تنظیم اتومات پمپ آب,شیر های هیدرولیکی,سیلندر هیدرولیکی,تنظیم اتوماتیک پمپ آب,انواع شیر های هیدرولیکی,شیر هیدرولیک,سیستم های هیدرولیکی,شیر های هیدرولیک

اجزا کنترل کننده سیستمهای هیدرولیک

مقدمه

واحد کنترل و اجزاء آن مهمترین قسمت هر سیستم هیدرولیک راتشکیل میدهد. اطلاع از وظایف و نحوه عملکرد اجزاء کنترلی بسیار مهم بوده و از اساسی ترین وظایف طراح و حتی اپراتور سیستم هیدرولیک محسوب میگردد. در صورت عدم انتخاب دقیق اجراء مدار مطابق برنامه عمل نخواهد کرد. انرژی سیال، توسط وسایل کنترلی که اصطلاحا شیر نامیده میشوند کنترل میگردد.
شیرها از نقطه نظر نوع عملکرد به سه دسته اصلی تقسیم میشوند:

۱- شیرهای کنترل جهت

۲- شیرهای کنترل فشار

۳-شیرهای کنترل جریان

از نظر نوع تحریک، شیرها در انواع مختلف زیر ارائه میشوند:

۱- تحریک دستی

۲-تحریک بوسیله فشار سیال بطور مستقیم و یا ازطریق مدار فرمان

۳- تحریک سولونوئیدی (برقی)

۴ـ تحریک مکانیکی با بادامکی

۵ـ تحریک هوایی

انواع مکانیزم های سوپاپی، دیافراگمی، ساچمهای و قرقرهای درساختمان داخلی شیرها مورد استفاده قرار میگیرند .

شیرهای کنترل جهت به منظور مدیریت بر نحوه جریان سیال در مسیرهای ارتباطی مورد استفاده قرار گرفته و تعیین کننده مسیر عبور جریان سیال در مدار میباشند. بعنوان مثال، میتوانند جهت حرکت یک سیلندر موتور هیدرولیکی را تعیین نمایند. این شیرها با توجه به وظایف خود به انواع یک طرفه، ماکوئی، دو راهه، چند راهه، سوئیچهای حدی و تناسبی تقسیم میشوند.

شیرهای کنترل فشار: به منظور کاهش، تنظیم و محدود کردن فشار مورد استفاده قرار گرفته و از نقطه نظر عملکرد در انواع شیرهای اطمینان، کاهنده فشار، ترتیبی، بی بار کننده، متعادل کننده و سوئیچهای فشاری تقسیم بندی میگردد/ در پارهای موارد از پمپهای دارای سیستم جبران کننده فشار نیز بعنوان نوعی کنترل کننده فشار استفاده میشود.

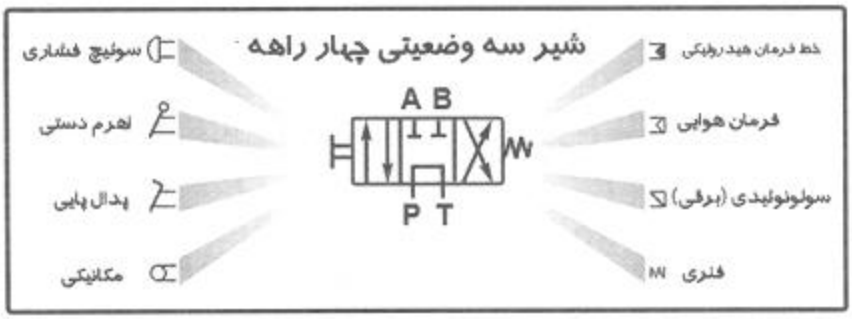
شیرهای کنترل جریان: با تنظیم میزان جریان ورودی به (و یا خروجی از) عملگرها سرعت آنها را تنظیم کرده و در انواع، شیرهای کنترل جریان ثابت، شیرهای کنترل جریان متغیر (قابل تنظیم)، شیرهای کنترل جریان با سیستم جبران کننده فشار، شیرهای ایجاد کننده شتاب منفی، تقسیم کننده های جریان و شیرهای الکترو هیدرولیکی سرو دسته بندی میشوند. ازشیرهای کنترل جریان بدون سیستم جبران کننده فشار در مواقعی که کنترل دقیق سرعت مورد نظر نباشد استفاده میشود. در این حالت با تغییر میزان فشار، مقدار دبی سیستم نیز دچار تغییر میگردد. .لی در انواع با سیستم جبران کننده فشار، در اثر تغییرات فشار، سیستم داخلی بصورت اتوماتیک جهت تامین دبی ثابت تنظیم میشود.

شیرهای کنترل جهت

مکانیزم داخلی شیرهای کنترل جهت در انواع سوپاپی و قرقرهای طبقه بندی میشوند. استفاده از کنترل جهت با مکانیزم لغزشی از عمومیت بیشتری در هیدرولیک برخوردار است. اما با پیشرفتهای زیادی که در طراحی و ساخت شیرهای سوپاپی بوجود آمده، میزان استفاده از آنها نیز افزایش یافته است.

عوامل تحریک شیرهای کنترل جهت

نوع مکانیزم تغییر وضعیت شیر با توجه به تعداد، مدت زمان و تناوب عملکرد آن انتخاب میشود و اثر مهمی بر کیفیت عملکردسیستم خواهد داشت. اغلب شیرهای کنترل جهت که برای نصب روی تجهیزات مورد استفاده قرار میگیرند دارای عملکرد دیجیتال بوده و از حالت کاملا باز به حالت کاملا بسته تبدیل میشوند. انواع مکانیزمهای تحریک شیرهای کنترل در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.

