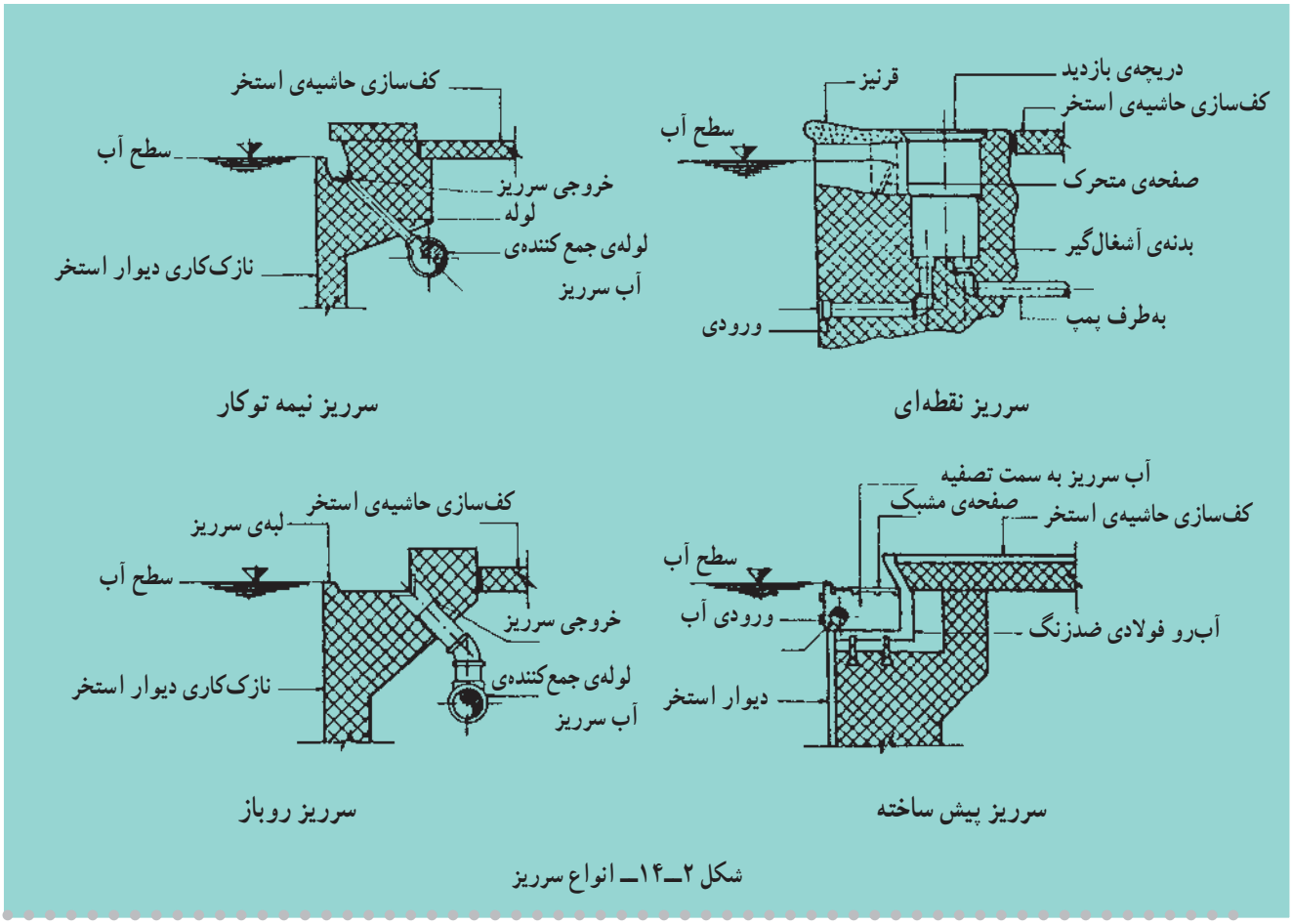
۵ــ سرریزهای پیش‌ساخته



سرریز توکار



سرریزی حاشیه



شکل ۲ــ۱۴ــ انواع سرریز

۴ــ۱ــ۱۴ــ میزان گردش و تجدید آب: میزان گردش و تجدید آب در دو بخش مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف ــ میزان گردش آب: میزان گردش آب بستگی به نوع کاربری استخر دارد. مدت زمان لازم برای این‌که کل آب استخر از صافی‌ها عبور کند و به داخل استخر برگردد به شرح زیر است :

برای استخرهای آموزشی	$1\frac{1}{2}$ ساعت
برای استخرهای عادی	۳ ساعت
برای استخرهای مسابقه	۶ ساعت

در آیین‌نامه‌های جدید زمان ۳ ساعت برای استخرهای سرپوشیده توصیه شده است.

ب ــ تجدید آب: اتلاف آب استخر در اثر تبخیر سطحی و کف‌گیری (لای‌روبی) استخر می‌باشد. مقدار تبخیر استخر بستگی به درجه حرارت هوا، آب استخر، مقدار رطوبت هوا و سرعت وزش هوا در سطح استخر دارد. هرچه مقدار رطوبت هوا در فضای اطراف استخر بیشتر باشد مقدار تبخیر کمتر و هرچه درجه حرارت آب و سرعت وزش هوا بیشتر باشد مقدار تبخیر افزایش می‌یابد.

کف‌گیری سطح استخر و لای‌روبی کف و بدنه‌ی استخرها به دلایل بهداشتی امری ضروری است ؛همچنین لازم است مقداری آب تعویض گردد. مقدار تعویض آب بستگی به تعداد شناگران و مدت کارکرد روزانه‌ی استخر دارد.

۵ــ۱ــ۱۴ــ مشخصات آب استخر: مشخصات آب مورد نیاز برای استخر به شرح زیر است.

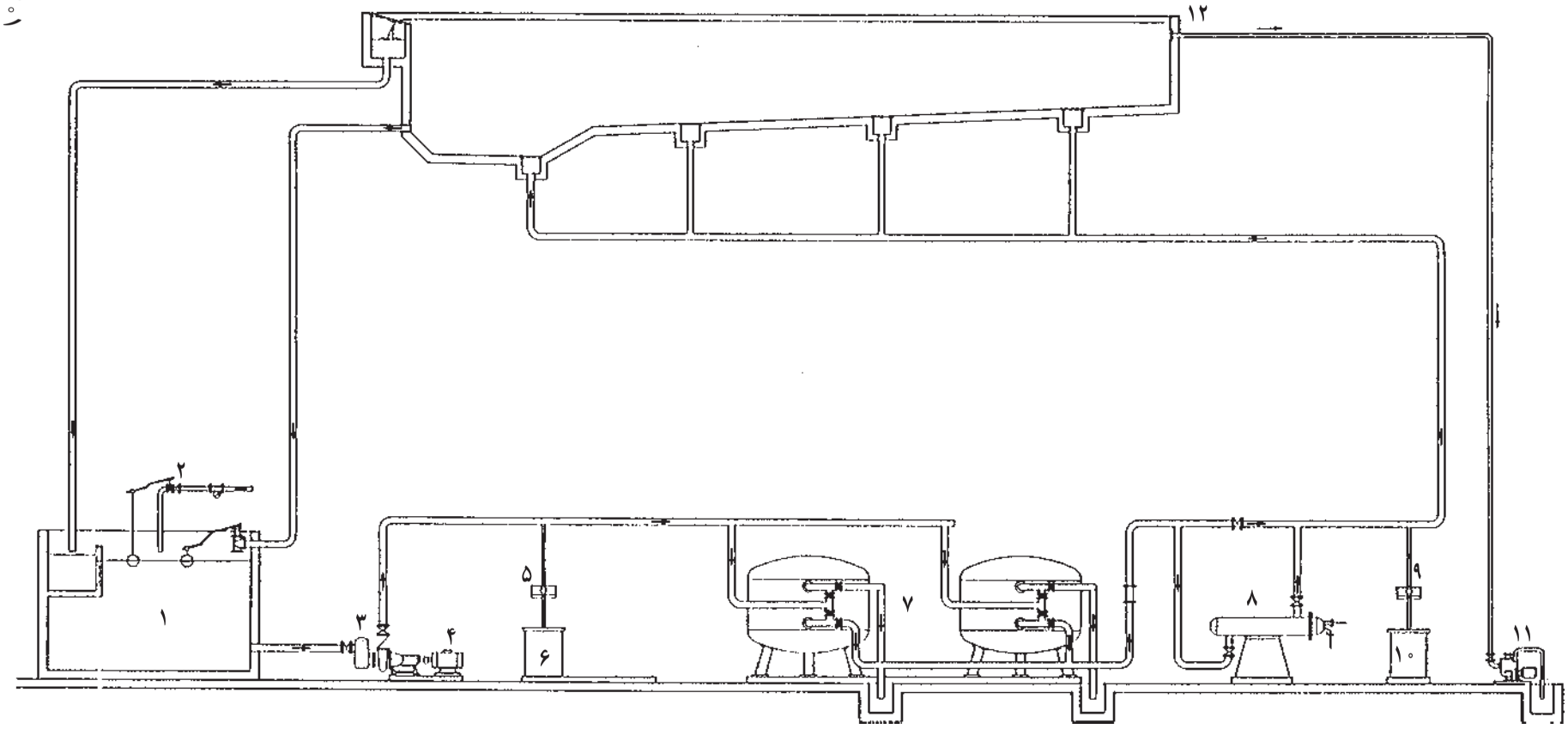
۱ــ شفافیت و زلال بودن آب

۲ــ در صورت ضدعفونی با کلر pH آب باید بین ۷/۲ تا ۷/۸ و در صورت ضدعفونی با برمین ۷/۵ تا ۸/۲ باشد.

۳ــ محدودیت موجودات زنده در آب ورودی
۴ــ عاری بودن از نمک‌های نیترات و آمونیاک
۵ــ محدودیت کلراید موجود در آب
۶ــ آب استخر نه‌تنها باید ضدعفونی شود بلکه باید خاصیت ضدعفونی‌کنندگی نیز داشته باشد.
۷ــ دمای آب استخر باید بین ۲۶ تا ۳۰ °C برای استخرهای سرپوشیده و ۲۳ °C برای استخرهای روباز باشد.

۶ــ۱ــ۱۴ــ تأسیسات استخر با گردش آب: در شکل ۳ــ۱۴ قسمت‌های مختلف تصفیه‌خانه‌ی یک استخر را مشاهده می‌کنید که درباره‌ی عملکرد و نحوه‌ی کارایی هر قسمت توضیحاتی خواهیم داد ؛ ولی قبل از بحث در این مورد بهتر است مسیر جریان آب و تحولات انجام شده بر روی آن را، به‌صورت خلاصه، مورد بررسی قرار دهیم.

آب استخر از سرریزها وارد مخزن جبرانی شده و بعد از عبور از روی فیلتر اولیه وارد پمپ می‌گردد. سپس آب تحت فشار وارد فیلترهای شنی شده، در این مسیر مواد منعقدکننده به آن افزوده می‌گردد. قسمتی از این آب، بعد از عبور از روی فیلتر، وارد مبدّل حرارتی می‌شود و قسمتی نیز از مسیر جداگانه عبور می‌کند آن‌گاه، پس از اختلاط مجدد، گندزدایی شده و وارد استخر می‌گردد. مسیر جداگانه‌ای نیز جهت تمیز کردن کف استخر در شکل دیده می‌شود. آب خروجی این مسیر به سمت فاضلاب هدایت می‌گردد.



۱ــ مخزن آب جبرانی
۲ــ آب جبرانی ورودی
۳ــ صافی اولیه
۴ــ پمپ گردش آب استخر
۵ــ پمپ مواد منعقدکننده
۶ــ مخزن مواد منعقدکننده
۷ــ صافی
۸ــ مبدل حرارتی
۹ــ پمپ مواد گندزدا
۱۰ــ مخزن مواد گندزدا
۱۱ــ پمپ‌مکنده‌ی لای‌روبی
۱۲ــ دهانه‌ی مکش لای‌روبی

شکل ۳ــ۱۴ــ لوله‌کشی قسمت‌های مختلف استخر

مسیر ارتباطی که در شکل دیده می‌شود بیشتر برای استخرهای بزرگ عمومی درنظر گرفته می‌شود. به‌طور کلی در استخرهای کوچک خانگی ممکن است بعضی از این قسمت‌ها حذف و یا با اجزای دیگری جایگزین شود.

مخزن جبرانی: مخزن جبرانی مخزنی است که در کنار استخر ساخته می‌شود. آب از سرریز و از قسمت انتهای استخر وارد این مخزن می‌شود، همچنین آب جبرانی که در قسمت ۴ــ۱ــ۱۴ به آن اشاره شد نیز وارد این مخزن می‌گردد. آب مخزن جبرانی با پمپ کشیده شده و وارد سیستم تصفیه می‌شود. البته این مخزن عموماً جهت استخرهای بزرگ درنظر گرفته می‌شود ؛ در استخرهای خانگی خود استخر به‌عنوان مخزن عمل کرده و آب مستقیماً، توسط پمپ، از استخر کشیده می‌شود. آب جبرانی مورد نیاز توسط یک شیر شناور و یا یک شیر برقی وارد مخزن جبرانی می‌گردد و اگر این مخزن وجود نداشته باشد آب مستقیماً وارد استخر می‌شود. مزیت وجود مخزن در مدار تصفیه این است که آب ورودی به استخر نه‌تنها تصفیه بلکه گرم نیز شده و وارد استخر می‌گردد. نحوه‌ی اتصال آب جبرانی به استخر در قسمت لوله‌کشی توضیح داده خواهد شد.

صافی اولیه: تصفیه‌ی اولیه‌ی استخر عموماً برای جداکردن ذرات معلق بزرگ از آب صورت می‌گیرد. این ذرات می‌تواند مو، نخ، پارچه و... باشد. برای این منظور یک شبکه‌ی آشغال‌گیر قبل از پمپ نصب می‌گردد. جنس سبدهای آشغال‌گیر باید از مواد مقاوم به زنگ‌زدگی و نیز به‌راحتی قابل تمیز کردن باشد این سبدها به‌صورت کشویی ساخته می‌شود.

فیلترها نیز قابلیت گرفتن ذراتی را که آشغال‌گیر جذب می‌کند دارا هستند ولی به علت این‌که تمیز کردن آن‌ها از این‌گونه مواد خارجی دشوارتر است از آشغال‌گیر قبل از پمپ استفاده می‌شود. با استفاده از این وسیله می‌توان رشته‌های بلند مو و پارچه را پیش از این‌که وارد پوسته‌ی پمپ شوند از آب جدا نموده، درنتیجه از پیچیده شدن رشته‌های مو و پارچه به دور پروانه جلوگیری کرد.

صافی‌های اولیه‌ی استخر به دو صورت ساخته می‌شود. برای استخرهای کوچک، صافی روی بدنه‌ی پمپ و به‌صورت یک‌پارچه ساخته می‌شود به‌گونه‌ای که شبکه‌ی صافی در دهنه‌ی مکش پمپ قرار می‌گیرد. در استخرهای بزرگ که دارای پمپ‌های بزرگ‌تری می‌باشند صافی به‌صورت قطعه‌ای مستقل روی خط مکش پمپ نصب می‌شود.

پمپ

در سیستم تصفیه‌ی استخر آب توسط پمپ، از مخزن جبرانی و یا مستقیماً، از استخر کشیده شده و با عبور از شبکه‌ی آشغال‌گیر به سمت فیلترها هدایت می‌شود. پمپی که در تأسیسات استخر مورد استفاده قرار می‌گیرد باید دارای شرایط زیر باشد :

۱ــ قدرت تأمین فشار لازم

۲ــ قدرت تأمین میزان گردش آب لازم

محل نصب پمپ باید جایی باشد که آب استخر بر آن سوار شود. برای این منظور اتاقکی هم‌تراز یا پایین‌تر از کف استخر تعبیه شده و تمامی تجهیزات تصفیه در آن قرار می‌گیرد.

منعقدکننده‌ها

آبی که از شبکه‌های آشغال‌گیر عبور نموده هنوز دارای ذرات معلّق می‌باشد که باید از آن جدا شوند ؛ بنابراین از صافی یا فیلتر استفاده می‌گردد. صافی‌ها قادرند مواد ریزتر معلق در آب را از آن جدا نمایند و اگر از مواد منعقدکننده نیز استفاده شود صافی بازده‌ی بیشتری خواهد داشت. آلوم (سولفات آلومینیم) به‌عنوان یک ماده‌ی منعقدکننده‌ی معمول، قبل از فیلتر به داخل آب استخر تزریق می‌شود. در اثر افزوده شدن آلوم به آب با مواد قلیایی آب یک ماده رسوبی ژله مانندی موسوم به فلاک تشکیل می‌دهد. فلاک ذرات ریز آب را به خود جذب می‌کند. صافی این فلاک را از آب جدا نموده سبب می‌شود آب زلال و تمیز از فیلتر خارج شود. آلوم توسط یک پمپ تزریق از مخزن کشیده شده و به آب اضافه می‌شود. باید توجه داشت که مقدار آلوم در آب از حد معینی تجاوز ننماید. زیرا افزایش آن همراه با سرعت بالای آب در فیلتر، امکان این مسئله را پیش می‌آورد که فلاک بعد از فیلتر تشکیل شود که این امر باعث کدر شدن آب استخر می‌گردد. غلظت آلوم در مخزن به مقدار ۰/۲

کیلوگرم در یک لیتر آب می‌باشد. مقدار آلوم تزریقی معمولاً بین ۵ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر درنظر گرفته می‌شود.

صافی‌ها

صافی‌ها به منظور جدا کردن آلودگی‌ها و ذرات از آب استخر مورد استفاده قرار می‌گیرند و بر دو نوع می‌باشند صافی‌های شنی و صافی‌های دیاتمی

الف ــ صافی‌های شنی: صافی‌های شنی تشکیل شده از یک محفظه‌ی فلزی مقاوم به فشار آب و دانه‌های شن، یا همان سیلیس، که در اندازه‌های مختلف به‌صورت لایه‌لایه در آن قرار گرفته است. لایه‌ها براساس اندازه‌ی دانه‌های شن از شن درشت تا شن ریز از بالا به پایین طبقه‌بندی می‌شود. معمولاً در فیلترهای شنی دانه‌بندی لایه‌ها به‌صورت زیر می‌باشد :

سیلیس نمره یک از قطر ۰/۵ میلی‌متر تا ۱/۵ میلی‌متر
سیلیس نمره دو از قطر ۲ میلی‌متر تا ۴ میلی‌متر
سیلیس نمره سه از قطر ۴ میلی‌متر تا ۶ میلی‌متر
سیلیس نمره چهار از قطر ۸ میلی‌متر تا ۱۲ میلی‌متر

ارتفاع شن یا مواد سیلیسی در داخل فیلترها از میزان ذرّات معلق در آب تبعیت می‌نماید. ساز و کار فیلترهای شنی به این صورت است که آب ورودی از بالا بر روی لایه‌های شن ریخته می‌شود و پس از عبور از لایه‌های مختلف شن ذرات معلق خود را باقی می‌گذارد و از انتهای مخزن خارج می‌گردد (شکل ۴ــ۱۴). پس از مدتی کارکرد، صافی کثیف می‌شود و فشار آب در خروجی از صافی‌ها کاهش می‌یابد لذا صافی باید تمیز شود. برای این منظور روی صافی باید عمل شست‌وشو (baek wash) انجام گیرد. در عمل شست‌وشوی صافی مسیر ورودی آب عکس شده و آب از پایین وارد صافی شده و از خروجی آن تخلیه می‌گردد. (شکل ۴ــ۱۴)

تصفیه‌ی آب استخر در صافی‌های شنی به دو عامل، یکی سطح صافی و دیگری ارتفاع سیلیس، بستگی دارد. صافی‌های شنی به دو صورت عمودی و افقی ساخته می‌شوند.

