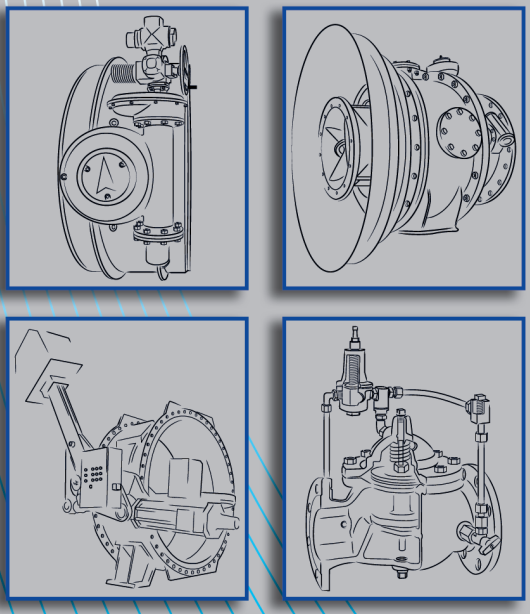
هندبوک شیرهای صنعت آب

Water Industry Valve Handbook



فصل اول

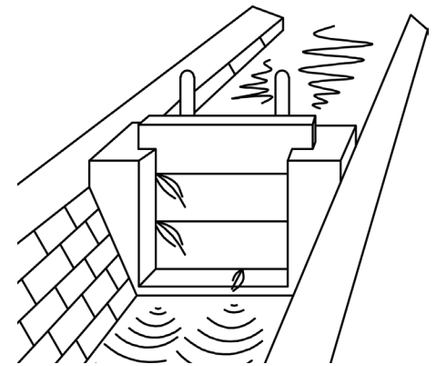
مقدمه‌ای بر شیرهای صنعتی آب

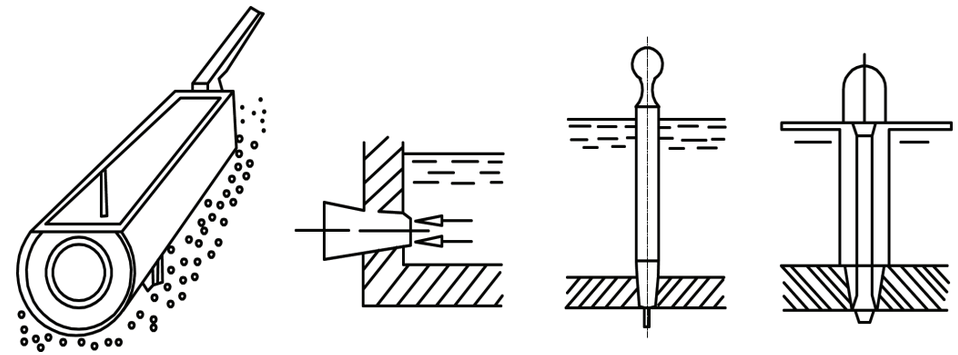
۱- مقدمه‌ای بر شیرهای صنعتی (Industrial Valves):

آنچه در این مجموعه به اختصار تقدیم می‌گردد، صرفاً به عنوان راهنمای شناخت کلیات شیرهای صنعتی و نحوه‌ی انتخاب آن برای کاربردهای مورد نیاز کاربران می‌باشد.

۱-۱ تاریخچه شیر:

در زمان قدیم، شیرها به صورت دریچه‌های تخت کشویی برای قطع، وصل و تعیین مسیر جریان آب درجوی‌ها و کانال‌های روباز و مسیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. با گذشت زمان و در پی‌نیاز و صنعتی شدن، انواع گوناگون شیرهای ساده و پیچیده برای استفاده‌های مختلف ابداع گردید. در شکل ۱-۱ نمونه‌ای از دریچه‌های آب‌بند اولیه که نقش شیرهای امروزی را بازی می‌کردند نمایش داده شده است.





شکل ۱-۱- انواع دریچه‌های آب‌بند اولیه

از موارد عمده استفاده شیرها می‌توان به سیستم‌های لوله‌کشی صنایع (صنایع نیروگاهی، فولاد و پتروشیمی‌ها)، خطوط لوله توزیع و عبور سیالات، لوله‌کشی‌های تاسیسات ساختمانی، شبکه‌های شهری، سیستم‌های آبیاری اشاره نمود.

۱-۲ تعریف شیر صنعتی:

شیر صنعتی یک وسیله‌ی مکانیکی است که مشخصاً به منظور قطع و وصل[۱]، تعیین جهت[۲]، اختلاط[۳] یا تنظیم فشار[۴]، جریان[۵] و دمای سیال یک فرآیند، طراحی و ساخته شده است.

شیرها می‌توانند به گونه‌ای طراحی شوند که سیالات مایع، گاز، پودر، خمیر و ... را عبور دهند.

از انواع شیرها، می‌توان به شیرهای دروازه‌ای[۶]، شیرهای پروانه‌ای[۷]، شیرهای یکطرفه[۸]، شیرهای کنترلی[۹] اشاره نمود که از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین انواع شیرهای مورد استفاده در صنایع مختلف محسوب می‌شوند. هر یک از این گروه‌ها، شامل دسته‌ها و طراحی‌های مختلفی هستند که هر کدام، مزایا و کاربردهای خاص خود را برای سرویس‌های مرتبط دارند. به طور کلی شیرها دارای قطعات اصلی از جمله بدنه شیر[۱۰]، قطعه‌ی مسدودکننده جریان[۱۱]، محور[۱۲] و نشیمن‌گاه آب‌بندی[۱۳] می‌باشند. لازمه بهره‌گیری مناسب از شیرها، شناخت خصوصیات، شرایط نگهداری و به کارگیری صحیح از آنها و شناخت پدیده‌های هیدرودینامیکی مربوطه می‌باشد.

۱- On-Off
۲- Direct
۳- Mix
۴- Pressure Regulate
۵- Flow Regulate
۶- Gate Valves
۷- Butterfly Valves
۸- Check Valves
۹- Control Valves
۱۰- Body or Shell
۱۱- Obturator
۱۲- Stem or Shaft
۱۳- Seating Surface

فصل دوم

معرفی اجزاء و قطعات اصلی

۲- معرفی اجزاء و قطعات اصلی:

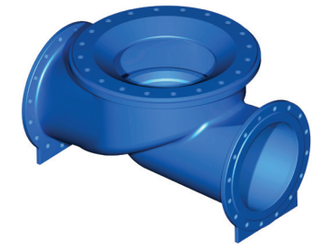
قطعات اصلی یک شیر متشکل از پوسته (بدنه و کلاهک و درپوش)، قطعه مسدودکننده، محور یا شفت، نشیمن‌گاه آب‌بندی بدنه، بوش، گیربکس و عملگر می‌باشد که در زیر در مورد هر کدام توضیح مختصری ارائه شده است.

۲-۱ پوسته (Shell):

از وظایف اصلی پوسته شیر تحمل فشار درونی سیال و ممانعت از نشتی آن به بیرون می‌باشد. با توجه به لزوم امکان دسترسی به داخل پوسته به منظور مونتاژ قطعات و اجزای داخلی، انجام سرویس‌های دوره‌ای و تعویض قطعات آسیب دیده غالباً پوسته اصلی شیر از دو یا سه قطعه تشکیل شده است که قطعه اصلی، بدنه[۱] و قطعات فرعی، کلاهک[۲] یا درپوش[۳] نامیده می‌شود و عملگر شیر نیز روی این بخش نصب می‌شود. ذکر این نکته ضروری است که اتصال بدنه و کلاهک یا درپوش لازم است دارای یک طراحی مطمئن برای آب‌بندی کامل باشد، ضمناً این اتصال می‌تواند به روش‌های دیگر نظیر رزوه‌ای و جوشی انجام پذیرد.