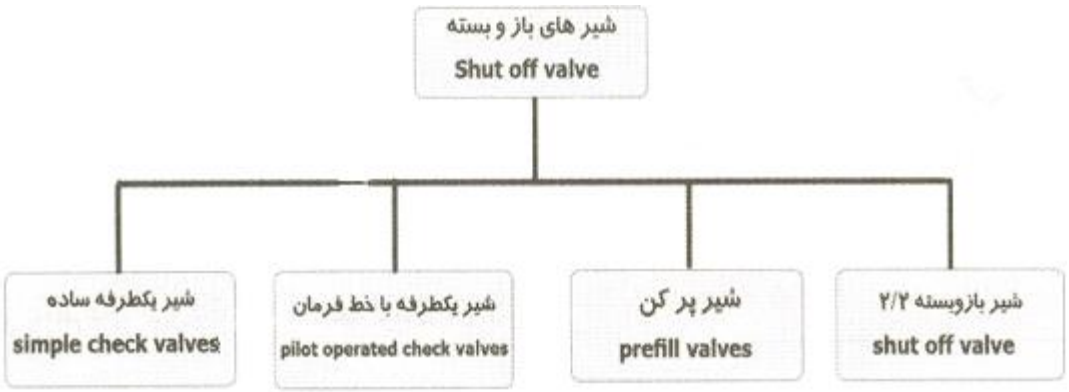


شکل ۴-۱ مکانیزمهای تحریک شیرهای کنترل جهت

انواع شیرهای کنترل جهت

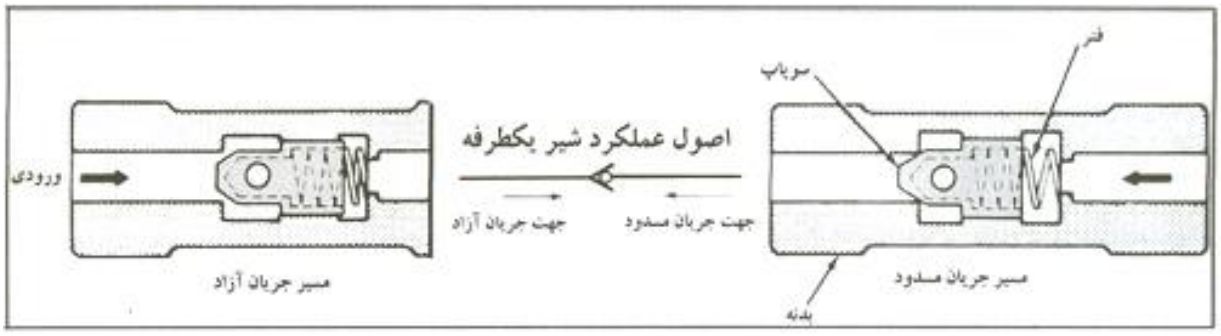
شیر یک طرفه

شیرهای یک طرفه اجزاء ساده ولی مهم یک سیستم هیدرولیک میباشند. به بیان ساده از این شیرها به منظور ثابت نگاه داشتن جهت جریان سیال استفاده میشود. از آنجایی که نشتی در شیرهای یک طرفه صفر است (بدلیل قابلیت آب بندی مناسب با توجه به ساختمان داخلی) میتوان از آنها به منظور قفل کردن جریان خروجی از سیلندر استفاده نمود. تقسیم بندی انواع شیرهای یک طرفه (باز و بسته) در نمودار زیر نشان داده شده است.



کاربردهای از شیر یکطرفه ساده

شیر یک طرفه ساده ترین نوع شیرهای کنترل جهت است که حرکت آزاد سیال را در یک جهت میسر ساخته و از حرکت آن در جهت مقابل جلوگیری میکنند. شکل ۴-۲ نحوه عملکرد اجزاء داخلی شیر یک طرفه را نشان میدهد. معمولاً از یک فنر سبک جهت بسته نگه داشتن مجرا توسط سوپاپ استفاده میشود. در جهت حرکت آزاد، نیروی فشار سیال براحتی بر نیروی فنر (حدود 5 psi) غلبه میکند. درحالی که در جهت مخالف با افزایش فشار، نیروی فشارنده سوپاپ به نشمینگاه افزایش یافته و مسیر همچنان بسته باقی میماند.



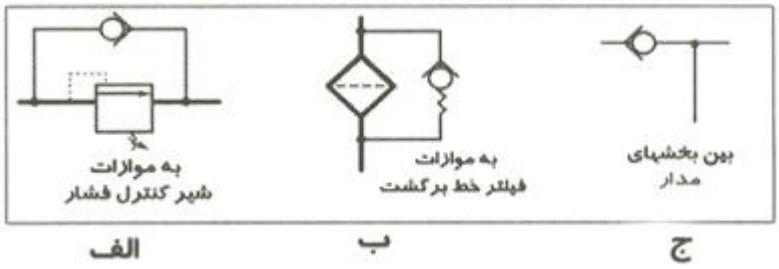
شکل ۴-۲ . شیر یک طرفه (ساختمان داخلی و نحوه عملکرد)

برخی از کاربردهای شیر یک طرفه ساده عبارتند از:

• تامین مسیر برگشت جریان به موازات شیرهای کنترل فشار (شکل ۴-۳ الف)

• حفاظت از فلیتر و جلوگیری از کاویتاسیون (شکل ۴-۳ ب)

• جداسازی بخشهای مختلف مدار (شکل ۴-۳ج)