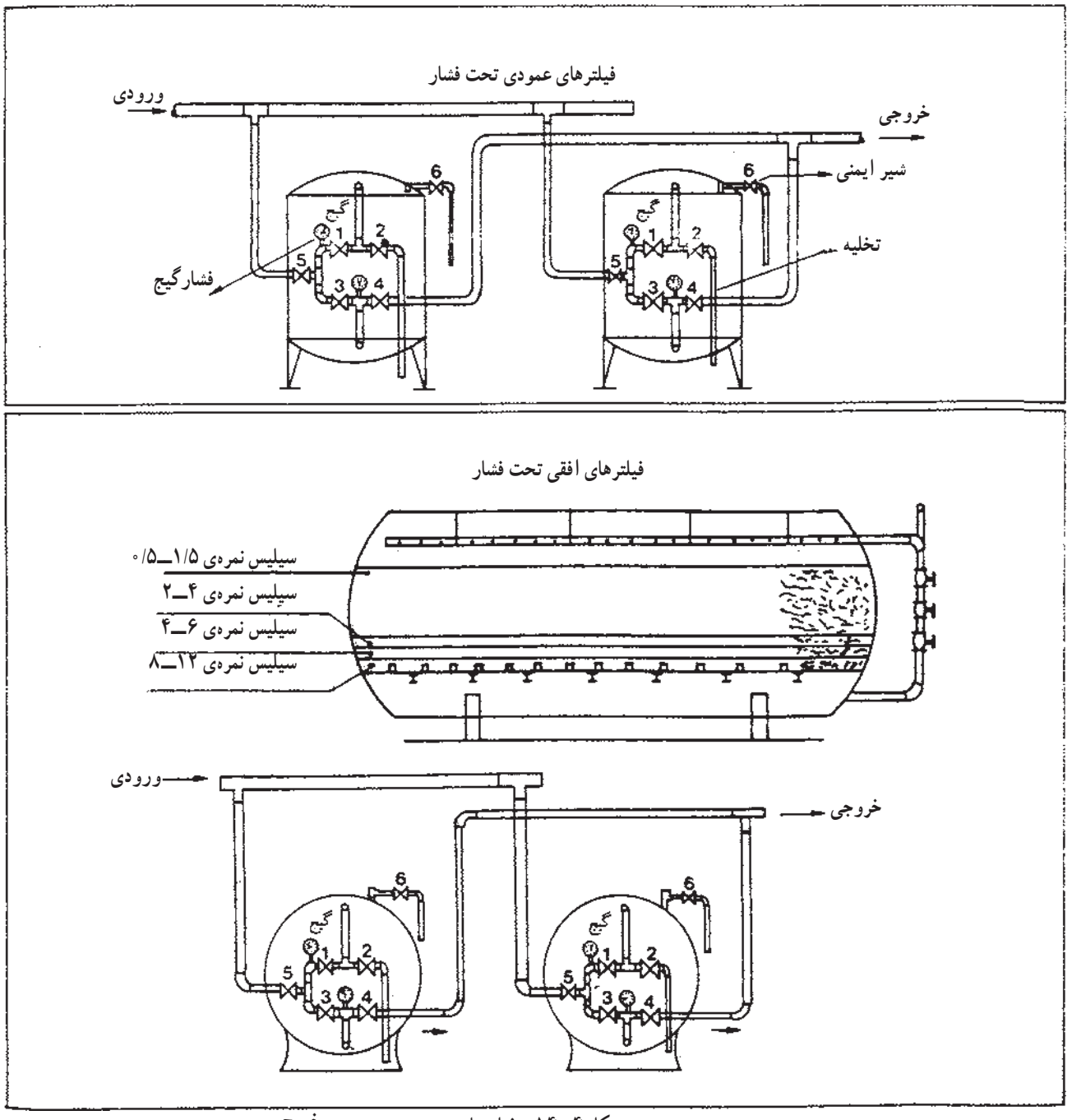
ب ــ صافی‌های دیاتمی: صافی‌های دیاتمی نوع دیگری از صافی می‌باشند که برای تصفیه‌ی استخر مورد استفاده قرار می‌گیرند. صافی‌های دیاتمی به شکل‌های استوانه‌ای یا کروی ساخته می‌شوند. داخل محفظه‌ی مقاوم به فشار، صفحاتی از جنس مونل (آلیاژی از نیکل، مس، آهن و منگنز)، اکسید آلومینیم و سایر مواد خنثی قرار می‌گیرد که روی آن‌ها پوشش خاک سیلیس دیاتمایت نگه داشته می‌شود. آب از پایین وارد صافی شده و از لابه‌لای صفحات عبور می‌کند. ذرات دیاتمایت آن‌قدر ریزند که مواد معلق آب را بدون استفاده از منعقدکننده‌ها به خود جذب می‌نمایند. آب وارد شده به صافی از سطح بالای آن، مطابق شکل ۵ــ۱۴ خارج می‌گردد.

شدت جریان آب در صافی‌های دیاتمی تقریباً دو برابر صافی‌های شنی است. برای تمیز کردن این نوع صافی احتیاجی به معکوس کردن جریان جهت شست‌وشو نمی‌باشد ؛ فقط با تهیه‌ی یک شیر سریع‌بند بر روی مسیر می‌توان ذراتی را که بر روی صافی رسوب نموده است خارج نمود. هزینه‌ی اولیه‌ی صافی‌های دیاتمی معمولاً بیشتر از صافی‌های شنی است. از صافی‌های دیاتمی برای استخرهای خانگی بیشتر استفاده می‌شود.

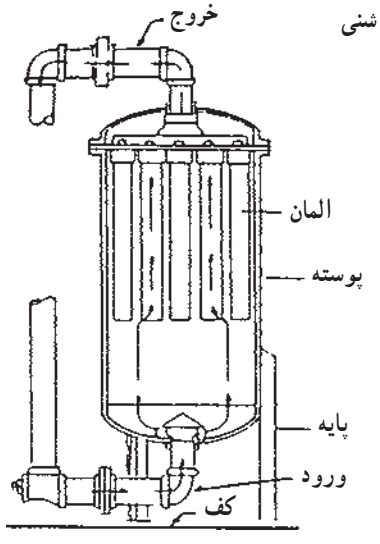
روش‌های گندزدایی

آبی که از صافی خارج می‌شود از نظر فیزیکی تصفیه شده است ؛ اکنون باید از نظر شیمیایی نیز تصفیه شود تا از ورود میکروارگانیسم‌های مضر به داخل استخر جلوگیری شود. تصفیه‌ی شیمیایی روش‌های مختلفی دارد که در زیر شرح می‌دهیم.

۱ــ کلرزنی: کلر و مشتقات آن بیشترین نقش را در گندزدایی استخرها به عهده دارد. این مواد عمدتاً شامل گاز کلرین، هیپوکلریت سدیم، هیپوکلریت کلسیم یا قرص‌های تری‌کروسیانوریک سدیم است. مقدار کلر لازم و قابل افزایش به آب استخر می‌تواند به نسبت حجم کل آن ۵ تا ۷ گرم برای هر مترمکعب باشد.



شکل ۴ــ۱۴ــ فیلترهای شنی



شکل ۵ــ۱۴ــ مقطع یک صافی دیاتمی

۲ــ اوزُن: گران‌ترین ماده برای گندزدایی استخر اوزن است. با وجودی که اوزن ماده‌ای مسموم‌کننده و قوی‌تر از کلر است ولی به‌نظر می‌رسد که اشکالات دستگاه تنفسی و سوزش چشم ناشی از به‌کارگیری کلر، در مورد اوزن کمتر باشد.

۳ــ اشعه‌ی ماورای بنفش: استفاده از لامپ‌های تولید اشعه‌ی ماورای بنفش بر روی مسیر آب ورودی به استخر نیز یکی از روش‌های گندزدایی است ؛ بدین‌ترتیب که در مقطعی از لوله محفظه‌ای تعبیه می‌شود و در آن لامپ‌های ماورای‌بنفش، که مستقیماً حباب لامپ‌ها با آب در تماس می‌باشد، قرار می‌گیرد. آب در اثر تشعشع ماورای‌بنفش گندزدایی می‌شود.

۴ــ مواد دیگر: استفاده از برومین و بیوسید نیز برای گندزدایی متداول است.

مبدل گرمایی

برای گرم کردن آب استخر ؛ خصوصاً استخرهای سرپوشیده، و یا حتی استخرهای روبازی که در فصول سرد نیز مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند از مبدل‌های حرارتی استفاده می‌شود. اساس کار مبدل به این‌صورت است که دو جریان آب در اثر عبور از داخل مبدل با درجه حرارت‌های متفاوت بدون آن‌که با هم مخلوط شوند یکی گرم می‌شود و دیگری حرارت از دست می‌دهد. آبی که حرارت از دست می‌دهد از طرف موتورخانه وارد مبدل شده و مجدداً به موتورخانه بازمی‌گردد و آبی که حرارت گرفته از استخر گرفته شده و گرم می‌شود و مجدداً به سمت استخر هدایت می‌شود. میزان آب گردش تصفیه معمولاً بیشتر از مقدار آب مورد نیاز گرم کردن است ؛ بنابراین چرخش آب استخر به داخل مبدل می‌تواند توسط همان پمپ‌های تصفیه انجام پذیرد تا هزینه‌ی تجهیزات کاهش یابد. برای این‌که حجم مبدل بیش از اندازه بزرگ نشود معمولاً مقداری آب از مبدل عبور کرده و مقدار دیگری از آب مسیر جداگانه‌ای را طی کرده و مجدداً این دو مسیر یکی شده وارد استخر می‌شود.

ظرفیت حرارتی مبدل به دو عامل، گرم کردن اولیه‌ی استخر و تلفات حرارتی استخر بستگی دارد.

۱ــ گرم کردن اولیه‌ی استخر: هنگام راه‌اندازی استخر دمای آب استخر معمولاً کمتر از دمای مورد نیاز استخر می‌باشد ؛ بنابراین برای گرم شدن آب استخر از مبدل حرارتی استفاده می‌شود. اندازه‌ی مبدل متأثر از مدت زمان گرم کردن و دمای اولیه‌ی استخر خواهد بود. هرچه دمای اولیه کمتر و مدت زمان گرم کردن کمتر باشد حجم مبدل بزرگ‌تر می‌شود. معمولاً دمای اولیه‌ی استخر مقدار ثابتی است ولی مدت زمان گرم کردن بستگی به طراحی استخر دارد. حداکثر مدت زمان گرم کردن آب استخر برای استخرهایی که به‌صورت متناوب کار می‌کنند ۲۴ ساعت است و در استخرهایی که به‌طور مداوم مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند این زمان به ۴۸ ساعت افزایش می‌یابد.

مطالعه‌ی آزاد

مقدار حرارت لازم برای گرم کردن اولیه‌ی استخر از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$Q_{waH} = \frac{\text{حجم آب استخر (lit)} \times 4.184 \times (t_f - t_i)}{\text{مدت زمان گرم کردن (ساعت)}}$$

در رابطه‌ی بالا

t_f = دمای نهایی مورد نیاز استخر برحسب درجه‌ی سانتی‌گراد

t_i = دمای اولیه‌ی استخر برحسب درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد.

۲ــ تلفات حرارتی استخر: تلفات حرارتی استخر ناشی از دیواره‌های استخر و سطح آب می‌باشد. البته تلفات حرارتی ناشی از دیواره‌ها بسیار ناچیز بوده و در محاسبات منظور نمی‌شود ولی تلفات حاصل از سطح استخر که ناشی از انتقال حرارت سطح استخر به فضای اطراف و تبخیر سطحی آب می‌باشد قابل توجه است. این تلفات حرارتی به عوامل مختلفی چون درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی محیط و سرعت جریان هوا بر روی سطح استخر بستگی دارد.

هرچه درجه حرارت و رطوبت نسبی پایین‌تر و سرعت جریان هوا بیشتر باشد میزان تلفات حرارتی از سطح استخر بیشتر خواهد بود و برای جبران آن نیاز به مبدل بزرگ‌تری می‌باشد.

میزان تلفات حرارتی ناشی از سطح استخر براساس اختلاف درجه حرارت آب استخر و دمای محیط، با درنظر گرفتن سرعت باد به میزان ۵/۶ کیلومتر در ساعت، از جدول زیر محاسبه می‌شود.

اختلاف درجه حرارت (°C)	۵/۶	۸/۳	۱۱/۱	۱۳/۹	۱۶/۷	۱۹/۴	۲۲/۲	۲۷/۸
میزان انتقال حرارت از سطح برحسب وات بر مترمربع	۳۳۱	۴۹۸	۶۶۲	۸۲۹	۹۹۲	۱۱۵۹	۱۳۲۳	۱۶۵۴

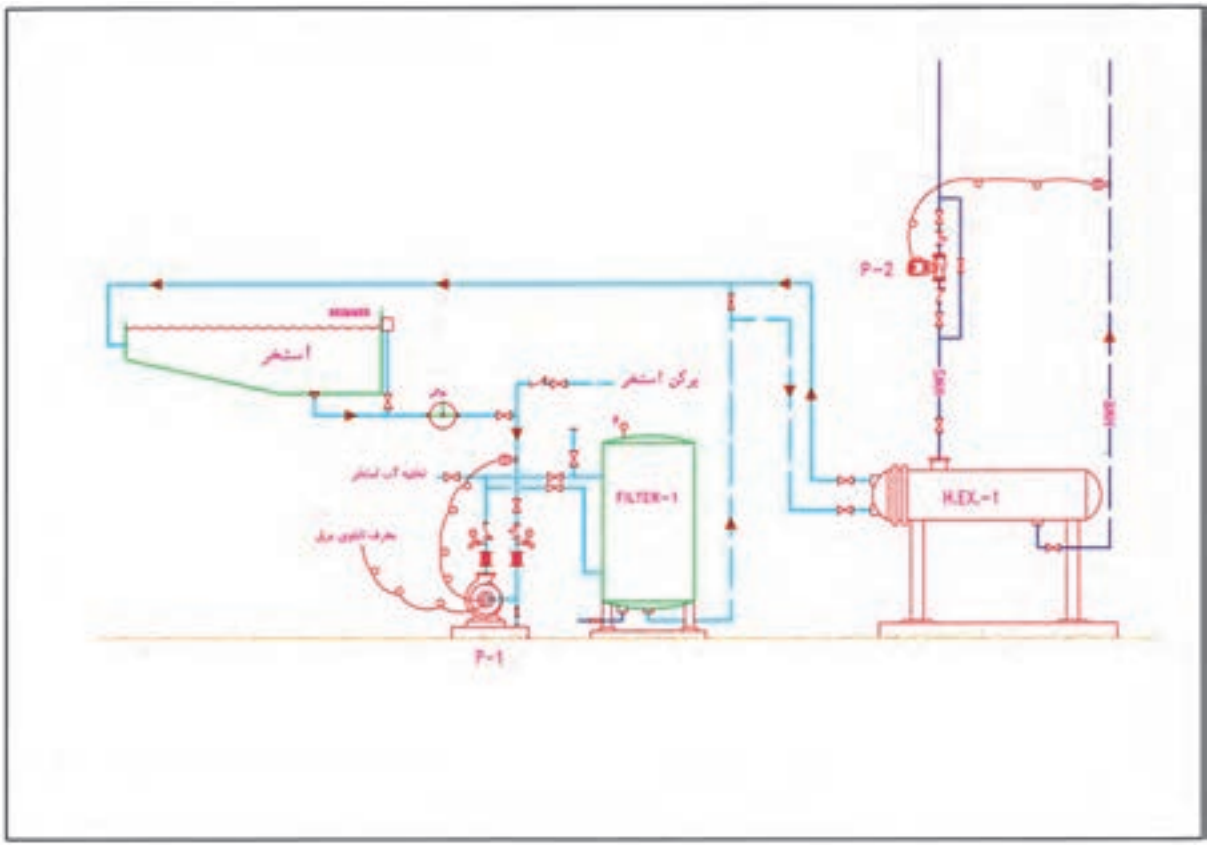
برای سرعت‌های باد بالاتر، مثلاً سرعت ۸/۱ کیلومتر در ساعت، عددهای میزان انتقال حرارت باید در ضریب ۱/۲۵ و یا برای سرعت ۱۶/۱ کیلومتر در ساعت در ۲ ضرب شوند. برای استخرهایی که سطح آن‌ها کمتر از ۸۳/۶ مترمربع می‌باشد سرعت متوسط باد کمتر از ۵/۶ کیلومتر در ساعت درنظر گرفته می‌شود، بنابراین ضریب ۷۵٪ برای میزان انتقال حرارت از سطح منظور می‌گردد.

برای تعیین مبدل حرارتی استخر باید این موضوع درنظر گرفته شود که همیشه آب استخر احتیاج به گرم کردن اولیه ندارد و فقط زمانی که استخر کار نمی‌کند یا آب آن تعویض شده است احتیاج به گرم کردن اولیه دارد ؛ بنابراین برای جلوگیری از بیش از حد بزرگ شدن ظرفیت مبدل مقدار بار حرارتی به‌دست آمده از گرم کردن اولیه را با نصف مقدار بار حرارتی ناشی از تلفات حرارتی سطح استخر جمع می‌کنیم. عدد حاصل، حداقل ظرفیت مبدّل حرارتی می‌باشد. برای تعیین ظرفیت مبدل حرارتی معمولاً ضریب اطمینانی در محاسبات منظور می‌گردد.

۷ــ۱ــ۱۴ــ لوله‌کشی تأسیسات استخر

تجهیزات تصفیه‌خانه‌ی استخر: همان‌گونه که در قسمت‌های قبل توضیح داده شد اجرای تصفیه‌خانه‌ی استخر، شامل مخزن جبرانی، صافی اولیه پمپ‌های گردش آب، پمپ‌ها و مخازن مواد منعقدکننده، صافی‌ها، مبدل و کلریناتور یا هر دستگاه ضدعفونی‌کننده می‌باشد که ارتباط این دستگاه‌ها توسط لوله به یکدیگر امکان‌پذیر شده است.

در استخرهای معمولی خانگی بعضی از اجزای ذکر شده حذف شده و تصفیه‌خانه به‌صورت ساده‌تر اجرا می‌گردد. اجزای تصفیه‌خانه‌های معمولی خانگی تشکیل شده است از صافی اولیه، پمپ‌های گردش آب، صافی و مبدل (در صورت سرپوشیده بودن استخر) در شکل ۶ــ۱۴ این دستگاه‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶ــ۱۴ــ لوله‌کشی بین دستگاه‌های استخر

لوله، فیتینگ‌ها و شیرها: لوله‌های به‌کار برده شده در لوله‌کشی تأسیسات استخر از جنس فولادی گالوانیزه و یا از جنس لوله‌های پلاستیکی با دانسیته‌ی بالا می‌باشد. شیرها و فیتینگ‌های استفاده شده در استخر تا اندازه ۵۰ میلی‌متر از نوع دنده‌ای و از اندازه‌ی ۵۰ به بالا از نوع فلنجی می‌باشد.