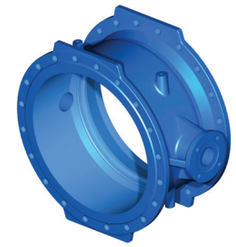
۲-۱-۱ بدنه (Body):

شاخص‌ترین بخش پوسته شیر، بدنه آن است. بدنه مشتمل بر قسمت اتصال به خط لوله، مجرای عبور سیال و نشیمن‌گاه آب‌بندی می‌باشد. شایان ذکر است بدنه شیر، نقش سازه اصلی که دیگر اجزاء شیر روی آن مونتاژ می‌شوند را به عهده دارد، لذا در طراحی و انتخاب آن باید تمهیدات لازم جهت پیشگیری از تاثیر مخرب مولفه‌های مختلف پیش‌بینی گردد. از جمله مواردی که در طراحی بدنه باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از فشار سیال، خواص فیزیکی و شیمیایی سیال و نیز مشخصات هیدرولیکی بهره‌برداری مانند پدیده ضربه قوچ و میزان گشتاورهای وارد شده جهت بستن و بازکردن آن و ... می‌باشد. انتخاب جنس مناسب بدنه در فصل ۵ بند ۳-۵ و همچنین طراحی‌های مختلف اتصال بدنه به خط لوله در فصل ۳ بند ۳-۳ توصیف شده است. بدنه‌ی بعضی از انواع شیرها در شکل ۱-۲ آمده است.



الف- بدنه شیر گلوب

ب-بدنه شیر کشویی



ج- بدنه شیر پروانه‌ای فلنج‌دار

شکل ۱-۲-بدنه‌ی چند نوع شیر

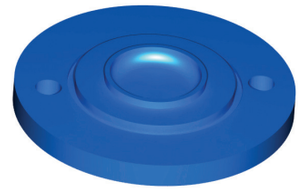
۱- Body ۲- Cap ۳- Bonnet

یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های بدنه شیر، شکل هندسی داخل آن است که عامل تعیین میزان مقاومت جریان و ایجاد افت فشار ناشی از آن می‌باشد. این عامل در صنعت با پارامتری به نام ضریب جریان شیر (Flow of Coefficient) و با نمادهای Cv (در سیستم امپریال) یا Kv (در سیستم متریک) سنجیده می‌شود. توضیحات مربوط به این المان هیدرولیکی در فصل ۶ به تفصیل آورده شده است. از دیگر خصوصیات بارزی که در بدنه شیرها می‌توان به آن اشاره کرد، سطح مقطع مجرای عبور سیال است (به فصل۳ بند ۶-۳ مراجعه شود). به طور کلی از این نظر شیرها به دو دسته تقسیم می‌شوند.

- شیرهایی که سطح مقطع عبور سیال در طول آنها معادل قطر داخلی لوله باشد (Full Bore).
- شیرهایی که دهانه عبور سیال در آنها، کوچک‌تر از قطر داخلی لوله باشد (Reduced Bore).

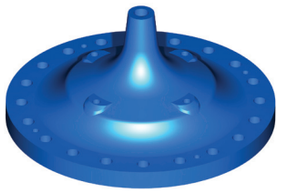
۲-۱-۲ کلاهک (Cap) و درپوش (Bonnet):

کلاهک و درپوش جزئی از پوسته شیر می‌باشد که وظیفه آب‌بندی مناسب پوسته را در جلوگیری از نشتی سیال به بیرون شیر پس از مونتاژ قطعات داخلی در شرایط بهره‌برداری عهده‌دار می‌باشد. تفاوت بارز کلاهک با درپوش، وجود مجرای عبور محور یا شفت و منطقه آب‌بندی محور یا شفت در کلاهک می‌باشد. حال آنکه وظیفه‌ی درپوش، فقط آب‌بندی مناسب پوسته شیر و جلوگیری از نشتی سیال به بیرون شیر پس از مونتاژ قطعات داخلی می‌باشد. کلاهک و درپوش بعضی از انواع شیرها در شکل ۲-۲ آمده است.



الف- درپوش شیر پروانه‌ای فلنج‌دار

ب- کلاهک شیر کشویی



ج- درپوش شیر گلوب

شکل ۲-۲-کلاهک و درپوش چند نوع شیر

۲-۲ قطعه‌ی مسدودکننده (Obturator):

قطعه‌ی مسدودکننده، یکی از اصلی‌ترین مجموعه قطعات کنترل سیال است که در داخل شیر نصب می‌شود و عملکرد شیر صنعتی، متاثر از تغییر موقعیت قطعه‌ی مسدودکننده نسبت به مجرای عبور جریان می‌باشد. قطعه‌ی مسدودکننده‌ی بعضی از انواع شیرها در شکل ۳-۲ آمده است.

فصل سوم

طبقه‌بندی شیرهای صنعتی

۳-طبقه‌بندی شیرهای صنعتی:

در این بخش بطور اجمالی به مهم‌ترین طبقه‌بندی‌های رایج در خصوص شیرهای صنعتی اشاره می‌نماییم و دامنه کاربرد هر نوع از این تجهیزات و محدودیت‌های استفاده از گروه‌های مختلف شیرها را در فرآیندهای متفاوت توضیح خواهیم داد.

۳-۱ طبقه‌بندی شیرهای صنعتی براساس وظیفه‌ی عملکرد هیدرولیکی (Functin of Valve):

شیرهای صنعتی براساس وظیفه‌ی عملکرد هیدرولیکی آنها بطور اساسی معمولاً به پنج گروه تقسیم‌بندی می‌شوند؛ بنابراین، استفاده کنندگان و بهره‌برداران باید در هنگام طراحی و نصب، این ویژگی شیرهای صنعتی را در نظر داشته باشند و هرگونه بی‌توجهی در این خصوص، موجب نقصان عملکرد شیر، تخریب[۱] زود هنگام و همچنین باعث اختلال در فرآیند خواهد شد.

الف- شیرهای توقف جریان[۲] (شیرهای قطع و وصل یا ایزوله که به آنها شیرهای مسدودکننده[۳] نیز اطلاق می‌شود)

ب- شیرهای تنظیم[۴] (به منظور تنظیم جریان، جهت دهی جریان، تنظیم فشار و ... استفاده می‌شوند و به آنها شیرهای کنترلی نیز گفته می‌شود)

ج- شیرهای خودکار[۵] جهت ممانعت از تغییرات ناخواسته فشار خطوط لوله[۶] (خلاءشکن، فشارشکن، تخلیه‌ی هوا و آزاد کننده فشار)

د- شیر قطع اضطراری[۷] (یعنی بسته شدن شیر در اسرع وقت، چنانچه در اثر حادثه، خط لوله پایین‌دست[۸] دچار آسیب و همراه با افزایش سرعت سیال باشد.)