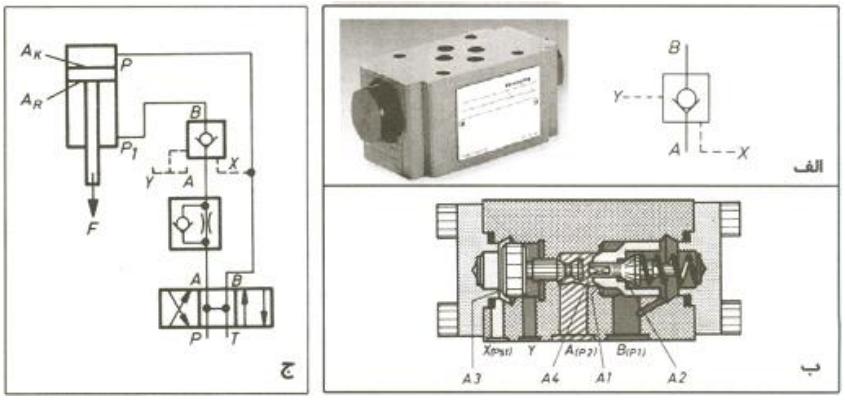
شکل ۴-۳. کاربردهایی از شیر یک طرفه ساده

شیر یکطرفه با تحریک خط فرمان

از آنجایی که معمولاً بخش کوچکی ازجریان از طریق قرقره شیرهای کنترل جهت نشت میکند در مواردی که نیاز به توقف سیلندر زیربار وجود دارد میتوان از نوع خاصی از شیرهای یک طرفه استفاده نمود. این نوع شیر یکطرفه، شیر یکطرفه با خط فرمان نام دارد.

شیر یک طرفه با خط فرمان: نوع دیگری از خانواده شیرهای یک طرفه است (شکل ۴-۴) با این تفاوت که در صورت بالا رفتن فشار در خط فرمان، مسیری که در حالت عادی مسدود است نیز باز شده و به سیال اجازه عبور داده میشود. در مکانیزم داخلی این شیرها، توسط یک فنر سبک سوپاپ در محل خود بسته نگاه داشته میشود و هنگامی که لازم است سیال در جهت مخالف جریان یابد، بایستی از طریق مجرای ورودی خط فرمان، به پیستونی که به انتهای سوپاپ متصل است، فشار کافی اعمال گردد. برای جلوگیری از افزایش فشار در پشت پیستون، مجرای جداگانهای جهت تخلیه روغن تعبیه شده است. خط چین نشان داده شده در علامت سمبلیک این شیر، نشان دهنده خط فرمان میباشد. از شیرهای یک طرفه با خط فرمان معمولاً به منظور قفل کردن سیلندرهای هیدرولیکی در موقعیت مورد نظر استفاده میشود.در مدار شکل ۴-۴ نحوه تامین فشار خط فرمان سیلندرهای هیدرولیکی در موقعیت مورد نظر استفاده میشود. در مدار شکل ۴-۴ نحوه تامین فشارخط فرمان به منظور باز شدن شیر یک طرفه هنگام حرکت سیلندر به سمت پایین نشان داده شده است.

ترکیب نشان داده شده در شکل۴-۵ از قرار گرفتن دو شیر یک طرفه با خط فرمان در یک بلوک حاصل میشود که بصورت یک شیر و جهت مصارفی مانند قفل کردن سیلندر (در حین رفت یا برگشت) در یک موقعیت خاص مورد استفاده قرار میگیرد.

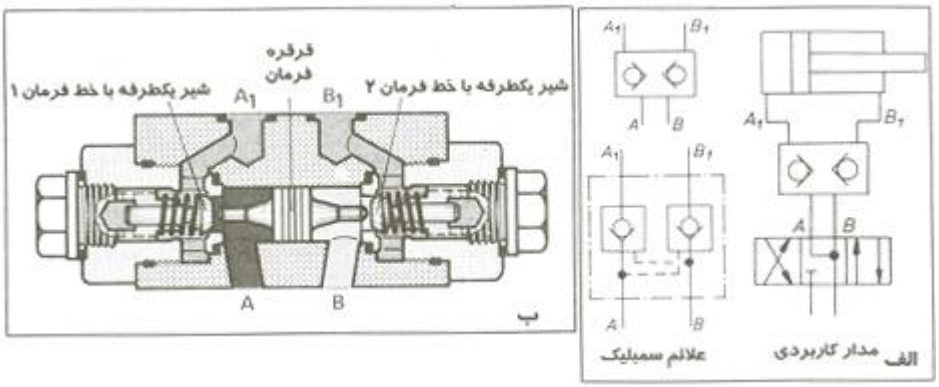


شکل ۴-۴ . شیر یک طرفه با خط فرمان

الف) یک نمونه واقعی به همراه علامت سمبلیک ب) نمای برش خورده ج) یک نمونه کاربرد در مدار