نحوه‌ی اجرای لوله‌کشی: آب استخر باید به‌گونه‌ای در جریان باشد که آب آلوده وارد تصفیه‌خانه شده و آب تصفیه شده جایگزین آن شود. بدین منظور آب تصفیه شده از قسمت کم‌عمق استخر، که معمولاً به علت تراکم افراد در این قسمت آلوده‌ترین قسمت استخر است وارد استخر می‌شود، و برعکس، از قسمت‌های عمیق و سرریزها آب آلوده به تصفیه‌خانه برمی‌گردد. مسیر لوله‌کشی در استخر باید طوری اجرا شود که این نیاز را برآورده سازد.

در صورت استفاده از آب بهداشتی برای پر کردن استخر، و یا کمبود آب در اثر تلفات آب استخر، باید توجه داشت که اگر آب جبرانی از شبکه‌ی بهداشتی جهت تأمین آب استخر مورد استفاده قرار می‌گیرد به منظور جلوگیری از آلودگی شبکه در اثر پس زدن آب لازم است حتماً بر روی مسیر لوله‌کشی آب شیر یک‌طرفه نصب گردد، همچنین آب از لوله‌پرکن با فاصله‌ی هوایی وارد استخر گردد. در شکل ۶ــ۱۴ مسیر لوله‌کشی و نحوه‌ی ارتباط دستگاه‌های تصفیه‌خانه با یکدیگر نشان داده شده است.

۸ــ۱ــ۱۴ــ نگهداری و راهبری استخر: نگهداری صحیح و مرتب استخر باعث می‌گردد مدت زمان بهره‌برداری از استخر در یک دوره‌ی تعویض آب که حداکثر سه ماه می‌باشد افزایش یابد. جهت راهبری استخر توصیه‌های زیر باید درنظر گرفته شود.

۱ــ آزمایش مرتب آب استخر به‌وسیله‌ی ابزار و لوازم آزمایش

۲ــ تمیز کردن کف استخر

۳ــ شست‌وشوی صافی‌ها

ابزار و لوازم آزمایش آب استخر: آب استخر به‌وسیله‌ی بسته‌های آزمایش یا کیت‌هایی مورد آزمایش قرار می‌گیرد. نحوه‌ی آزمایش به این صورت است که آب از عمق ۲۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شده و پس از اضافه نمودن محلول‌های تیتراسیون (سنجش) به نمونه، که به‌صورت قطره‌قطره و به آرامی همراه تکان دادن، به آن اضافه می‌شود نمونه را با نمونه‌های رنگی شاهد مقایسه می‌کنند. این روش میزان اسیدیته و قلیائیّت آب را مشخص می‌نماید. ظروف نمونه بعد از هر آزمایش باید کاملاً تمیز شسته شود.

تمیز کردن استخر: در زمانی که از استخر برای شنا استفاده نمی‌شود ــ مثلاً در شب‌ها ــ ذرات معلّق در آب ته‌نشین شده و در کف استخر جمع می‌شوند. این ذرّات را باید از استخر خارج کرد. برای این منظور از پمپ‌های مکنده استفاده می‌شود. این پمپ‌ها به‌صورت یک جاروی برقی عمل می‌نمایند، با این تفاوت که به‌جای هوا آب مکیده می‌شود. پمپ‌های مکنده برای استخرهای بزرگ به‌صورت مرکزی می‌باشد که توسط لوله‌های قابل انعطاف به دهانه‌ی مکنده‌ی داخل آب که توسط یک بازو از بیرون هدایت می‌شود متصل است. لوله‌های مکش در نقاط مختلف اطراف دیواره‌ی استخر تهیه شده و به پمپ مرکزی متصل می‌باشند. کار این سیستم مشابه جاروبرقی‌های مرکزی است و از هر دهانه‌ی مکش موجود در دیواره‌ی استخر امکان اتصال لوله‌ی قابل انعطاف میسّر می‌باشد. برای استخرهای کوچک پمپ‌های مکش معمولاً در کنار استخر قرار می‌گیرد و مشابه سیستم قبل توسط لوله‌های قابل انعطاف به دهانه‌ی مکش متصل می‌گردد. روش دیگر، استفاده از پمپ‌های شناور است، بدین‌طریق که پمپ در کف استخر قرار می‌گیرد و توسط بازویی که از بیرون هدایت می‌شود کف استخر را جارو کرده و توسط یک لوله‌ی قابل انعطاف مواد معلق ته‌نشین شده را به بیرون هدایت می‌کند.

زمان و نحوه‌ی شست‌وشوی صافی‌ها: صافی‌ها پس از مدت زمانی کارکرد ذرات داخل آب را به خود جذب می‌نمایند که این مسئله باعث می‌شود آب به‌راحتی از صافی عبور نکند و افت فشار در صافی زیاد می‌شود. افزایش فشار در فشارسنج ورودی صافی و یا کاهش آب در ورودی‌های استخر، نشانگر این مسئله است که صافی‌ها کثیف شده‌اند و باید تمیز گردند. برای تمیز کردن صافی‌های شنی مسیر جریان آب را توسط پمپ‌ها برعکس می‌کنند تا آب از پایین وارد صافی شود ؛ درنتیجه ذراتی که در روی لایه‌های شن باقی مانده‌اند جدا شده و از صافی تخلیه می‌گردند. به این عمل اصطلاحاً پس‌شویی یا baekwash می‌گویند.

در صافی‌های دیاتمی مسئله‌ی تمیز کردن صافی به این صورت است که با شیر سریع‌بند مسیر جریان تخلیه را باز و بسته می‌کنند. این امر باعث «ضربه قوچ» در سیستم می‌شود. بنابراین ذراتی که بر روی لایه‌های صافی قرار گرفته است جدا شده و به خارج هدایت می‌شود. البته این مسئله باعث می‌شود که مقداری از خاک دیاتمی نیز از صافی خارج شود که باید مجدداً این خاک به سیستم افزوده گردد.

۹ــ۱ــ۱۴ــ مسائل ایمنی و بهداشتی استخر: افرادی که دارای بیماری‌های پوستی و یا عفونی هستند نباید از استخرهای عمومی استفاده نمایند زیرا موجب انتقال یا سرایت بیماری خود به دیگران می‌شوند.

آب پاشویه‌ها که در معبر ورودی به فضای استخر قرار دارند باید به‌طور مرتب تعویض شود و مواد ضدعفونی‌کننده تا حد اشباع به آن‌ها افزود. در ورودی استخرهای عمومی از دوش‌های خودکار که در اثر عبور افراد باز می‌شوند استفاده شود. این دوش‌ها معمولاً از سلول‌های الکتریکی یا بازوهای مکانیکی و با روش‌های خودکار دیگر فرمان می‌گیرند و در اثر عبور شناگران از محوطه‌ی رختکن به محوطه‌ی استخر عمل می‌نمایند و احتیاجی به تماس دست شناگر برای باز و بسته کردن شیر دوش نمی‌باشد.

۲ــ۱۴ــ تأسیسات جکوزی

۱ــ۲ــ۱۴ــ تعریف: جکوزی یک حوضچه‌ی آب است که آبِ تحت فشار از چشمه‌هایی به درون آن هدایت می‌شود

و در اثر تماس با بدن باعث ماساژ دادن آن می‌شود. این عمل باعث از بین رفتن خستگی و احساس آرامش در انسان می‌گردد. جکوزی‌ها دارای اقسام مختلف می‌باشند. جکوزی‌ها از لحاظ کاری به جکوزی یک نفره و چند نفره تقسیم می‌گردد. جکوزی یک نفره به‌صورت خصوصی بوده و پس از هر بار مصرف باید تخلیه گردد ولی جکوزی چند نفره سیستم تصفیه‌ای همانند استخرهای با جریان گردش آب دارد.

۲ــ۲ــ۱۴ــ ساختمان جکوزی: بدنه‌ی جکوزی‌های یک نفره، که در حمام و یا حتی در اتاق‌های خواب نصب می‌شوند، معمولاً از جنس فایبرگلاس ساخته می‌شود ولی جکوزی‌های چند نفره که در محل‌های عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد از مصالح ساختمانی با همان شرایط دیوارهای استخر ساخته می‌شود. جکوزی دارای یک پاشویه یا پله است تا افرادی که از آن استفاده می‌کنند بتوانند بر روی آن بنشینند، دو جهت آب همراه با هوا به ماهیچه پا و پشت استفاده کننده در تماس است و عمل ماساژ را انجام می‌دهد.

۳ــ۲ــ۱۴ــ اجزای سیستم تأسیسات جکوزی: همان‌گونه که در قسمت قبل توضیح داده شد جکوزی‌ها به دو دسته‌ی تک‌نفره و چند نفره تقسیم می‌شود. جکوزی تک نفره مانند وان حمام می‌باشد که دارای یک پمپ باشد که پمپ مذکور فشار مورد نیاز جت آب را تأمین می‌کند. بعضی از این نوع جکوزی‌ها مجهز به المنت حرارتی الکتریکی است. پس از هر بارمصرف آب این جکوزی‌ها تخلیه می‌شود. اجزای تصفیه‌ی سیستم جکوزی‌های چند نفره مشابه اجزای استخرهای کوچک می‌باشد. در این قسمت به بحث بیشتری در مورد این جکوزی‌ها که دارای سیستم کامل‌تری می‌باشند می‌پردازیم.

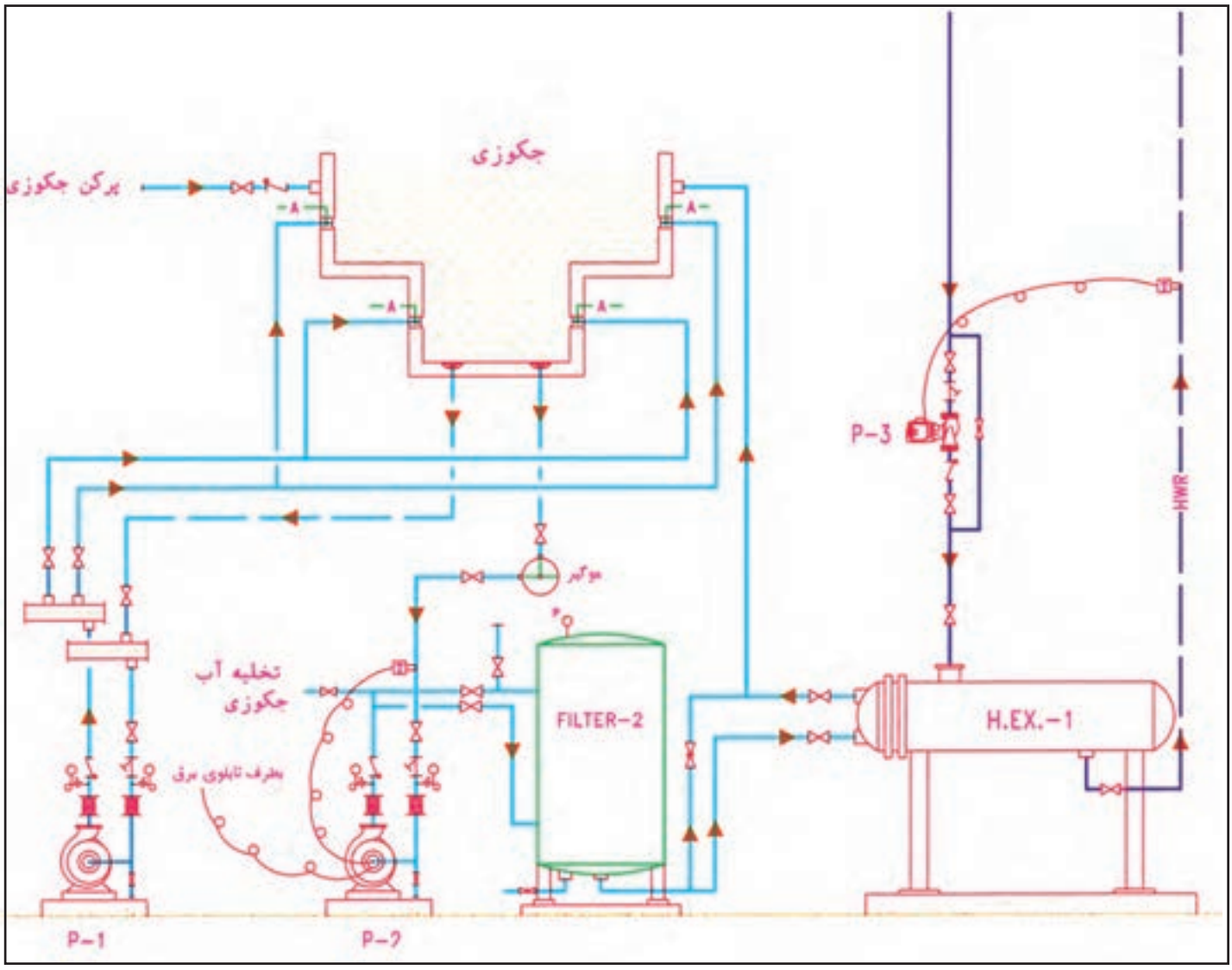
پمپ تصفیه: کارکرد پمپ تصفیه در سیستم تصفیه‌ی جکوزی همانند کار پمپ تصفیه‌ی استخر می‌باشد. آب از کف جکوزی گرفته شده و بعد از صافی اولیه به سمت صافی هدایت می‌شود. پمپ تصفیه‌ی جکوزی همانند استخر باید جواب‌گوی فشار جهت صافی و افت مسیر باشد و نیز مقدار حجم آب در گردش جکوزی را تأمین نماید.

صافی: به منظور تصفیه‌ی آب در سیستم تصفیه جکوزی به صافی نیاز است. آب توسط پمپ از صافی عبور کرده و پس از گرفته شدن ذرات آن، اگر احتیاج باشد، از مبدل حرارتی عبور می‌نماید و مجدداً وارد حوضچه‌ی جکوزی می‌شود.

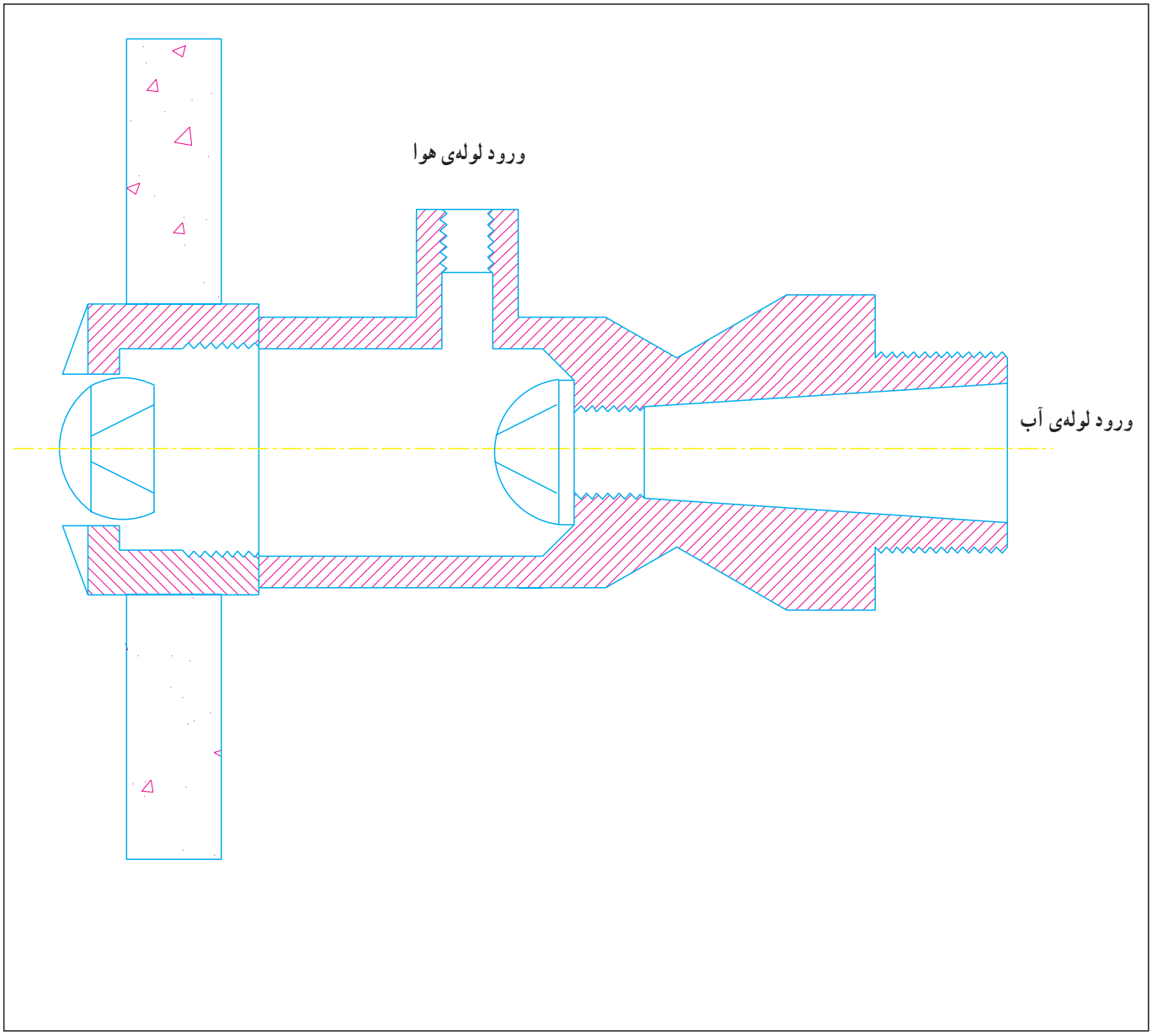
پمپ ایرجت: همان‌طور که گفتیم استفاده از جکوزی جهت ماساژ دادن بدن با آب می‌باشد. بدین‌طریق که جت مخلوط آب و هوا با فشار به بدن برخوردنموده و بدن را ماساژ می‌دهد. جهت تولید جت آب و هوا، آب از کف جکوزی توسط پمپ کشیده شده و با فشار به نازل‌هایی که در اطراف جکوزی قرار داده شده هدایت می‌گردد. این نازل‌ها با لوله‌هایی به هوا متصل می‌باشند، در اثر سرعت زیاد آب، هوا به درون نازل کشیده شده و با سرعت زیاد مخلوط آب و هوا با بدن تماس پیدا می‌کند.

۴ــ۲ــ۱۴ــ لوله‌کشی جکوزی: چنان‌چه که در شکل مشاهده می‌کنید دو مدار لوله‌کشی برای جکوزی درنظر گرفته می‌شود، مدار اول، مدار تصفیه‌ی آب جکوزی است که همانند استخرهای کوچک است. آب گرفته شده از کف جکوزی پس از عبور از صافی اولیه وارد پمپ، سپس با فشار وارد صافی، آن‌گاه بخشی از آن وارد مبدل شده و پس از اختلاط مجدداً وارد حوضچه می‌گردد. مدار دوم مدار فشار جت‌ایرجت‌ها می‌باشد. آب گرفته شده از کف جکوزی پس از عبور از صافی اولیه وارد پمپ ایرجت شده و پس از ایجاد فشار وارد ایرجت می‌گردد ؛ هوا هم از مسیر دیگری وارد ایرجت شده و مخلوط هوا و آب با سرعت زیاد وارد جکوزی می‌شود. در شکل‌های ۷ــ۱۴ و ۸ــ۱۴ مدار لوله‌کشی جکوزی و جزئیات ایرجت‌ها نشان داده شده است[۱].

۱ــ به علت آن که معمولاً پوسته‌ی مبدل‌های حرارتی از لوله‌های فولادی بدون درز سیاه ساخته می‌شود عبور آب استخر و یا جکوزی از درون آن باعث خواهد شد آب استخر و جکوزی زنگ آلود گردد، به این علت یا باید پوسته‌ی مبدل حرارتی را از فلز زنگ نزن انتخاب نمود و یا این‌که آب استخر و یا جکوزی را از درون کوئل و آب سیستم گرمایش را از درون پوسته مبدل عبور داد.