ه- شیرهای ممانعت کننده از برگشت جریان[۹] (شیرهای یکطرفه)

۳-۲ طبقه‌بندی شیرهای صنعتی براساس نوع حرکت قطعه‌ی مسدودکننده (Obturator):

شیرهای صنعتی براساس نوع حرکت قطعه‌ی مسدودکننده، به دو گروه اساسی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- شیرهای دارای حرکت خطی

۲- شیرهای دارای حرکت چرخشی

از عوامل بسیار مهم در انتخاب صحیح شیرهای صنعتی شناخت این دو گروه، طریقه باز و بسته شدن، شکل قطعه‌ی مسدودکننده، سرعت باز و بسته شدن قطعه‌ی مسدودکننده و اثری که بر وضعیت هیدرولیک سیال خواهند گذاشت، می‌باشند.

۱- Failure
۲- Stop Flow
۳- Block Valves
۴- Regulate Flow
۵- Self-Actuated Valves
۶- Overpressure/Vacuum Protection
۷- Closure at Over-Speed Flow
۸- Down Stream
۹- Non-Return Valves

۳-۲-۱ شیرهای دارای حرکت خطی (Linear Motion Valves):

در این شیر، قطعه‌ی مسدودکننده، تغییر مکان خطی را دارا خواهد بود که ناشی از چرخش رزوه‌های محور آن به طور مکرر[۱] است. بنابراین در صنعت به این شیرها، شیرهای دارای چرخش دورانی[۲] نیز اطلاق می‌شود. عمل باز و بسته نمودن این شیرها دارای سرعت نسبتاً پایین می‌باشد و طراحان لازم است مولفه زمان را در انتخاب این نوع شیرها - خصوصاً در تنظیم عملکرد مناسب شیرهای کنترلی - مدنظر قرار دهند. در شکل ۱-۳ یک نوع شیر با حرکت خطی نشان داده شده است.

تغییرات مولفه زمان در این نوع شیرها با تناسب تغییر در مشخصات رزوه انتقال قدرت محور میسر می‌گردد. شیرهای دروازه‌ای[۳](کشویی)، گلوب[۴](کروی)، پینچ[۵]، غلافی[۶]، سوزنی[۷]، تخلیه به اتمسفر مخروط ثابت[۸]، هالوجت[۹] و دیافراگمی[۱۰] در این دسته از شیرهای صنعتی گروه‌بندی می‌شوند. نمونه‌ی حرکت جریان سیال بعضی از شیرها در اشکال ۲-۳ و ۳-۳ آمده است.

شکل ۱-۳- شیر گلوب شرکت میراب

۱- Multi-Turn Valves
۲- Rotary Valves
۳- Gate Valve
۴- Globe Valves
۵- Pinch Valves
۶- Sleeve Valves
۷- Needle Valves
۸- Fixed Cone Discharge Valves
۹- Hollow Jet Valves
۱۰-Diaphragm Valves

فصل چهارم

معرفی انواع شیرهای صنعتی

و تجهیزات مربوطه

۴- معرفی انواع شیرهای صنعتی و تجهیزات مربوطه:

شیرهای صنعتی را می‌توان به صورت زیر گروه‌بندی نمود.

۴-۱ شیرهای دروازه‌ای (Gate Valves):

شیر دروازه‌ای یکی از متداول‌ترین و پرکاربردترین شیرهای صنعتی می‌باشد که در دو نوع مکانیزم حرکتی طراحی و ساخته می‌شوند.

- نوع اول مکانیزم حرکتی با محور بالا رونده: در این طرح ساقه یا محور شیر حین فرایند باز یا بسته شدن به صورت عمودی به بالا و پایین حرکت می‌کند و باعث حرکت قطعه‌ی مسدودکننده می‌شود.
- نوع دوم مکانیزم حرکتی با محور ثابت: در این طرح ساقه یا محور شیر حین فرایند باز یا بسته شدن ثابت مانده و تنها چرخش آن باعث حرکت قطعات مرتبط می‌شود.

مشخصات عمومی:

- نوع وظیفه‌ی عملکرد هیدرولیکی: قطع و وصل جریان
- نوع حرکت قطعه‌ی مسدودکننده: حرکت خطی توسط چرخش دورانی فلکه
- نوع اتصال به خط لوله: رزوه‌ای، جوشی، فلنجی و پرسی
- نوع مشخصات سرویس: سرویس عادی و ویژه
- نوع محرک: دستی (شکل ۱-۴)، پنوماتیک، برقی (شکل ۲-۴)، و هیدرولیک
- نوع مجرای عبور سیال: کامل یا کوچکتر از ورودی

شکل ۱-۴- شیرهای دروازه‌ای با محرک دستی شرکت میراب

ویژگی‌های طراحی شیرهای دروازه‌ای:

- مسیر جریان مستقیم
- عدم وجود قطعه‌ی مسدودکننده در مسیر جریان در حالت کاملاً باز
- دارای طراحی محور بالا رونده[۱] یا ثابت[۲]
- دارای طراحی محور رزوه درونی[۳] یا بیرونی[۴]
- اتصال بدنه به کلاهک پیچ و مهره، رزوه‌ای یا جوشی
- دارای طراحی قطعه‌ی مسدودکننده به شکل گوه‌ای[۵] یا موازی[۶]
- دارای طراحی قطعه‌ی مسدودکننده یکپارچه[۷] یا چند تکه[۸]
- دارای طراحی قطعه‌ی مسدودکننده صلب[۹] یا انعطاف پذیر[۱۰]
- دارای نوع آب‌بندی فلز به فلز[۱۱] یا فلز به غیر فلز[۱۲] (غیر فلزها نظیر الاستومر یا پلیمر می‌باشند)
- دارای طرح آب‌بندی از دو طرف[۱۳]

شکل ۲-۴- شیرهای دروازه‌ای با عملگر برقی شرکت میراب

۱- Rising Stem	۴- Outside Screw and Yoke	۷- One-Piece Wedge	۱۰- Flexible Wedge	۱۳- Bi-Directional
۲- Non-Rising Stem	۵- Wedge Gate	۸- Split Wedge	۱۱- Metal to Metal	
۳- Inside Screw	۶- Parallel Gate	۹- Solid Wedge	۱۲- Resilient Seat	

فصل پنجم

مواد ساختار

۵- مواد ساختار (Material of Construction):

انتخاب مواد ساختار مناسب در خصوص قطعات شیرهای صنعتی، تابع مستقیم خواص خوردگی[۱] و سایش[۲] سیال، فشار، دمای طراحی و ویژگی‌های شیمیایی سیال سرویس است. ملاحظات در خصوص این فاکتورها می‌تواند باعث انتخاب گروهی از مواد ساختار متناسب گردد که بصورت بالقوه پیش روی مهندسین فرآیند، مصرف کنندگان و مشاورین کارگاه های عملیاتی قرار دارد. این فهرست لازم است براساس تجزیه و تحلیل مهندسی و مالی[۳] و قابلیت دسترسی، بررسی گردد و نتایج بررسی می‌تواند در جهت اتخاذ تصمیم و انتخاب مواد مناسب ساختار راه‌گشا باشد. پوسته و تریم (اجزای حساس و داخلی شیرهای صنعتی) در اغلب موارد از گروه‌های مواد گسترده‌ای تولید می‌شوند؛ لذا در نظر گرفتن الزامات ذکر شده در استانداردهای مرتبط و همچنین استفاده از خطوط راهنمای مراجع معتبر می‌تواند انتخاب دقیق و صحیح را توسط مهندسین فرآیند میسر سازد.