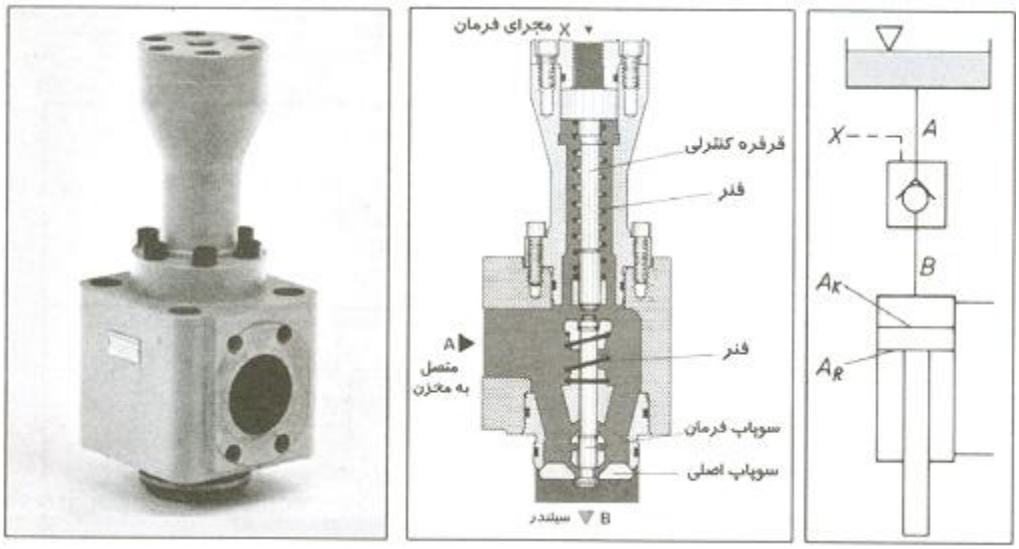
شیرهای پرکن

از این شیرها (شکل ۴-۶)، به منظور تامین روغن مورد نیاز سیلندرهای بزرگ طی مرحله حرکت سریع استفاده میشود. نحوه عملکرد بگونهای است که با تامین فشار خط فرمان از طرف مدار، شیر یک طرفه مسیر ورود ثقلی روغن از مخرن فوقانی به سیلندر را باز میکند.



شکل ۴-۵ بلوک مشتمل بر دو شیر یک طرفه با خط فرمان

الف) مدار کاربردی و علایم سمبلیک ب) نمای برش خورده

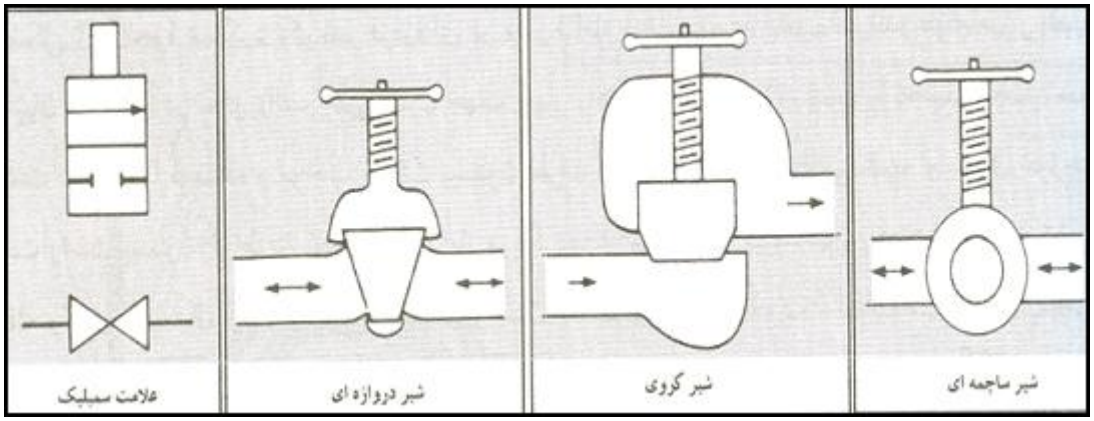


شکل ۴-۶ . شیر یکطرفه مجهز به خط فرمان از نوع پرکن

شیرهای دو راهه (باز و بسته ۲/۲)

شیرهای دو راهه بعنوان شیرهای باز و بسته و با امکان عبور دو طرفه سیال در مدار مورد استفاده قرار میگیرند. از انواع این شیرها، نوع دروازهای (برای کاربردهای کم فشار) و انواع کروی و ساچمهای (برای فشارهای بالا) را میتوان نام برد. (شکل ۴-۷)

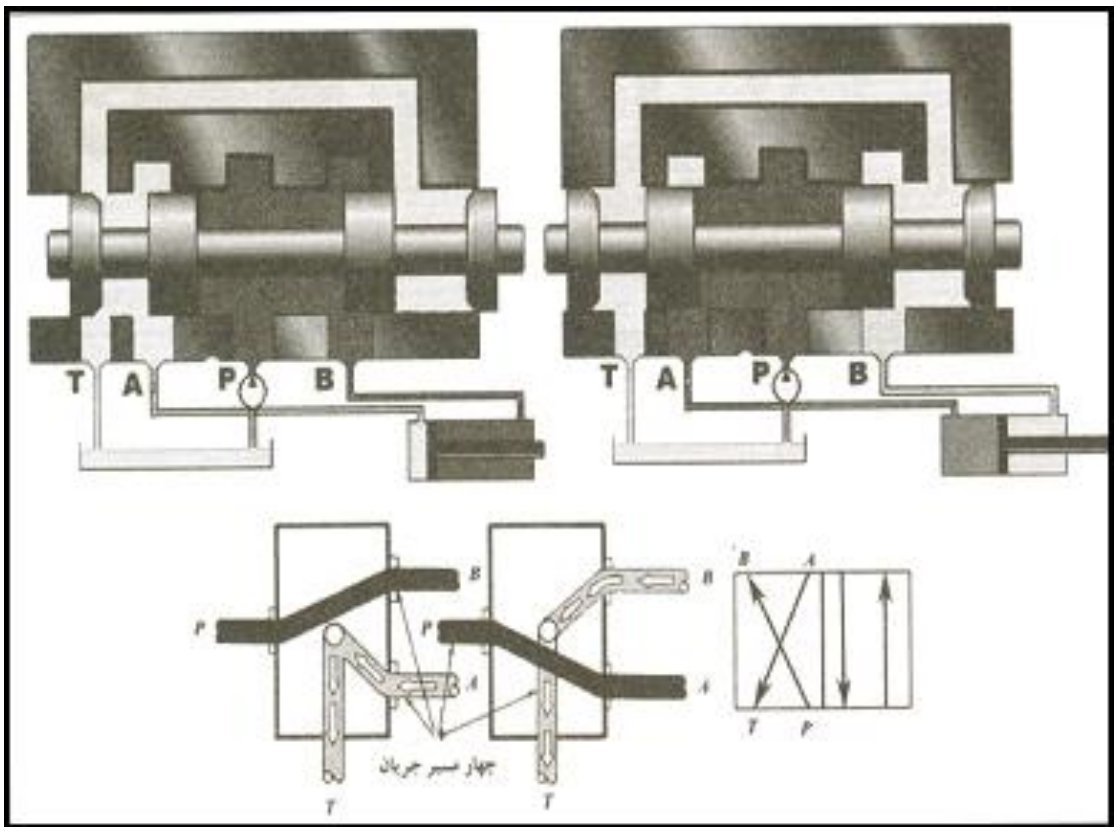
نوع دروازهای فقط در حالات کاملا باز یا بسته مورد استفاده قرار میگیرد، بگونهای که در پارهای موارد با نصب یک حسگر روی شیر، از شروع به کار مدار قبل از باز شدن کامل مسیر جلوگیری میشود. شیرهای دروازهای و ساچمهای از نقطه نظر تنظیم جریان دقت زیادی نداشته و اغلب به منظور اتصال یا جداسازی قسمتهای مختلف مدار از یکدیگر بکار گرفته میشوند. شیرهای دو راهه با مکانیزمهای داخلی قرقرهای یا سوپاپی عرضه میشوند.