شکل ۷ــ۱۴ــ لوله‌کشی جکوزی



شکل ۸ــ۱۴ــ جزییات استقرار ایرجت در دیوار جکوزی

۳ــ۱۴ــ تأسیسات سونا

سونا در واقع اتاق کوچکی است که پله‌هایی برای نشستن دارد. گرمای سونا به‌وسیله‌ی بخار و یا کوره‌های برقی یا گازی تأمین می‌شود.

درجه حرارت هوای داخل سونا معمولاً به ۶۵ °C و بیشتر می‌رسد این امر موجب گرم شدن و تعریق شدید استفاده‌کنندگان از سونا می‌شود. به‌طور کلی بخش‌های مختلف تشکیل‌دهنده‌ی سونا عبارت‌اند از رخت‌کن، دوش، گرم‌خانه و حوضچه‌ی آب سرد.

اتاقک‌های سونا براساس سیستم حرارتی خود به دو دسته، سونای خشک و سونای‌تر تقسیم می‌شوند.

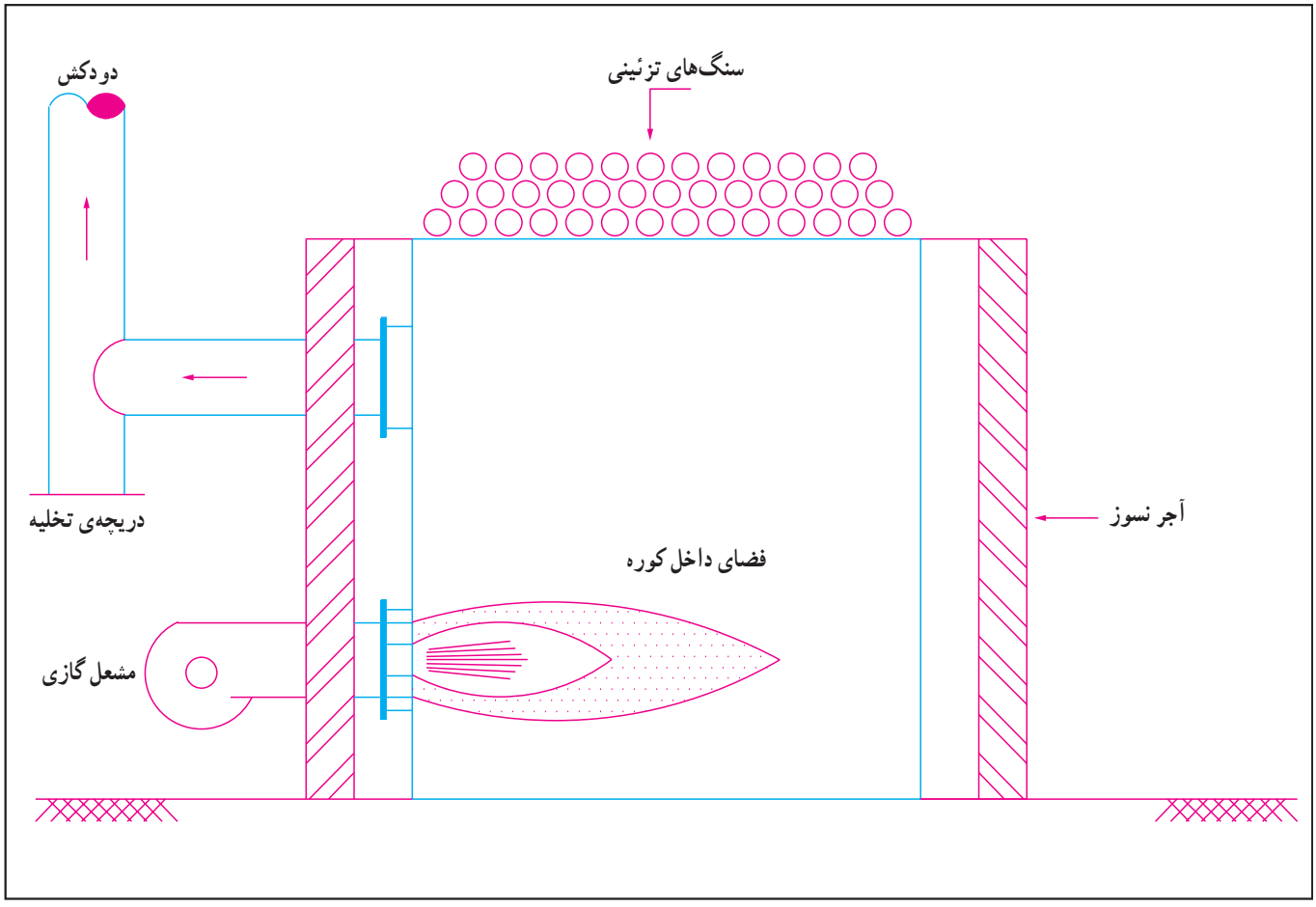
۱ــ۳ــ۱۴ــ سونای خشک: سونای خشک اتاقکی است که دیواره‌های آن معمولاً تخته کوبیده شده و یک منبع حرارتی گرم‌کننده در آن قرار دارد. منبع حرارتی می‌تواند یک المان برقی باشد و یا یک مشعل که داخل کوره دمیده می‌شود و روی دیواره‌های کوره معمولاً آجر نسوز قرار دارد. سوناهایی که دارای کوره‌اند از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند.

سوخت در قسمت کوره سوخته و دود آن از دودکش کوره خارج می‌شود. مزیت المنت‌های برقی، علاوه بر تمیز بودن، راندمان بالای آن‌هاست. زیرا انتقال حرارت از طریق تشعشع در این سیستم قابل ملاحظه است ولی هزینه‌ی این سیستم نسبت به کوره با سوخت‌های فسیلی بیشتر است. از نقاط ضعف دیگر کوره‌های سوخت فسیلی، نسبت به سیستم برقی، احتمال سوراخ شدن کوره در اثر حرارت و امکان نشت گاز حاصل از احتراق به محدوده‌ی اتاق سونا و پیش آمدن مسئله‌ی خفگی می‌باشد.

۲ــ۳ــ۱۴ــ سونای بخار: سونای بخار اتاقکی است که دیوارهای آن معمولاً از سنگ ساخته می‌شود چون باید دیوارها و کف مقاوم به رطوبت باشند. بخار توسط دیگ بخار تولید شده و با لوله به داخل اتاقک هدایت می‌شود این امر باعث بالا رفتن رطوبت و حرارت داخل اتاق می‌شود.

در انتها خاطر نشان می‌شود که افرادی که دارای بیماری‌های قلبی عروقی، ناراحتی کلیوی و جراحت‌های روباز هستند نباید از سونا استفاده کنند و مسئول سونا باید به این نکات توجه داشته باشد.

در شکل ۹ــ۱۴ نمونه‌ای از کوره‌ی سونای خشک نشان داده شده است.



شکل ۹ــ۱۴ــ جزییات کوره‌ی گازی سونای خشک

پرسش

۱ــ انواع استخر را توضیح دهید.
۲ــ استخر با گردش آب را شرح دهید.
۳ــ اندازه‌ی انواع استخر شنا را بیان کنید.
۴ــ جدول ابعاد و اندازه‌های تخته و سکّوی شیرجه را توضیح دهید.
۵ــ ساختمان کاسه‌ی استخر را توضیح دهید.
۶ــ نازک‌کاری استخر را بیان کنید.
۷ــ لبه‌ی استخر از چه موادی ساخته می‌شود؟
۸ــ سیستم‌های سرریز آب استخر را نام برده و توضیح دهید.
۹ــ میزان گردش و تجدید آب را شرح دهید.
۱۰ــ مشخصات آب استخر را بیان کنید.
۱۱ــ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی تأسیسات استخر با گردش آب را به‌ترتیب نام ببرید.
۱۲ــ مراحل کار تأسیسات آب استخر را از روی شکل ۳ــ۱۴ توضیح دهید.
۱۳ــ گردش آب استخر را توضیح دهید.
۱۴ــ منعقدکننده‌ها را توضیح دهید.
۱۵ــ صافی‌های شنی را توضیح دهید.
۱۶ــ صافی دیاتمی را شرح دهید.
۱۷ــ روش‌های گندزدایی استخر را نام ببرید و شرح دهید.
۱۸ــ ساختمان مبدل گرمایی مورد استفاده در استخر را شرح دهید.
۱۹ــ لوله‌کشی تأسیسات استخر را از روی شکل ۶ــ۱۴ شرح دهید.
۲۰ــ نگهداری استخر شامل چه عملیاتی است؟ نام ببرید.
۲۱ــ ابزار و لوازم آزمایش آب استخر را توضیح دهید.
۲۲ــ تمیز کردن استخر را شرح دهید.
۲۳ــ زمان و نحوه‌ی شست‌وشوی صافی‌ها را توضیح دهید.
۲۴ــ مسائل ایمنی و بهداشتی استخر را شرح دهید.
۲۵ــ ساختمان و اجزای تأسیسات جکوزی را نام برده و شرح دهید.
۲۶ــ لوله‌کشی جکوزی را از روی شکل ۷ــ۱۴ توضیح دهید.
۲۷ــ سونای خشک و سونای مرطوب را شرح دهید.
۲۸ــ کوره‌ی سونای خشک را از روی شکل ۹ــ۱۴ توضیح دهید.

فصل پانزدهم

آتش‌نشانی

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
۱ــ چگونگی ایجاد حریق را بیان کند.
۲ــ طبقه‌بندی حریق‌ها را بیان کند.
۳ــ راه‌های پیشگیری از ایجاد حریق را شرح دهد.
۴ــ نکات ایمنی در جلوگیری از ایجاد حریق را شرح دهد.
۵ــ روش اطفاء حریق را بیان کند.
۶ــ انواع خاموش‌کننده‌های دستی را توضیح دهد.
۷ــ روش‌های مختلف فرو نشاندن آتش با آب را توضیح دهد.

۱۵ــ آتش‌نشانی

می‌توان گفت تا قرن هجدهم میلادی توجه چندانی به امر آتش‌نشانی ساختمان‌ها و حتّی تأسیسات صنعتی نمی‌شد. امّا متناسب با پیشرفت علم و فنّاوری در زمینه‌ی مواد شیمیایی و لوله‌کشی، و ضرورت محافظت از سرمایه‌های انسانی و مادی، آتش‌نشانی، به‌ویژه در ساختمان‌های بلند، اهمیتی حیاتی پیدا نمود. ممکن است ایجاد آتش در گوشه‌ای از ساختمان که آب به آن نمی‌رسد یا سایر روش‌های خاموش‌کننده برای آن پیش‌بینی نشده است، خسارات جبران‌ناپذیری به ساختمان و ساکنان آن و حتی مردم دیگر و ساختمان‌های اطراف در منطقه وارد نماید. از آن‌جا که سیستم‌های آتش‌نشانی برای اطفاء حریق یا حریق‌هایی انجام می‌شود که وقوع آن‌ها از یک سو «احتمالی» است و از سوی دیگر مستلزم صرف هزینه‌های سنگین و اجرای سیستم نیز تا حدود زیادی سخت می‌باشد، ممکن است برای سرمایه‌گذار اولیه این ذهنیّت به وجود آید که ضرورت صرف مبالغ زیادی در این‌مورد توجیه اقتصادی ندارد ؛ امّا همه می‌دانیم که چنان‌چه در طول عمر یک ساختمان تنها یک‌بار هم آتش‌سوزی رخ دهد سرمایه‌هایی به‌مراتب بیشتر و توسعه‌یافته‌تر را در مدّت اندکی از بین خواهد برد. به همین دلیل در زمان حاضر، مؤسسات استاندارد اهمیت فوق‌العاده‌ای برای تهیه و نصب سیستم‌های مناسب و کارآمد «آتش‌نشان»، هر چند پرهزینه، در ساختمان‌های مسکونی، عمومی، تجاری و صنعتی قائل هستند و انجمن‌ها و سازمان‌های مختلف بین‌المللی، ملی و محلی مقررات ویژه‌ای را در این مورد تدوین و عرضه نموده‌اند. اجرای این مقررات موجب می‌شود که شرکت‌های بیمه نیز مزایا و تخفیفات قابل‌ملاحظه‌ای را برای ساختمان‌هایی که سیستم‌های مناسب آتش‌نشانی را تهیه و نصب نموده‌اند در نرخ بیمه‌های خود اعمال نمایند.

امروزه متناسب با توسعه فنّاوری مهندسی ساختمان‌ها، مواد و مصالح گران‌قیمت به‌کار رفته در ساخت آن‌ها، تجهیزات

نصب شده در درون ساختمان و نیروهای انسانی مشغول در آن‌ها که به‌لحاظ ارزشی ممکن است در بعضی موارد غیرقابل جایگزین باشند، تدارک سیستم‌های آتش‌نشانی مناسب به‌طور روزافزون اهمیت خود را آشکار ساخته‌اند، تا جایی که هزینه‌ی آتش‌نشانی، متناسب با کاربری ساختمان، تعداد طبقات و... بین ۵٪ـ۱٪ کل هزینه‌های ساختمان را دربر می‌گیرد و روشن است که هرچه میزان درصد بیشتر باشد، تأثیر زیادتری بر کاهش نرخ بیمه‌ی آتش‌سوزی خواهد گذاشت.

۱ـ۱۵ـ چگونگی ایجاد حریق

۱ـ۱ـ۱۵ـ حریق: آتش‌سوزی یا حریق عبارت است از سوختن شدید مواد سوختنی (اشتعال‌پذیر) با اکسیژن هوا در یک دمای معین که معمولاً با نور، دود و حرارت زیاد همراه است.

بایستی توجه شود که عناصر کلیدی این تعریف سه عامل مواد سوختنی، اکسیژن هوا و درجه حرارت معین می‌باشند.

۲ـ۱ـ۱۵ـ ایجاد حریق: حریق درصورتی ایجاد می‌شود که سه عامل مذکور در تعریف حریق، یعنی ماده‌ی سوختنی، اکسیژن هوا و شعله (یا درجه حرارت معین) به‌صورت همزمان و توأم با هم فراهم شده عمل نمایند. این سه عامل را اصطلاحاً مثلث آتش می‌نامند. در شکل ۱ـ۱۵ نموداری از مثلث آتش را، که اطراف آن‌را شعله احاطه کرده است می‌بینید.

شکل ۱ـ۱۵ـ مثلث آتش (Fire triangle)

بدیهی است هرگاه امکان خروج هر یک از این سه عامل را از صحنه فراهم نماییم، زمینه‌ی خاموش نمودن آتش را ایجاد کرده‌ایم.

۳ـ۱ـ۱۵ـ عوامل ایجاد حریق

الف ـ هوا

یکی از عوامل ایجاد حریق هواست که در صورت قرار گرفتن آن در کنار دو عامل دیگر، آتش‌سوزی رخ می‌دهد. هوا مخلوطی است از ۷۸٪ گاز ازت و ۲۱٪ گاز اکسیژن و ۱٪ سایر گازها؛ لذا هرچه فضای آتش‌سوزی محدودتر و بسته‌تر باشد، میزان اکسیژن هم کمتر است، و با توجه به این‌که تدریجاً مقدار آن کاهش می‌یابد، بنابراین از سرعت انتشار و توسعه‌ی آتش کاسته می‌شود. به همین دلیل، بستن در و پنجره‌ها و مسدود نمودن اطراف آتش در مواقع آتش‌سوزی، کمک به اطفاء حریق می‌باشد.

ب ـ حرارت

در ارتباط با حرارت، به‌عنوان ضلع دیگری از مثلث آتش، بیان درجات حرارت اشتعال و احتراق اجسام ضروری است.

دمای اشتعال: دمایی است که در آن دما، مواد سوختنی به بخار یا گاز تبدیل و با نزدیک شدن شعله یا جرقه به آن‌ها، مشتعل می‌شوند.

دمای احتراق: درجه حرارتی است که، پس از شعله‌ور شدن مواد سوختنی، موجب استمرار فرآیند احتراق می‌شود. با

این تعریف مشخص است که دمای احتراق از دمای اشتعال بیشتر است. بنابراین باید در ساختن ساختمان، مبلمان و دیگر وسایل و تجهیزاتی که درون ساختمان به‌کار گرفته می‌شود از مصالح و موادِ با درجه حرارت اشتعال بالاتر استفاده شود و از امکان ایجادِ جرقه توسط سیستم‌های جرقه‌زن حتی‌الامکان جلوگیری شود و رعایت ایمنی در ارتباط با جرقه‌ها و شعله‌های ضروری نیز به‌عمل آید تا از احتمال وقوع آتش‌سوزی کاسته شود.

ج ــ مواد سوختنی

مواد سوختنی یا قابل احتراق ضلع سوّم مثلث حریق را تشکیل می‌دهند. اکثر مؤسسات استاندارد مبارزه با آتش، به‌ویژه NFPA[1]، مواد سوختنی را از نظر میزان و چگونگی احتراق به چهار گروه به شرح زیر طبقه‌بندی نموده‌اند :

ــ گروه A؛ شامل مواد جامد مانند چوب، پارچه، کاغذ، لاستیک، پلاستیک، قالی، چرم و به‌طورکلی موادی که هنگام سوختن از خود خاکستر یا زغال به‌جای می‌گذارند. سوختن این مواد عموماً با دود غلیظ و گازهای سمّی همراه است و افزایش میزان اکسیژن موجبِ بیشتر شعله‌ور شدنِ احتراق آن‌ها می‌گردد. برای جلوگیری از شدّت احتراق باید باقی‌مانده‌ی این مواد را حتی‌الامکان از محیط آتش دور کرد، از افزایش اکسیژن مانع شد و در مورد سرد نمودن مواد (معمولاً با آب) اقدام نمود.

ــ گروه B؛ شامل مواد شیمیایی نفتی مانند ؛ بنزین، الکل، نفت، روغن، گریس، قیر، رنگ‌ها و به‌طورکلی مایعات، گازها، حلال‌ها و مواد سوختی قابل اشتعال می‌باشد. روش مبارزه با احتراق این مواد با مواد گروه A، کاملاً متفاوت است.

کاربرد آب برای اطفاء حریق این مواد، به‌دلیل افزایش انتشار آتش آن‌ها، منع و به‌جای آن کاربرد شن، ماسه، کف (Foam)، گاز کربنیک (CO_2)، پودرهای شیمیایی و به‌طورکلی گازهای بی‌اثر و سنگین‌تر از هوا توصیه شده است.

ــ گروه C؛ شامل حریق دستگاه‌های الکتریکی و سیم‌ها و سیستم‌های برقی است. بدیهی است که مواد اطفاء حریق برای این گروه نباید هادی الکتریسیته باشد ؛ لذا استفاده از آب به‌طورکلی ممنوع و بهترین روش استفاده از خاموش‌کننده‌های گازکربنیکی است.

ــ گروه D؛ شامل فلزات قابل احتراق مانند منیزیم، تیتانیوم، سدیم، پتاسیم، آلومینیوم، لیتیوم و غیره است. برای خاموش نمودن حریق ناشی از این مواد، روش خفه نمودن آتش با شن، ماسه، پودر خشک، گازکربنیک و غیره مؤثر است.