۵-۱ ملاحظات در خصوص خوردگی:

خوردگی سیال مهم‌ترین عامل انتخاب مواد ساختار قطعات مختلف شیر می‌باشد. تخمین نرخ خوردگی[۴] خود، تحت تاثیر عواملی مانند دما، وجود عوامل تشدید کننده یا ممانعت کننده خوردگی و وجود نقاط تمرکز خوردگی در قطعات قرار دارد، که تخمین دقیق نرخ خوردگی را امری بسیار دشوار قرار می‌دهد. به هر حال مهندسین فرایند و طراحی سایت‌های عملیاتی می‌توانند با مراجعه به تجربیات به دست آمده از سایت‌های عملیاتی مشابه[۵]، درس آموخته‌ها[۶]، مراجع و جداول و نمودارهای معتبر خوردگی[۷]، استفاده از تکنیک‌های برون‌یابی[۸] و درون‌یابی[۹] تخمین مناسب را میسر سازند.

با در نظر گرفتن مواردی که به آنها اشاره شد، مراجعه به جداول معتبری مانند "بخش مواد ساختار هندبوک مهندسی شیمی[۱۰] "، "جداول خوردگی مرجع انجمن ملی مهندسین خوردگی امریکا[۱۱]" و همچنین" بخش مواد کاتالوگ شرکت‌های متخصص و معتبر فعال در امر خوردگی" به عنوان مراجع قابل اعتماد و سریع توصیه می‌شوند. باید در نظر داشت ناچیز شمردن عامل خوردگی و تخمین میزان آن برحسب زمان کمتر از مقدار واقعی می‌تواند باعث ایجاد خسارات بسیار شدید از نظر ایمنی، بهداشتی، محیط زیست و فرآیندی گردد و موجب صرف هزینه‌های مالی قابل توجه و هدر رفتن سرمایه در اثر تخریب ناگهانی و زودرس تجهیزات در سایت‌های عملیاتی شود. همچنین تخمین فراتر نرخ خوردگی باعث افزایش هزینه ساخت می‌گردد.

۱- Corrosion
۲- Errosion
۳- Engineering and Cost Investigation
۴- Corrosion Rate
۵- Sites Experience
۶- Lesson Learned
۷- Corrosion Charts and References
۸- Extrapolation
۹- Interpolation
۱۰- The “Material of Construction” Section of the “Chemical Engineer Handbook” (MC Graw-Hill)
۱۱- The “Corrosion Data Survay” (National Association of Corrosion Engineer)

۵-۲ محدودیت‌های عملکرد فیزیکی متاثر از خواص مکانیکی (Mechanical Property)

مواد ساختار شیر:

عموماً افزایش فشار سرویس باعث افزایش ضخامت‌ها و ابعاد قطعات و همچنین افزایش وزن شیرها خواهد شد. همچنین باید در نظر داشت افزایش یا کاهش دمای سرویس می‌تواند تاثیر مستقیم روی خواص مکانیکی و تحمل فشار سرویس داشته باشد. جدول ۲-۵ به عنوان یک مثال در خصوص تناسب نوع جنس با شرایط سرویس مانند محدوده‌های دما و فشار ارائه شده است و صرفاً به عنوان اطلاعات و خطوط راهنما قابل استفاده کلی می‌باشد.

جدول ۲-۵ تناسب نوع جنس با شرایط سرویس

مـــــــواد	محدوده اسمی دمای سرویس				حداکثر فشار اسمی سرویس	
	حداکثر		حداقل			
	C°	F°	C°	F°	bar	psig
آلومینیوم[۱]	204.4	400	-198.3	-325	20.68	300
برنج[۲]	232.2	450	-240	-400	20.68	300
برنز[۳]	287.7	550	-240	-400	20.68	300
چدن خاکستری[۴]	176.6	350	-17.7	0	13.78	200
فولاد ریخته‌گری[۵]	537.7	1000	-28.8	-20	413.68	6000
چدن داکتیل[۶]	343.3	650	-28.8	-20	413.68	6000
فولاد فورج[۷]	454.4	850	-28.8	-20	3447.37	50000
فولادهای آلیاژ نیکل[۸]	593.3	1100	-101.1	-150	3447.37	50000
فولاد ضدزنگ[۹]	871.1	1600	-198.3	-325	3447.37	50000

۵-۳ انتخاب مواد پوسته:

پوسته شیر صنعتی که غالباً متشکل از بدنه و کلاهک یا بدنه و درپوش است، قطعات نگهدارنده فشار[۱۰] و ممانعت کننده نشتی سیال به اتسمفر است. علیرغم اینکه انتخاب مواد پوسته، مشابه با مواد خطوط لوله از لحاظ خواص مکانیکی و مقاومت در برابر خوردگی توصیه می‌گردد، باید به این نکته توجه داشت که جنس پوسته شیرهای صنعتی با توجه به این مطلب که روش‌های ساخت آن با لوله متفاوت است لزوماً از جنس همسان لوله نمی‌باشد ولی باید مطابق استاندارد در یک طبقه مواد ساختاری قرار داشته باشند.

۱- Aluminum
۲- Brass
۳- Bronze
۴- Cast Iron
۵- Cast Steel
۶- Ductile Iron
۷- Forged Steel
۸- Nickel Alloy Steel
۹- Stainless Steel
۱۰-Pressure Containing Parts

فصل ششم

آشنایی با

المان‌های هیدرودینامیکی

شیرها و محاسبه‌ی آنها

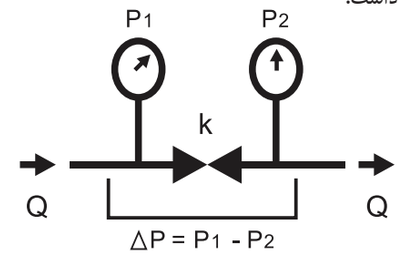
۶- آشنایی با المان‌های هیدرودینامیکی شیرها و محاسبه‌ی آنها:

برخی از المان‌های هیدرودینامیکی شیرها و روش محاسبات آنها در زیر آورده شده است.

۶-۱ آشنایی و محاسبه ضریب جریان Kv ، Cv:

وقتی یک سیال از درون یک شیر صنعتی عبور می‌کند یا با هر وسیله دیگر جریان سیال را محدود می‌کنند این عمل موجب از دست دادن مقداری انرژی می‌گردد. یکی از مهم‌ترین فاکتورهای انتخاب شیر، طراحی و بکارگیری آن در سامانه‌های آبرسانی و انتقال سیالات، ضریب گذر حجمی یا ضریب جریان است. در این صورت مقدار گذر حجمی (Q) به افت هد (Δh) یا افت فشار (ΔP) بستگی دارد.

بنابراین مطابق شکل ۱-۶ خواهیم داشت:



شکل ۱-۶ مدار اندازه‌گیری Kv شیر

$$Q = Kv\sqrt{\frac{\Delta P}{SG}}$$

مقدار گذر حجمی	Q
اختلاف فشار	ΔP
SG = fluid density / water density=1	
ضریب گذر حجمی (دبی)	Kv

در رابطه فوق افت فشار [(Δh),(ΔP)] به عواملی نظیر درصد باز بودن شیر، نوع سیال، درجه حرارت سیال، نوع شیر، ساختمان داخلی، سایز، مواد ساختار، صافی سطوح داخلی و ... بستگی دارد.

