



**Namatek**

True Education

# Industrial Valves Road Map

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

مرجع شیرآلات صنعتی

## فهرست مطالب

۱. شیر صنعتی چیست؟
۲. تاریخچه شیرآلات صنعتی
۳. قطعات اصلی شیرآلات صنعتی
۴. انواع شیرآلات صنعتی
۵. استانداردهای رایج شیرآلات صنعتی
۶. تست و بازرسی شیرآلات صنعتی
۷. انبارش، نصب و راه اندازی شیرآلات صنعتی
۸. انواع عیوب رایج در شیرآلات صنعتی
۹. عیب یابی و تعمیرات انواع شیرآلات صنعتی

در مقاله مرجع شیرآلات صنعتی می خواهیم به سراغ یکی از پرکاربردترین قطعات مکانیکی برویم، یعنی شیرها. شیرها ادواتی مکانیکی هستند که وظیفه قطع، وصل و تنظیم جریان سیال (مایعات و گازها) را بر عهده دارند. شیرها در صنایع مختلف از جمله نفت و گاز کاربرد دارند و حتی در علم پزشکی هم از شیرها استفاده می کنیم.

برای مثال از شیرهای یکطرفه در دریچه قلب افراد بیمار استفاده می شود. در حال حاضر تقریباً ۱۰ الی ۱۵ درصد از شیرآلات مورد نیاز کشورمان توسط صنایع داخلی و ۸۵ الی ۹۰ درصد از طریق واردات تامین می شود.

بنابراین ما باید اطلاعات فنی خود را در این زمینه بالا ببریم تا هم بتوانیم شیرهای با کیفیت تولید و هم شیرهای با کیفیت وارد کشور بکنیم.

هدف ما در مقاله مرجع شیرآلات صنعتی، آشنایی شما با انواع شیرآلات صنعتی و افزایش سطح دانش فنی شما در این زمینه می باشد؛ همراه ما باشید.



**آنچه در مرجع شیرآلات صنعتی خواهیم خواند:**

۱. شیر صنعتی چیست؟

۲. تاریخچه شیرآلات صنعتی
۳. قطعات و اجزا اصلی شیرآلات صنعتی
۴. انواع شیرآلات صنعتی
۵. استانداردهای رایج در صنعت شیرآلات
۶. تست و بازرسی شیرآلات صنعتی
۷. حمل، نگهداری و نصب شیرآلات صنعتی
۸. انواع عیوب رایج در شیرآلات صنعتی
۹. عیب یابی و تعمیرات انواع شیرهای صنعتی
۱۰. عملگرها (Actuators)
۱۱. رشته مرتبط و بازار کار

## شیر صنعتی چیست؟ (What is an industrial valve)

در آغاز مقاله مرجع شیرآلات صنعتی تعریف کوتاهی از یک شیر صنعتی ارائه می دهیم.

شیرها وسایلی هستند که برای کنترل و مهار فشار و جریان سیال استفاده می شوند و از این بابت تفاوتی میان شیرآلات صنعتی و خانگی نیست. وظایف اصلی شیر شامل موارد زیر است:

- جلوگیری از بازگشت سیال عبور کرده از محل تقاطع شیر
- تنظیم دبی و فشار سیال عبوری
- قطع و وصل کردن کامل جریان (عملکرد سوئیچینگ)
- ایمن نگه داشتن و کنترل دستگاه های تحت فشار

# تاریخچه شیرآلات صنعتی (History of industrial valves)



در ابتدای مسیر شناخت شیرآلات صنعتی می خواهیم به تاریخچه شیرها در مرجع شیرآلات صنعتی نگاهی بیندازیم. تاریخچه شیرها به ده هزار سال قبل باز می گردد، زمانی که انسان مشغول کشاورزی به روی زمین خود بود. از ابتدای عصر تمدن، کشاورزان جهت جابجایی آب از رودخانه به زمین های کشاورزی از ظرفی استفاده می کردند که توسط انسان یا حیوان حمل می شد؛ اما به دلیل سختی حمل و نقل آب به این طریق، برخی از کشاورزان به دنبال روش های جدیدی جهت رساندن آب به زمین های کشاورزی بودند. محققان احتمال می دهند اولین ایده ساخت شیر زمانی در ذهن کشاورزان جرقه زد که مشاهده کردند درختان شکسته و شاخ و برگ آنان در مسیر نهر ها و رودخانه ها افتاده اند و جلوی عبور آب را گرفته اند.

در آن زمان بود که انسان برای اولین بار به فکر ساختن کانال و جوی آب و همچنین استفاده از قانون جاذبه زمین، جهت جابجایی و انبارش آب افتاد. انسان ها با الگوبرداری از شاخ و برگ های شکسته که به روی نهرها افتاده بودند و اجازه عبور آب را نمی دادند، اولین مجرا بندهای مکانیکی را ساختند.

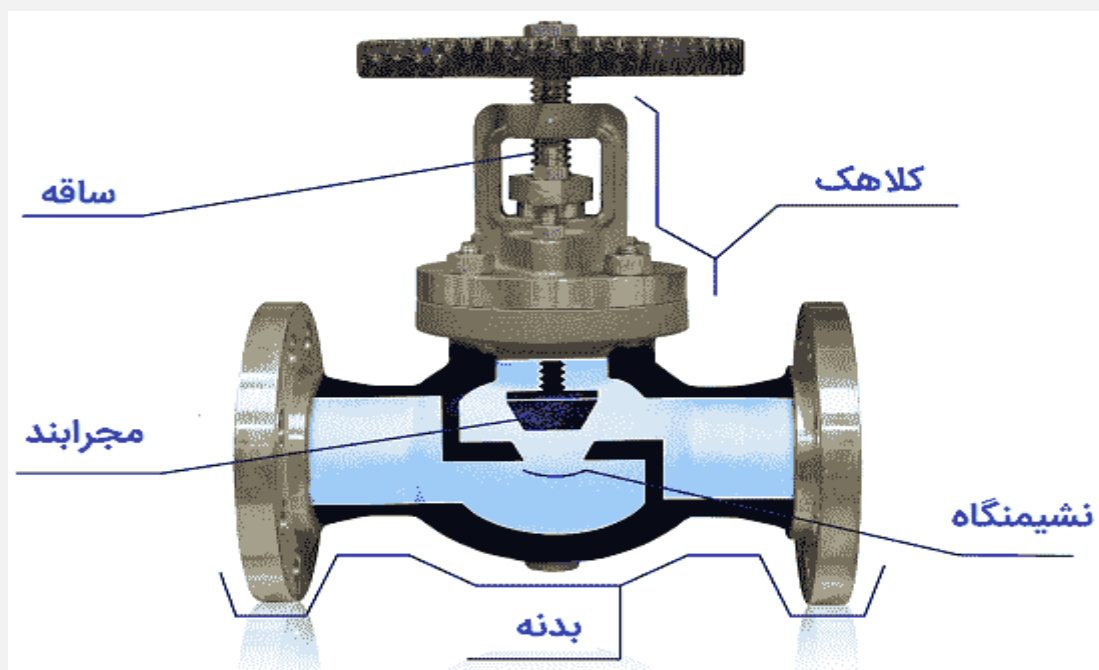


اولین شیر شبیه به شیر دروازه ای که باستان شناسان پیدا کردند، متعلق به مصریان اطراف رود نیل می باشد.

قدمت این شیر به ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح باز می گردد. در ادامه مرجع شیرآلات صنعتی با شیر دروازه ای آشنا خواهیم شد.

سال ها گذشت و در دوره رنسانس داوینچی با ایجاد علم مکانیک سیالات، قدم مهمی در راه تولید شیرهای صنعتی به شکل امروزی برداشت. سپس با ایجاد ماشین های بخار بود که اولین شیرهای صنعتی امروزی به صورت جدی تولید شدند.

## قطعات اصلی شیرآلات صنعتی (Main Part of industrial valves)



بعد از آگاهی از تاریخچه شیرها لازم است که به شناخت قطعات اصلی آن ها در مرجع شیرآلات صنعتی بپردازیم.

اجزای اصلی شیرآلات صنعتی به صورت کلی عبارتند از:

- بدنه (Body)
- کلاهک (Bonnet)
- ساقه یا شفت (Stem)
- دیسک یا مجرا بند (Disc)
- نشیمگاه (Seat)
- تریم (Trim)
- عملگر دستی یا غیر دستی (Handwheel or Actuator)

## بدنه (Body)



بدنه شیر، پوسته اصلی شیر می باشد که قطعات شیر در داخل آن قرار گرفته اند و سیال با فشار از داخل آن عبور می کند. بنابراین بدنه شیر باید بتواند فشار سیال عبوری را تحمل کند.

دمای سیال و مواد تشکیل دهنده بدنه، جزو پارامتر های مهم در میزان تحمل فشار سیال عبوری از بدنه شیر می باشند.

یکی دیگر از ویژگی های مهمی که باید بدنه شیر داشته باشد، مقاومت در برابر خوردگی (شیمیایی یا سایشی) سیال عبوری می باشد.

## کلاهک (Bonnet)

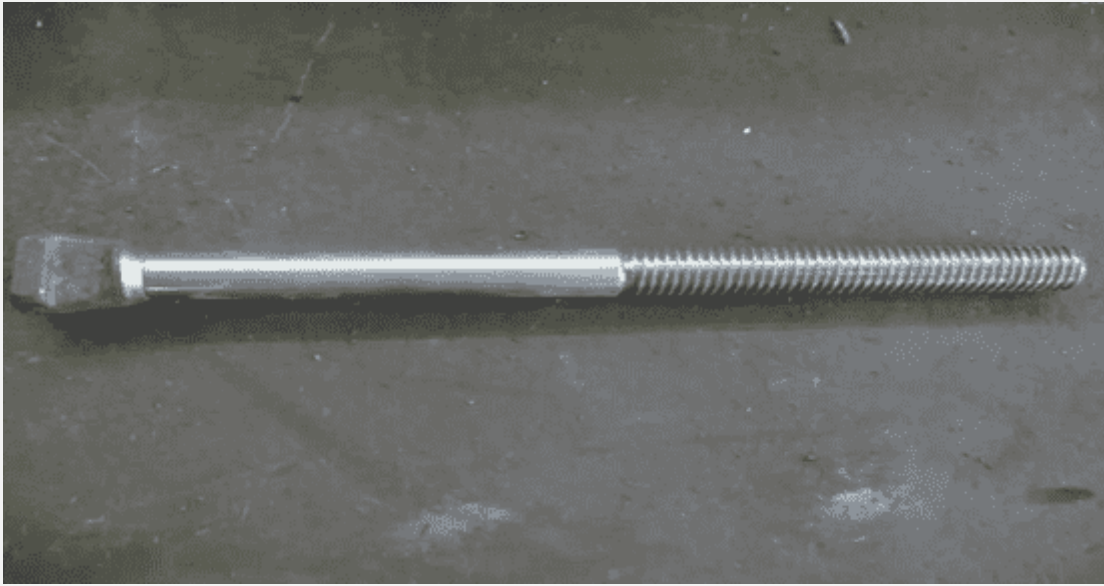


بانگ یا کلاهک شیر بالای بدنه شیر بسته می شود و دارای یک سوراخ جهت قرارگیری شفت (Stem) می باشد.