۲ــ۱۵ــ طبقه‌بندی حریق‌ها

مطابق استانداردها، و متناسب با نوع مواد، مصالح و تجهیزات، که تحت‌عنوان چهار گروه مواد سوختنی در بالا تشریح شد، آتش‌سوزی‌ها در چهار نوع به شرح ذیل طبقه‌بندی می‌گردند :

۱ــ حریق طبقه‌ی(A) مربوط به آتش‌سوزی مواد گروه (A)

۲ــ حریق طبقه‌ی (B) مربوط به آتش‌سوزی مواد گروه (B)

۳ــ حریق طبقه‌ی (C) مربوط به آتش‌سوزی مواد گروه (C)

۴ــ حریق طبقه‌ی (D) مربوط به آتش‌سوزی مواد گروه (D)

۳ــ۱۵ــ روش‌های جلوگیری از ایجاد حریق

روش‌های زیادی جهت پیشگیری از وقوع حریق وجود دارد که در صورت انجام آن‌ها و رعایت همزمان نکات ایمنی که جداگانه شرح داده خواهد شد، می‌توان از آتش‌سوزی جلوگیری یا احتمال ایجاد آن‌را به حداقل رساند. اهم این روش‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ کاربرد مواد و مصالح مقاوم در برابر آتش و با درجه حرارت احتراق بالا در ساختمان.

۲ــ دور نگه‌داشتن گازهای قابل اشتعال از سیستم‌های جرقه‌زا.

۳ــ استفاده از سیستم‌های الکتریکی غیرجرقه‌زا و یا به‌طورکلی کاربرد وسایل و ابزار دارای محافظ انتشار جرقه.

۴ــ بازدید مستمر سیم‌ها و کابل‌ها و پوشش قسمت‌های لخت شده‌ی احتمالی.

۵ــ بازبینی نشت‌یابی لوله‌های گاز و رفع نشتی‌های احتمالی

---

۱ ــ National Fire Protection Association

به‌طور مستمر.

۶ــ آموزش روش‌های مختلف ایجاد حریق و روش‌های پیشگیری به کلیه‌ی افرادی که در محیط حضور دارند.

۷ــ نصب سیستم‌های آشکارسازی دود (به‌دلیل پیدایش اولین نشانه‌ی آتش‌سوزی) و خفه نمودن آن در نطفه جهت پیشگیری از وقوع و توسعه‌ی آتش. این موضوع به‌عنوان وظیفه‌ی اصلی همه‌ی افراد درون ساختمان باید به آن‌ها آموزش داده شده و مورد توجه قرار گیرد.

۸ــ نصب علائم هشداردهنده مانند آژیر و....

۹ــ عدم انجام فعالیت جوشکاری در محل‌های دارای مواد اشتعال‌زا.

۱۰ــ تخلیه‌ی گازهای تولید شده در مخازن به محل مناسب توسط لوله‌ی ونت یا هواکش.

۱۱ــ نصب اتصال زمین برای دستگاه‌ها و لوازم الکتریکی (به‌ویژه الکتریسیته‌ی ساکن).

۴ــ۱۵ــ نکات ایمنی

مهم‌ترین نکات ایمنی که رعایت آن‌ها به‌صورت توأم با انجام روش‌های پیشگیری، از وقوع حریق جلوگیری و یا احتمال ایجاد آن‌را به حداقل ممکن می‌رساند عبارت‌اند از :

۱ــ نگهداری مایعات فرّار و گازها در ظروف مناسب و محکم بستن درهای ظروف و دقت در نقل و انتقال آن‌ها.

۲ــ جلوگیری از ریختن مواد نفتی و روغن‌ها روی زمین و دیگر جاهایی که احتمال جرقه‌زنی در آن‌ها وجود دارد.

۳ــ تمیز کردن سریع لباس‌هایی که به روغن، چربی و سایر مواد اشتعال‌زا آغشته شده‌اند.

۴ــ باز نگه‌داشتن در و پنجره‌ی فضاهای درحال رنگ‌آمیزی.

۵ــ نصب سیستم‌های هشداردهنده برای اعلام مکان آتش‌سوزی و زمان شروع آن.

۶ــ ایجاد راه‌های فرار در ساختمان و معرفی آن‌ها به کلیه‌ی افراد داخل ساختمان.

۵ــ۱۵ــ روش‌های اطفاء حریق

مهار آتش به چهار طریق زیر امکان‌پذیر است.

۱ــ سرد نمودن مواد قابل اشتعال (سوختنی) و کم کردن حرارت شعله ؛

۲ــ خفه نمودن آتش با جلوگیری از رسیدن اکسیژن به مواد اشتعال‌پذیر ؛

۳ــ رقیق نمودن آتش ضمن جای‌گزینی اکسیژن با گازهای دیگر ؛

۴ــ جداسازی با جلوگیری از ترکیب مواد سوختنی با اکسیژن هوا.

کاربرد هر یک از روش‌های بالا تا حدود زیادی بستگی به نوع و طبقه‌ی حریق (A ،B ،C و D) و نوع کاربری ساختمان دارد. بنابراین با توجه به طرق چهارگانه‌ی مهار آتش، چهار روش نیز به شرح ذیل، برای خاموش کردن آتش وجود دارد.

۱ــ توسط آب، به‌عنوان بهترین و قابل دسترس‌ترین سردکننده‌ی آتش.

۲ــ توسط فوم (کف)، ماسه، خاک و... برای سطوح افقی و به ضخامت کافی، به‌عنوان خفه‌کننده‌ی آتش.

۳ــ توسط گازهای CO_2 و N_2 برای جای‌گزینی با اکسیژن، به‌عنوان رقیق‌کننده‌ی آتش.

۴ــ پاشش پودرهای مخصوص شیمیایی بر سطوح آتش، به‌عنوان جداکننده‌ی آتش.

از منظری دیگر و با توجه به نوع وسایل و تجهیزاتی که مواد چهارگانه‌ی فوق در آن‌ها به‌کار گرفته می‌شود سیستم‌های اطفاء حریق را به شرح زیر می‌توان طبقه‌بندی نمود :

۱ــ دستی (یا قابل حمل)، شامل کپسول‌های آتش‌نشانی پودری، گازی و کفی (فومی) و ....

۲ــ اتوماتیک (یا ثابت)، شامل لوله‌کشی گاز، کف، آب و ....

۶ــ۱۵ــ خاموش‌کننده‌های دستی

۱ــ۶ــ۱۵ــ تعریف و کاربرد: معمولاً خاموش‌کننده‌های

دستی به‌عنوان اولین خط حفاظت در برابر آتش مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساده‌ترین نوع این خاموش‌کننده‌ها سطل‌های پر از ماسه، آب یا خاک است که امروزه، جز در موارد استثنایی، کاربرد جدّی ندارند. اما خاموش‌کننده‌های دستی رایج عبارت‌اند از کپسول‌های محتوی کف، پودر و گازهای مختلف که در حجم‌ها و وزن‌های مختلف ساخته شده و متناسب با نوع و طبقه‌ی حریق برای خاموش نمودن آتش‌های با دامنه‌ی کوچک و شدّت کم ؛ و در بعضی موارد، آتش‌های متوسط، توسط افراد درون ساختمان به‌کار گرفته می‌شوند.

۲ــ۶ــ۱۵ــ انواع خاموش‌کننده‌های دستی: براساس استاندارد NFPA-10، خاموش‌کننده‌های دستی برحسب «طبقه‌ی حریق» و نوع موادّ مورد استفاده جهت اطفاء، به‌صورت زیر طبقه‌بندی و با برچسب مشخص، بسته به نوع و طبقه‌ی حریق، در مکان‌های متناسب با آن، نصب می‌شوند و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

۱ــ مخزن آب تحت فشار با عمل‌کننده‌ی ضامن‌دار A

۲ــ کف یا فوم (Foam) B و A

۳ــ دی‌اکسیدکربن (CO_2) B و C

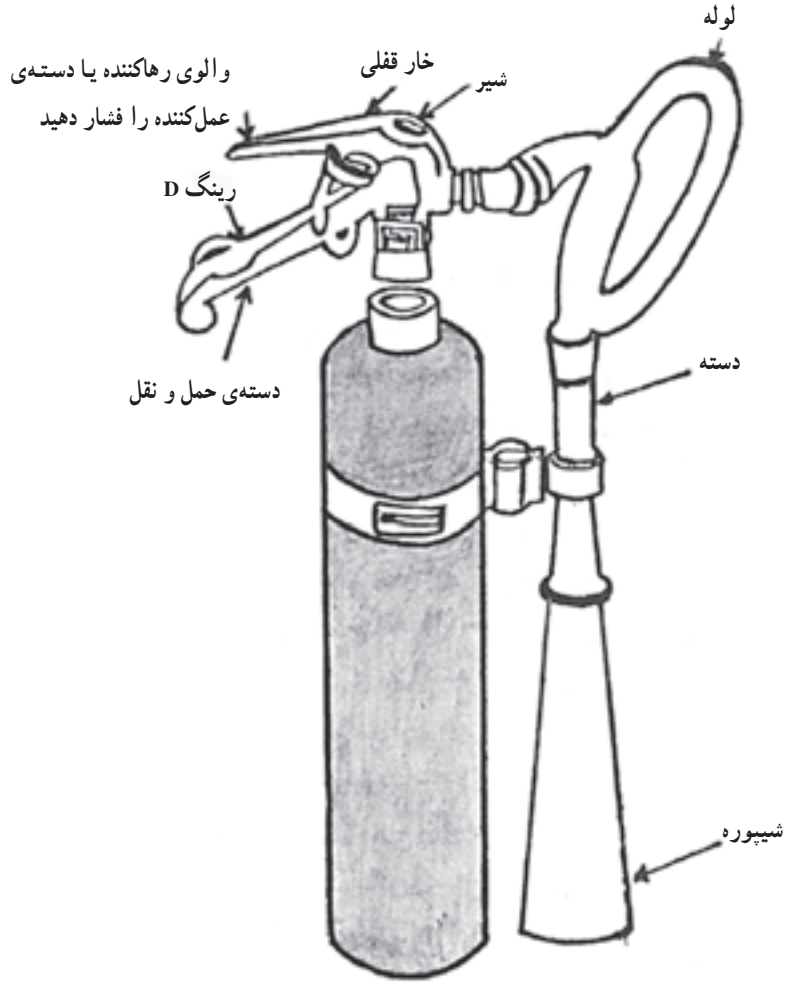
۴ــ گازهای هالوژنی (هالون‌ها) B و C

۵ــ پودر شیمیایی خشک (با بنیان بی‌کربنات‌های سدیم و پتاسیم) B و C و A

۶ــ پودر شیمیایی خشک (با بنیان فسفات آمونیم) A و B و C و D

در این‌جا از انواع خاموش‌کننده‌های دستی، سه نوع متداول‌تر آن، یعنی کپسول‌های گاز دی‌اکسیدکربن، کف (فوم)، پودرهای شیمیایی و گازهای هالون تشریح می‌گردند.

۳ــ۶ــ۱۵ــ کپسول آتش‌نشانی دی‌اکسیدکربن (CO_2): از کپسول دی‌اکسیدکربن معمولاً به‌عنوان یک خاموش‌کننده‌ی قابل حمل، برای خاموش کردن آتش مایعات نفتی قابل اشتعال، همچنین رنگ‌ها و حلّال‌ها و به‌طورکلی آتش مواد گروه B استفاده می‌شود. ضمناً در صورت عدم دسترسی به خاموش‌کننده‌ی مناسب دیگر، اگر این گاز، با توجه به هادی الکتریسیته نبودن آن، با دقت و رعایت موارد ایمنی روی آتش وسایل الکتریکی (گروه C) پاشیده شود، امکان خاموش نمودن حریق طبقه‌ی (C) نیز با این ماده وجود دارد. از خواصّ فیزیکی گاز دی‌اکسیدکربن نداشتن بو، رنگ و سنگین‌تر بودن نسبت به هوا را می‌توان نام برد که از مزایای این گاز جهت اطفاء حریق محسوب می‌شود. مزیت دیگر آن این است که از نظر بهداشتی گازی است غیرسمّی، اگرچه در مقادیر زیاد خفگی‌آور است. کپسول‌های CO_2 در ظرفیت‌های مختلف ۶ و ۹ کیلوگرمی قابل نصب روی دیوار و ۲۵ یا ۳۰ کیلوگرمی به‌صورت چرخدار ساخته می‌شوند. شکل ۲ــ۱۵ قسمت‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک کپسول ۹ کیلوگرمی CO_2 را نشان می‌دهد که بیانگر چگونگی کاربرد آن نیز می‌باشد.



شکل ۲ــ۱۵ــ کپسول CO_2 ، ۹ کیلوگرمی

نکات ایمنی

هنگام کاربرد و نگهداری کپسول‌های CO_2 نکات ایمنی زیر باید مراعات گردد :

۱ــ دقت شود برفک حاصل از کارکرد کپسول به پوست بدن کاربر و دیگر افراد ننشیند، زیرا ایجاد سوختگی و تاول می‌کند.

۲ــ جهت جلوگیری از ایجاد خفگی (در مقادیر زیاد و مدت طولانی کاربرد)، استفاده از دستگاه تنفس اکسیژن برای کاربر الزامی است.

۳ــ جهت اطمینان از خاموش شدن، حدود ۱۵ دقیقه بعد از عمل اطفاء، کلیه درها و پنجره‌ها بسته نگه‌داشته شود.

۴ــ در صورت وجود باد در منطقه‌ی آتش‌سوزی و هنگام آتش، در جهت جریان باد اقدام به اطفاء گردد.

۵ــ هنگام کاربرد کپسول برای اطفای آتش‌های طبقه‌ی (C)، به منظور جلوگیری از احتمال برق‌گرفتگی، دقّت شود سر نازل (افشانک) با وسایل برقی، تماس حاصل نکند.

۶ــ هنگام نگهداری، جهت جلوگیری از خطر برخورد انسان با کپسول‌ها، آن‌ها را در تورفتگی‌های قابل رؤیت دیوارها و یا کنج‌های نزدیک راه‌پله‌ها و درهای ورودی ساختمان که هم مانع عبور و مرور نبوده و هم به‌راحتی قابل دسترس باشند، نصب نمایند.

۷ــ بازدید دوره‌ای کپسول‌ها، برای اطمینان از شارژ کامل و صحت کارکرد آن‌ها، الزامی است.

۴ــ۶ــ۱۵ــ کپسول آتش‌نشانی فوم (کف)

از کپسول‌های آتش‌نشانی فوم (Foam)، برای خاموش‌کردن آتش‌های طبقه‌ی (B) یعنی مواد سوختی مایع و

گاز قابل اشتعالی که پس از سوختن از خود خاکستر باقی نمی‌گذارند، استفاده می‌شود.

شکل ۳ــ۱۵ یک کپسول آتش‌نشانی فوم به ظرفیت ۹ لیتر را نشان می‌دهد.

شکل ۳ــ۱۵ــ کپسول فوم آتش‌نشانی ۹ لیتری

۵ــ۶ــ۱۵ــ کپسول پودرهای شیمیایی: از کپسول پودرهای شیمیایی برای خاموش نمودن آتش‌های طبقه‌ی (A، B و C) یعنی کلیه‌ی مواد سوختنی استفاده می‌گردد و حتّی با یک نوع پودر خاص آن، امکان اطفاء حریق طبقه‌ی (D) (فلزات قابل اشتعال) نیز وجود دارد. هر چند مکانیسم خاموش کردن آتش با پودرهای شیمیایی کاملاً مشخص نیست،

شکل ۴ــ۱۵ طریقه‌ی استفاده از کپسول پودر شیمیایی در اطفاء حریق را نشان می‌دهد.

شکل ۴ــ۱۵ــ طریق استفاده از پودر خشک شیمیایی

۶ــ۶ــ۱۵ــ اطفاء حریق با گازهای هالون: گازهای هالون جزء ترکیبات هالوژنه‌ی (فلوئور، یُد، برم و کلر) هیدروکربن‌ها بوده که به‌عنوان عوامل «جداساز»، «خفه‌کننده» و تا حدودی «سردکننده» به‌صورت سیستم‌های دستی و اتوماتیک، می‌توان آن‌ها را از پیشرفته‌ترین انواع روش‌های اطفاء حریق به‌حساب آورد. نکته‌ی قابل توجه این است که در شرایط حاضر، به دو دلیل سمّی بودن و داشتن خاصیت تخلیه‌ی اوزُنی جو، کاربرد این گازها، در بسیاری از کشورهای جهان، اگر درحال منسوخ شدن نباشد به شدت رو به کاهش است. این امر بدان حد اهمیّت دارد که نهادهایی بین‌المللی تشکیل شده که برنامه‌ریزی برای جای‌گزینی این مواد و پیگیری عدم استفاده از آن‌ها را به‌عهده دارد، البته تا جای‌گزینی کامل، کاربرد انواع کم‌ضررتر آن‌ها ادامه دارد.

مکانیسم خاموش کردن آتش با گازهای هالون، به لحاظ سنگین‌تر بودن نسبت به هوا، شبیه CO_2 می‌باشد.

۷ــ۶ــ۱۵ــ نکات کلی در مورد خاموش‌کننده‌های دستی: در مورد کاربرد خاموش‌کننده‌های دستی، نکات کلی زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

۱ــ بازدید و نظارت مستمر دوره‌ای بر روی آن‌ها انجام شود و در صورت لزوم ماده‌ی مربوط تعویض گردد.

۲ــ از مقاوم بودن کپسول در برابر ضربه، انفجار و سایر نیروهای خارجی اطمینان حاصل شود.

۳ــ برحسب استعداد آن‌ها در برابر انواع طبقه‌ی حریق، طبقه‌بندی و روی دستگاه نشانه‌گذاری شده باشند.

۴ــ در محل مناسب که قابل دسترس و قابل رؤیت باشد، متناسب با نوع حریق، نگهداری شوند.

۵ــ نحوه‌ی کاربرد هر کدام، به پرسنل و دیگر افراد آموزش داده شود.

۸ــ۶ــ۱۵ــ روش اطمینان از شارژ خاموش‌کننده‌ها: روش‌های مختلفی برای حصول اطمینان از شارژ بودن خاموش‌کننده‌ها و نیز سالم بودن محتویات آن‌ها وجود دارد. متناسب با نوع خاموش‌کننده باید به‌صورت دوره‌ای، حداکثر هر شش ماه یک‌بار بازدید و هر یک‌سال یک‌بار شارژ مجدّد انجام گیرد. اهم این روش‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ وزن نمودن کپسول در هردوره و مقایسه‌ی آن با وزن شارژ اوّلیه.

۲ــ تعیین فشار داخل کپسول در هر دوره و مقایسه‌ی آن با فشار کارکرد و تست اوّلیه.

۳ــ تست ماده‌ی شیمیایی درون کپسول، به‌لحاظ اطمینان از عدم فساد آن.

۹ــ۶ــ۱۵ــ اطلاعات روی خاموش‌کننده‌ها: با توجه به حساسیت و اهمیّت آتش‌نشانی و ضرورت کاربرد صحیح و مناسب خاموش‌کننده‌ها، توسط کلیه‌ی افراد قدیمی و جدید در ساختمان، لازم است برچسبی که اطلاعات زیر در آن مندرج شده باشد تهیه و روی خاموش‌کننده‌ها نصب گردد.

۱ــ نوع ماده‌ی خاموش‌کننده.

۲ــ طبقه‌ی حریق (A، B، C وD یا ترکیبی از آن‌ها).

۳ــ وزن ماده‌ی شارژ شده و وزن تقریبی کپسول.

۴ــ فشار کارکرد.

۵ــ تاریخ آخرین بازدید.

۶ــ تاریخ آخرین شارژ.