هر شیر ضریب جریان ویژه خود را دارد و مقدار آن بستگی به نوع طراحی و نحوه عبور سیال از مقطع آن دارد. بنابراین، متفاوت بودن ضرایب جریان، در اصل مربوط به نوع شیر و وضعیت باز بودن آن است. در انتخاب بهترین شیر و بکارگیری آن برای یک کار خاص، ضریب جریان بسیار مهم است. اگر یک شیر در طول بهره‌برداری باید کاملاً باز باشد، احتمالاً به منظور صرفه جویی در انرژی باید یک شیر با

افت کمتر انتخاب شود، در صورتی که انتخاب شیر، شیر کنترلی باشد، حدود ضرایب جریان، با تغییرات باز و بسته بودن شیر باید متناسب با نیازمندی‌های سامانه طراحی انتقال سیال باشد. در شرایط جریان یکسان، ضریب جریان بالاتر به معنای افت کمتر در مقطع شیر می‌باشد. در هر حال، بسته به سازنده و نوع شیر، ضریب جریان می‌تواند با واحدهای مختلفی بیان شود. این ضریب می‌تواند بدون بعد یا قطر یا چگالی سیال بیان گردد، واحد فیزیکی ضریب جریان در معادله نیز در کنار ضریب جریان نوشته می‌شود. ضریب جریان بیشتر شیرهای صنعتی استاندارد می‌باشند. در مورد آب، ضریب جریان به مقدار گذر حجمی و افت فشار معادل یک بار در دمای خاص اشاره شده است. شیرها با یک مدل و با سایزهای مختلف، ضرایب جریان متفاوتی دارند.

واحد Kv در سیستم متریک SI:

عبارت است از مقدار جریان برحسب متر مکعب در ساعت [m^3/h] آب در دمای 16 درجه سانتیگراد با افت فشار یک بار [1bar] در مقطع عبور جریان شیر، بنابراین واحد ضریب جریان [m^3/h][bar] است.

واحد Cv در سیستم امپریال :

در سیستم امپریال بجای نماد Kv از نماد Cv استفاده می‌شود که عبارت است از مقدار جریان برحسب گالن در دقیقه [gpm] آب در دمای 60 درجه فارنهایت با فشار یک پوند براینچ مربع [1psi] در مقطع عبور جریان شیر، بنابراین واحد ضریب جریان [psi][gpm] است.

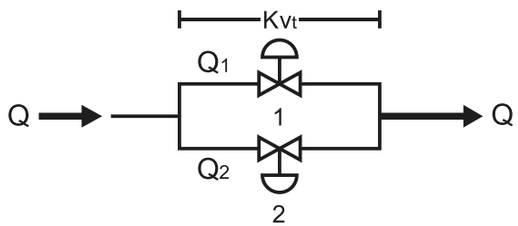
تبدیل Kv به Cv و بالعکس:

$$Kv = 0.865\ Cv$$

$$Cv = 1.156\ Kv$$

چنانچه دو یا چند شیر درحالت موازی یا سری نصب شده باشند، ضریب جریان معادل آنها (Kvt) به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

الف : شیرهای موازی



$$Q = Q_1 + Q_2$$

فصل هفتم

سایزینگ

۷- سایزینگ:

از جمله فاکتورهای مهمی که برای انتخاب بهینه‌ی نوع شیر و سایز مناسب آن به لحاظ فنی و بازرگانی در خطوط انتقال آب مورد توجه قرار می‌گیرند عبارتند از: نوع سرویس، دبی، فشار ورودی و خروجی، مشخصات سیال، ضرایب شیر و ...

۷-۱ پارامترهای مهم در انتخاب شیرهای کنترل اتوماتیک دیافراگمی:

انتخاب صحیح شیرهای کنترلی یکی از مراحل مهم طراحی سیستم‌های انتقال آب می‌باشد. سایز شیر با ضریب جریان Kv بایستی طوری تعیین گردد که حداکثر دبی مورد نیاز را در حالتی که شیر در حالت حداکثر تا 80% گشودگی قرار دارد، بتواند عبور دهد. اگر شیر کوچکتر انتخاب گردد (Kv کوچک باشد)، حداکثر دبی مورد نیاز تامین نمی‌گردد، حتی اگر شیر کاملاً باز باشد. اگر شیر کنترلی بزرگتر انتخاب گردد (Kv بزرگ باشد)، که در این صورت ممکن است نیاز به باز کردن شیر کمتر از 20% گشودگی باشد تا بتواند حداقل دبی مورد نیاز را تامین نماید. این عمل باعث می‌شود که دائماً قطعه‌ی مسدودکننده شیر متناسب با میزان دبی عبوری در محدوده‌ی کورس زیر 20% نوسان داشته و بالا و پایین شده که موجب کنترل ضعیف و همچنین فرسودگی سریع نشیمن‌گاه شیر خواهد شد. بنابراین از انتخاب شیر کنترلی با Kvهای بزرگ یا کوچک نامناسب بایستی پرهیز نمود. یک انتخاب خیلی خوب برای یک شیر کنترلی می‌تواند در بازه‌ی گشودگی بین 20% تا 80% باشد.

نکات مورد توجه در انتخاب شیرهای کنترلی:

- استفاده از جداول و منحنی‌های انتخاب شیر کنترل اتوماتیک دیافراگمی شرکت سازنده (نظیر جدول شماره ۱-۱-۷ شرکت میراب)
- رعایت وجود حداقل 0.5 bar اختلاف فشار بین ورودی و خروجی شیر کنترل اتوماتیک دیافراگمی
- دبی کاری نرمال عبوری از شیر و کنترل حداکثر و حداقل مجاز آن
- محاسبه‌ی افت فشار دو طرف شیر و بررسی کنترل پدیده کاویتاسیون در شیر کنترل اتوماتیک دیافراگمی

توصیه: حداکثر و حداقل دبی عبوری از شیر یکی از پارامترهای اصلی انتخاب شیر کنترل اتوماتیک دیافراگمی می‌باشد و میزان دبی عبوری از شیر از قطر لوله ورودی و خروجی آن تبعیت نمی‌کند. جدول ۱-۱-۷ نشان دهنده‌ی دبی‌های حداقل، کاری و حداکثر شیرهای کنترل اتوماتیک دیافراگمی شرکت میراب می‌باشد.

جدول ۱-۱-۷ انتخاب سریع شیرهای کنترل اتوماتیک دیافراگمی شرکت میراب

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
دبی حداقل شیر I/S	1.6	2.7	4	6	10	14	25	39	56	77	100	127	157	226	307	402	510	630
دبی کاری شیر I/S	6	10	15	24	37	53	94	147	212	289	377	477	589	848	1154	1508	1908	2355
دبی حداکثر شیر I/S	10	17	25	40	61	88	157	245	353	481	628	795	982	1414	1924	2513	3180	3925

توجه: سایز شیرهای دائم کار برای دبی کاری مندرج در جدول محاسبه می‌شود؛ در صورت لزوم استفاده‌ی شیر بیشتر از دبی کاری برداشت جریان تا حداکثر 80% دبی حداکثری مندرج در جدول به صورت دائم کار نیز بلامانع خواهد بود.