مواد تشکیل دهنده کلاهک شیر نیز دقیقاً همانند مواد تشکیل دهنده بدنه شیر می باشد.

بنابراین کلاهک شیر نیز باید تحمل فشار سیال عبوری و مقاومت در برابر خوردگی سیال عبوری را داشته باشد.

## ساقه یا شفت (Stem)



ساقه یا شفت شیر، قطعه ای از شیر می باشد که نیروی جابجایی مجراند را جهت باز و بست کردن شیر، از خارج شیر به داخل شیر منتقل می کند. بخشی از ساقه، داخل شیر و بخشی در خارج شیر قرار دارد. ایستم جز قطعات متحرک شیر می باشد. به این قطعه تنش های کششی، فشاری و همچنین گشتاور وارد می شود؛ بنابراین ایستم باید قدرت تحمل این تنش ها و گشتاورهای وارده را داشته باشد و تا حدودی در برابر خوردگی مقاوم باشد.

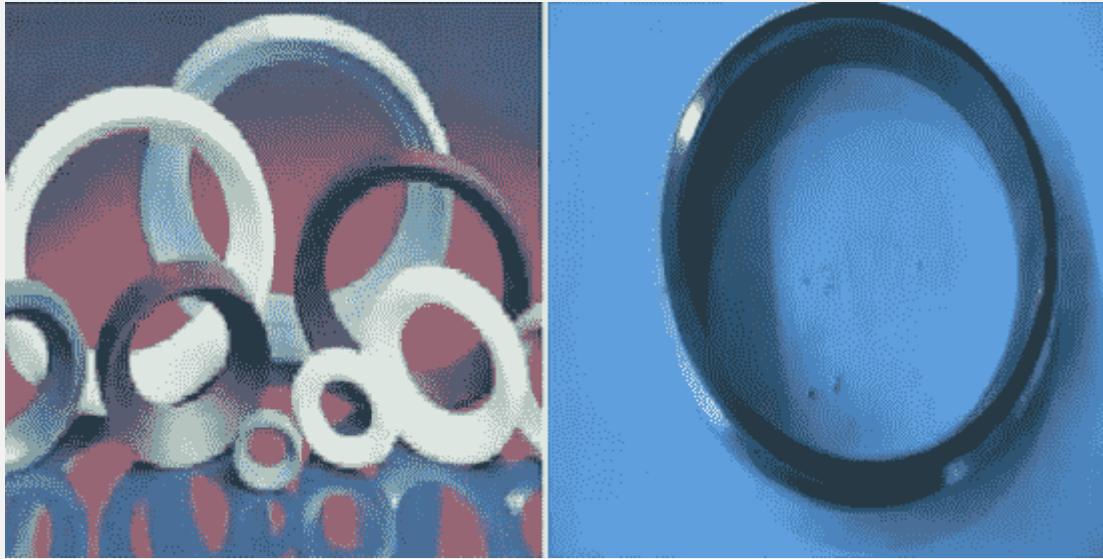
## دیسک یا مجرا بند (Disc)



مجرابند، قطعه ای در داخل شیر است که توسط شفت (استم) جا به جا می شود. شیر با جا به جا شدن مجرابند، از حالت باز به بسته و بالعکس تغییر وضعیت می دهد.

مجرابند ها می توانند به شکل های مختلفی از جمله دیسک، توپی، مخروط ناقص و غیره ساخته شوند.

## نشیمنگاه (Seat)



نشیمنگاه، قطعه ای هست که در داخل بدنه شیر قرار گرفته است. با قرارگیری مجرابند به روی نشیمنگاه، آب بندی در شیر ایجاد می شود. به عنوان مثال می توان شیشه کناری خودرو که باز و بست می شود را به مجرابند و لاستیک های اطراف شیشه خودرو را به نشیمنگاه تشبیه کرد. معمولا نشیمنگاه ها به صورت حلقه ای ساخته می شوند. نشیمنگاه ها بسته به نوع شیر می توانند از جنس فلزی و یا غیر فلزی (مانند تفلن، لاستیک و غیره) باشند.

## تریم (Trim)

به مجموعه قطعات داخلی شیر که وظیفه آب بندی در شیر را بر عهده دارند، تریم گفته می شود. این مجموعه قطعات شامل، ساقه، دیسک یا مجرابند و نشیمنگاه می شود. به طور کلی، حرکات پایه ای و کنترل جریان در یک شیر، به دلیل وجود تریم می باشد.

## عملگر دستی یا غیر دستی (Handwheel or Actuator)

عملگر یک شیر، محرک دیسک و ساقه می باشد. در واقع عملگرها یک دستگاه یا مکانیزمی هستند که شیر را از بیرون کنترل می کنند.

عملگرها می توانند به صورت دستی و یا غیر دستی باشند.

همان طور که از نام عملگر دستی مشخص است، این عملگرها به کمک نیروی دست عمل می کنند و ورود و خروج جریان به شیر را کنترل می نمایند. در مورد عملگرهای غیر دستی یا اتوماتیک و انواع آن ها به طور مفصل در بخش ۵-۸ صحبت خواهیم کرد.

نکته بسیار با اهمیت در مورد تمامی عملگرها این است که بعضی از شیرها می توانند دارای عملگر نباشند؛ زیرا این شیرها از داخل و به صورت خودکار خودشان را کنترل می کنند.

برای مثال شیر یکطرفه که در ادامه مرجع شیرآلات صنعتی کاملا با آن آشنا خواهیم شد، می تواند عملگر نداشته باشد.

## انواع شیرآلات صنعتی (types of industrial valves)



در ابتدای راه شناخت انواع شیرآلات صنعتی، لازم است با دو اصطلاح متال سیت (نشیمگاه فلزی) و سافت سیت (نشیمگاه نرم) آشنا شویم. اگر سطح مجرابند و نمیشنگاه، هر دو فلزی باشند، اصطلاحاً به این نوع از شیرها متال سیت (نشیمگاه فلزی) می گویند. حال اگر یکی از این دو (مجرابند و نشیمگاه) غیر فلزی باشند، به این نوع از شیرها، سافت سیت (نشیمگاه نرم) می گویند. شیرهای متال سیت می توانند برخلاف شیرهای سافت سیت در دماهای بالا کاربرد داشته باشند. متال سیت ها، دارای نشتی مجاز می باشند ولی میزان نشتی مجاز در سافت سیت ها، صفر می باشد.

بعد از آشنایی با دو اصطلاح متال سیت و سافت سیت به سراغ انواع تقسیم بندی شیرآلات می رویم.

## انواع تقسیم بندی شیرآلات صنعتی (Type of valves classification)

شیرها را می توان از لحاظ عملکرد به دو گروه شیرهای دستی و شیرهای دارای عملگر اتوماتیک تقسیم بندی کرد.

• شیرهای دستی: به شیرهایی گفته می شود که باز و بسته نمودن آن ها به صورت مکانیکی و توسط فرد انجام می گیرد.

در این شیرها اپراتور از طریق Hand Wheel یا Hand Lever یا ادواتی شبیه آن اقدام به باز و بسته نمودن شیر می کند.

• شیرهای دارای عملگر اتوماتیک: در این شیرها باز و بسته شدن شیر توسط عملگر انجام می شود.

این نوع از شیرها بر اساس منبع تغذیه عملگرشان به سه دسته، برقی، نیوماتیک و هیدرولیک تقسیم بندی می شوند.

در ادامه مقاله به معرفی انواع عملگرها خواهیم پرداخت.

از لحاظ جنس بدنه می توان شیرها را به سه گروه زیر تقسیم بندی کرد:

۱. شیرهای غیر فلزی، مانند: شیر پلاستیکی، سرامیکی و پلاستیکی تقویت شده با شیشه.

۲. شیرهای فلزی، مانند: شیرهای برنجی، چدنی، فولاد ساده کربنی، فولاد ضد زنگ، مونل.

۳. شیرهای پوشش دار یا آستر شده، مانند: شیرهای آستر شده با پلاستیک، لاستیک یا لعاب.

ما در مقاله مرجع شیرآلات صنعتی به بررسی انواع شیرآلات صنعتی بر اساس مکانیزم آب بندی آن ها می پردازیم و در ادامه با شیرهای اطمینان، شیرهای تنفسی و شیرهای کنترل نیز آشنا می شویم.

## شیر دروازه ای (Gate valve)



شیرهای دروازه ای معمولا از نوع متال سیت می باشند، بنابراین دارای ویژگی های شیرهای از نوع نشیمنگاه فلزی هستند.

در گذشته شیرهای دروازه ای بیشترین استفاده در صنعت را داشتند به طوری که تقریباً ۵۶ درصد از شیرهای مورد استفاده در صنعت، شیرهای دروازه ای بودند.

در گذر زمان میزان استفاده از شیرهای دروازه ای کاهش پیدا کرد و شیرهای توپی جایگزین آن ها شدند.

شیرهای دروازه ای جزء ارزان ترین شیرهایی هستند که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند.

بنابراین تمایل ما بر این است که تا حد امکان از شیرهای دروازه ای استفاده کنیم. شیر دروازه ای به آرامی باز و بسته می شود و به خط لوله شوک وارد نمی کند؛ بنابراین نباید از این شیر انتظار واکنش سریع داشته باشیم و از آن به عنوان شیر قطع و وصل استفاده کنیم.

ارتفاع شیرهای دروازه بسیار زیاد می باشد. تقریباً ارتفاع این شیر، ۴ یا ۵ برابر خط لوله می باشد، بنابراین موقع انتخاب این شیر باید به فضای زیادی که اشغال می کند نیز توجه کنیم.

