

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی عمران

درس شبکه های آب و فاضلاب

(مدرس: حمیدرضا صفوی)

لوله ها و شیرآلات در شبکه های آبرسانی

(تدوین: محمدعلی گرانمهر)

فروردین ماه ۱۳۹۶

جنس لوله ها

نکات مهم در زمان مطالعات و طراحی:

- امکان تهیه در محل و یا از نزدیک ترین فاصله
- **ضریب زبری هیدرولیکی مناسب بسته به نوع لوله و یا پوشش داخلی آن**
- امکان آسیب پذیری لوله به هنگام حمل و نقل، ریسه کردن و کارگذاری لوله، یا به علت ضربات هیدرولیکی ناشی از تغییر جریان و یا ضربات خارجی
- **مسایل مربوط به نصب، تعمیرات و نگهداری**
- تغییر قطر و ضریب زبری در اثر رسوبگذاری
- **قیمت تمام شده مشتمل بر اجرای پوشش های لازم**
- مقاومت در مقابل فشارهای داخلی و ضربه قوچ (چکش آبی)
- **مقاومت در مقابل بارهای خارجی و انتخاب بسترسازی با تکیه گاه مناسب**
- سهولت حمل و نقل و هزینه های مرتب بر آن

جنس لوله ها

ادامه نکات مهم در زمان مطالعات و طراحی:

- مقاومت در برابر عوامل خورنده از داخل و خارج لوله و انتخاب پوشش و حفاظ تهای مناسب با توجه به میزان خوردندگی محیط
- تغییر شکل پذیری لوله در مقابل نیروهای خارجی هنگام حمل و نصب و اثر آن بر روی پوشش داخلی
- محدودیت قطر
- مشکل شناور شدن لوله در مناطق باتلاقی و مناطق با سطح بالای آب زیرزمینی
- افزایش هزینه ها جهت بسترسازی مناسب
- تغییر مقاومت فشاری لوله در اثر تغییر درجه حرارت آب و محیط
- مقاومت در مقابل عوامل محیطی
- امکان عبور از مناطق پر پیچ و خم کوهستانی
- حساسیت لوله در مقابل نشست غیرهمگن
- سهولت نصب استاندارد انشعابات خانگی

جنس لوله ها

ویژگی لوله ها:

- قطر اسمی (قطر نامی) [Nominal Diameter (ND)] : قطر داخلی لوله
- **قطر واقعی : قطر خارجی لوله**
- فشار اسمی (فشار نامی) [Nominal Pressure (NP)] : فشاری که لوله در دمای ۲۰ درجه سلسیوس تحمل می کند. لوله در بازار با این فشار شناخته می شود.
- **فشار کار [Working Pressure (WP)] : فشاری که لوله در زمان سرویس دهی تحمل می کند.**
- **فشار آزمایش [Testing Pressure (TP)] : فشاری که لوله تحت آزمایش و خارج از حالت الاستیک تحمل می کند. حدود ۱.۵ تا ۲ برابر فشار اسمی است.**
- **فشار نهایی (ترکیدن) [Bursting Pressure (BP)] : بیشترین فشاری که لوله در لحظه ترکیدن می تواند تحمل کند.**

جنس لوله ها

انواع لوله

- ساختار پلاستیکی

- پی وی سی PVC
- سی پی وی سی C-PVC
- یو پی وی سی U-PVC
- پلی اتیلن PE
- جی آر پی GRP

- ساختار سفالی

- ساختار فلزی

- چدن
- چدن نشکن
- فولادی

- ساختار سیمانی

- آزیست سیمان
- بتن مسلح
- بتن پیش تنیده

نشریه ۳۰۳ : مشخصات فنی عمومی کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب شهری، ۱۳۸۴

جنس لوله ها

لوله های چدن (Cast Iron Pipes):

- جنس: ترکیبات گرافیت سوزنی شکل (شکننده است)
- قطر های ۴۰ تا ۱۲۰۰ میلی متر (در ایران ۸۰ تا ۷۰۰ میلی متر)
- کلاس های تحمل فشار
 - کلاس LA : حداکثر تا ۸ اتمسفر تحمل می کند.
 - کلاس A : حداکثر تا ۱۰ اتمسفر تحمل می کند.
 - کلاس B : حداکثر تا ۱۲ اتمسفر تحمل می کند.



$$\begin{aligned}1 \text{ atm} &= 10.33 \text{ mH}_2\text{O} \\ &= 1.013 \text{ bar} \\ &= 101325 \text{ Pa}\end{aligned}$$

جنس لوله ها

لوله های چدن نشکن (Ductile Iron Pipes):

- جنس: ترکیبات گرافیت کروی شکل (مشکل شکنندگی بر طرف شده است)
- قطر های ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی متر
- فشار اسمی: ۱۰ ، ۱۶ ، ۲۵ اتمسفر
- مناسب برای خطوط انتقال