مثال : شیر تنظیم فشار پایین‌دست با فرض

مشخصات سیال: آب

$\rho = 1 \left(\frac{Kg}{dm^3}\right)$ چگالی سیال آب

فشارهای ورودی و خروجی تعریف شده برای شیر فشارشکن:

$P_{outlet} = 4$ (bar) فشار خروجی , $P_{inlet} = 6$ (bar) فشار ورودی

دبی‌های عبوری درخواستی از خط لوله:

$$Q_{\text{دبی حداقل خط}} = 40 \left(\frac{l}{s}\right) x \frac{3600}{1000} = 144 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

$$Q_{\text{دبی کاری خط}} = 150 \left(\frac{l}{s}\right) x \frac{3600}{1000} = 540 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

$$Q_{\text{دبی حداکثر خط}} = 200 \left(\frac{l}{s}\right) x \frac{3600}{1000} = 720 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

انتخاب سایز شیر فشارشکن (DN)

به منظور تسریع در انتخاب از جدول ۱-۱-۷ انتخاب سریع شیرهای فشارشکن، شیر DN 250 با مقادیر دبی زیر انتخاب می‌شود.

$$Q_{\text{دبی حداقل شیر}} = 39 \left(\frac{l}{s}\right) = 140.4 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

$$Q_{\text{دبی کاری شیر}} = 147 \left(\frac{l}{s}\right) = 529.2 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

فصل هشتم

عملگرها

۸- عملگرها (Actuators):

به دلیل نیاز به گشتاور با سرعت بالاتر از توان انسان در باز و بسته کردن شیر، لازم است از عملگرها استفاده شود. عملگرها ابزارهایی هستند که برروی شیر و به جهت سهولت و سرعت انجام عملیات باز یا بسته کردن شیر مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال با توجه به اینکه باز و بسته شدن بعضی از انواع شیرها از سرعت بالایی برخوردار نمی‌باشد، در صورت تجهیز این شیرها به عملگرهای مرتبط، می‌توان پایین بودن سرعت عملیات این شیرها را جبران نمود.

پیش از اینکه به تعریف انواع عملگرها بپردازیم، لازم است تا تجهیزی که می‌تواند با برخی از انواع عملگرها به صورت ترکیبی روی شیرها نصب گردد، معرفی شود. گیربکس یا جعبه دنده تجهیزی است که ضمن انتقال حرکت چرخشی به انواع شیرها، گشتاور خروجی خود را نیز افزایش می‌دهد. گیربکس‌ها در بخش خروجی می‌توانند در دو نوع ربع‌گرد و چرخش دورانی وجود داشته باشند. انواع گیربکس‌ها را می‌توان به صورت ترکیبی با فلکه دستی یا عملگرهای برقی، هیدرولیک و پنوماتیکی مورد استفاده قرار داد.

عملگرها با توجه به نوع نیروی عمل کننده در آنها به پنج گروه طبقه‌بندی می‌شوند که در ادامه به آنها اشاره می‌گردد:

- عملگرهای دستی
- عملگرهای برقی با استفاده از نیروی جریان الکتریسیته
- عملگرهای خودکار با استفاده از نیروی سیال عبوری شیر
- عملگرهای پنوماتیک با استفاده از نیروی هوای فشرده
- عملگرهای هیدرولیکی با استفاده از نیروی فشار روغن

۸-۱ عملگرهای دستی (Manual Operators):

در مواردی که نیروی انسانی برای باز کردن یا بستن شیر کافی باشد و سرعت بالا مورد نیاز نباشد، از انواع عملگرهای دستی اعم از اهرم، فلکه و چرخ زنجیر استفاده می‌شود. در شیرهایی نظیر انواع شیرهای پروانه‌ای، توپی و سماوری می‌توان جهت تامین حرکت چرخشی 90 درجه قطعه‌ی مسدودکننده از انواع اهرم‌ها استفاده نمود و برای شیرهایی نظیر شیرهای گلوب، دروازه‌ای و شیرهای پروانه‌ای مجهز به گیربکس، از فلکه و چرخ زنجیر جهت باز یا بسته نمودن شیر استفاده کرد. انواع چرخ زنجیرها در شیرهایی کاربرد دارند که دسترسی اپراتور به شیر به منظور باز و بسته نمودن آن دشوار باشد و شیر در ارتفاع بالا نصب شده باشد. معمولاً استفاده از فلکه و اهرم و عموماً عملگرهای دستی، باید تابع استانداردهایی نظیر MSS SP 91 باشد که در آن محدوده‌ی مجاز اعمال گشتاور توسط انسان به فلکه، اهرم و اجزاء شیر را مشخص می‌نماید. در شکل ۸-۱ نمونه‌ای از شیر پروانه‌ای بدون فلنج با عملگر دستی آمده است.

شکل ۸-۱- شیر با عملگر دستی شرکت میراب

۸-۲ عملگرهای برقی (Electrical Actuators) با استفاده از نیروی جریان الکتریسیته:

در صورتی که یک شیر از ابعاد بزرگی برخوردار باشد و باز و بسته شدن آن به سختی صورت پذیرد، استفاده از یک عملگر برقی می‌تواند جهت ایجاد سهولت در این عملیات مورد استفاده واقع شود. عملگرهای برقی به طور معمول از یک موتور الکتریکی و یک جعبه دنده جهت افزایش گشتاور خروجی از آن تشکیل شده‌اند. الکترو موتور می‌تواند از جریان الکتریسیته AC با فرکانس و ولتاژهای متفاوت یا جریان DC بهره گیرد و با استفاده از جعبه دنده تعبیه شده در عملگر، گشتاور مورد نیاز شیر را به منظور باز یا بسته شدن، تامین نماید. بهبود تکنولوژی به کار رفته در تولید عملگرهای برقی و وجود نیازهای مرتبط، باعث شده است تا علاوه بر موتور برقی و جعبه دنده، امکاناتی نظیر ابزارهای اندازه‌گیری گشتاور و تعیین حدود ابتدایی و انتهایی کورس حرکت قطعه‌ی مسدودکننده در شیر نیز به آن افزوده شود. این ابزارها با استفاده از سوئیچ‌های قطع و وصل جریان، امکان کنترل حرکت مورد نیاز عملگر را فراهم می‌آورند. عملگرهای برقی با توجه به نحوه‌ی استفاده و بکارگیری آنها به دو دسته‌ی زیر طبقه‌بندی می‌گردند.

۸-۲-۱ عملگرهای برقی ثابت:

این عملگرها به صورت مستقیم روی شیر یا گیربکس (جعبه دنده) نصب می‌گردند و از قابلیت چرخش 90 درجه، چرخش دورانی یا حرکت خطی در بخش خروجی برخوردار هستند. این عملگرها عموماً در مواردی که لازم است شیرها دائماً بهره‌برداری و باز و بسته شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل ۸-۲ چند نوع شیر با عملگر برقی ثابت نشان داده شده است.

فصل نهم

توصیه‌هایی در خصوص

نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری

شیرهای صنعتی

۹-توصیه‌هایی در خصوص نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری شیرهای صنعتی:

در این بخش به منظور راهنمایی یادآوری ملاحظات نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری، موارد کلی تدوین شده است و سازندگان برای هر کدام از محصولات خود، دستورالعمل نصب، نگهداری و بهره‌برداری جداگانه‌ای دارند که کلیه نکات جزیی برای نصب، بهره‌برداری صحیح و موثر و نگهداری از هر محصول را توصیه نموده‌است. لذا قبل از نصب حتماً دستورالعمل‌های تفکیکی محصولات مورد مطالعه قرار گیرد. به منظور سهولت درک مطالب، دستورالعمل به فصل‌ها و بخش‌های مختلفی تقسیم‌بندی شده که برای مثال مواردی مربوط به آنها اشاره شده است.

قبل از نصب و بهره‌برداری از شیر مطمئن شوید تمامی‌نکات فنی مطابق دستورالعمل مربوطه رعایت شده باشد.