## شیر یکطرفه یا خودکار (Check valve)



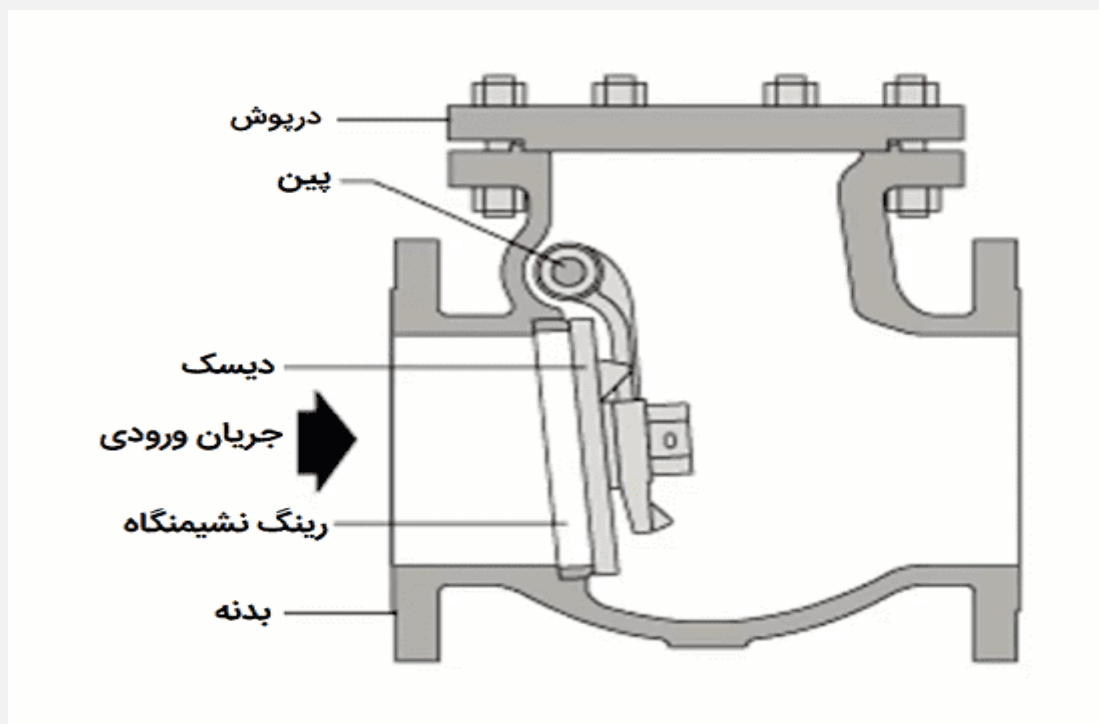
بعد از آشنایی با شیرهای دروازه ای در مرجع شیرآلات صنعتی به سراغ شیرهای یکطرفه می رویم.

در ابتدا لازم است بدانید که به شیرهای یکطرفه (Non return valve) (NRV) نیز گفته می شود.

این شیرها توسط جریان سیال در خطوط لوله عمل می کنند به این صورت که فشار سیال عبوری از درون مسیر خطوط لوله باعث باز شدن شیرهای دروازه ای می گردد.

از این شیرها برای جلوگیری از بازگشت سیال در سیستم استفاده می شود تا مانع آسیب دیدن برخی از تجهیزات مکانیکی مانند: پمپ، کمپرسور و غیره در سیستم شود. همچنین این شیرها باعث جلوگیری از آلودگی و گرمایش بیش از حد سیستم لوله کشی می شوند.

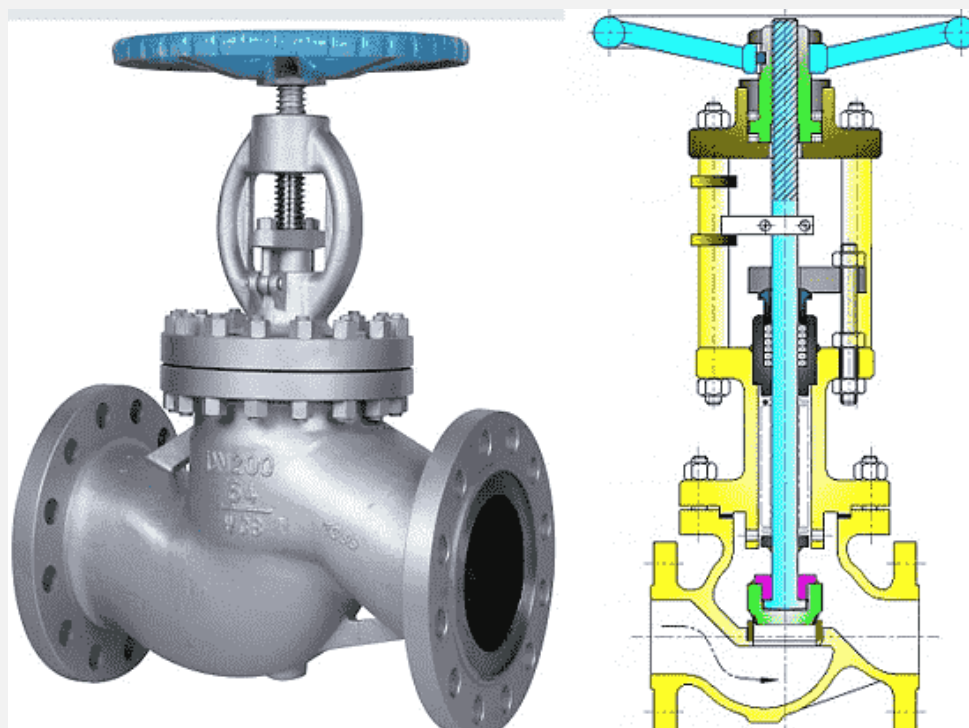
مهم ترین نوع این شیرها، شیر یکطرفه نوسانی (Swing Check Valve) می باشد.



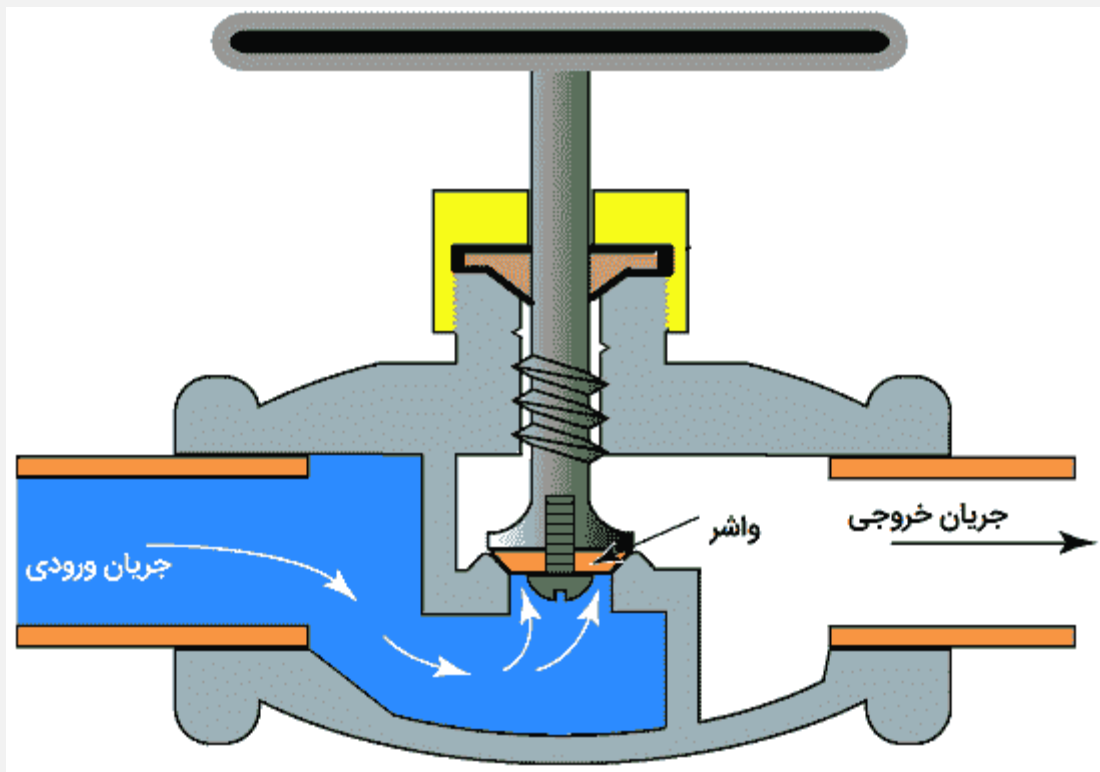
شیر یکطرفه نوسانی کاربرد زیادی در صنعت دارد و قیمت آن بسیار مناسب می باشد. تعمیرات این نوع از شیرها بسیار راحت انجام می شود. محدودیت این شیرها مربوط به وضعیت نصب آن ها می باشد. اگر این شیرها را در خطوط لوله افقی نصب می کنیم، حتما باید درپوش یا کف این شیرها رو به بالا باشد.

در ضمن اگر این شیرها را در خطوط لوله عمودی نصب می کنیم، حتما باید مسیر حرکت سیال از پایین به بالا باشد.

## شیر بشقابی (Globe valve)



شیرهای بشقابی دارای یک سیت (نشیمنگاه) افقی می باشند. مسیر جریان در این شیر به صورت مستقیم نمی باشد و تقریباً شبیه حرف S است. به این صورت که جریان از قسمت پایین سیت وارد و از قسمت بالای سیت خارج می شود.



در این نوع از شیرها مسیر حرکت دیسک برخلاف مسیر حرکت جریان می باشد؛ بنابراین دیسک برای آب بندی کردن شیر کار بسیار سختی بر عهده دارد، چون دقیقاً برعکس جریان حرکت می کند. به همین منظور، باید در دو شیر هم سایز، قطر استم (شفت) شیر بشقابی بزرگتر از قطر استم (شفت) شیر دروازه ای باشد. دیسک در شیرهای بشقابی نسبت به استم (شفت) هرزگرد می باشد. شیرهای بشقابی غالباً در سایزهای کوچک مورد استفاده قرار می گیرند ولی تا سایز ۱۸ اینچ نیز موجود هستند. قابلیت تنظیم جریان در این شیرها وجود دارد ولی گاهی اوقات از این شیرها تنها به منظور قطع و وصل جریان استفاده می شود. از معروف ترین نوع شیرهای بشقابی می توان موارد زیر را نام برد:

- شیر زاویه ای (Angle Valve)
- شیر سوزنی (Needle Valve)

• شیر بشقابی y تایپ (y Type)

## شیر سماوری یا مخروطی (Plug valve)



شیرهای سماوری، از نوع شیرهای قطع و وصل می باشند، به این معنی که یا باید کاملاً باز و یا کاملاً بسته باشند.