جنس لوله ها

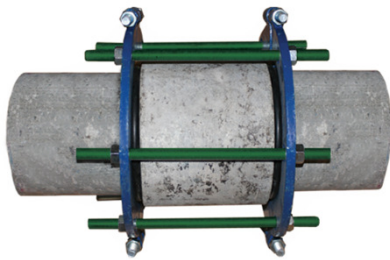
لوله های فولادی (Steel Pipes):

- استاندارد API و ASTM
- در انواع قطرها تولید می شود.
- برای فشارهای بیشتر از ۱۶ اتمسفر تولید می شود.
- مناسب برای خطوط انتقال اصلی (پر فشار) و مناطق کوهستانی
- انعطاف پذیر، قابل برش و جوش دادن
- در مقابل اسید، یخ زدگی و زنگ زدگی ضعیف است.
- حتما حفاظت کاتدی نیاز دارد.
- الاستیک و مقاوم در برابر ضربه قوچ



جنس لوله ها

لوله های آزیست سیمان (Asbestos Cement Pipes):

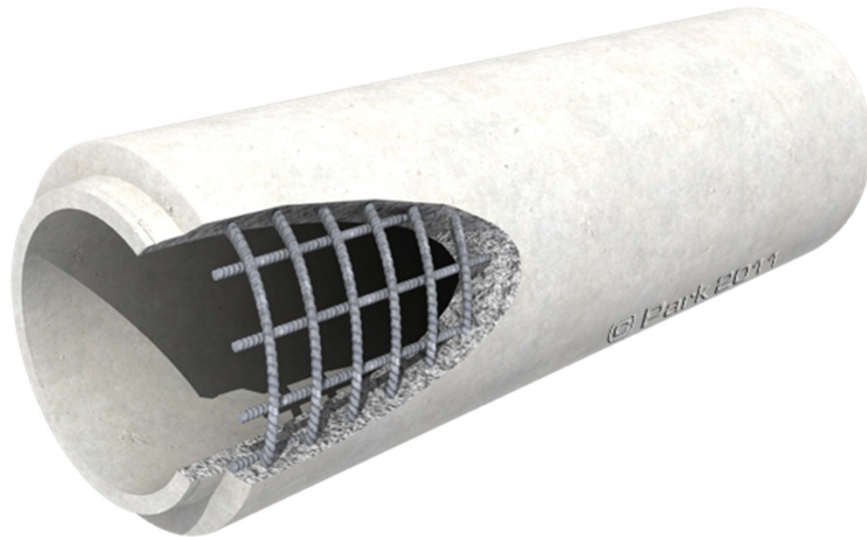


- قطر ۶۰ تا ۲۵۰۰ میلی متر
- کلاس های تحمل فشار
 - کلاس B : حداکثر تا ۶ اتمسفر تحمل می کند.
 - کلاس C : حداکثر تا ۹ اتمسفر تحمل می کند.
 - کلاس D : حداکثر تا ۱۲ اتمسفر تحمل می کند.
- ارزان و فراوان در ایران
- محدودیت در برخی طرح ها به دلیل توپوگرافی
- مقاومت پایین در برابر ضربه قوچ
- شکنندگی و انعطاف پذیری پایین
- خطر عدم آب بندی و تلفات آب (قیر اندود)
- اتصالات: مانشون و واشر لاستیکی
- نصب سریع و آسان

جنس لوله ها

لوله های بتن آرمه (Reinforced Concrete Pipes):

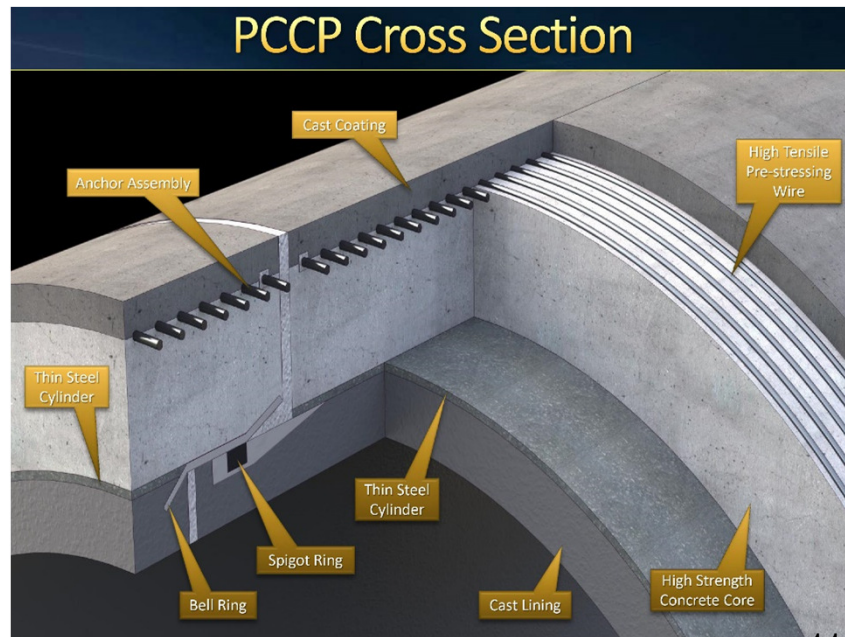
- قطر های بیشتر از ۵۰۰ میلی متر
- فشارهای درونی کمتر از ۱۰ اتمسفر (ضعف بتن در کشش)
- طراحی بر اساس تحمل مقدار بار خارجی و نیروی داخلی ناشی از فشار آب
- اگر احتمال آسیب توسط آب زیرزمینی وجود داشته باشد، باید از سیمان ضد سولفات استفاده شود.