شکل ۴-۷ . انواع شیرهای دوراهه

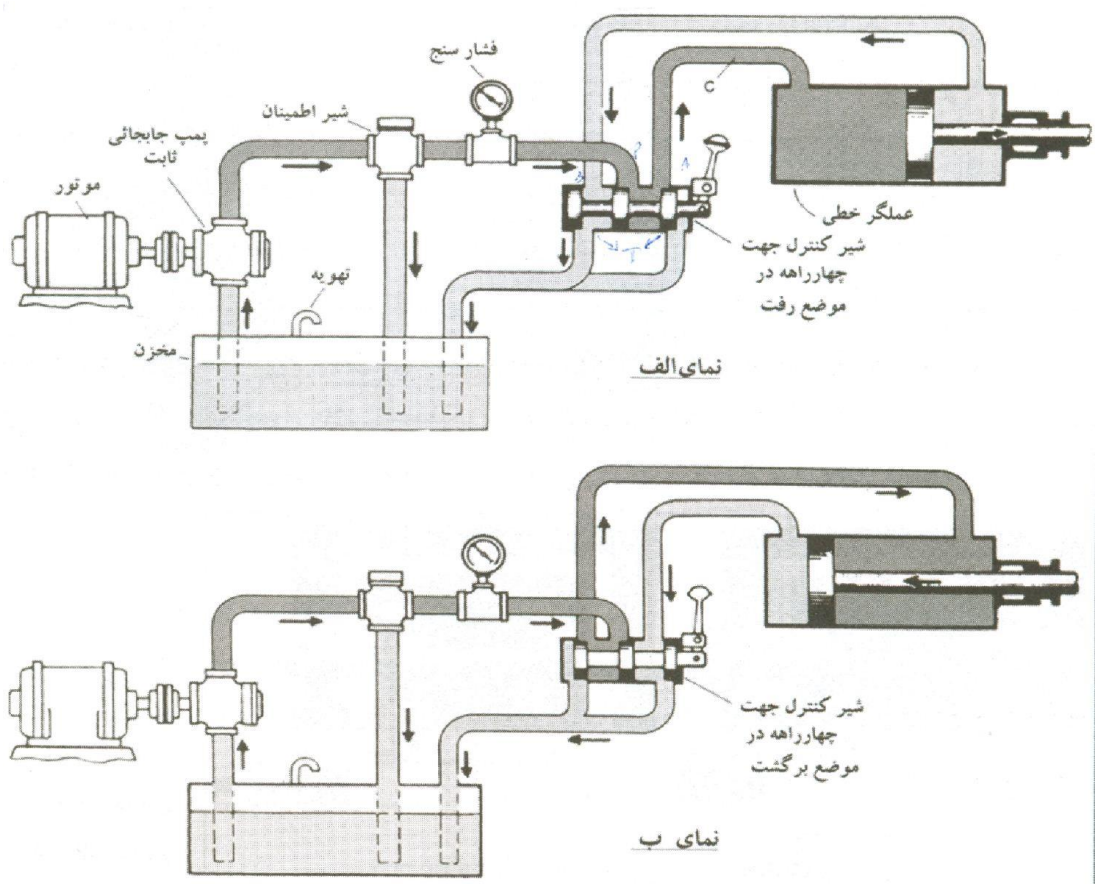
شیرهای چند راهه--MAIN VALVE

شیرهای چند راهه نوع دیگری از شیرهای کنترل جهت هستند که باتغییر وضعیت مکانیزم داخلی آنها، سیال ورودی به هریک از دهانه های خروجی مورد نظر هدایت میشود. در اغلب شیرهای کنترل جهت چند راهه از مکانیزم داخلی نوع قرقرهای(لغزشی) Spool جهت تنظیم مسیر جریان استفاده میشود. قرقره ها بصورتدو یا سه وضعیتی طراحی میشوند بگونهای که در هر وضعیت یک مدل کنترل جریان بین دهانه های ورودی و خروجی حاکم میگردد. در علامت سمبلیک این شیرها هر وضعیت بوسیله یک مربع نشان داده شده و مسیر و جهت جریان با علامت پیکان مشخص میشود. در شکل ۴-۸ مسیرهای جریان سیال نظیر دو وضعیت کاری برای یک شیر چهار راهه به همراه علامت سمبلیک مربوطه نشان داده شده است مطابق شکل، سیال از دهانه ورودی P (که به مجرای خروجی پمپ متصل است) به مجاری کاری A یا B هدایت میگردد.