گاهی اوقات، به اجبار یا به غلط از این شیر برای تنظیم جریان نیز استفاده می شود که همین کار باعث کاهش عمر این شیر می شود. ارتفاع این شیرها کم می باشد و قیمت آن ها نسبت به شیرهای دیگر مناسب است. هزینه تعمیرات این شیرها بسیار بالا می باشد، بنابراین باید تمام تلاش خود را بکنیم که اصلاً به مرحله تعمیرات نرسند. یکی از بحث های جدی در مورد این شیرها، روان کاری و گریس کاری می باشد که باید مرتب انجام شود.

این شیرها از نوع Quarter Turn هستند و به وسیله آن ها می توان خیلی سریع مسیر را باز و بست کرد.

در اینجا به یک اصطلاح جدید به نام Quarter Turn برخوردیم. برویم تا با این اصطلاح بیشتر آشنا شویم.

### • ربع گرد یا Quarter Turn به چه معناست؟

به شیرهایی که با چرخش یک چهارم دسته، باز و بست می شوند، شیرهای ربع گرد یا Quarter Turn می گویند.

احتمال اینکه شیرهای ربع گرد باعث ایجاد شوک به خط لوله شوند، بسیار زیاد می باشد.

در مقابل این شیرها، شیرهای Multi Turn قرار دارند که برای باز و بست کردن آن ها باید چند دور هندویل یا دسته آن ها را بچرخانیم.

شیرهای سماوری به دو نوع، استاندارد و Pressure Balance تقسیم می شوند. نوع استاندارد شیرهای سماوری، تحمل فشار بالا را ندارد.

می توان از نوع استاندارد شیرهای سماوری (مخروطی) در لوله کشی گاز شهری استفاده کرد، چون در لوله کشی گاز شهری تا جای ممکن فشار گاز کم می شود.

## شیر توپی (Ball valve)



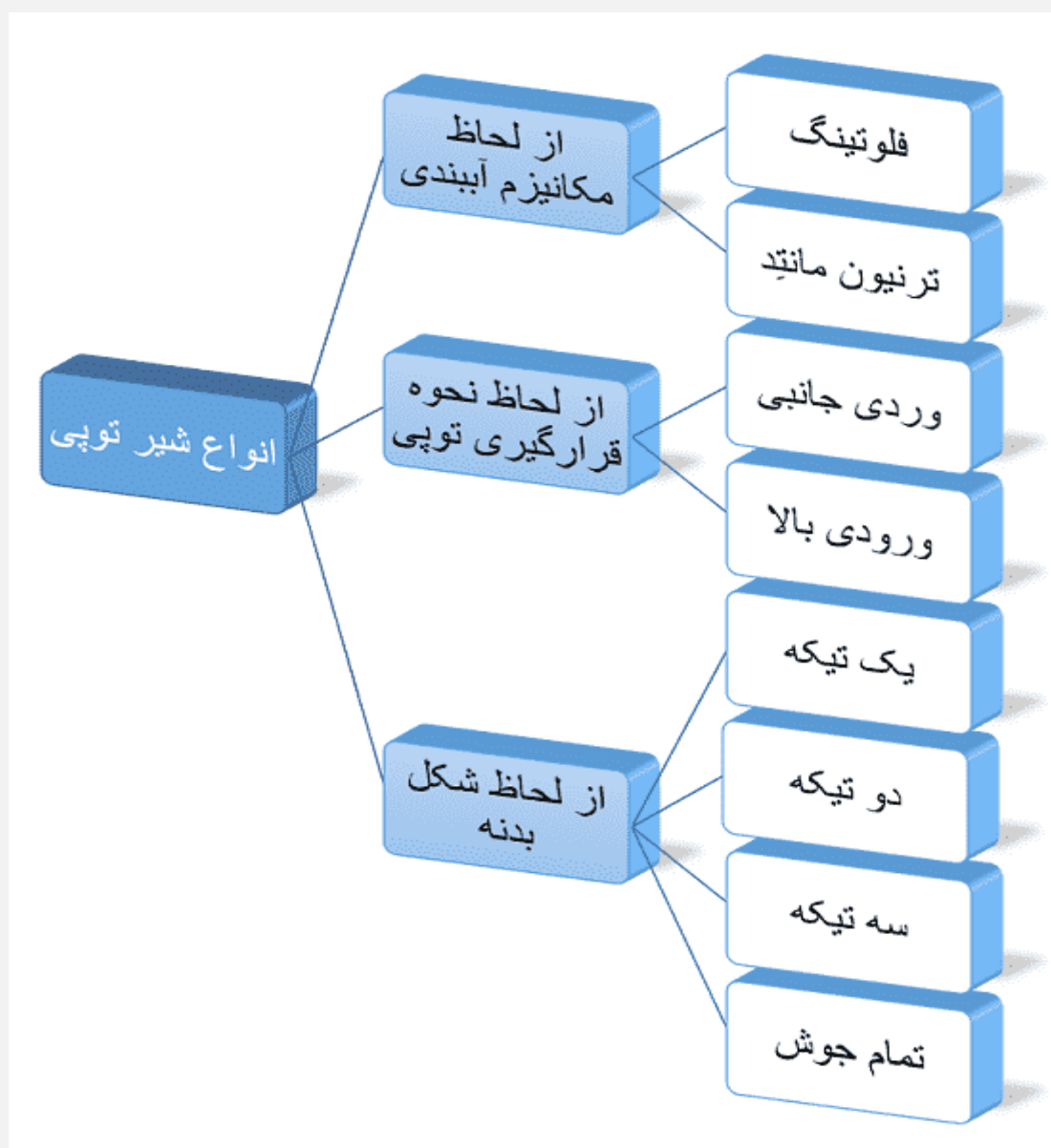
این شیرها مانند شیرهای سماوری از نوع Quarter Turn هستند. به صورت کلی، مکانیزم عملکرد این شیرها استفاده از یک مانع کروی در مقابل جریان می باشد.

یک سوراخ در وسط این توپی (مانع کروی) قرار دارد که اگر مجرای سوراخ توپی در راستای عبور سیال قرار بگیرد، مسیر حرکت سیال باز می شود. اگر سوراخ توپی ۹۰ درجه بچرخد، مسیر حرکت سیال مسدود و شیر در حالت بسته قرار می گیرد.

در گذشته شیرهای توپی کاربرد زیادی نداشتند. در سال ۱۹۴۵ یک شرکت آمریکایی با قرار دادن نشیمنگاه (سیت) تفلونی در این شیرها، باعث افزایش کیفیت این شیرها شد.

از آن زمان به بعد بود که مصرف شیرهای توپی رفته رفته زیاد شد تا آنجا که این شیرها در مصرف، از شیرهای دروازه ای پیشی گرفتند. شیرهای توپی بسته به شرایط، در انواع مختلفی ساخته می شوند. استانداردهای ساخت شیرهای توپی، بر اساس نوع آن ها متفاوت می باشد.

همان طور که در عکس زیر در مرجع شیرآلات صنعتی مشاهده می کنید، شیرهای توپی را می توان از سه دیدگاه به شرح زیر تقسیم بندی کرد:



## شیر پروانه ای (Butterfly valve)



مزیت این شیرها این است که فضای کمی را اشغال می کنند و قیمت بسیار مناسبی دارند.

در ضمن از این شیرها، می توان برای تنظیم جریان هم استفاده کرد. محدودیت این شیرها این است که تحمل فشار این شیرها معمولا پایین است.

معمولا نوع عمومی (General) این شیرها محدودیت دمایی دارند. در ضمن در جریان های پایین، این شیرها تمایل به ایجاد پدیده کاویتاسیون دارند.

با در نظر گرفتن دو مورد ساده زیر در هنگام نصب این شیرها به خط، می توان باعث افزایش طول عمر این شیرها شد.

• در هنگام اتصال به خط، باید تقریبا 3الی 5 درصد باز (Open) باشند.

• باید هنگام اتصال به خط به صورت یکی در میان، استم (شفت) آن ها به صورت عمودی - افقی قرار بگیرد.

می توان شیرهای پروانه ای را از لحاظ شکل بدنه، به سه نوع، ویفر تایپ، فلنج تایپ و لاک تایپ تقسیم بندی کرد.

تقسیم بندی شیرها از نظر مکانیزم آب بندی آن ها به پایان رسید.

در ادامه مرجع شیرآلات صنعتی می خواهیم با شیرهای تنفسی، کنترلی و اطمینان آشنا شویم.

## شیر اطمینان (Safety valve, Relief valve)



نکته جالب در تاریخچه شیر اطمینان این است که این شیر، اولین بار برای صنعت آشپزی اختراع شد. در سال ۱۶۸۰ میلادی، دکتر پاپن (عضو انجمن سلطنتی) از دربار انگلستان، برای اولین بار شیر اطمینان اهرمی شکلی برای زودپز ساخت.

در حال حاضر ما در قسمت های مختلف زندگی خود، مانند: موتورخانه، بالای آبگرمکن ها و غیره با شیرهای اطمینان سر و کار داریم.

اگر از خانه خارج بشویم و به دنیای صنعت برویم خواهیم دید که در صنایع غذایی، نیروگاهی، نظامی، نفت و گاز و غیره از این شیرها استفاده می شود. به صورت کلی شیر اطمینان در جایی که امکان رسیدن به حداکثر فشار کاری وجود داشته باشد، نصب می گردد.

شیر اطمینان به وسیله آزاد کردن مقداری از سیال (مایع یا گاز) به خارج (یا به درون خط لوله مخصوص تخلیه)، عملیات ایمن سازی را انجام می دهد. نکته با اهمیت در مورد شیر اطمینان این است که این شیر بدون نیاز به هیچ منبع انرژی وظیفه خود را انجام می دهد.

در واقع این شیر انرژی لازم جهت انجام وظیفه خود را، تنها از فشار سیال موجود در خط می گیرد.

هزینه تعمیر، بازرسی و اخذ گواهینامه این شیرها بسیار زیاد می باشد. می توان شیرهای اطمینان را به دو نوع Safety valve و Relief valve تقسیم بندی کرد.