جنس لوله ها

لوله های بتن پیش تنیده (Pre-stressed Concrete Pipes):

- قطر های بیشتر از ۵۰۰ میلی متر
- فشارهای درونی تا ۸۰ اتمسفر
- بسیار سنگین است. هزینه حمل و نقل بالاست.



جنس لوله ها

لوله های PVC یا پلیکا (Polyvinyl Chloride Pipes):

- حساس در برابر یخ زدگی و نور مستقیم خورشید
- فشارهای اسمی ۶ و ۱۰ و ۱۶ اتمسفر
- قطرهای ۱۶ تا ۴۰۰ میلیمتر
- طول های ۶ تا ۱۲ متر
- عمدتاً در تاسیسات داخل ساختمان استفاده می شود.
- کاربرد چندانی در شبکه توزیع آب ندارد.



جنس لوله ها

لوله های U-PVC (Unplasticized Polyvinyl Chloride Pipes):

- مقاوم در برابر رسوب، اسید، کلر و مواد شیمیایی
- فشارهای اسمی ۱۰ تا ۱۶ اتمسفر
- افت فشار کم



جنس لوله ها

لوله های پلی اتیلن (Polyethylene Pipes) PE:

- در برابر خوردگی مقاوم است. ولی نسبت به گرما حساس است (کاهش فشار اسمی).
- وزن کم، حمل و نقل آسان و ارزان
- اتصال، نصب، تعمیر و تعویض به سادگی انجام می پذیرد.
- جداره داخلی صاف و در نتیجه ضریب اصطکاک کمتری نسبت به سایر لوله ها دارد.
- الاستیک است و در برابر ضربه قوچ آسیب نمی بیند.
- فشارهای تا ۶ و ۱۰ و ۱۶ اتمسفر
- ممکن است در اثر اشیاء تیز، سوراخ شود.



جنس لوله ها

لوله های GRP (Glass-fiber Reinforced Polyester Pipes):

- از جنس الیاف شیشه و رزین پلی استر
- مناسب برای شبکه های آب و فاضلاب و آبهای سطحی و زهکشی و آبیاری
- مقاومت بالا در برابر خوردگی
- سطح داخلی صاف و اصطکاک کم
- مقاومت ضربه ای کم
- در قطرهای بزرگتر از ۵۰۰ میلی متر و خطوط انتقال آب یا خطوط فاضلاب تحت فشار توجیه اقتصادی دارد.



جنس لوله ها

لوله های سفالی:

- مناسب برای دفع فاضلاب (به ویژه مناطق روستایی)
- مناسب برای زهکشی زمین های زراعی یا جاده ها
- قطرها از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی متر
- مقاوم در برابر خوردگی شیمیایی
- ضعیف در برابر نشت، ضربه، ارتعاش و تحمل بارهای زیاد



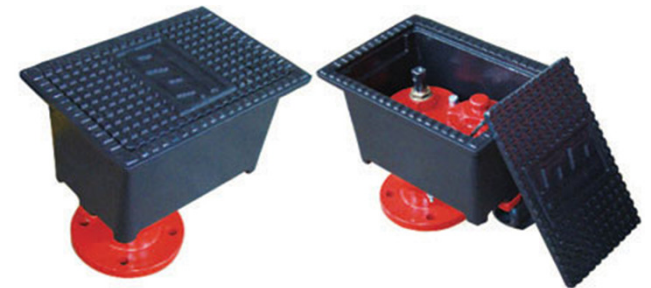
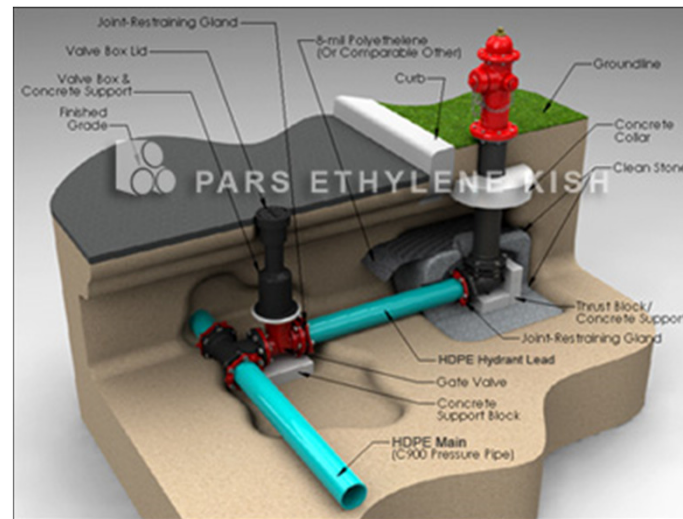
شیرهای شبکه های آبرسانی