۷ــ۱۵ــ سیستم‌های اطفاء حریق با آب

یکی از ارزان‌ترین و پرکاربردترین سیستم‌های مبارزه با آتش که، مطابق آمارهای موجود، درصد زیادی از حریق‌های بزرگ را با کمترین خسارت مهار نموده، آتش‌نشانی با آب است. شرکت‌های بیمه تخفیف‌های قابل‌ملاحظه‌ای را برای بیمه‌گذاران ساختمان‌هایی که مجهّز به سیستم لوله‌کشی آب آتش‌نشانی باشند قائل می‌شوند. این کاهش در نرخ بیمه در مواردی، برای ساختمان‌های دارای سیستم افشانکی اتوماتیکی، به ۷۰٪ نیز رسیده است.

خصوصیات و مزایای آب برای اطفاء حریق

۱ــ ارزانی، فراوانی و قابل دسترس بودن.

۲ــ قدرت نفوذ زیاد.

۳ــ خاصیّت چسبندگی خوب.

۴ــ قدرت خنک‌کنندگی زیاد، به‌طوری که هر گرم آب ۵۴۰ کالری جذب می‌کند (حدود ۶/۵ برابر دی‌اکسیدکربن).

۵ــ قدرت سَیَلان زیاد که موجب می‌شود به‌راحتی در انواع لوله‌ها قابلیت انتقال داشته باشد.

معایب و محدودیت‌های کاربرد آب

۱ــ آب هادی الکتریسیته است، بنابراین کاربرد آن برای اطفاء حریق جاهایی که در آن‌ها وسایل الکتریکی وجود دارد، به شدّت خطرآفرین است.

۲ــ خسارت ناشی از آب پرفشار بر اماکن و دستگاه‌های موجود در محل حریق، در بعضی موارد کمتر از خود حریق نیست.

۳ــ رسیدن آب به بعضی مواد شیمیایی باعث اشتعال بیشتر آن‌ها می‌گردد.

۴ــ بعضی فلزات قابل اشتعال، مانند سدیم و پتاسیم، با آب تولید واکنش‌های انفجاری می‌نمایند.

۵ــ در صورت رسیدن آب به موادی مانند کاربید (Ca_2C)، بلافاصله گاز خطرناک استیلن تولید و متصاعد می‌شود که موجب انفجار در محیط می‌گردد.

۶ــ خسارت ناشی از آب در خاموش نمودن آتش کتابخانه‌ها، آرشیوها و مکان‌های مشابه، بسیار بالاست.

۷ــ از آب منحصراً برای اطفاء حریق‌های طبقه‌ی A می‌توان استفاده نمود. به همین دلیل در ساختمان‌های مجهّز به سیستم لوله‌کشی آب آتش‌نشانی، باید از سایر سیستم‌های آتش‌نشانی نیز، به‌ویژه کپسول‌های مناسب، در کنار این سیستم استفاده کرد.

۱ــ۷ــ۱۵ــ شبکه‌های لوله‌کشی آب آتش‌نشانی: مطابق NFPA-14 کلیه‌ی ساختمان‌هایی که فاصله‌ی ارتفاع طبقات آن‌ها از ماشین‌های آتش‌نشانی بیشتر از ۹ متر و یا فاصله‌ی افقی هر بخش از ساختمان از محل دسترسی ماشین‌های مذکور بیشتر از ۱۲۰ متر است، همچنین ساختمان‌های انبارها، تئاترها و تالارها باید به لوله‌کشی آب آتش‌نشانی مجهّز گردند. بنابراین باید رده‌بندی لوله‌کشی آب آتش‌نشانی و انواع سیستم‌های آن تشریح گردند.

۲ــ۷ــ۱۵ــ رده‌بندی لوله‌کشی آب آتش‌نشانی: مطابق NFPA، لوله‌کشی‌های آب آتش‌نشانی، متناسب با نحوه‌ی استفاده و قطر لوله‌ها به رده‌های[1] زیر تقسیم‌بندی می‌شوند :

رده‌ی ۱ــ شبکه‌ی لوله و شیلنگ $2\frac{1}{2}''$ برای استفاده‌ی مأمورین واحدهای آتش‌نشانی شهری.

رده‌ی ۲ــ شبکه‌ی لوله و شیلنگ $1\frac{1}{2}''$ برای استفاده‌ی ساکنان ساختمان.

رده‌ی ۳ــ شبکه‌ی لوله و شیلنگ $1\frac{1}{2}''$ و $2\frac{1}{2}''$ که در حقیقت ترکیبی از طبقه‌های ۱ و ۲ بوده و برای استفاده‌ی ساکنان ساختمان و مأموران آتش‌نشانی هر دو می‌باشد.

۳ــ۷ــ۱۵ــ انواع سیستم‌های لوله‌کشی آب آتش‌نشانی: به‌طور کلی اجزای سه نوع سیستم لوله‌کشی به شرح ذیل برای اطفاء حریق با آب در ساختمان‌های مختلف متداول است :

۱ــ سیستم لوله‌کشی مرطوب.

۲ــ سیستم لوله‌کشی خشک.

۳ــ سیستم لوله‌کشی خودکار (افشانکی).

در این‌جا به بررسی اجمالی هر یک از سیستم‌های فوق می‌پردازیم.

سیستم لوله‌کشی مرطوب

سیستم لوله‌کشی مرطوب عبارت از یک لوله‌ی بالادهنده آب آتش‌نشانی است که متناسب با میزان سطح زیربنای ساختمان، در یک یا چند نقطه‌ی آن، به‌طور عمودی اجرا شده و همواره از آب با فشار لازم پر می‌باشد. در هر طبقه‌ی ساختمان از لوله‌ی مذکور یک انشعاب گرفته و به یک جعبه‌ی

۱ــ کلاس

آتش‌نشانی $1\frac{1}{2}''$ (ایستگاه لوله و شیلنگ طبقه‌ی ۲) متصل می‌گردد. به محض اعلام حریق و مشاهده‌ی وقوع آتش، این سیستم توسط افراد مستقر در ساختمان، تا زمان اطلاع مأمورین واحدهای آتش‌نشانی شهری و حضور آن‌ها در محل، برای مهار آتش و جلوگیری از توسعه‌ی آن به‌کار گرفته می‌شود. جهت تأمین آب در سیستم لوله‌کشی مرطوب روش‌های زیر وجود دارد :

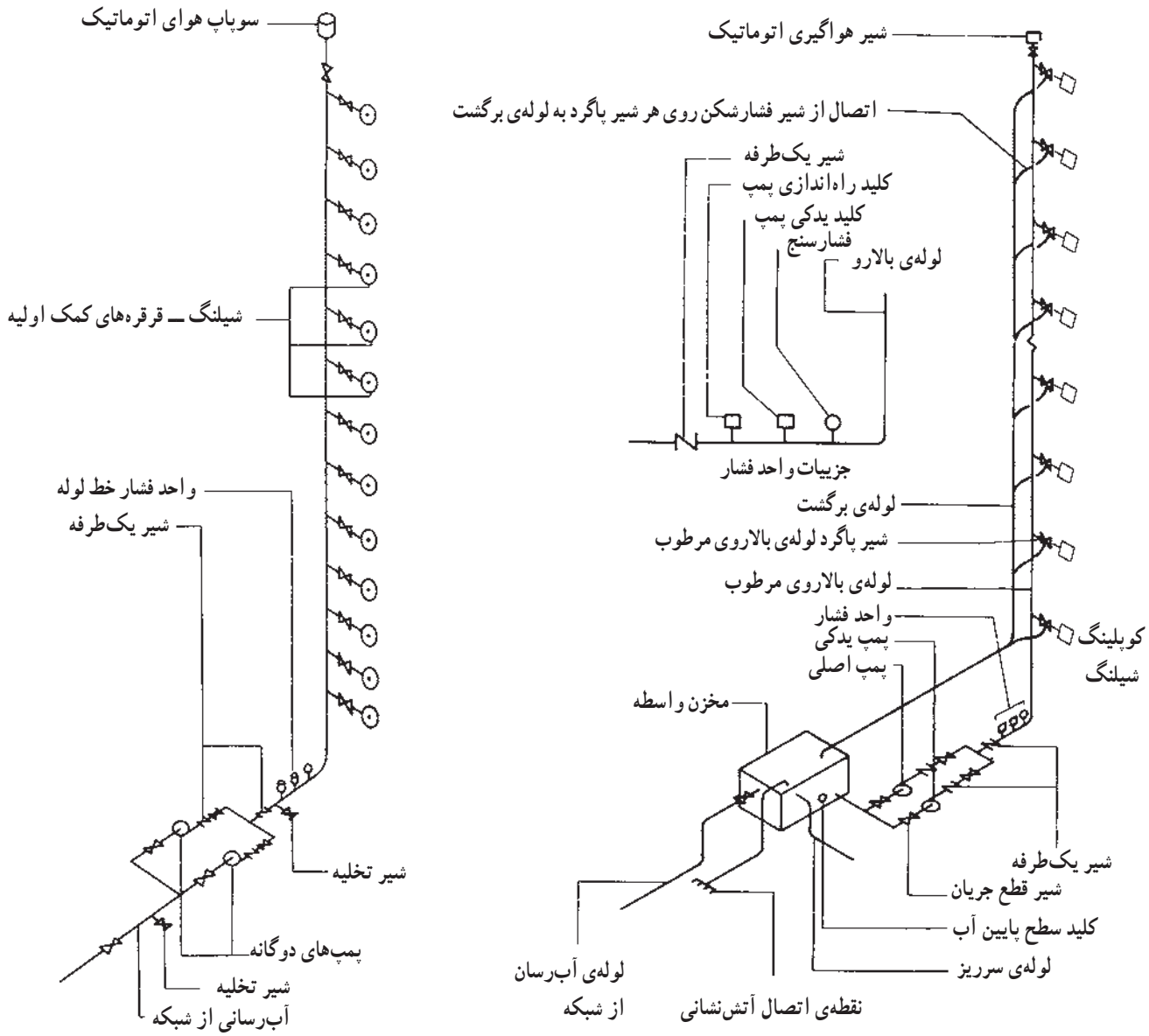
۱ــ *لوله‌کشی آب شهر:* اگر فشار آب شهر در محل کافی باشد و شرکت آب و فاضلاب اجازه‌ی این کار را بدهد، در این‌صورت قبل از کنتور یک انشعاب مجزّا برای این منظور گرفته شده و در مسیر لوله شیر یک‌طرفه نصب می‌گردد. معمولاً در قبال مصرف این آب، هیچ مبلغی به‌عنوان آب‌بها دریافت نمی‌شود.

۲ــ *مخزن ذخیره‌ی آب آتش‌نشانی زمینی:* این مخزن معمولاً از شبکه‌ی لوله‌کشی آب ساختمان تغذیه می‌شود و برای استفاده از آن به‌کار گرفتن پمپ‌های آتش‌نشانی الزامی است.

۳ــ *مخزن ثقلی محلی:* این مخزن، به‌عنوان مخزن آب‌رسانی عمومی مختص آتش‌نشانی، بر روی برج‌های مرتفع در محله‌ها و مجتمع‌ها نصب می‌گردد و برای تغذیه‌ی آن‌ها معمولاً از بوستر پمپ استفاده می‌گردد.

۴ــ *مخازن نصب شده در ارتفاعات:* این مخازن در ارتفاعات و مناطق مرتفع مشرف به شهرها و شهرک‌ها احداث می‌گردد و از آن‌جا آب با لوله‌ی مستقل به لوله‌کشی آتش‌نشانی رسانده شده و به ساختمان‌ها انشعاب داده می‌شود.

۵ــ *استفاده از منبع‌های طبیعی آب:* مانند آب دریا، دریاچه، رودخانه و... توسط پمپ‌های آتش‌نشانی قوی. شکل ۵ــ۱۵ دو نمونه شبکه‌ی لوله‌کشی آب آتش‌نشانی مرطوب و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن‌را نشان می‌دهد. لوله‌ی برگشت در مواردی اجرا می‌شود که فشار لازم در شبکه خیلی بالا باشد. برای برقراری جریان راحت و سریع در لوله‌ها شیر هواگیری اتوماتیک در بالاترین نقطه، رایزر اصلی نصب می‌شود.



شکل ۵ــ۱۵ــ لوله‌کشی مرطوب آب آتش‌نشانی
الف ــ با لوله‌ی برگشت (تخلیه)، ب ــ بدون لوله‌ی برگشت

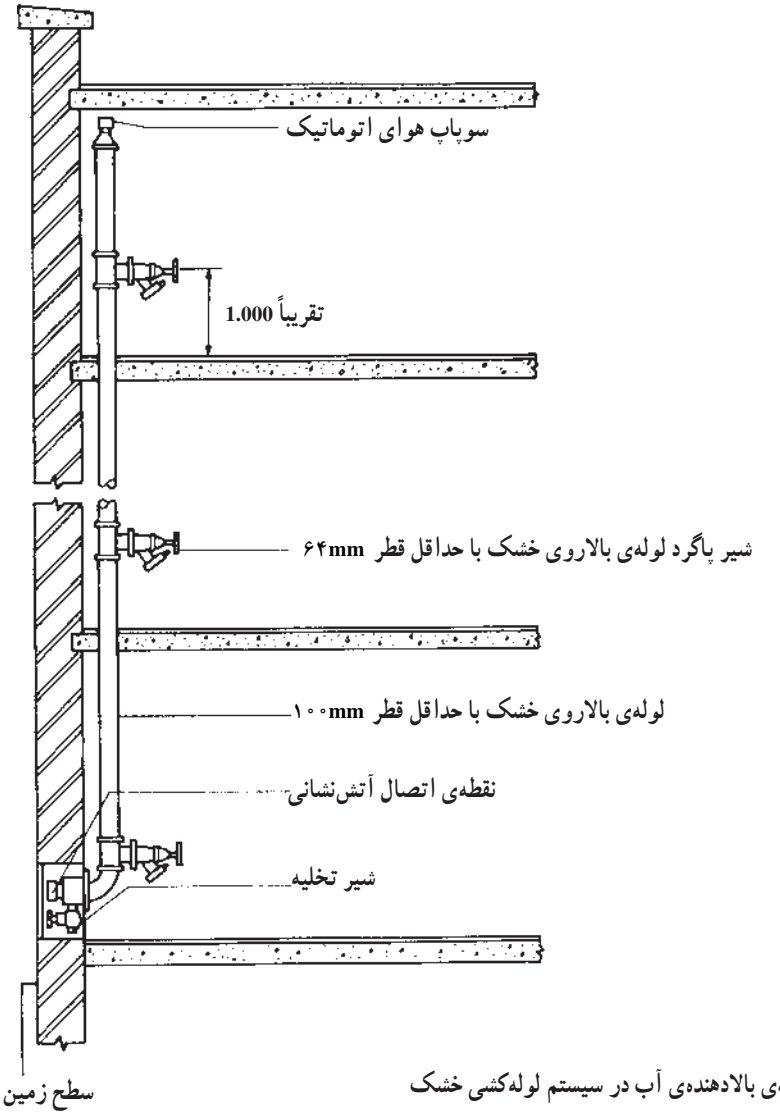
سیستم لوله‌کشی خشک

این سیستم نیز شامل لوله‌های بالادهنده‌ی آب است که از آب پر نیستند و به‌طور طبیعی تحت فشار هوا پر می‌باشند. سیستم خشک در حقیقت لوله‌هایی است آماده که در اختیار مأموران آتش‌نشانی قرار می‌گیرد تا بلافاصله پس از رسیدن به محل آتش‌سوزی، تجهیزات پمپ کامیون‌های تانکردار سیّار خود را که قبلاً از آب پُر نموده‌اند به این لوله‌ها متصل نمایند و آب را با فشار زیاد و به‌سرعت، بالا بفرستند. تیم آتش‌نشان در منطقه‌ی

آتش در طبقات ساختمان، با اتصال شیلنگ کوپلینگ‌دار به کوپلینگ هیدرانت‌های متصل شده به انشعاب طبقه، از این آب به‌سرعت بهره‌برداری می‌نماید.

بدیهی است به منظور تغذیه‌ی لوله‌کشی توسط تانکر سیار، لوله از مسیری مناسب (معمولاً زیر سقف زیرزمین اول)، تا محوطه‌ی ساختمان، جایی که قابل دسترس مأموران آتش‌نشانی ــ برای اتصال سر لوله‌ی تجهیزات کامیون خود به آن ــ باشد، کشیده شده و درپوش می‌گردد. از لوله‌های سیستم خشک نیز در هر طبقه یک انشعاب $2\frac{1}{2}''$ گرفته می‌شود و به شیرهای آتش‌نشانیِ نصب شده در محل مناسب (ایستگاه لوله و شیلنگ طبقه‌ی ۱) متّصل می‌گردد. در بالاترین نقطه‌ی لوله‌ی رایزر خشک، به‌طور قطع باید یک شیر هواگیری اتوماتیک، به منظور تخلیه‌ی هوای لوله‌ها هنگام آبگیری و برقراری جریان، همچنین یک شیر تخلیه در پایین‌ترین نقطه‌ی لوله‌ی اصلی، جهت امکان خالی نمودن لوله‌ها از آب پس از عملیات اطفاء حریق، تعبیه گردد.

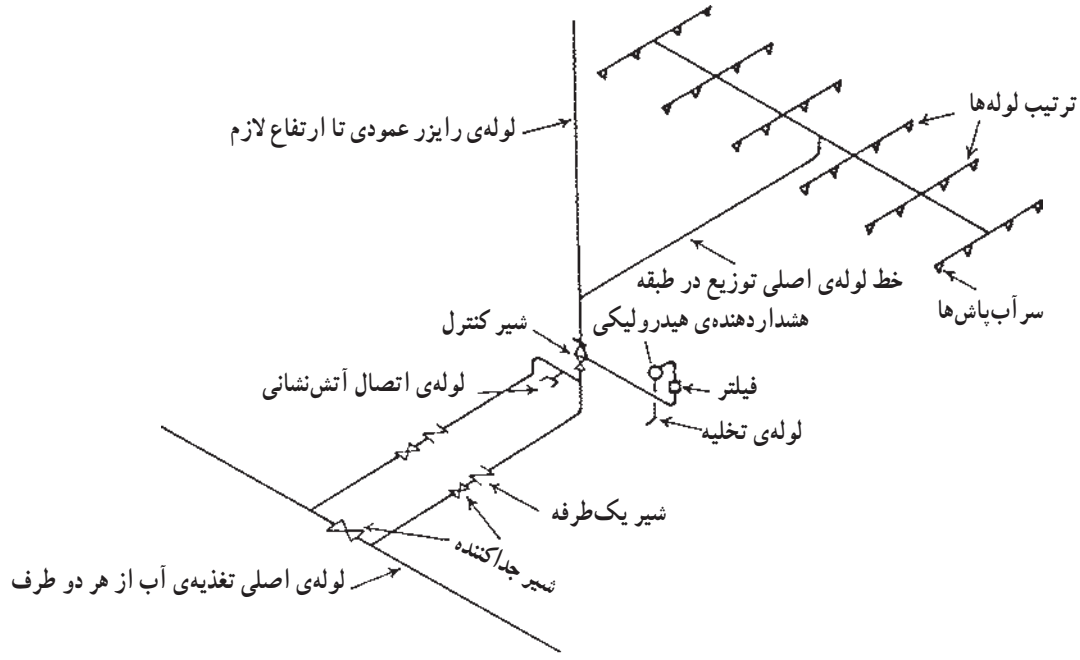
شکل ۶ــ۱۵ یک نمونه لوله‌ی بالادهنده‌ی آب در سیستم لوله‌کشی خشک را ــ همراه با اجزای تشکیل‌دهنده‌ی این شبکه و نحوه‌ی اجرای لوله‌ی برگشت (در صورت لزوم) و چگونگی اتصال لوله‌ی اصلی شبکه به مخزن واسطه و لوله‌ی اصلی آب شهر، همراه با پمپ‌های آتش‌نشانی تغذیه‌ی شبکه ــ نشان می‌دهد.