ویژگی شیرهای اطمینان از نوع شیر ایمنی (Safety valve) عبارتند از:

- برای سیالات تراکم پذیر (گازها) استفاده می شود.
- به صورت خیلی سریع عمل نموده و گاز را از محیط تحت فشار خارج می کند.

ویژگی شیرهای اطمینان از نوع شیر اطمینان فشار شکن (Relief valve) عبارتند از:

- برای سیالات تراکم ناپذیر (مایعات) استفاده می شود.
- به صورت تدریجی فشار را کاهش می دهد.

## شیر تنفسی (Breathing valve)



شیرهای تنفسی به روی مخازن بسته می شوند و امکان تنفس برای مخازن را مهیا می سازند.

حالا سوال اصلی این است که مگر مخازن هم تنفس می کنند؟ در جواب باید گفت بله! در واقع تنفس مخازن یک اصطلاح است.

تنفس مخازن باعث جلوگیری از مچاله شدن و یا انفجار مخازن می شود. برای مثال یک مخزن نگهداری را در نظر بگیرید که در فشارهای پایین کار می کند و کارش ذخیره سیال می باشد.

حال اگر بنا بر هر علتی، ما شروع به تخلیه کامل یا تخلیه بخشی از سیال داخل مخزن کنیم، فشار داخل مخزن افت می کند.

در این زمان اگر هوای خارجی وارد مخزن نشود و افت فشار ناشی از تخلیه سیال را جبران نکند، خلاء در مخزن ایجاد می شود.

این خلاء باعث مچاله شدن مخزن می شود و این مچاله شدگی باعث از بین رفتن مخزن می شود. عکس این موضوع این است که فرض کنید در حال پر کردن سیال در یک مخزن ذخیره هستیم. در این زمان، در بخشی از مخزن هوا شروع به فشرده شدن می کند که این افزایش فشار هوا می تواند باعث ترکیدگی مخزن شود. در این هنگام راحل استفاده از شیر ایمنی فشار شکن در مخزن می باشد که هوای اضافه را به خارج مخزن هدایت کند. به طور کلی شیرهای تنفسی را می توان به سه دسته، شیرهای اطمینان، شیرهای خلاء شکن و شیرهای فشار شکن-خلاء شکن تقسیم کرد.

### **1) شیرهای اطمینان و ایمنی**

این شیرها فشار شکن هستند، مانند شیر هایی که در بخش ۸-۳ به شما معرفی شد، البته اندکی تفاوت با آن ها دارند. تفاوت اندک این شیرها با شیرهای اطمینان معرفی شده در بخش ۸-۳ مربوط به حساسیت بالاتر و فشار تنظیمی بسیار کمتر این دسته از شیر هاست.

### **2) شیرهای خلاء شکن**

کار این شیرها دقیقا برعکس شیرهای فشار شکن می باشد. این شیرها از ایجاد خلاء در مخازن جلوگیری می کنند. در مثالی که در ابتدای همین بخش برای شما زدیم، تا حدودی با این نوع از شیرها آشنا شدید.

### **3) شیرهای فشار شکن، خلاء شکن**

این شیرها در واقع ترکیبی از شیرهای فشارشکن و خلاء شکن هستند که هم در هنگام خلاء اجازه ورود هوای خارجی به داخل مخزن را می دهند و هم در هنگام افزایش فشار، بخشی از فشار را از داخل مخزن خارج می کنند.

## شیر کنترل (Control valve)



شیرهای کنترلی معمولا در پالایشگاه و پتروشیمی ها نصب می شوند. در پالایشگاه ها و پتروشیمی، خوراک های اولیه باهم ترکیب می شوند و فرآیندهایی بر روی آن ها انجام می شود. در نهایت بعد از اتمام این فرآیندها، محصولات نهایی تولید می شوند.

هدف نهایی ما در پالایشگاه و پتروشیمی، تولید محصولات با کیفیت بالا می باشد.

به همین خاطر، اجزای مخلوط شونده باید با یک نسبت مشخص و در شرایط مشخص (فشار و دمای مشخص) باهم ترکیب شوند.

یکی از ادواتی که می تواند به ما در کنترل سیستم کمک بکند تا ما به هدف نهایی خود برسیم، شیرهای کنترلی هستند.

در شیرهای کنترلی، سیال با فشار و دبی های متغیر وارد شیر می شود و در نهایت با فشار و دبی کنترل شده از شیر خارج می شود.

در اینجا باید یادآور شویم که به حاصل ضرب سرعت سیال در سطح مقطع خروجی یا ورودی، دبی می گویند.

اگر شیر کنترلی را به قصد تنظیم فشار سیال استفاده کنیم، به آن شیر کنترل فشار می گویند.

حال اگر از آن به قصد تنظیم دبی سیال استفاده کنیم، به آن شیر کنترل جریان می گویند.

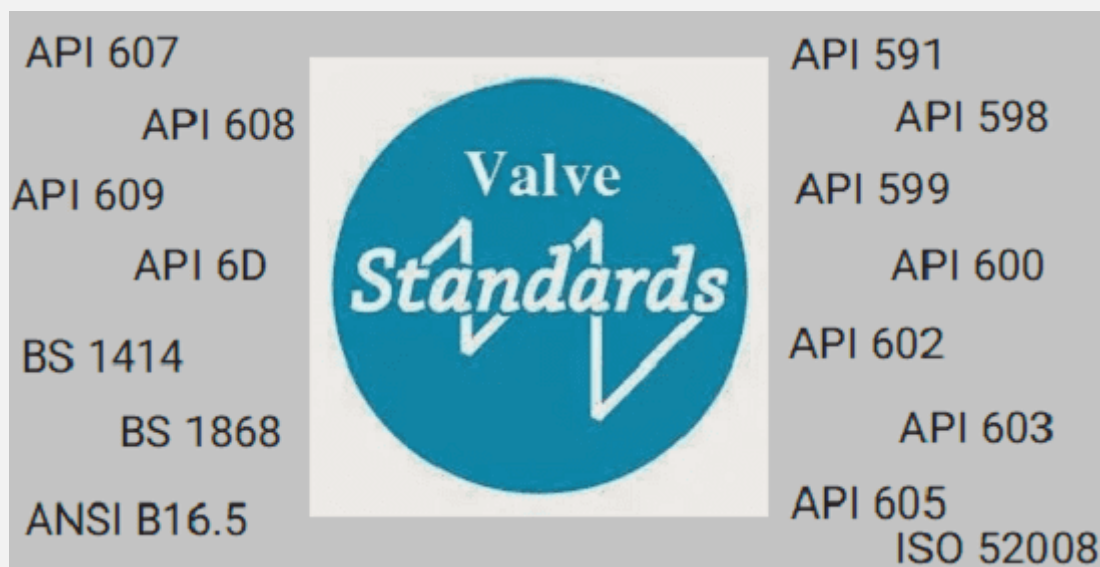
اغلب، شیرهای کنترلی نصب شده در سیستم، به منظور کنترل مسیر، مقدار مشخص باز هستند؛ ولی در هنگامی که جریان قطع می شود، شیر کنترلی باید قادر باشد تا شرایط کاملا بسته را فراهم آورد.

البته شرایط کاملا بسته در شیر کنترلی به معنی عدم نشتی نمی باشد؛ زیرا این شیرها مجاز هستند مقادیر مشخصی نشتی داشته باشند.

در اینجا به پایان بخش انواع شیرآلات صنعتی می رسیم.

در ادامه مرجع شیرآلات صنعتی به بخش های جذابی مانند تست و بازرسی شیرها، معرفی عملگرها و غیره خواهیم پرداخت.

## استانداردهای رایج شیرآلات صنعتی (common Standards industrial valves)



در این بخش از مرجع شیرآلات صنعتی، ابتدا بیست و دو استاندارد رایج در صنعت شیرآلات را به شما معرفی خواهیم کرد و سپس به تشریح چهار مورد پرکاربرد از این استانداردها، خواهیم پرداخت.

در کنار استانداردهای بین المللی و مرجع معرفی شده می توان از استانداردهای IGS و IPS که متناسب با شرایط ایران و مخصوص صنایع نفت، گاز و پتروشیمی تدوین شده اند نام برد.

استانداردهای رایج در صنعت شیرآلات عبارتند از:

- API 591
- API 598
- API 599
- API 600
- API 602

- API 603 .
- API 605 .
- API 607 .
- API 608 .
- API 609 .
- API RP 621 .
- API 6D .
- API 6A .
- BS 1414 .
- BS 1868 .
- BS 1873 .
- BS 4882 .
- BS 6755 .
- ANSI B16.5 .
- ANSI B16.47 .
- ANSI B16.34 .
- ISO 52008 .

## استاندارد API 591 شیرآلات صنعتی

بعد از اینکه صنعت شیرسازی از آمریکا به سمت اروپا و چین انتقال پیدا کرد، برای اینکه کیفیت شیرها در حد مناسب باشند، استاندارد API 591 تدوین شد.

در این استاندارد یک سری تست و شرایط وجود دارد که باعث می شود کیفیت شیرها از حد مطلوب پایین تر نیاید. در واقع می توان این طور گفت که چینی ها معمولا با کاهش کیفیت محصولات سعی در کاهش قیمت آن محصول دارند. شیرهای صنعتی چون معمولا در صنعت نفت و گاز استفاده می شوند، به منظور جلوگیری از بروز حوادث، کیفیت آن ها بسیار حائز اهمیت می باشد. به همین دلیل بود که استاندارد API اقدام به تدوین استاندارد نمود تا از کاهش بیش از حد کیفیت شیر جلوگیری شود. در این استاندارد اطلاعاتی از قبیل استحکام کششی استم، وضعیت بدنه، وضعیت آب بندی شیرها و غیره به صراحت بیان شده است.

## استاندارد API 598 شیرآلات صنعتی

استاندارد API 598، استاندارد تست و بازرسی شیرهای مورد استفاده در صنعت می باشد. در این استاندارد در مورد نحوه بازرسی شیرها، محل بازرسی، تست فشار، میزان فشار تست، نحوه اعمال فشار تست و غیره صحبت شده است.

در کنار استاندارد API 598، استانداردهای API 6D، ISO 52008 و BS 6755 نیز از استانداردهای رایج تست و بازرسی می باشند.

## استاندارد API 599 شیرآلات صنعتی

این استاندارد مخصوص شیرهای مخروطی می باشد. انواع شیرهای مخروطی و تک تک قطعات، متریال، سائز بندی، وضعیت بدنه این شیرها در این استاندارد به وضوح بیان شده است.