آتش نشانی

• انواع شیر آتش نشانی

- رو زمینی (ایستاده)

- زیر زمینی



آتش نشانی

• مناطق از نظر خطر آتش سوزی

- **زیاد** (مناطق حساس و متراکم تجاری و صنعتی، بازار و مناطق مسکونی با تراکم زیاد)

• فاصله شیرهای آتش نشانی باید به نحوی باشد که در هر نقطه بتوان حداکثر از فاصله ۷۵ متری (با کمک شیلنگ) آب مورد نیاز برای آتش نشانی را از شبکه توزیع آب تامین کرد.

• در مراکزی که احتمال آتش سوزی های بزرگ وجود دارد (مثل انبار کالاهای قابل اشتعال)، باید ۲ الی ۳ شیر آتش نشانی در اطراف آنها پیش بینی شود.

- **متوسط** (مثل مناطق مسکونی و تجاری با تراکم متوسط)

• فاصله شیرهای آتش نشانی باید به نحوی باشد که در هر نقطه از شهر بتوان حداکثر از فاصله ۱۰۰ متری (با کمک شیلنگ) آب مورد نیاز برای آتش نشانی را از شبکه توزیع آب تامین کرد.

آتش نشانی

• مناطق از نظر خطر آتش سوزی

- کم (مثل مناطق مسکونی با تراکم کم)

- فاصله شیرهای آتش نشانی باید به نحوی باشد که در هر نقطه از شهر بتوان حداکثر از فاصله ۱۵۰ متری (با کمک شیلنگ) آب مورد نیاز برای آتش نشانی را از شبکه توزیع آب تامین کرد.

- بسیار کم

- فاصله شیرهای آتش نشانی بیشتر از حالت قبل در نظر گرفته می شود.

آتش نشانی

• نکات مهم در مورد جایگزاری شیرهای آتش نشانی

- در چهارراه های اصلی باید حداقل یک شیر آتش نشانی ایستاده وجود داشته باشد. در چهارراه های بزرگ با ترافیک سنگین حداقل دو شیر آتش نشانی ایستاده در دو سمت متقابل چهارراه نصب شود.
- در مجاورت مراکز عمومی بزرگ از قبیل بیمارستان ها، سینماها، مدارس و غیره، باید حداقل یک شیر آتش نشانی ایستاده نصب شود.
- در مجاورت ایستگاههای پمپ بنزین و گاز باید حداقل دو شیر آتش نشانی ایستاده وجود داشته باشد.

آتش نشانی

- حداکثر دبی قابل برداشت از هر شیر آتش نشانی
 - مناطق با خطر آتش سوزی بسیار کم : ۷ لیتر بر ثانیه از هر شیر
 - مناطق با خطر آتش سوزی کم : ۱۰ لیتر بر ثانیه از هر شیر
 - مناطق با خطر آتش سوزی متوسط: ۱۵ لیتر بر ثانیه از هر شیر
 - مناطق با خطر آتش سوزی زیاد : ۲۰ لیتر بر ثانیه از هر شیر

شیرها (Valves)

- وظایف

- کنترل دبی
- قطع و وصل جریان
- جلوگیری از جریان برگشتی
- کنترل فشار
- تخلیه هوا

- طبقه بندی بر اساس نوع بهره برداری

- کنترل دستی
- کنترل خودکار

انواع شیرها

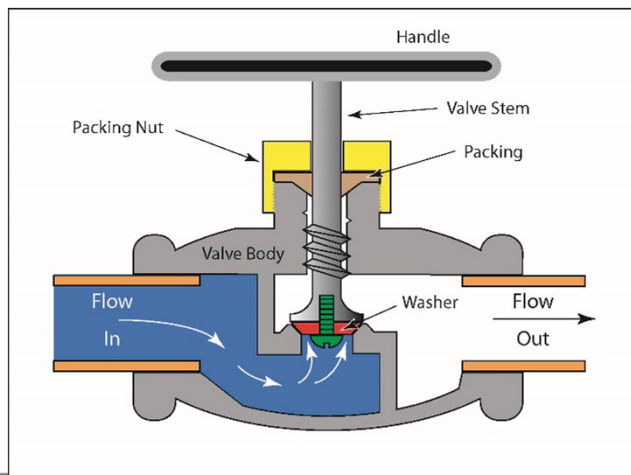
- شیرهای با کنترل دستی (Manual valves)
 - کشویی (Slide valves)
 - دروازه ای (Gate valves)
 - انسداد محوری (Closing-down valves)
 - بشقابی (Globe valves)
 - پیستونی (Piston valves)
 - سوزنی (Needle valves)
 - چرخشی (Rotary valves)
 - توپی (Plug valves)
 - کروی (Ball valves)
 - پروانه ای (Butterfly valves)
 - بدنه انعطافی (Flex-body valves)
 - فشردنی (Pinch valves)
 - دیافراگمی (Diaphragm valves)