شکل ۶ــ۱۵ــ لوله‌ی بالادهنده‌ی آب در سیستم لوله‌کشی خشک

سیستم لوله‌کشی خودکار (افشانکی)

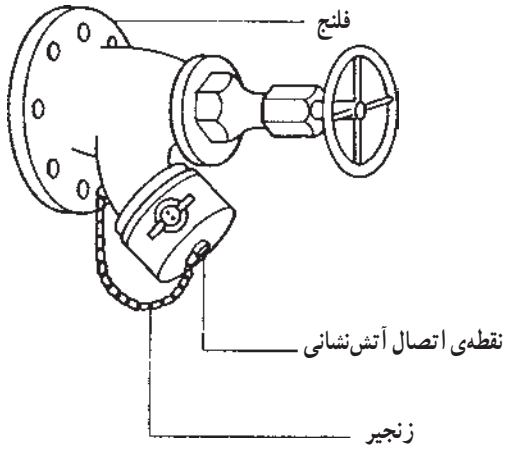
کاربرد سیستم‌های لوله‌کشی آب آتش‌نشانی افشانکی، در اکثر کشورهای جهان، درحال گسترش روزافزون است، زیرا شرکت‌های بیمه ضمن تأکید بر نصب آن‌ها در بیشتر ساختمان‌ها، تخفیفات قابل‌ملاحظه‌ای را نیز در بهای حق بیمه‌ی این‌گونه ساختمان‌ها، برای مشتریان قائل می‌شوند. تأسیسات لوله‌کشی خودکار، مجهّز به یک سیستم لوله‌کشی متّصل به یک مخزن تأمین آبِ مناسب بوده، که لوله‌های آن معمولاً در سرتاسر سطحِ زیر سقف فضایی که باید در مقابل حریق محافظت گردد، نصب می‌شوند. این لوله‌ها در فواصل معیّنی، که بستگی به نوع ساختمان به لحاظ مناطق خطر آتش و نوع مواد ذخیره شده در فضا یا تجهیزات نصب شده در آن دارد، به سر آب‌پاش‌هایی که در برابر حرارت یا دود یا دما حساس هستند، مجهّز می‌گردند. مکانیسم عمل آن‌ها نیز بدین‌صورت است که هنگام وقوع آتش‌سوزی، عنصر حساس تخریب شده و آب به حالت پودر شده از کلیه‌ی سرآب‌پاش‌ها (و یا متناسب با شدت آتش تعدادی از آن‌ها)، به‌طور همزمان کلیه‌ی سطوح آتش را پوشش می‌دهد و موجب خاموش‌شدن آن می‌گردد. شکل ۷ــ۱۵ یک نمونه سیستم لوله‌کشی آب آتش‌نشانی افشانکی مرطوب و اجزای آن و چگونگی اتصال لوله‌ی اصلی به شبکه را نشان می‌دهد.



شکل ۷ــ۱۵ــ نمونه‌ی تأسیسات آب‌پاش مرطوب

۴ــ۷ــ۱۵ــ شیر آتش‌نشانی (Hydrant): هایدرانت نام شیری است که از آن برای برداشت مقادیر زیادی آب استفاده می‌شود. هایدرانت‌های آتش‌نشانی در انواع و اقسام مختلف، جهت نصب در ساختمان‌ها و محوطه‌ی سایت‌ها، برای کاربردهای مختلف وجود دارند. شیرهای آتش‌نشانی که داخل ساختمان‌ها نصب می‌شوند با دو اندازه‌ی $1\frac{1}{2}''$ و $2\frac{1}{2}''$ قابل نصب در جعبه‌ی آتش‌نشانی و یا خارج آن در پاگرد راه‌پله‌ها، ساخته می‌شوند. نحوه‌ی اتصال شیرهای آتش‌نشانی از نوع اتصال کوپلینگی است تا به راحتی و با سرعت، امکان اتصال لوله‌های برزنتی کوپلینگ‌دار به آن‌ها فراهم باشد. در مواقع عادی و عدم کارکرد سیستم، به‌منظور اطمینان از پر نشدن و برای جلوگیری از گرفتگی، توسط اشیای خارجی، دهانه‌ی کوپلینگی با درپوش زنجیردار پوشانده می‌شود. شکل ۸ــ۱۵ یک نمونه شیر

آتش‌نشانی پاگرد را نشان می‌دهد.



شکل ۸ــ۱۵ــ شیر آتش‌نشانی پاگرد

۵ــ۷ــ۱۵ــ جعبه‌ی آتش‌نشانی (Hydrant Fire Box):
جعبه‌ی آتش‌نشانی، یک محفظه‌ی مکعب مستطیل شکل دردار است که در ارتفاع حدود ۱۲۰ سانتی‌متر از کف تمام شده، به دو صورت توکار یا روکار، در محل مناسبی از ساختمان (معمولاً در پاگرد راهروهای طبقات) نصب و وسایل و تجهیزاتی به شرح زیر در آن تعبیه می‌گردد.

۱ــ شیر مخصوص آتش‌نشانی به قطر $1\frac{1}{2}''$ یا $2\frac{1}{2}''$ مطابق طبقه‌های ۱ و ۲.

۲ــ قرقره‌ی ثابت یا گردان جهت نگهداری شیلنگ در مواقع عادی.

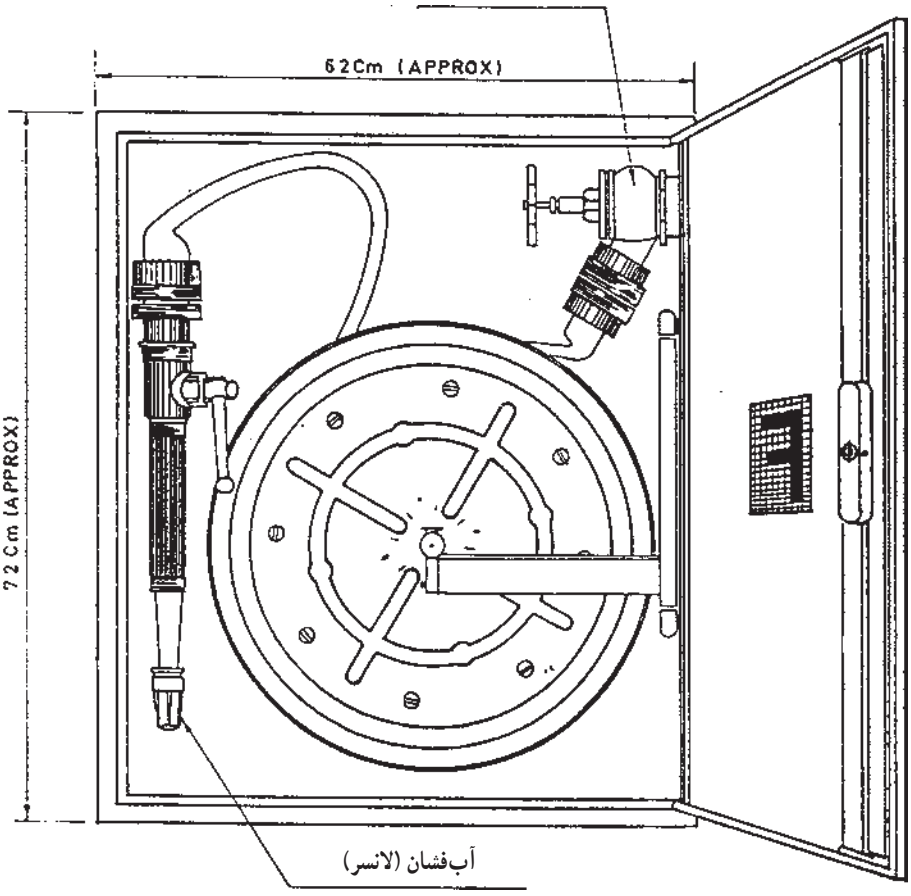
۳ــ شیلنگ برزنتی مخصوص آتش‌نشانی در سایزهای متناسب و به‌طول ۲۰ الی ۳۰ متر.

۴ــ کوپلینگ‌های اتصال لوله‌ی برزنتی به شیر آتش‌نشانی و سر لوله که در دو سر شیلنگ ثابت شده‌اند.

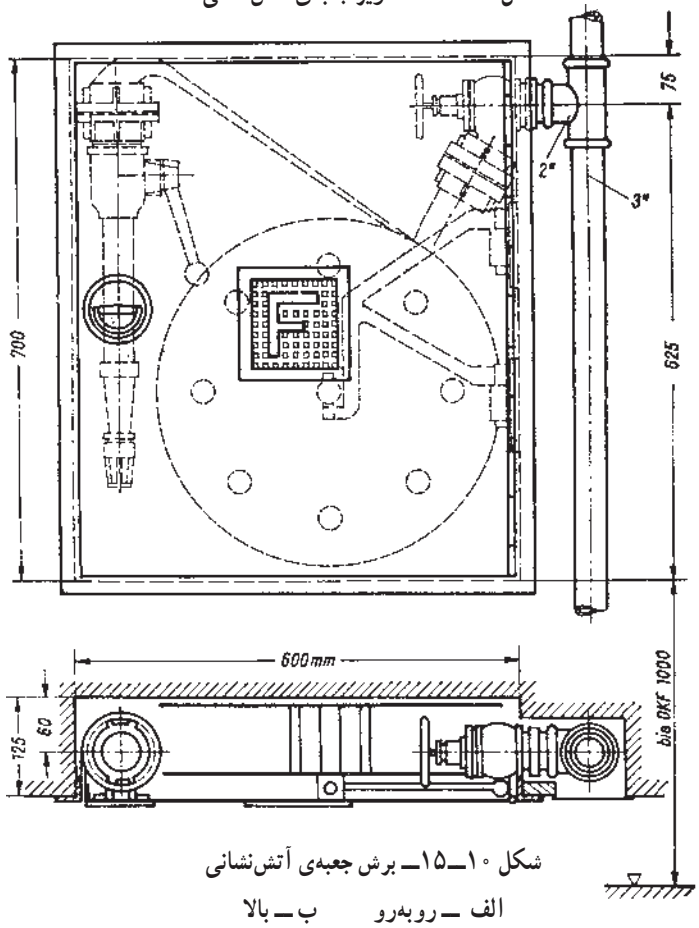
۵ــ سر لوله‌ی شیردار سه حالته (نازل) در اندازه‌های متناسب و مختلف $1''$، $\frac{3}{4}''$، $\frac{5}{8}''$ و $\frac{1}{2}''$.

۶ــ روی در قفل‌دار جعبه، محفظه‌ی کوچکی با درپوش شیشه‌ای وجود دارد که کلید اضطراری مربوط در آن نگهداری می‌شود.

ضمناً عرض جعبه‌های آتش‌نشانی متداول حدود ۶۰ سانتی‌متر، ارتفاع آن‌ها حدود ۷۰ تا ۸۵ سانتی‌متر و عمق آن‌ها حدود ۱۵ سانتی‌متر است. ابعاد نوع روکار معمولاً کمتر از توکار می‌باشد. شکل ۹ــ۱۵ تصویر یک جعبه‌ی آتش‌نشانی و شکل ۱۰ــ۱۵ برش روبه‌رو و بالا و در شکل ۱۱ــ۱۵ جزییات شیلنگ و قرقره‌ی ثابت نشان داده شده است. باید دقت شود که حداکثر فاصله بین دو جعبه‌ی آتش‌نشانی در یک طبقه‌ی ساختمان ۶۰ متر می‌باشد.



شکل ۹ــ۱۵ــ تصویر جعبه‌ی آتش‌نشانی

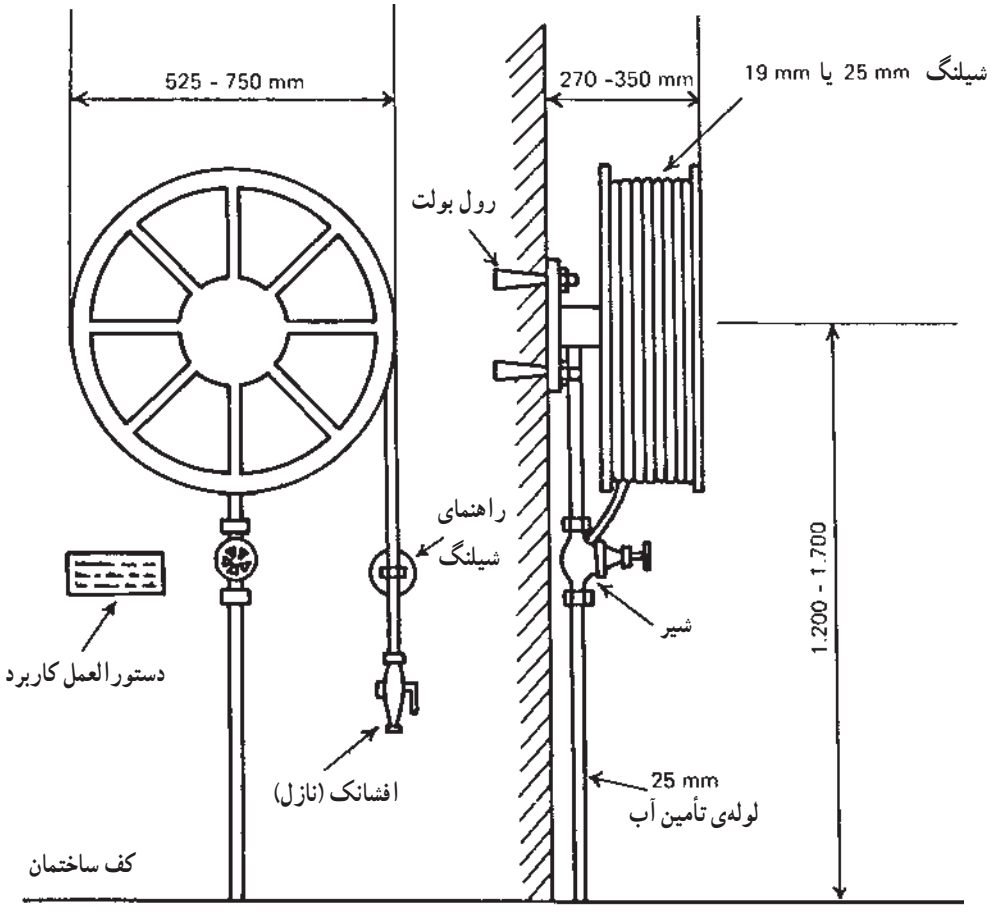


(ب)

(الف)

شکل ۱۰ــ۱۵ــ برش جعبه‌ی آتش‌نشانی

الف ــ روبه‌رو ب ــ بالا



شکل ۱۱ــ۱۵ــ جزییات شیلنگ قرقره‌ی ثابت

نحوه‌ی کاربرد جعبه‌ی آتش‌نشانی: با مشاهده‌ی اولین آثار وقوع آتش، ابتدا به سرعت در جعبه‌ی آتش‌نشانی را باز و شیلنگ را از روی قرقره خارج نموده، ضامن نازل را آزاد می‌کنیم. همزمان پمپ‌های آتش‌نشانی را (به‌صورت خودکار یا دستی) راه‌اندازی و با محکم نگه‌داشتن سرلوله در دست، به‌طرف آتش حمله‌ور می‌شویم. این عمل را، چنانچه ظرف مدت کوتاهی به خاموشی آتش منجر نگردد، تا رسیدن و مشغول شدن مأموران آتش‌نشانی ادامه می‌دهیم.

نکات زیر باید هنگام استفاده از جعبه‌ی آتش‌نشانی رعایت گردد.

۱ــ آموزش‌های لازم به افراد برای به‌کارگیری و بهره‌برداری صحیح از جعبه‌ی آتش‌نشانی داده شده باشد و همیشه افراد دارای مهارت لازم در محل وجود داشته باشند.

۲ــ قبل از به جریان انداختن آب به درون لوله‌ها، ضامن نازل باید در حالت بسته بوده و از کاربرد آن برای بلند کردن و جابه‌جایی لوله و سرلوله جداً خودداری شود.

۳ــ در زمان استفاده باید به‌طور مستمر، وضعیت لوله‌های برزنتی به لحاظ پیچ‌خوردگی و گیر کردن به اشیاء بررسی و نسبت به رفع آن‌ها اقدام شود، زیرا این موارد باعث افت فشار شدید و عدم کارآیی می‌گردد.

۴ــ لوله‌ها باید از مواد نفتی دور نگه‌داشته شود.

۵ــ از پاشیده شدن آب بر روی سیم‌های برق و وسایل الکتریکی به شدّت اجتناب شود.

۶ــ۷ــ۱۵ــ پمپ‌های آتش‌نشانی: فشار لازم برای خروج آب از جعبه‌ی آتش‌نشانی با ۲۰ الی ۳۰ متر شیلنگ، حدود ۳ الی ۴ اتمسفر (معادل ۳۰ الی ۴۰ متر ستون آب) است. به این‌مقدار، افت‌های شبکه را نیز باید اضافه کرد. چنانچه چنین فشاری در شبکه‌ی لوله‌کشی موجود نباشد، ناگزیر از

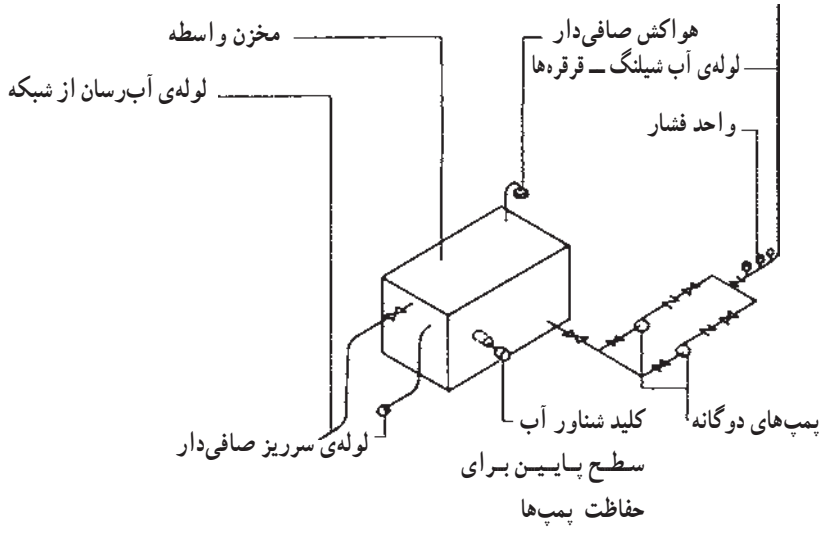
به‌کارگیری پمپ‌های مخصوص آتش‌نشانی برای تأمین آب اطفاء حریق در ساختمان می‌باشیم.

پمپ‌های آتش‌نشانی از نوع گریز از مرکز بوده و از آنجا که برای هر هایدرانت جعبه‌ی آتش‌نشانی متناسب با قطر آن حداقل ۱۰۰G.P.M و حداکثر ۲۵۰G.P.M آب لازم است و از طرفی باید پیش‌بینی آب برای کاربرد حداقل سه جعبه، در زمان احتمال وقوع آتش بشود، لذا به‌طور معمول باید از چند پمپ با دور موتور ۲۹۰۰R.P.M، به‌طور موازی، استفاده شود تا از یک‌طرف امکان تأمین آب مورد نیاز فراهم شود و از طرف دیگر ظرفیت و قدرت پمپ‌ها خیلی زیاد نشود. در این‌حالت نصب شیر یک‌طرفه، علاوه بر شیر فلکه و لرزه‌گیر در دهش پمپ، و شیر فلکه و صافی و لرزه‌گیر در مکش پمپ، الزامی است.