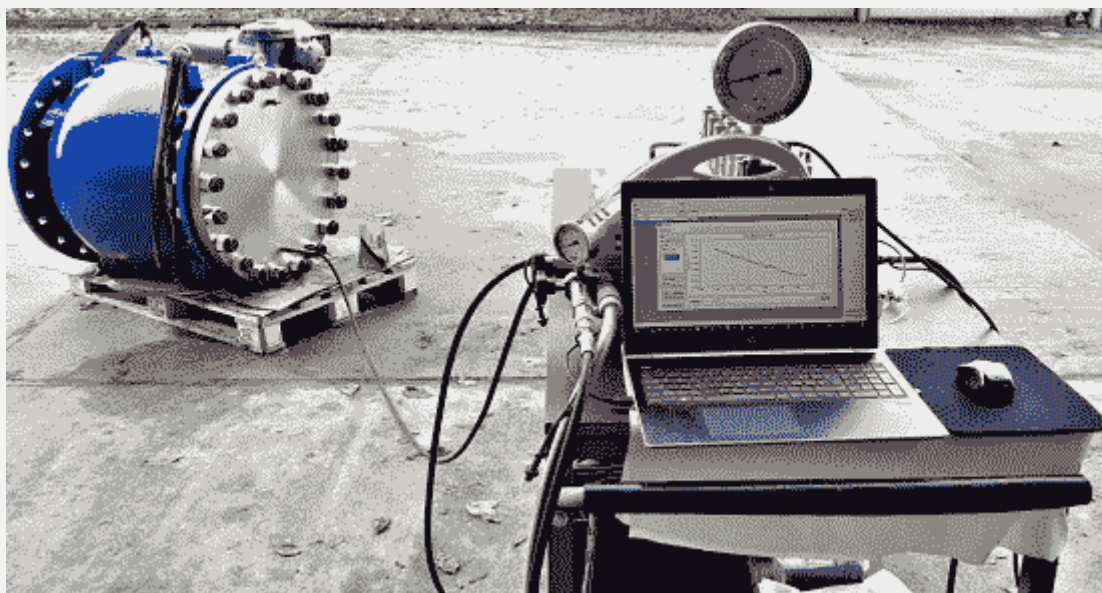
همچنین نحوه سفارش گذاری و نحوه بسته بندی و ارسال شیرهای مخروطی در این استاندارد آمده است.

## استاندارد API 600 شیرآلات صنعتی

API 600 یکی از استانداردهای بسیار معروف در صنعت نفت، گاز، پتروشیمی و شیرسازی می باشد.

تمامی ملزومات طراحی شیرهای دروازه ای مانند ابعاد، ضخامت بدنه و قطر استم در این استاندارد بیان شده است.

## تست و بازرسی شیرآلات صنعتی (Inspection and Testing)



یکی از مباحث بسیار مهم در صنعت شیرآلات صنعتی، بحث تست و بازرسی می باشد. استانداردهای بسیار متعدد در زمینه تست و بازرسی شیرآلات وجود دارند.

چهار مورد از مهم ترین این استانداردها، همان طور که در بخش قبل اشاره کردیم، عبارتند از:

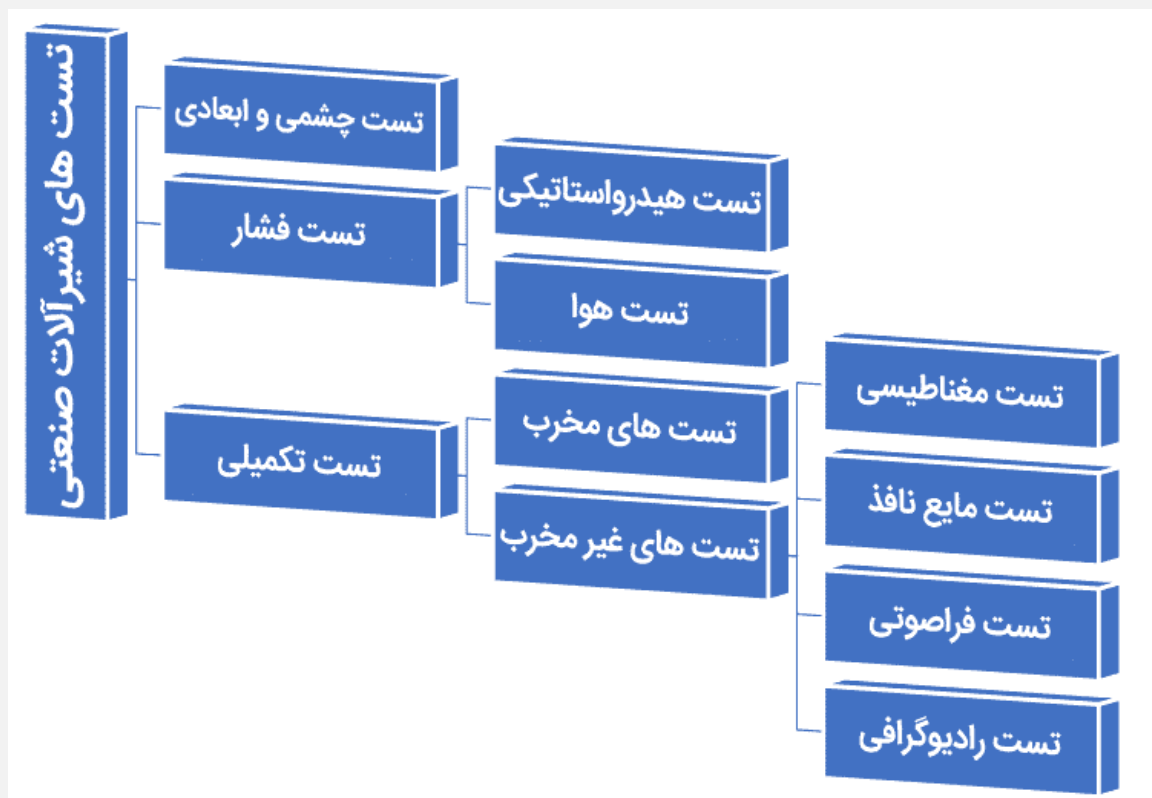
• API 598

• API 6D

• ISO 52008

• BS 6755

نکته مهم در تست شیرآلات صنعتی این است که شیرها نباید تنها از لحاظ قابلیت تحمل فشار مورد بررسی قرار بگیرند. شیرها علاوه بر اینکه باید تحمل فشار و آب بندی سیال را داشته باشند، باید طوری طراحی شده باشند که سال های زیادی برای ما کار کنند. برای مثال پالایشگاه نفت آبادان در سال ۱۳۱۲ هجری شمسی تاسیس شد و تا الان ادوات آن همچنان در حال کار کردن هستند. در مقابل آن، برخی پلنت هایی هستند که به تازگی افتتاح شدند ولی خیلی سریع فرسوده شدند و هزینه هایی بالای ایجاد کردند. در این قسمت از مرجع شیرآلات صنعتی شما را با انواع تست ها مطابق با شکل زیر آشنا خواهیم کرد.



## تست چشمی و ابعادی (Visual & Dimensional Test)

شیری که به هر نحوی خریداری می شود، ابتدا باید بازرسی چشمی روی آن صورت گیرد که ابتدایی ترین نوع بازرسی است.

اما سوال مهم این است که مهم ترین مواردی که باید در بازرسی چشمی به آن توجه شود، چه مواردی هستند؟

پاسخ:

- ابعاد استاندارد شیر باید چک شود.
- بدنه ریختگی شیر باید به طور چشمی ملاحظه شود تا عیوب ریختگی یا اثر ضربه روی آن نباشد.
- سطح فلنج باید مورد بررسی قرار بگیرد تا دارای کیفیت مطلوب باشد.
- پیچ و مهره ها باید به خوبی بسته شده باشند.

- هندویل باید بررسی شود تا دارای کیفیت مناسب و عاری از هر لبه تیز باشد.
- داخل پورت شیر نیز باید بازرسی شود.

## تست فشار (Pressure Test)

اگر سیال تست فشار، مایع باشد، تست انجام شده را تست هیدرواستاتیکی یا Liquid Test و یا High Pressure Test می گویند. در تست هیدرواستاتیکی می توان از آب با سختی پایین، نفت سفید و یا هر مایعی که ویسکوزیته آن در همین حد باشد، به عنوان سیال تست استفاده کرد.

اگر سیال تست فشار، گاز یا هوای فشرده باشد، تست انجام شده را تست هوا یا Air Test و یا Low Pressure Test می نامند. در تست هوا می توان از هوا و یا گاز خنثی مثل نیتروژن، به عنوان سیال تست استفاده کرد. تمامی شیرها باید تحت Body Pressure Test، Closure Tightness Test، Steam Back Test و Shell Test، مطابق با خواسته های استاندارد مربوطه (API 598, API 6D or BS 6755) قرار گیرند.

## تست تکمیلی (Supplementary Test)

تست های تکمیلی به دو بخش مخرب و غیر مخرب تقسیم می شوند. تست های غیر مخرب، تست های اجباری نیستند. این تست ها بیانگر وضعیت کیفی سطوح و عمر قطعات می باشند. بر اساس استاندارد ASME Section V، چهار آزمون زیر به عنوان آزمون غیر مخرب تعریف شده اند:

- تست مایع نافذ
- تست مغناطیسی
- تست رادیوگرافی
- تست فراصوتی

تست مایع نافذ به روی قطعاتی که سطح آن جوشکاری شده انجام می شود تا این قطعات فاقد ترک باشند. این تست در واقع عیوب سطحی و دهن باز موجود در قطعه را به ما نشان می دهد. از بین این چهار تست، بیشترین کاربرد را تست مایع نافذ دارد.

تست مغناطیسی نه تنها عیوب سطحی و دهن باز را نشان می دهد، بلکه عیوب دهن بسته که در عمق ۵ میلیمتر قطعه هستند را نیز مشخص می کند.

تست رادیوگرافی بیشتر به روی قطعات ریختگی به صورت رندوم انجام می شود.

هدف از این تست بررسی عیوب ریختگی می باشد.

تست فراصوتی، تست با امواج فراصوتی می باشد که معمولا به روی قطعات ساخته شده با روش فورج، انجام می پذیرد. در واقع تست های رادیوگرافی و تست فراصوتی به منظور بررسی عیوب عمقی در قطعات می باشند.