انواع شیرها

- شیرهای خودکار (Automatic valves)
 - شیرهای یک طرفه
 - یک طرفه بالارونده
 - یک طرفه بادبزی
 - یک طرفه دورانی
 - شیرهای فشار شکن (Pressure relief valves)
 - شیرهای کاهشنده فشار (Pressure reducing valves: PRV)
 - شیرهای نگهدارنده فشار (Pressure sustaining valves)
 - شیرهای اطمینان (Safety valves)
 - دیسک های شکستنی (Rupture discs)
 - شیرهای هوا
 - شیرهای تخلیه هوا یا هواگیری (Air release valves)
 - شیرهای خلاء (Air vacuum valves)
 - سایر
 - شیرهای کنترل سطح آب (Float controlled valves)
 - شیرهای کنترل ارتفاع (Altitude valves)
 - شیرهای کنترل دبی (Flow control valves)
 - شیرهای شستشو (Blow-off valves)

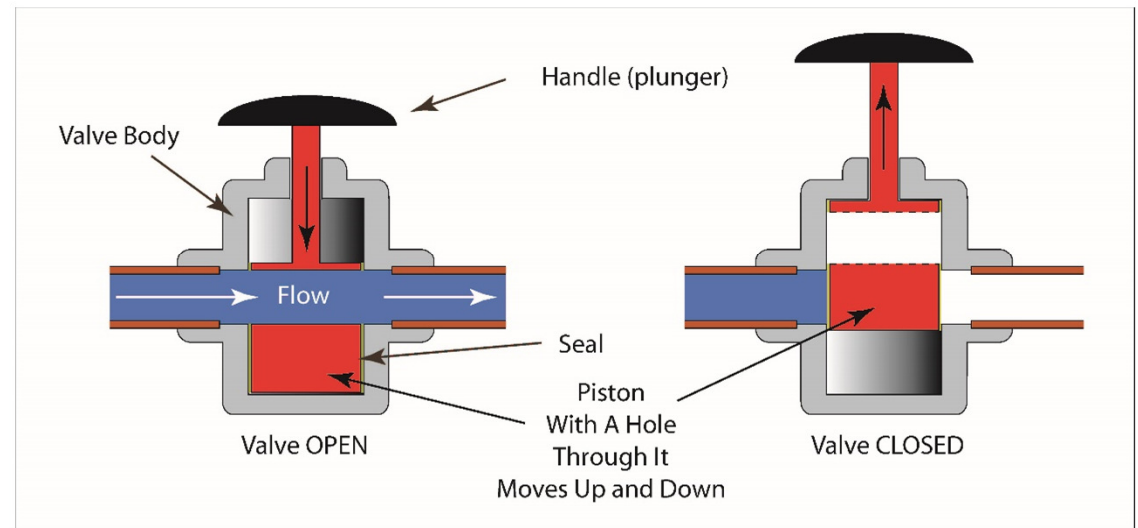
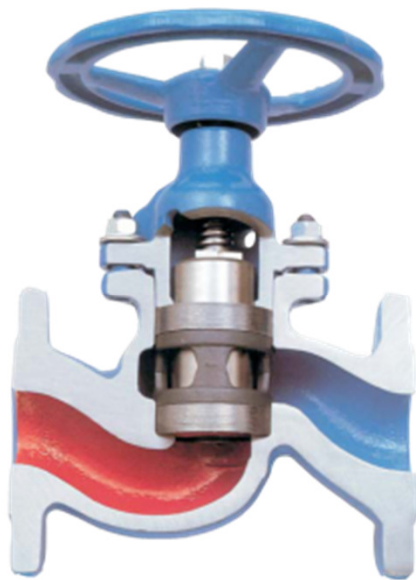
شیرهای بشقابی

- بسیار متداول
- مناسب برای تنظیم جریان و کنترل دبی
- به دلیل چرخش جریان، افت هد دارد.
- مناسب برای قطع و وصل جریان (مشروط به این که افت هد زیادی نداشته باشد)
- مناسب برای تخلیه جریان (استهلاک کمی در سرعت‌های بالا دارد)
- برای سیال با مواد جامد (فاضلاب) مناسب نیست.