شکل ۴-۸ . مسیرهای جریان سیال نظیر دو وضعیت کاری از یک شیر چهارراهه

از شیرهای چهارراهه اغلب جهت کنترل حرکت سیلندرهای دوکاره استفاده میشود. باید توجه نمود که قرقره لغزشی، یک عضو استوانهای با سطوح ماشینکاری شده است که با انطباق ظریف در سوراخ تعبیه شده در بدنه شیر حرکت کرده و مجاری را باز وب سته مینماید. لقی شعاعی در این انطباق معمولاً کمتر از mm2% است. شیارهای تعبیه شده در قرقره لغزشی، ارتباط بین مجاری ورودی و خروجی را در مواضع خاص برقرار مینمایند.

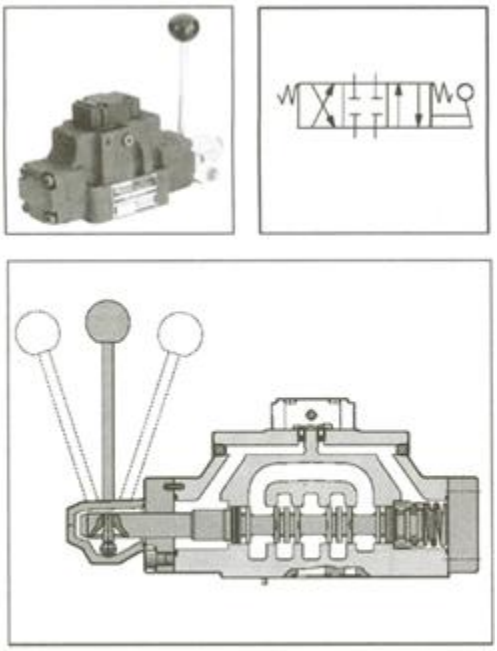


شکل ۴-۹ نحوه عملکرد یک شیره قرقرهای در مدار شامل موتور، پمپ ، مخزن، سیلندر، لولهها و اتصالات

شکل ۴-۹ : نحوه عملکرد یک شیر قرقرهای در مدار شامل موتور، مخزن، سیلندر، لوله ها و اتصالات را نشان میدهد. در نمای (الف) شیر کنترل جهت چهارراهه، سیال ارسالی از پمپ را به سمت چپ سیلندر (سمت تمام قطر) فرستاده و موجب حرکت پیستون بطرف راست (موضع رفت) میشود و سیال خروجی سمت راست پیستون، از طریق شیر به مخزن باز میگردد. در نمای(ب) شیر چهار راهه در موضع عکس قرار گرفته و با ارسال سیال از طرف پمپ به سمت راست پیستون موجب حرکت آن به سمت چپ (موضع برگشت) میشود سیال خروجی از سمت چپ پیستون از طریق شیر به مخزن باز میگردد. باید توجه نمود که در هر حالت شیر اطمینان حداکثر فشار سیستم را کنترل مینماید.

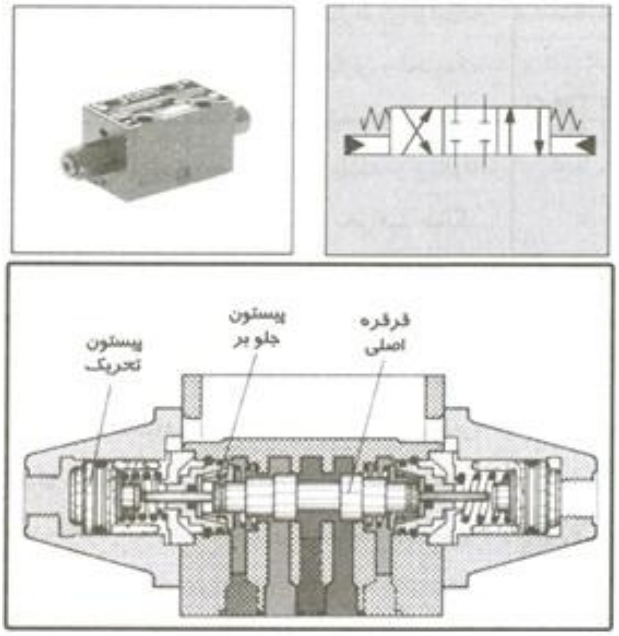
در شکل ۴-۱۰ نمای برش خوردهای از یک شیر چهار راهه با سه وضعیت کاری و تحریک دستی نشان داده شده است. این شیرها با انواع روشهای تحریک در دسترس میباشند و از آنها معمولاً هنگامی استفاده میشود که بخواهیم عملگر هیدرولیکی در مواضع میانی کورس حرکتی خود توقف نماید. باید توجه نمود که تفاوت در نوع مکانیزم تحریک الزاما موجب تفاوت در ساختمان داخلی شیر نخواهد شد. در بسیاری از شیرها کنترل جهت، در یک سمت قرقره از فنر بعنوان عامل برگرداننده به وضعیت اولیه استفاده میشود. در شیرهای دو وضعیتی فنردار، در حالت عادی، فنر قرقره را در وضعیت تحریک نشده نگاه میدارد و همچین به هنگام

قطع تحریک، فنر مجددا شیر را به وضعیت عادی باز خواهد گرداند. به این نوع عملکرد برگشت فنری گفته میشود. در شیرهای سه وضعیتی فنردار، از دو نفر جهت نگاه داشتن قرقره در موضع وسط استفاده میشود و در صورت قطع نیروهای تحریک، قرقره مجددا توسط فنر در موضع وسط قرار میگیرد. به این نوع شیر، شیر با موضع وسط فنری میگویند. در برخی موارد از ضامنهای قفل کن جهت نگهداشتن شیر در یک وضعیت استفاده میشود و در بسیاری از موارد اهرمهای دستی یا مکانیکی بعنوان مکانیزم تغییر وضعیت مورد استفاده قرار میگیرند.