توجه

اکیداً توصیه می‌شود از استفاده‌های غیر تعریف شده شیر یا هرگونه تغییری که باعث تغییر عملکرد شیر گردد بدون مشورت با کارخانه سازنده، اقدام نگردد.

در شبکه‌های آبرسانی همواره نصب شیرها در محل‌های مناسب می‌تواند ضمن عملکرد صحیح هیدرولیکی، در شرایط خاص و اضطراری نیز از صدمات و خسارات احتمالی پیشگیری نماید. یکی از این موارد، رعایت فواصل نصب برای شیرها است. در بعضی از شیرها رعایت این فواصل الزامی و در عملکرد مناسب شیر نقش بسزایی دارد. در دستورالعمل‌های شیر، لازم است فواصل قبل و بعد از شیر رعایت شود. در شیرهای کنترلی مانند شیرهای سوزنی و همچنین شیرهای کنترل اتوماتیک رعایت این موضوع مهم‌تر و لازم الاجرا می‌باشد. تعامل با شرکت‌های سازنده شیر و استعلام در این خصوص طراحی و ساخت حوضچه‌های نصب شیر در لوله گذاری حائز اهمیت است. بطور مثال در نصب پشت سر هم شیر یکطرفه اهرمی و شیر پروانه‌ای نیز حداقل فاصله بین دو شیر جهت جلوگیری از برخورد پروانه‌های شیرها با یکدیگر باید رعایت شود.

۹-۱ موارد ایمنی:

تمام شیرها با رعایت استانداردهای معتبر طراحی و با کمال دقت ساخته می‌شوند و در کارخانه مورد تست‌های استاندارد قرار گرفته و به محل نصب ارسال می‌گردند. در صورتی که شیر به درستی نصب و بهره‌برداری نگردد، در خصوص عملکردی که برای آن تعریف و طراحی شده است، استفاده نشود یا در صورتی که طبق شرایط و روش‌های مندرج در دستورالعمل‌ها عمل نگردد می‌تواند موجب عدم عملکرد صحیح و حتی خطر ساز و احتمالاً حادثه آفرین برای کاربر باشد. همچنین هنگام نصب شیرآلات در خط لوله و بهره‌برداری از آن باید دقت گردد قوانین و استانداردهای فنی، ایمنی و همچنین مقررات محلی به منظور جلوگیری از بروز حوادث احتمالی به طور کامل رعایت شود.

۹-۱-۱ انجام فعالیت تعمیر یا تنظیم روی شیر:

انجام عملیات روی هر شیر تنها زمانی مجاز است که شیر در حال بهره‌برداری نبوده و اطمینان حاصل گردد که قبل از هر کاری فشار داخل خط در محدوده شیر به فشار اتمسفری رسیده و منطقه کاری بدون فشار باشد. در ضمن، اطمینان حاصل شود که تمام قطعات متحرک شیر کاملاً ثابت و بدون حرکت شده‌اند و بایستی هرگونه منبع انرژی خارجی از آن جدا شده باشد.

تمام پرسنلی که به نحوی درگیر نصب و راه‌اندازی و تعمیرات هستند باید به طور کامل مطالب دستورالعمل را بخوانند و ضمن اخذ آموزش‌های لازم از درک صحیح آن اطمینان حاصل کنند. در شیرهایی که دارای عملگر برقی هستند یا مجهز به تجهیزات الکتریکی می‌باشند، هرگونه فعالیت تعمیرات اساسی برروی شیر باید زمانی صورت گیرد که تمامی مدارهای ورودی به شیر بی‌برق باشد (هیچ برقی به شیر وارد نشود).

خطر

این الزام ایمنی در مورد شیرهای با عملگر هیدرولیکی وزنه‌ای نیز صادق می‌باشد، در این نوع شیر در صورت قطع برق تغذیه شیر برقی (24 ولت مستقیم)، خطر سقوط وزنه وجود دارد.

پس از انجام فعالیت تعمیرات یا سرویس روی شیر باید تمام موارد مورد بازرسی مجدد قرار گیرد و از عملکرد مکانیکی صحیح آنها اطمینان حاصل گردد.

قبل از انجام فعالیت‌هایی نظیر بتون ریزی، جوشکاری، رنگ آمیزی، شستشو با آب یا موارد مشابه دیگر باید قسمت‌های حساس شیر پوشیده باشد.

۹-۱-۲ شرایط مربوط به بهره‌برداری:

لزوم وجود فضای کافی جهت نصب، بهره‌برداری و تعمیرات در اطراف شیر، باید به هنگام طراحی اطاقچه‌ی شیر، مورد توجه قرار گیرد. فضای لازم اطراف شیر باید به گونه‌ای باشد که انجام عملیات تعمیرات توسط تعمیرکاران را با محدودیت مواجه نسازد.

دستورالعمل شیرها باید همواره:

- در محل بهره‌برداری موجود باشد.
- بطور مطلوب محافظت شود.
- به منظور امکان مطالعه یا بازنگری در دسترس باشند.

فصل دهم

ضمائم

جدول شماره ۱-۱۰: مشخصات مواد ساختار شیرهای صنعتی و سرویس توصیه شده آن‌ها

کلاس		مواد ساختار	مراجع/ استاندارد		ترکیب شیمیایی															
			ASTM	DIN	C کربن	Si سیلیکون	Mn منگنز	S گوگرد	P فسفر	Ni نیکل	Cr کروم	Mo مولیبدن	Ti تیتانیوم	Cu مس	Fe آهن	Nb نیوبیوم	Sn قلع	Zn روی	Al آلومینیوم	عناصر دیگر
ریخته‌گری	چدن	چدن خاکستری مقاومت بالا	A126/A	-	-	-	-	0.15max.	0.75max.	-	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			A126/B		3.15-3.45	1.80-2.10	0.65-0.75	0.15max.	0.75max.	-	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			A126/C		3.00-3.30	1.70-1.90	0.65-0.75	0.15max.	0.75max.	-	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			-	DIN EN1561	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		چدن Ni-Resist	A436/II	-	3.00max.	1.00-2.80	0.50-1.50	0.12max.	-	18.00-22.00	1.50-2.50	-	-	0.50max.	Balance	-	-	-	-	-
		چدن کروی Ni-Resist	A439/D-2	-	3.00max.	1.50-3.00	0.70-1.25	-	0.08max.	18.00-22.00	1.75-2.75	0.70-1.00	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		چدن کروی گرافیتی	A395	-	3.00max.	2.50max.	-	-	0.08max.	-	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			-	DIN EN1563 GJS-400-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	DIN EN1563 GJS-500-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			A536	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	DIN EN 1563/07040 (EN-JS 1030)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		چدن مالیبل	A338	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		چدن Ni-Hard(IA)	A532/I-A	-	-	-	2.0max.	0.15max.	0.30max.	3.30-5.00	1.40-4.00	1.00max.	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		چدن Ni-Hard (20%Cr-Mo-Lc)	A532/II-D	-	2.00-2.60	1.00max.	0.50-1.50	0.06max.	0.10max.	1.50max.	18.00-23.00	1.50max.	-	1.20max.	Balance	-	-	-	-	-
	فولاد کربنی/ فولاد کم آلیاژ	فولاد کربنی	A216/WCB	-	0.30max.	0.60max.	1.00max.	0.045max.	0.04max.	0.50max.	0.50max.	0.20max.	-	0.30max.	Balance	-	-	-	-	V:0.03max.
			-	DIN EN 10213-2/1.0619	0.18-0.23	0.60max.	0.50-1.20	0.020max.	0.030max.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			A216/WCC	-	0.25max.	0.60max.	1.20max.	0.045max.	0.04max.	0.50max.	0.50max.	0.20max.	-	0.30max.	Balance	-	-	-	-	V:0.03max.
		فولاد کربن-مولیبدن	A217/WC 1	-	0.25max.	0.60max.	0.50-0.80	0.045max.	0.04max.	0.50max.	0.35max.	0.45-0.65	-	0.50max.	Balance	-	-	-	-	w:0.10max.
		0.5Cr-0.5Mo	A217/WC 4	-	0.05-0.20	0.60max.	0.50-0.80	0.045max.	0.04max.	0.70-1.10	0.50-0.80	0.45-0.65	-	0.50max.	Balance	-	-	-	-	w:0.10max.
		0.5Cr-1.0Mo	A217/WC 5	-	0.05-0.20	0.60max.	0.40-0.70	0.045max.	0.04max.	0.60-1.00	0.50-0.90	0.90-1.20	-	0.50max.	Balance	-	-	-	-	w:0.10max.
		1.25Cr-0.5Mo	A217/WC 6	-	0.05-0.20	0.60max.	0.50-0.80	0.045max.	0.04max.	0.50max.	1.00-1.50	0.45-0.65	-	0.50max.	Balance	-	-	-	-	w:0.10max.
			-	DIN EN 10213-2/1.7357	0.15-0.20	0.60max.	0.50-1.00	0.020max.	0.020max.	-	1.00-1.50	0.45-0.65	-	-	Balance	-	-	-	-	-