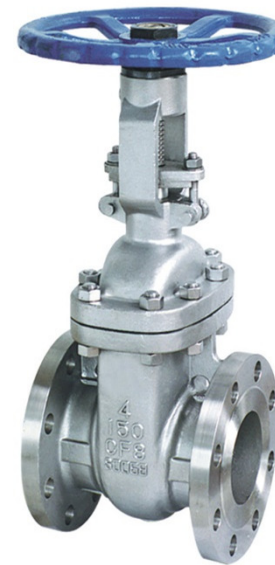
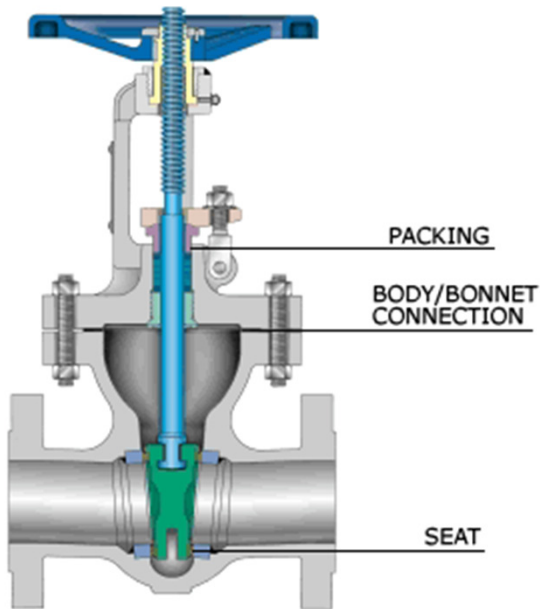
شیرهای پیستونی

- مناسب برای قطع و وصل کردن جریان
- مناسب برای تنظیم دبی
- برای سیال با مواد جامد (جریان فاضلاب) نیز مناسب است.



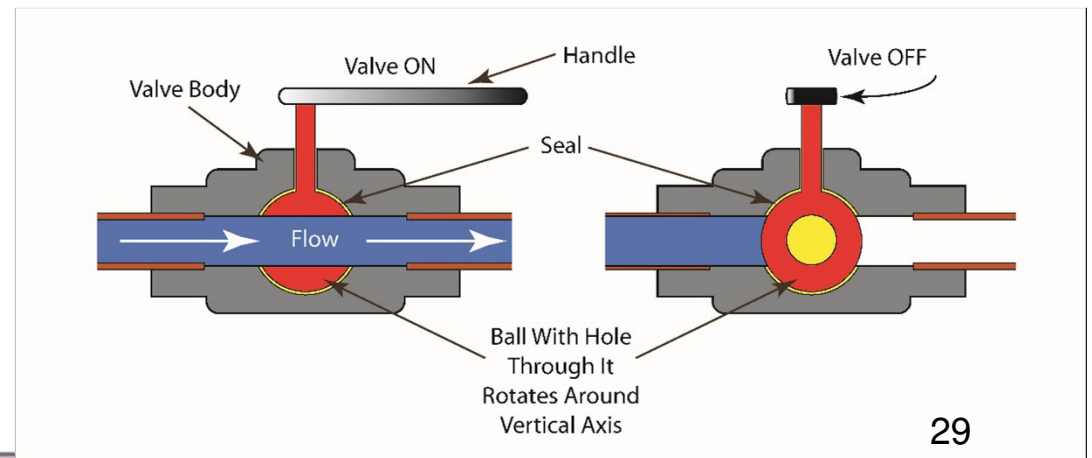
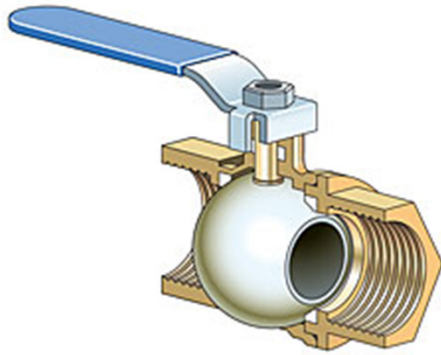
شیرهای دروازه ای (کشویی)

- افت هد کم
- مناسب برای قطع و وصل جریان
- برای کنترل جریان مناسب نیستند.
- برای سیال با مواد جامد (جریان فاضلاب) نیز مناسب است.
- ارزان قیمت



شیرهای کروی (شیر یک چهارم دور)

- برای سیال با مواد جامد (جریان فاضلاب) نیز مناسب است.
- افت فشار اندک
- مناسب برای قطع و وصل جریان



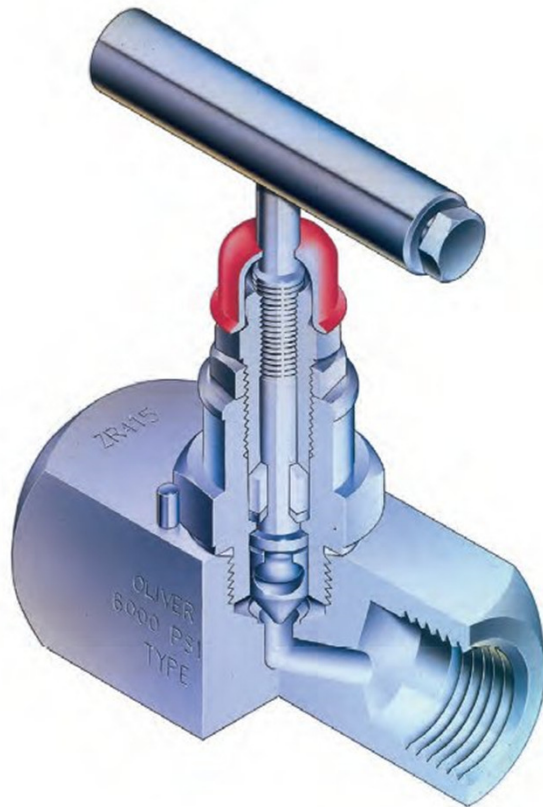
شیرهای پروانه ای

- برای سیال با مواد جامد (جریان فاضلاب) نیز مناسب است.
- افت هد کم
- مناسب برای قطع و وصل جریان
- مناسب برای تنظیم دبی
- وزن کمی دارد.
- فضای کمی اشغال می کند.