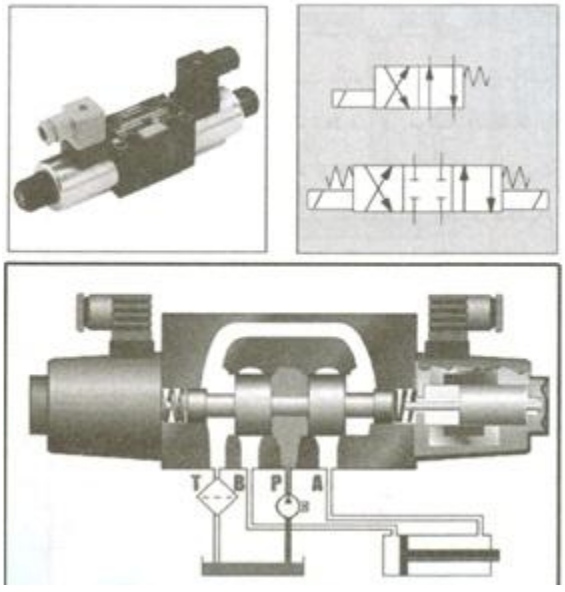


شکل 4-10. شیر کنترل جهت چهار راهه سه وضعیتی (4/3) با تحریک دستی، موضع وسط فنری

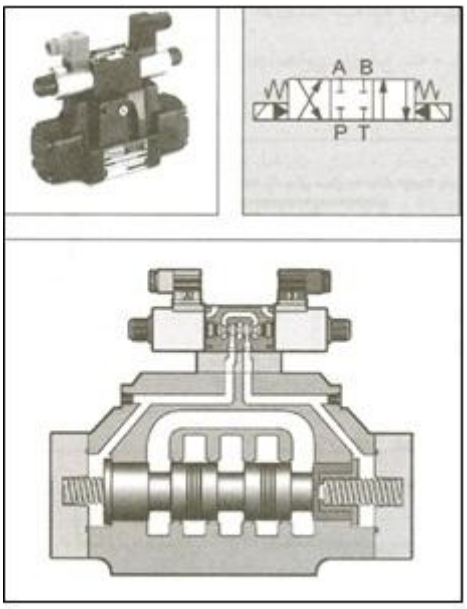
در شکل ۴-۱۱ نمای برش خوردهای از یک شیر چهار راهه سه وضعیتی (۴/۳) با تحریک خط فرمان هیدرولیکی و موضع وسط فنری نشان داده شده است. مثلث های توپر در علامت سمبلیک شکل مذکور نشان دهنده خطوط فشار روغن (خط فرمان) میباشند. در شیرهای عمل کننده با تحریک خط فرمان از فشار روغن هیدرولیک یا هوای فشرده جهت تغییر وضعیت قرقره شیر استفاده میشود. مهمترین مزیت این نوع تحریک، امکان دست یابی به نیروی تحریک بالا بدون ایجاد ضربه یا سایش میباشد. جرقه نزدن و عدم تولید حرارت نیز مزیت مهم دیگری است که موجب میگردد از این نوع تحریک ها برای شیرهای مستقر در محیط های قابل اشتعال و یا دارای خطر انفجاری استفاده شود.



روش متداول دیگر در تحریک شیرهای قرقرهای، استفاده از سولونوئید الکتریکی است(شکل ۴-۱۲) در این روش در اثر تحریک حوزه مغناطیسی ایجاد شده، دسته قرقره شیر را بداخل خود کشیده وموجب تغییر موضع آن میگردد. محفظه استقرار سولونوئید از طریق مجرای خروجی به مخزن متصل است و این امر موجب خنک شدن سولونوئید بوسیله سیال خروجی میگردد و همچنین بدون آنکه از سرعت عملکرد یا پاسخ بکاهد، عمل ضربه گیری را در پشت قرقره را نیز انجام میدهد. اصطلاحا به این شیر، شیر چهار راهه سه وضعیتی با تحریک سولونوئیدی و موضع وسط فنری گویند که علامت سمبلیک آن نیز در شکل ۴-۱۲ نشان داده شده است.



اینگونه شیرها در انواع سه راهه و چهارراهه با دو و سه وضعیت کاری طراحی میشوند. شیرهای برقی (سولونوئیدی) بدلیل سهولت دسترسی به سیگنال تحریک الکتریکی، در ماشین الات و تجهیزات صنعتی مورد استفاده در کارخانجات، کاربرد فراوانی دارند. محدودیت اصلی سولونوئیدها، نیروی تحریک کم آنها است و لذا در مواردیکه به نیروی تحریک زیاد نیاز باشد (مثلا در شیرهای بزرگ) سولونوئید یک شیر کوچک را راهاندازی میکند تا خط فرمان برقرار شود و شیر اصلی بتواند توسط فشار خط فرمان تحریک گردد. در شکل ۴-۱۳ شیر کنترل جهت سولونوئیدی مجهز به خط فرمان نشان داده شده که قسمت فرمان روی بدنه اصلی شیر سوار شده و قرقره این واحد با تحریک سولونوئید مربوطه، خط فشارفرمان را به یکی از دو طرف قرقره اصلی هدایت میکند. از سولونوئید غالبا جهت تحریک شیرهای قرقرهای استفاده میگردد. امکان استفاده از سیگنال رادیویی جهت کنترل ازراه دور شیرهای سولونوئیدی نیز وجود دارد.