تست های مخرب، دومین دسته از تست های تکمیلی می باشند. معمولا تست های مخرب در حین جریان تولید شیر انجام می شوند، زیرا باعث آسیب جدی به شیر مورد تست می شوند. تست کشش و تست متالوگرافی دو نمونه از تست های غیر مخرب هستند.

## انبارش، نصب و راه اندازی شیرآلات صنعتی (Warehousing & Installation)



انبارش، نصب و راه اندازی صحیح، کلید دستیابی به حداکثر کارکرد و طولانی شدن عمر شیر و تجهیزات آن می باشد.

شیرها ادواتی هستند که داخل آن ها فشار جریان دارد که همین امر باعث اهمیت انبارش و نگهداری آن ها می شود؛ زیرا اگر انبارش و نصب شیرها به صورت صحیح انجام نشود، می تواند باعث وارد شدن صدمه به اشخاص، شیرها و سایر تجهیزات گردد.

ما در مرجع شیرآلات صنعتی قصد داریم چند مورد از مهم ترین نکات در خصوص انبارش و نصب شیر را با شما در میان بگذاریم.

### انبارش در محل (Warehousing)

ابتدا سراغ موارد مهم و اساسی در مبحث انبارش شیرها می رویم.

- شیرها ترجیحا در محلی که دارای پوشش است و در تماس با زمین نیست (به روی پالت یا قفسه) قرار گیرند.
- اگر شیرها در مکان رو باز نگهداری می شوند، باید با روکش نایلونی، سقف کاذب و ... از آن ها در مقابل رطوبت، باران و تابش مستقیم نور خورشید محافظت شود.
- جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار و یا اشیا خارجی به درون شیر، درپوش کناری فلنج ها تا لحظه استفاده، از شیر جدا نشود.
- شیرهای توپی و سماوری به صورت وضعیت کاملا باز نگهداری شوند.
- شیرهای دروازه ای و بشقابی به صورت وضعیت کاملا بسته نگهداری شوند.
- در انبارش برای مدت طولانی، هر سه ماه شیر مورد بازرسی قرار گیرد تا از عدم زنگ زدگی به روی سطوح ماشینکاری اطمینان حاصل گردد.

## نصب و راه اندازی (Installation)

- بعد از انبارش شیرها به موارد مهم و اساسی در نصب و راه اندازی شیرها در مرجع شیرآلات صنعتی می پردازیم.
- قسمت داخلی اتصالات دو سر شیر و لوله برای اطمینان از عدم وجود هرگونه جسم خارجی بازرسی گردد.
  - در صورت امکان شیر باید به صورتی نصب گردد که کلاhek آن به صورت عمودی قرار گیرد.
  - بستن پیچ های اتصال فلنج شیر به خط لوله باید با گشتاور مجاز انجام شود.

- فاصله بین فلنج شیر و فلنج خط لوله نباید بیشتر از حد مجاز باشد، زیرا این امر موجب ایجاد تنش و نشتی می گردد.
- برای شیرها باید ساپورت های مناسب تعبیه شود.
- ساپورت شیر باید طوری نصب شود که تنش های وارده از خط لوله به شیر به میزان حداقلی برسد.
- بدون هماهنگی با شرکت سازنده از دستکاری یا تنظیم مجدد شیرها و عملگرها خودداری شود.
- از محکم بودن پیچ های گلند، جهت جلوگیری از نشتی و عدم ممانعت پکینگ ها از حرکت استم اطمینان حاصل شود.

## انواع عیوب رایج در شیرآلات صنعتی

### (Common Types of Defects in Valves)

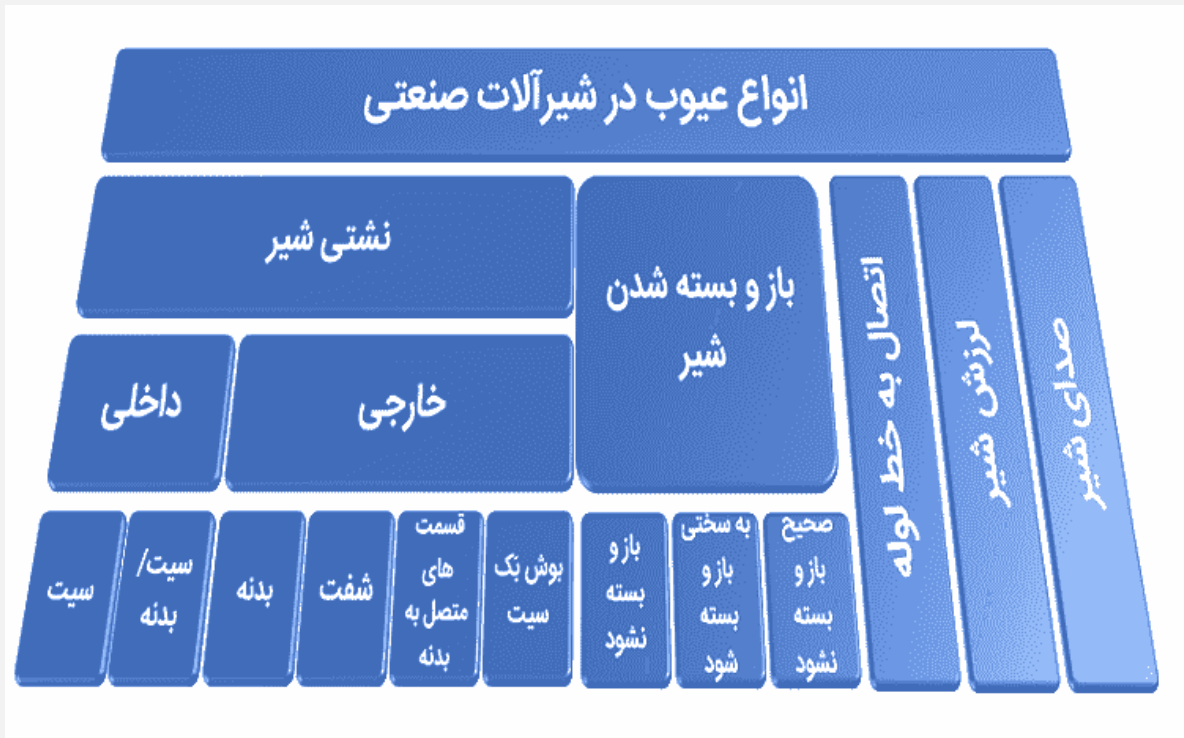
شیرهای صنعتی همانند هر وسیله مکانیکی دیگر، ممکن است پس از مدتی کارکرد، دچار اشکال در عملکرد شوند. البته پارامترهایی وجود دارد که با توجه ویژه به آن ها می توانیم تا حدودی از اشکال در عملکرد شیرها جلوگیری کنیم. این پارامترها عبارتند از:

- انتخاب صحیح نوع شیر
- انتخاب صحیح متریال شیر
- نصب و نگهداری صحیح شیر
- میزان خوردگی سیال
- میزان ذرات معلق جامد در سیال

• دما و فشار سیال

حال ممکن است به علت عدم توجه به پارامترهای ذکر شده و یا هر علت دیگری شیرها دچار اشکال در عملکرد شوند.

در ادامه می خواهیم در مرجع شیرآلات صنعتی با انواع عیوب رایجی که در شیرها رخ می دهد، در قالب یک تصویر طبقه بندی شده آشنا شویم.



بعد از این که با انواع عیوب رایج شیرها در مرجع شیرآلات صنعتی آشنا شدیم، وقت آن رسیده که ببینیم امکان رخ دادن هر یک از این عیوب، در کدام نوع از شیرها وجود دارد.

برای این منظور جدولی آماده کردیم که به طور کلی با احتمال رخ داد هر یک از این عیوب در شیرهای مختلف آشنا شوید.

نوع شیر	نشستی شیر-داخلی		نشستی شیر-خارجی				باز و بسته نشدن شیر	باز و بسته شدن سخت شیر	باز و بسته نشدن صحیح شیر	اتصال به خط لوله	لرزش شیر	صدای شیر
	سیت	سیت/بدنه	بدنه	شفت	بدنه	قسمت های متصل به بدنه						
شیر دروازه ای	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
شیر یک طرفه	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
شیر بشقابی	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
شیر توپی	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
شیر سماوری	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●

## عیب یابی و تعمیرات انواع شیرآلات صنعتی (Troubleshooting)

شیرآلات صنعتی مختلف ممکن است در حین بهره برداری در طول زمان بر اثر شرایط جوی، استفاده نادرست، فرسودگی و... دچار عیب و خرابی شوند. برخی از تست ها و بازرسی ها باید به صورت دوره ای با زمان بندی منظم انجام شود.

عیب نشستی سیال از ساقه، درپوش و سایر قطعات یکی از معایب رایج انواع شیرهای صنعتی می باشد که به مرور زمان و به دلایل مختلف ایجاد می شود.

معمولا در کارخانه ها و واحدهای صنعتی انجام امور تست ها، کالیبراسیون، تعمیرات و... در واحد تعمیر شیرهای صنعتی انجام می شود.

بعد از انجام تعمیرات، تست های مختلف و به خصوص تست عدم نشستی با دستگاه های مختلف انجام می شود.

دستگاه های انجام تست در مدل های مختلف برای تست قطعات شیرآلات صنعتی مانند دیسک، بدنه و... کاربرد دارند.

برای تست نشتی شیرآلات صنعتی معمولا از آب یا هوا و ترکیبی از آن ها استفاده می کنند.

به عنوان مثال یکی از عیوب رایج در شیرهای صنعتی که پس از مدتی فعالیت ایجاد می شود ناهمواری سطح نشیمنگاه یا دیسک مجرابند می باشد.

برای تعمیر این عیب به کمک برخی از روغن ها یا گریس های خاصی باید این سطوح را دوباره صیقلی کنند.

برای عیب یابی و حل مشکلات ایجاد شده درون شیرآلات صنعتی می توان به استانداردهای IGS و IPS که متناسب با شرایط ایران تدوین شده اند رجوع کرد و به صورت دسته بندی شده عیب مورد نظر و راه حل آن را پیدا کرد.

## عملگرهای شیرآلات صنعتی (Actuators)



در واقع در این بخش از مرجع شیرآلات صنعتی قصد داریم با یکی از اختراعات بشر که از روی تبلی بوده است، آشنا شویم. شیرهای تولید شده در صنایع مختلف (مخصوصا نفت و گاز) به مرور زمان بزرگ تر می شدند. با بزرگ تر شدن شیرها، باز و بسته کردن آن ها نیز سخت و سخت تر می شد و همچنین زمان و انرژی زیادی می برد. برای مثال، اگر بخواهید یک شیر ۲۶ اینچی را با دست خالی از حالت بسته به حالت باز تغییر دهید، دو الی سه ساعت زمان می برد.