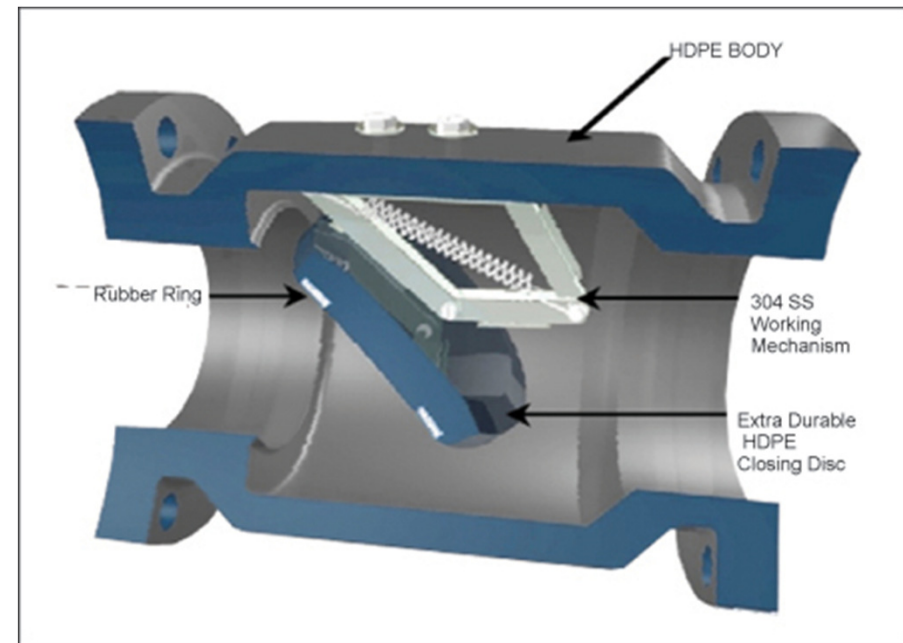
شیرهای سوزنی

- شبیه شیرهای بشقابی
- برای سیال با مواد جامد (فاضلاب) اصلا مناسب نیست.
- مناسب برای تنظیم دقیق دبی
- بسیار ظریف و کوچک
- افت فشار ایجاد می کند.



شیرهای یک طرفه

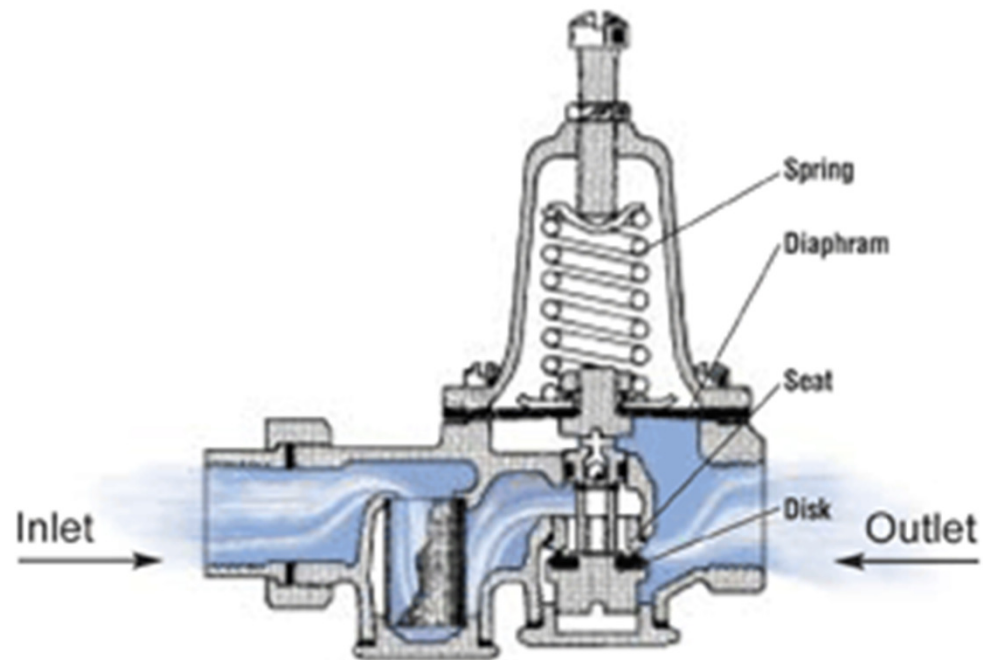
- جریان فقط یک طرفه خواهد بود.
- در انشعابات ورودی منازل استفاده می شود.
- در لوله خروجی پمپ باید استفاده شود.