همچنین با نصب کلید فشار (P.S) در خروجی پمپ‌ها، سیستم کنترل آن‌ها طوری طراحی می‌شود که هرگاه فشار سیستم به نقطه‌ای پایین‌تر از فشار موردنیاز برسد، پمپ‌ها به‌طور خودکار روشن می‌شوند. به همین دلیل برای اجتناب از خاموش و روشن شدن متوالی پمپ‌ها، از یک پمپ کوچک‌تر برای ثابت نگه‌داشتن فشار و به‌صورت موازی با دیگر پمپ‌ها، تحت عنوان Jockey Pump استفاده می‌شود.

تعداد پمپ‌های آتش‌نشانی حداقل دو دستگاه است که یک‌دستگاه آن به عنوان یدکی در نظر گرفته می‌شود و چنانچه احتمال قطعی برق وجود داشته باشد، باید یک دستگاه پمپ بنزینی یا دیزلی و یا یک دستگاه ژنراتور دیزلی (برای تأمین برق اضطراری)، پیش‌بینی و نصب شود.

شکل ۱۲ــ۱۵ نحوه‌ی بستن دو پمپ آتش‌نشانی، به‌صورت موازی را نشان می‌دهد که در آن آب از یک مخزن مکش شده و به درون شبکه‌ی آتش‌نشانی فرستاده می‌شود.



شکل ۱۲ــ۱۵ــ پمپ آتش‌نشانی

۷ــ۷ــ۱۵ــ مخازن ذخیره‌ی آب آتش‌نشانی: چنانچه در شهر سیستم مستقل لوله‌کشی آب آتش‌نشانی یا ایستگاه پمپاژ مرکزی وجود نداشته باشد و مجاز به استفاده از شبکه‌ی لوله‌کشی آب شهر برای فرونشاندن آتش ساختمان‌ها نیز نباشیم، در این‌صورت باید برای تأمین آب آتش‌نشانی، مخزن ذخیره‌ی آب در ساختمان پیش‌بینی کرد.

ظرفیت این مخزن باید به میزانی باشد که پاسخ‌گوی حداقل ۳۰ دقیقه مصرف آب موردنیاز پمپ‌ها، جهت تغذیه‌ی سه عدد هایدرانت جعبه‌ی آتش‌نشانی که احتمال استفاده از آن‌ها زیاد است، باشد. استانداردهای مختلف حجم مخزن را با توجه به برآورد خود از آب مورد نیاز برای هر هایدرانت آتش‌نشانی، به‌میزان‌های متفاوتی پیشنهاد نموده‌اند. در هر صورت، این میزان

از ۳۰ مترمکعب نباید کمتر باشد. مخازن آب آتش‌نشانی حتی‌الامکان باید از جنس بتنی و در غیر این صورت از ورق گالوانیزه، مطابق استانداردها، ساخته شوند.

۸ــ۷ــ۱۵ــ لوله‌ها و اتصالات سیستم‌های آتش‌نشانی: با توجه به فشارهای نسبتاً زیاد موردنیاز در شبکه‌ی لوله‌کشی آب آتش‌نشانی، لوله‌ها و اتصالات این شبکه باید دارای ویژگی‌های خاص و مناسبی باشند. مؤسسات استاندارد، براساس پیش‌بینی‌های خود، ویژگی‌های نسبتاً متفاوتی را برای لوله‌ها و اتصالات آتش‌نشانی تعریف نموده‌اند. بعضی مؤسسات، کاربرد لوله‌های فولادی سفید (گالوانیزه) با فیتینگ پیچی (دنده‌ای) را پیشنهاد داده‌اند. بعضی دیگر بر استفاده از لوله‌های فولادی سیاه بدون درز (مانسمان) با فیتینگ جوشی تأکید کرده‌اند.

در حال حاضر، در پروژه‌های ساختمانی بزرگ کشور، کاربرد لوله‌های فولادی سیاه بدون درز متداول است که با توجه به ضرورت تحمل فشارهای بالا منطقی‌تر می‌نماید.

در هر صورت، چنانچه لوله‌کشی آب آتش‌نشانی، مستقیماً از شبکه‌ی لوله‌کشی آب شهری تغذیه می‌شود و فشار خیلی بالایی به آن اعمال نمی‌شود، کاربرد لوله‌های گالوانیزه با اتصالات دنده‌ای مناسب بوده و در غیر این‌صورت باید از لوله‌ی سیاه بدون درز (مانسمان) استفاده گردد.

۹ــ۷ــ۱۵ــ محاسبات لوله‌کشی آتش‌نشانی: لوله‌کشی آب آتش‌نشانی با رعایت اصول و مبانی محاسباتی زیر انجام می‌گردد.

۱ــ به‌ازای هر شیر آتش‌نشانی $1\frac{1}{2}''$ با قطر نازل $\frac{1}{2}''$ در فشار خروجی ۶۵P.S.i (۴۵m.W.C) ، ۶۰G.P.M آب منظور می‌گردد.

۲ــ به‌ازای هر شیر آتش‌نشانی $1\frac{1}{2}''$ با قطر نازل $\frac{7}{8}''$ در فشار خروجی ۲۵P.S.i (۱۸m.W.C) ، ۱۰۰G.P.M آب منظور می‌گردد.

۳ــ به‌ازای هر شیر آتش‌نشانی $2''$ با قطر نازل $\frac{3}{4}''$ در فشار خروجی ۶۵P.S.i (۴۵m.W.C) ، ۱۲۵G.P.M آب منظور می‌گردد.

۴ــ به‌ازای هر شیر آتش‌نشانی $2\frac{1}{2}''$ با قطر نازل $1''$ در فشار خروجی ۶۵P.S.i (۴۵m.W.C) ، ۲۵۰G.P.M آب منظور می‌گردد.

قابل ذکر است که مبنای محاسباتی در این کتاب، ردیف‌های ۲ و ۴ فوق‌الذکر می‌باشد. با در نظر گرفتن مبانی مذکور، می‌توان قطر لوله‌های رایزرهای عمودی آتش‌نشانی در ساختمان‌های مرتفع را به شرح زیر انتخاب نمود :

۱ــ قطر لوله‌ی قائم آتش‌نشانی برای ساختمان‌های تا ارتفاع ۱۵متر (۴طبقه)، معادل $2''$ منظور می‌شود.

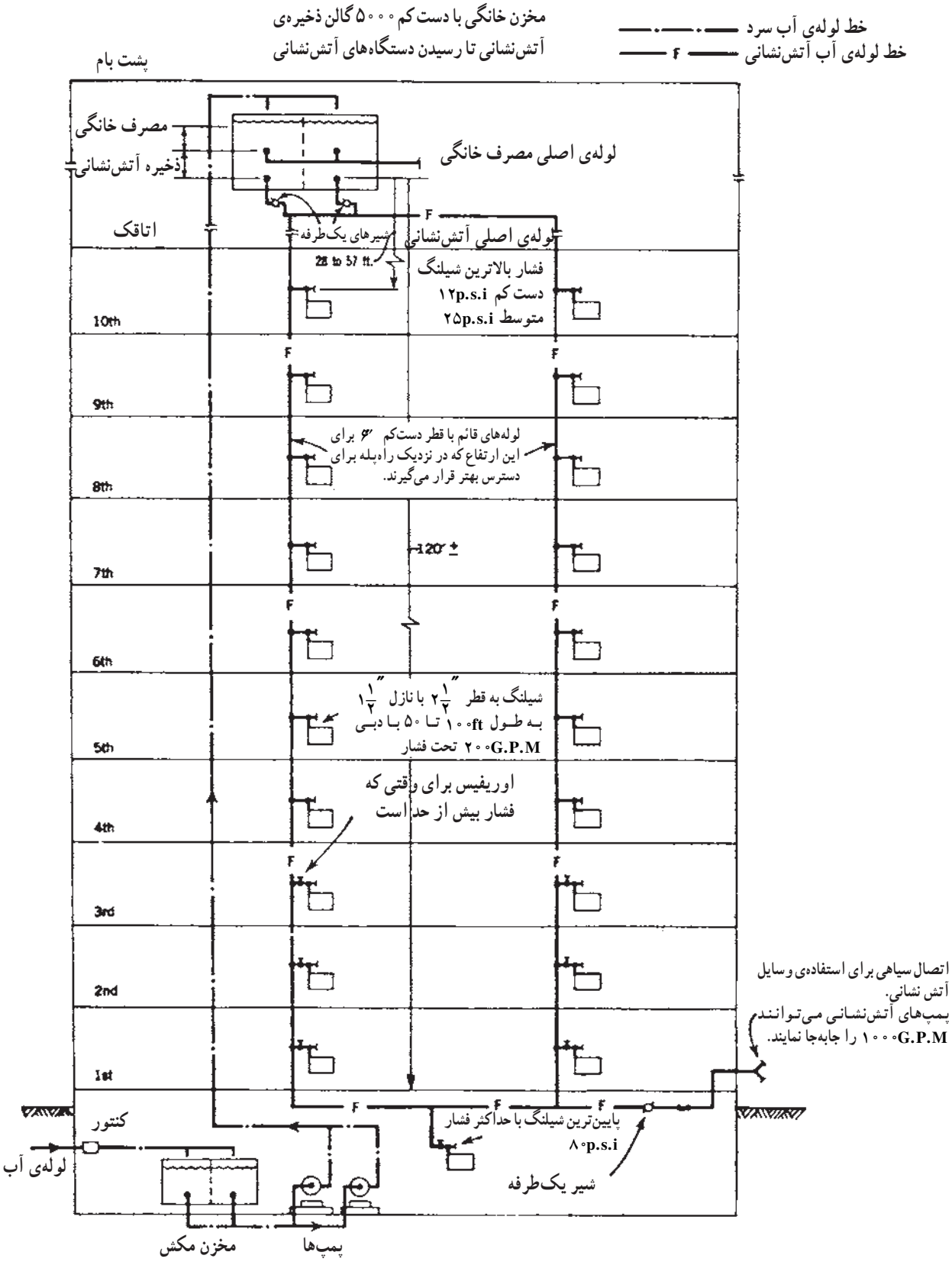
۲ــ قطر لوله‌ی قائم آتش‌نشانی برای ساختمان‌های تا ارتفاع ۲۲/۵متر (۶طبقه)، معادل $4''$ منظور می‌شود.

۳ــ قطر لوله‌ی قائم آتش‌نشانی برای ساختمان‌های با ارتفاع بیشتر از ۲۲/۵متر، معادل $6''$ منظور می‌شود.

در هر صورت مقدار جریان آب در رایزر لوله‌ی اصلی آتش‌نشانی از ۲۵۰G.P.M کمتر نخواهد بود.

۱۰ــ۷ــ۱۵ــ تست شبکه: پس از اتمام لوله‌کشی و بعد از آن به مدت حداقل هر ۶ ماه یک بار، بایستی کلیه‌ی خطوط شبکه به مدّت ۲۴ساعت و تا ۱/۵ برابر فشار کار سیستم (حداقل ۱۵۰P.S.i)، تحت تست تحمّل فشار قرار گیرد.

۱۱ــ۷ــ۱۵ــ نمونه‌ی نقشه‌ی لوله‌کشی آتش‌نشانی: در شکل ۱۹ــ۱۵ یک نمونه دیاگرام لوله‌کشی آب آتش‌نشانی یک ساختمان را مشاهده می‌کنید. هنرآموزان محترم ضمن محاسبه و تشریح آن برای هنرجویان، از آنان بخواهند که نقشه‌های مشابهی را که خودشان تهیه می‌نمایند، محاسبه و تشریح نمایند.



شکل ۱۳ــ۱۵ــ دیاگرام لوله‌کشی آتش‌نشانی

پرسش

۱ــ حریق را تعریف کنید.
۲ــ چگونگی ایجاد حریق (مثلث آتش) را توضیح دهید.
۳ــ هوا و حرارت دو عامل از عوامل حریق می‌باشند، آن‌ها را شرح دهید.
۴ــ گروه‌های مختلف مواد سوختنی را تشریح کنید.
۵ــ طبقه‌بندی حریق را بیان کنید.
۶ــ روش‌های جلوگیری از ایجاد حریق را بیان کنید.
۷ــ نکات ایمنی در ارتباط با جلوگیری از حریق را بیان کنید.
۸ــ طراحی سیستم‌های حریق را توضیح دهید.
۹ــ طبقه‌بندی مناطق خطر را توضیح دهید.
۱۰ــ روش‌های اطفاء حریق را شرح دهید.
۱۱ــ خاموش‌کننده‌های دستی را تعریف کنید.
۱۲ــ انواع خاموش‌کننده‌های دستی را بیان کنید.
۱۳ــ کپسول آتش‌نشانی دی‌اکسیدکربن را توضیح دهید.
۱۴ــ نکات ایمنی در مورد کاربرد کپسول آتش‌نشانی دی‌اکسیدکربن را بنویسید.
۱۵ــ کپسول‌های آتش‌نشانی فوم را توضیح دهید.
۱۶ــ کپسول‌های آتش‌نشانی پودرهای شیمیایی را شرح دهید.
۱۷ــ اطفاء حریق با گازهای هالون را توضیح دهید.
۱۸ــ نکات کلی در مورد خاموش‌کننده‌های دستی را بیان کنید.
۱۹ــ روش اطمینان از شارژ خاموش‌کننده‌ها را توضیح دهید.
۲۰ــ اطلاعاتی را که باید روی خاموش‌کننده‌ها درج شود توضیح دهید.
۲۱ــ سیستم‌های اطفاء حریق با آب و نیز مزایا و معایب آب جهت اطفاء حریق را توضیح دهید.
۲۲ــ شبکه‌های لوله‌کشی با آب را شرح دهید.
۲۳ــ کلاس‌های لوله‌کشی آب آتش‌نشانی را بیان کنید.
۲۴ــ انواع سیستم‌های لوله‌کشی آب آتش‌نشانی را بیان کنید.
۲۵ــ سیستم لوله‌کشی مرطوب را شرح دهید.
۲۶ــ سیستم لوله‌کشی خشک را توصیف کنید.
۲۷ــ سیستم لوله‌کشی خودکار (افشانکی) را شرح دهید.
۲۸ــ شیرهای آتش‌نشانی را توضیح دهید.
۲۹ــ جعبه‌های آتش‌نشانی را توصیف کنید.
۳۰ــ نحوه‌ی کاربرد جعبه‌های آتش‌نشانی را تشریح کنید.
۳۱ــ پمپ‌های آتش‌نشانی را شرح دهید.

۳۲ــ مخازن ذخیره‌ی آب آتش‌نشانی را توضیح دهید.
۳۳ــ لوله‌ها و اتصالات سیستم‌های لوله‌کشی آب آتش‌نشانی را توضیح دهید.
۳۴ــ مبانی محاسبات لوله‌کشی آب آتش‌نشانی را بیان کنید.
۳۵ــ چگونگی محاسبه و انتخاب قطر لوله‌های آب آتش‌نشانی را توضیح دهید.
۳۶ــ تست شبکه‌ی لوله‌کشی آب آتش‌نشانی را شرح دهید.
۳۷ــ یک نمونه نقشه‌ی لوله‌کشی آب آتش‌نشانی را تشریح کنید.

منابع و مآخذ

منابع فارسی

۱ــ آب‌رسانی شهری، مهندس محمدتقی منزوی، مؤسسه انتشارات، چاپ و نشر دانشگاه تهران.

۲ــ تکنولوژی حریق، دکتر علی‌اصغر شیمی، انتشارات دانشکده‌ی معماری دانشگاه شهید بهشتی.

۳ــ حفاظت و ایمنی آتش، انتشارات شرکت‌خانه‌سازی ایران.

۴ــ آتش‌سوزی و اطفاء حریق، مجید سوادکوهی، دفتر خدمات مشتریان بوتان گاز استان اصفهان (۱۳۷۶).

۵ــ طراحی سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی ساختمان، ترجمه ؛ مهندس عبدالرضا دیوسالار، انتشارات دانشگاه شهید رجایی (۱۳۷۹).

۶ــ تکنولوژی لوله‌کشی، ترجمه اردشیر اطیابی، چاپ مهارت (۱۳۷۲).

۷ــ لوله‌کشی، ترجمه سالم پرهامی، انتشارات دهخدا.

۸ــ تأسیسات مکانیکی ساختمان، سیدعلی عمادالسّاداتی (۱۳۷۲).

۹ــ تأسیسات و تجهیزات ساختمان، ترجمه دکتر هوشنگ طالع، انتشارات مجتمع آموزش صنعتی کشور (۱۳۵۷).

۱۰ــ محاسبات فنی، کد ۳۵۶، صمد خادمی اقدم و بهروز نصیری زنوزی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۱۱ــ آتش‌نشانی آقایان لطیف احراری، پرویز باورصاد احمدی و علی جولایی، انتشارات شرکت چاپ

و نشر کتاب‌های درسی ایران (۱۳۷۲).
۱۲ــ مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث شانزدهم، تأسیسات بهداشتی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی.
۱۳ــ تأسیسات آب و فاضلاب کد ۴۶۰/۲، امیرلیلاز مهرآبادی و محسن جعفرآبادی، شرکت چاپ نشر کتاب‌های درسی ایران.
۱۴ــ مجله حرارت و برودت، مقالات مهندس قربانعلی میرزازاده.
۱۵ــ موازین فنی ورزشگاه‌های کشور، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.
۱۶ــ راهنمای محاسبات تأسیسات مکانیکی ساختمان، مهندس یوسف یشمی.
۱۷ــ درس فنی، سال اوّل، رشته‌ی تأسیسات، کد ۴۱۵/۳، مهندس سیدحسن میرمنتظری، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۱۸ــ تکنولوژی تأسیسات بهداشتی ۱ کد ۴۷۰/۳، مهندس اصغر قدیری مقدم، شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران.
۱۹ــ تأسیسات بهداشتی ۲، کد ۴۶۴/۳، محمدحسین نجاریان، علی‌رئیسی شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۲۰ــ کتاب تأسیسات، جواد مهینی تهرانی، شرکت انتشارات میقات.
۲۱ــ مشخصات فنی عمومی، تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها، نشریه ۱۲۸، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.
۲۲ــ کاتالوگ‌های شرکت‌های داخلی.
۲۳ــ تأسیسات بهداشتی ساختمان، کد ۳۵۹/۳۹، کمیسیون تخصصی رشته‌ی تأسیسات، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

منابع لاتین

1- ASHREA HAND BOOK SYSTEMS.

2- WATER TREATMENT HANDBOOK DEGREMONT.

3- PLUMBING BY HAROLD E. BOBBITT MCGRAW-HILL BOOK COMPANY.

4- BASIC PLUMBING LYNNE GILBERG SUNSET PUBLISHING CORPORATION.

5- BUILDING TECHNOLOGY MECHANICAL AND ELECTRICAL SYSTEMS WILLIAM J. MCGUINNESS.

6- MECHANICAL ENGINEERING SERVICES R .D TRELOAR BSP PROFESSIONL BOOKS .

7- PLUMBING INSTANT ANSWERS R .DODGE WOODSON. MCGRAW-HILL

8- UNIFORM PLUMBING CODE 2000 EDITION