انسان ها برای اینکه جلوی صرف زمان و انرژی زیاد برای باز و بسته کردن شیرها را بگیرند، به این فکر افتادند که کم کم برای کنترل و تحریک شیرها به سمت ایجاد یک روش مکانیزه بروند. این امر باعث شد که انسان ها برای مکانیزه کردن شیرها، یک قطعه اضافی که عملگر نامیده می شود را اختراع کنند.

در واقع یک جمله جالب و معروف در این زمینه وجود دارد که می گوید، اکثر اختراعات بشر به دلیل تنبلی بوده است! به صورت کلی می توان گفت دلیل استفاده کردن از عملگر در یک شیر، می تواند یکی از موارد زیر باشد:

- ایمنی در فرآیند
- قابلیت کنترل و دسترسی به شیر از راه دور
- کاهش زمان باز و بسته کردن شیر
- پارامترهای کلیدی در انتخاب عملگرها عبارتند از:
  - زمان باز و بسته شدن شیر
  - نوع شیر
  - منبع تغذیه در دسترس
  - تعداد دفعات عملکرد

## انواع عملگرها (Types of Operators)

عملگرها برای تامین انرژی مورد نیاز خود از هوای فشرده، انرژی الکتریکی و انرژی هیدرولیکی استفاده می کنند. عملگرها را می توان بر اساس منبع تغذیه (Power Supply)، به انواع زیر دسته بندی کرد:

- عملگرهای برقی یا الکتریکی (Electric Actuator)
- عملگرهای نیوماتیکی (Pneumatic Actuator)
- عملگرهای هیدرولیکی (Hydraulic Actuator)
- عملگرهای الکترو هیدرولیکی (Electro Hydraulic Actuator)

با ما همراه باشید تا در ادامه مرجع شیرآلات صنعتی به معرفی تمامی این عملگرها بپردازیم.

## عملگرهای برقی یا الکتریکی (Electric Actuator)



عملگرهای الکتریکی از یک موتور الکتریکی، سیستم کنترل، گیربکس و سوئیچ های حدی (Limit Switches) تشکیل شده اند. منبع تغذیه آن ها می تواند برق تک فاز، سه فاز و یا جریان مستقیم (DC) باشد.

یک نکته مهم در مورد عملگرهای برقی این است که این عملگرها الزاما باید دارای دسته یا هندویل باشند.

معمولا برای سیستم ها و فرآیند هایی که نیاز به کنترل دقیق دارند، از عملگرهای برقی استفاده می شود. این عملگرها مناسب ترین عملگر برای شیرهای دروازه ای (Gate Valves) و شیرهای بشقابی (Globe Valve) هستند.

مزایای عملگرهای الکتریکی عبارتند از:

- سرعت موتورهای برقی را می توان به کمک گیربکس کم یا زیاد کرد و سرعت دورانی مطلوب را به دست آورد.
- عملگرهای برقی حجم کوچکی دارند.
- باعث رطوبت و آلودگی در محیط نمی شوند و قطعات تمیزی هستند.
- به عنوان آپشن می توان برنامه های مختلفی به این عملگرها داد.
- تامین انرژی آن ها بسیار ساده می باشد.
- به دلیل وجود گیربکس وضعیت خوب و دقت بالایی در عملگرهای برقی وجود دارد.
- موتورهای برقی این عملگرها را می توان توسط سیستم کنترل فرآیند، تحت کنترل داشت.

معایب عملگرهای الکتریکی عبارتند از:

- این عملگرها نسبتاً گران هستند.
- استفاده از برق در برخی از مکان ها خطرناک می باشد.
- سرعت عملکرد عملگرهای برقی نسبت به سایر عملگرها کم هست.
- تعمیرات این عملگر، پرهزینه می باشد.

## عملگرهای نیوماتیکی (Pneumatic Actuator)



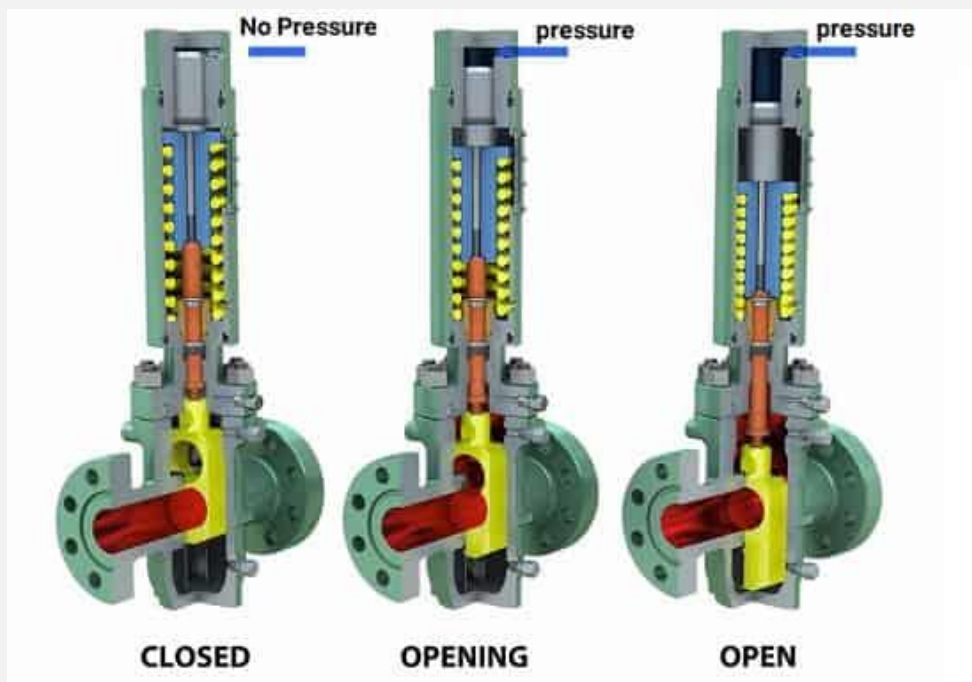
عملگرهای نیوماتیکی به دلیل مزایای فراوانی که دارند، پر مصرف ترین عملگرها در شیرهای صنعتی هستند.

مزایای عملگرهای نیوماتیکی عبارتند از:

- سرعت بالای باز و بسته کردن شیرها.
  - خطر عملگرهای برقی در این نوع عملگرها وجود ندارد.
  - عملگرهای نیوماتیکی مکانیزم ساده تری نسبت به انواع مشابه برقی یا هیدرولیکی شان دارند.
  - تعمیر و نگهداری آن ها نسبت به عملگرهای برقی و هیدرولیکی آسان تر است.
  - قطعات و اجزای این عملگرها را می توان از مواد فلزی مختلفی ساخت تا برای محیط ها و کاربردهای مختلف قابل استفاده باشند.
- معایب عملگرهای نیوماتیکی عبارتند از:
- دقت این عملگرها کمتر از سایر عملگرهاست.
  - حجم این عملگرها به مراتب بزرگتر از عملگر برقی مشابه خود است.

- به دلیل محدودیت دمایی موجود در این عملگرها، نیاز به عایق حرارتی و قطعات پیشگیری از آتش در این عملگرها حس می شود.
- قطعات این عملگرها به علت ذرات ریز موجود در هوا ممکن است در معرض خوردگی قرار گیرد.

## عملگرهای هیدرولیکی (Hydraulic Actuators)



عملگرهای هیدرولیکی از لحاظ مکانیزم بسیار شبیه به عملگرهای نیوماتیکی هستند، با این تفاوت که این عملگرها با روغن کار می کنند. نکته قابل توجه در مورد عملگرهای هیدرولیکی این است که برخلاف عملگرهای نیوماتیکی که حداکثر تا ۱۵ بار فشار می توانند کار کنند، عملگرهای هیدرولیکی می توانند تا ۲۰۰ بار فشار کار کنند.

مزایای عملگرهای هیدرولیکی عبارتند از:

- امکان ایجاد نیروی های زیاد
- امکان ذخیره فشار هیدرولیکی

- کم هزینه بودن عایق کاری این عملگرها
- معایب عملگرهای هیدرولیکی عبارتند از:
  - پایین بودن میزان انرژی جنبشی
  - اقتصادی نبودن ایجاد یک شبکه لوله کشی هیدرولیکی برای تامین فشار تعداد زیادی عملگر
  - افت فشار در لوله های طویل که ممکن است باعث ایجاد انرژی ناکافی در عملگرها شود

## عملگرهای الکتروهیدرولیکی (Electro-Hydraulic Actuators)



عملگرهای الکتروهیدرولیکی شامل یک موتور، یک پمپ هیدرولیک و یک سیلندر هستند.

مکانیزم این عملگر اینگونه است که پمپ توسط موتور حرکت کرده و روغن را از طریق لاین پر فشار به داخل سیلندر تزریق می کند. مزایای عملگرهای الکتروهیدرولیکی عبارتند از:

- قابلیت اطمینان بالا
- ایجاد گشتاور زیاد
- دقت در عملکرد (از این نظر نسبت به بقیه عملگرها، بهترین است)

### معایب عملگرهای الکتروهیدرولیکی:

شاید به توان گفت بزرگترین عیب عملگرهای الکتروهیدرولیکی این است که تامین برق مورد نیاز این عملگر در برخی مناطق و شرایط سخت و دشوار می باشد.

تولیدکنندگان به منظور حل این مشکل به استفاده از انرژی خورشیدی روی آورده اند که به این نوع خاص از عملگرها، Electro Hydraulic Actuators With Solar Panel می گویند.

## رشته مرتبط و بازار کار شیرآلات صنعتی



در دانشگاه، رشته ای وجود ندارد که به صورت تخصصی به مطالعه شیرآلات صنعتی بپردازد؛ اما در شرکت ها و موسسه های آموزشی، دوره آشنایی با شیرآلات صنعتی به صورت عمومی و تخصصی برگزار می شود. دانش آموختگان این حوزه، قابلیت شاغل شدن در بخش های مختلف صنعت مانند، نفت، گاز، پتروشیمی و غیره را خواهند داشت. درآمد شاغلین این حوزه نیز مانند اکثر حوزه های کاری کاملاً متفاوت بوده و بستگی زیادی به مهارت و سابقه کاری دارد.