شیرهای فشار شکن (PRV)

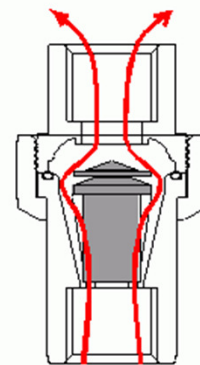
• انواع:

- مکانیکی (کنترل توسط فنر)
- الکتریکی (کنترل توسط سنسور)

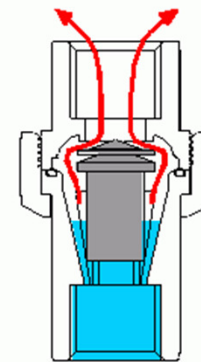


شیرهای هواگیری

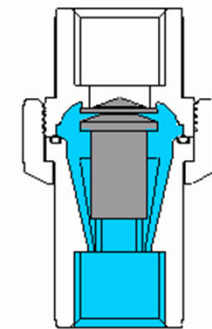
- تخلیه هوای لوله های شبکه (به ویژه در شروع بهره برداری)



OPEN
air under pressure
flows out



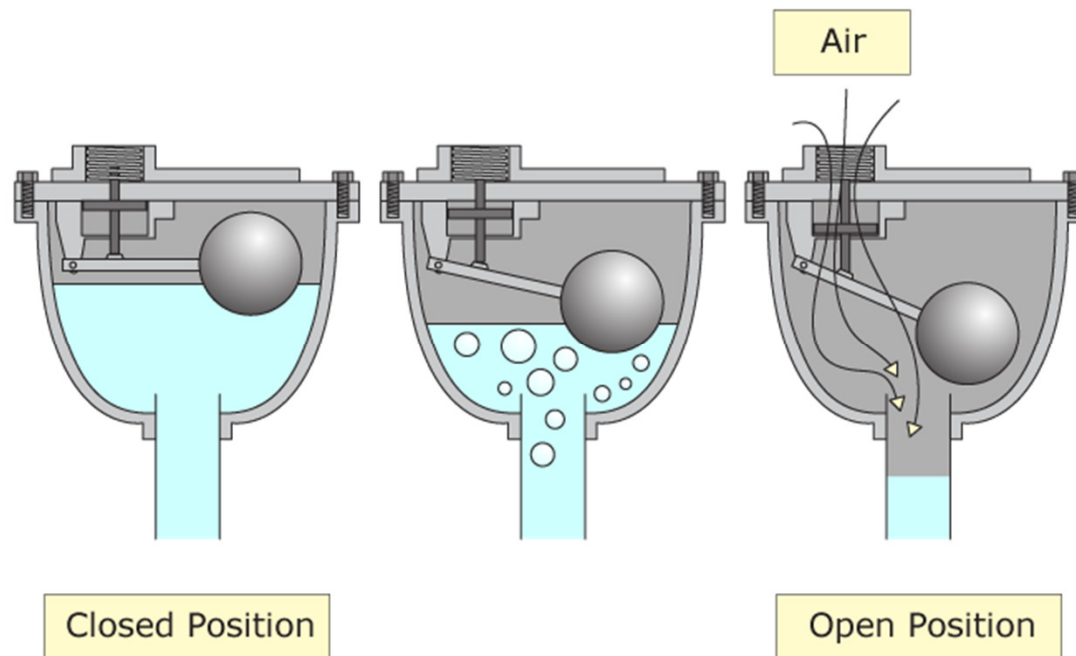
CLOSING
liquid causes poppet to rise ;
air under pressure
still flows out



CLOSED
as liquid continues
to rise , poppet seals
against orifice

شیرهای خلاء

- ورود هوا به لوله های شبکه جهت جلوگیری از ایجاد خلاء
- زمانی که آب سریعاً از شبکه خارج می شود یا پمپ در هنگام قطع برق خاموش می شود.



کارگذاری شیرها

- ورود و خروج جریان در هر منطقه ایزوله، باید توسط شیرهای قطع و وصل کنترل شود.
- مرتفع ترین نقطه خط لوله، باید شیر هواگیری داشته باشد. در نقطه اتصال شیر هوا، شیر قطع و وصل نیز لازم است. در صورت استفاده از پمپ در شبکه، وجود شیر خلاء لازم است. توصیه می شود در این حالت از شیرهای خودکار استفاده شود.
- گودترین نقطه خط لوله، باید شیر تخلیه جریان و رسوبات داشته باشد.
- نقاطی که فشار بیشتر از حد مجاز می شود، ضمن بررسی سایر روش ها (تغییر مکان یا ارتفاع مخزن، اصلاح سیستم تامین فشار شبکه و ...)، به عنوان آخرین گزینه از شیر فشار شکن استفاده شود.
- در لوله خروجی پمپ، باید از شیر یک طرفه استفاده شود.

پایان