کلاس		مواد ساختار	مراجع/ استاندارد		ترکیب شیمیایی															
			ASTM	DIN	C کربن	Si سیلیکون	Mn منگنز	S گوگرد	P فسفر	Ni نیکل	Cr کروم	Mo مولیبدن	Ti تیتانیوم	Cu مس	Fe آهن	Nb نیوبیوم	Sn قلع	Zn روی	Al آلومینیوم	عناصر دیگر
ریخته‌گری	فولاد کربنی/ فولاد کم آلیاژ	2.5Cr-1.0Mo	A217/WC 9	-	0.05-0.18	0.60max.	0.40-0.70	0.045max.	0.04max.	0.50max.	2.00-2.75	0.90-1.20	-	0.50max.	Balance	-	-	-	-	w:0.10max.
		5.0Cr-0.5Mo	A217/C 5	-	0.20max.	0.75max.	0.40-0.70	0.045max.	0.04max.	0.50max.	4.00-6.50	0.45-0.65	-	0.50max.	Balance	-	-	-	-	w:0.10max.
			-	DIN SEW 595/1.7363	0.08-0.15	0.30-0.50	0.40-0.70	0.035max.	0.035max.	-	4.50-5.50	0.45-0.65	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		9.0Cr-1.0Mo	A217/C12	-	0.20max.	1.00max.	0.35-0.65	0.045max.	0.04max.	0.50max.	8.00-10.00	0.90-1.20	-	0.50max.	Balance	-	-	-	-	w:0.10max.
			-	DIN SEW 595/1.7363	0.08-0.15	0.30-0.50	0.50-0.80	0.035max.	0.035max.	-	9.00-10.00	1.10-1.40	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		فولاد کربن-منگنز	A352/LCB	-	0.30max.	0.60max.	1.00max.	0.045max.	0.040max.	-	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		فولاد کربن-منگنز	A352/LCC	-	0.25max.	0.60max.	1.20max.	0.045max.	0.040max.	-	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		فولاد کربن-منگنز	A352/LC1	-	0.25max.	0.60max.	0.50-0.80	0.045max.	0.040max.	-	-	0.45-0.65	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		-	-	DIN EN 10293/1.5419	0.15-0.23	0.60max.	0.50-1.00	0.020max.	0.025max.	-	-	0.40-0.60	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.5Ni	A352/LC2	-	0.25max.	0.60max.	0.50-0.80	0.045max.	0.040max.	2.00-3.00	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		3.5Ni	A352/LC3	-	0.15max.	0.60max.	0.50-0.80	0.045max.	0.040max.	3.00-4.00	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			-	DIN EN 10293/1.5638	0.06-0.12	0.60max.	0.50-0.80	0.015max.	0.020max.	3.00-4.00	-	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		4.5Ni	A352/LC4	-	0.15max.	0.60max.	0.50-0.80	0.045max.	0.040max.	4.00-5.00	-	-	-	0.30max.	Balance	-	-	-	-	-
	فولاد ضدزنگ	13.0Cr	A217/CA15	-	0.15max.	1.50max.	1.00max.	0.040max.	0.04max.	1.00max.	11.50-14.00	0.50max.	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			-	DIN EN 10283/1.4008	0.10max.	1.00max.	1.00max.	0.025max.	0.035max.	1.00-2.00	12.00-13.50	0.20-0.50	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		18Cr-8Ni(0.03C)	A351/CF3	-	0.03max.	2.00max.	1.50max.	0.040max.	0.040max.	8.00-12.00	17.00-21.00	0.50max.	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			-	DIN EN 10213-4/1.4309	0.03max.	1.50max.	2.00max.	0.025max.	0.035max.	9.00-12.00	18.00-20.00	-	-	-	Balance	-	-	-	-	N:0.200max.
		18Cr-8Ni	A351/CF8	-	0.08max.	2.00max.	1.50max.	0.040max.	0.040max.	8.00-11.00	18.00-21.00	0.50max.	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			-	DIN EN 10213-4/1.4308	0.07max.	1.50max.	1.50max.	0.030max.	0.040max.	8.00-11.00	18.00-20.00	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		18Cr-10Ni-2Mo(0.03C)	A351/CF3M	-	0.03max.	1.50max.	1.50max.	0.040max.	0.040max.	9.00-13.00	17.00-21.00	2.00-3.00	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		18Cr-10Ni-2MO	A351/CF8M	-	0.08max.	1.50max.	1.50max.	0.040max.	0.040max.	9.00-12.00	18.00-21.00	2.00-3.00	-	-	Balance	-	-	-	-	-
			-	DIN EN 10213-4/1.4408	0.07max.	1.50max.	1.50max.	0.030max.	0.040max.	9.00-12.00	18.00-20.00	2.00-2.50	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		18Cr-10Ni-Nb	A351/CF8C	-	0.08max.	2.00max.	1.50max.	0.040max.	0.040max.	9.00-12.00	18.00-21.00	0.50max.	-	-	Balance	8xC-1.00	-	-	-	-
			-	DIN EN 10213-4/1.4308	0.07max.	1.50max.	1.50max.	0.030max.	0.040max.	8.00-11.00	18.00-20.00	-	-	-	Balance	-	-	-	-	-
		Alloy 20	A351/CN7M	-	0.07max.	1.50max.	1.50max.	0.040max.	0.040max.	27.50-30.50	19.00-22.00	2.00-3.00	-	3.00-4.00	Balance	-	-	-	-	-
		Duplex	A351/CD4MCu	-	0.040max.	1.00max.	1.00max.	0.040max.	0.040max.	4.75-6.00	24.50-26.50	1.75-2.25	-	2.75-3.25	Balance	-	-	-	-	-
	تیتانیوم	Titanium C-2	B367/C-2	-	0.10max.	-	-	-	-	-	-	-	Balance	-	0.20max.	-	-	-	-	0.40max.