شکل 4-13 شیر کنترل جهت (4/3) با تحریک سولونوئیدی و خط فرمان هیدرولیکی، موقع وسط فنری

در شکل ۴-۱۴ انواع متداول شیرهای چهار راهه سه وضعیتی با حالات تحریک مشابه و وضعیت وسط متفاوت نشان داده شده که شرح بعضی از آنها در ادامه آورده شده است. در نوع وسط بسته کلیه مجاری در موضع وسط، بسته بوده ودراین حالت از جریان پمپ میتوان برای تغذیه دیگر اجزاء مدار استفاده نمود. در عین حال با مسدود بودن مجاری کاری A , B، عملگر متصل به آنها بصورت هیدرولیکی قفل شده و سیال قادر به ورود یا خروج از آن نمیباشد. در نتیجه عملگر توسط نیروهای خارجی قادر به حرکت نخواهد بود.

البته در شرایط در صورت استفاده از پمپ جابجایی ثابت (مانند مدار شکل ۴-۱۵ الف) دبی خروجی در حداکثر فشار از طریق شیر اطمینان به مخزن تخلیه میشود که اتلاف انرژی زیادی را به دنبال خواهد داتشت. ولی در صورت استفاده از پمپهای مجهز به سیستم جبران کننده فشار (شکل ۴-۱۵ ب)، در اثر عملکرد مکانیزم تنظیم جابجایی، روغن به مدار ارسال نشده و از اتلاف انرژی و فرسودگی آن جلوگیری میشود.

شکل ۴-۱۵ . ب) مدار مشتمل بر پمپ جابجایی متغیر مجهز به سیستم جبران کننده فشار الف) مدار مشتمل بر پمپ جابجایی ثابت

در نوع شناور (شکل ۴-۱۶)الف) ضمن بسته شدن مجرای اتصال به پمپ ، مجاری کاری به یکدیگر و به تخلیه متصل هستند و امکان حرکت آزاد عملگر در وضعیت وسط وجود دارد.

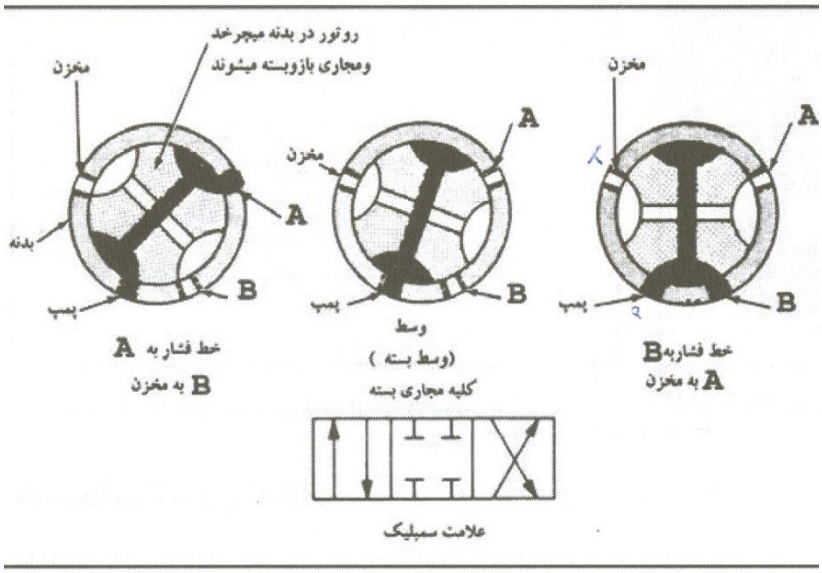
در نوع پهلو به پهلو (شکل ۴-۱۶ب) مانند حالت وسط بسته، عملگر قفل میشود با این تفاوت که پمپ از زیر بار خارج شده و جریان ارسالی از پمپ از طریق شیر به مخزن باز میگردد.

در نوع وسط بار (شکل ۴-۱۶ج) کلیه مجاری به یکدیگر متصل هستند. دراین حالت جریان ارسالی از پمپ در فشار اتمسفر، مستقیما به مخزن برگشته و عملگر در وضعیت خلاصی قرار میگیرد.

شکل ۴-۱۶ نمونه کاربردهای از شیر کنترل جهت (۴/۳) با وضعیتهای مرکزی متفاوت

شیرهای کنترل جهت از نظر مکانیزم داخلی دارای انواع دیگری نیز میباشند که از این جمله میتوان به شیر چهار راهه چرخان اشاره نمود (شکل ۱۷/۴) در این نوع شیرها روتور در بدنه شیر آب بندی شده و انطباق مجاری آن با سوراخهای بدنه وضعیتهای مختلف کاری را ایجاد میکند. شیرهای چرخان معمولاً با تحریک دستی یا مکانیکی عرضه میشوند. در این نوع شیر هیچگونه نشتی به خارج وجود ندارد. زیرا دارای اجزایی با حرکت رفت و برگشتی و تحت فشار نمیباشد. لذا شیرهای چهارراهه چرخان در مقایسه با شیرهای قرقرهای هم اندازه، میتوانند دبی بیشتری را از خود عبور دهند.

در حالیکه بسیاری از شیرهای کنترل جهت، دو و سه وضعیتی هستند، اغلب شیرهای مورد استفاده در تجهیزات متحرک (مانند جراثقالها و ....) دارای ۴ وضعیت هستند تا بتوانند نیازهای خاص آن وسایل را برآورده سازند.



شکل ۴-۱۷ . شیر چهار راهه چرخان

شیر ماکویی

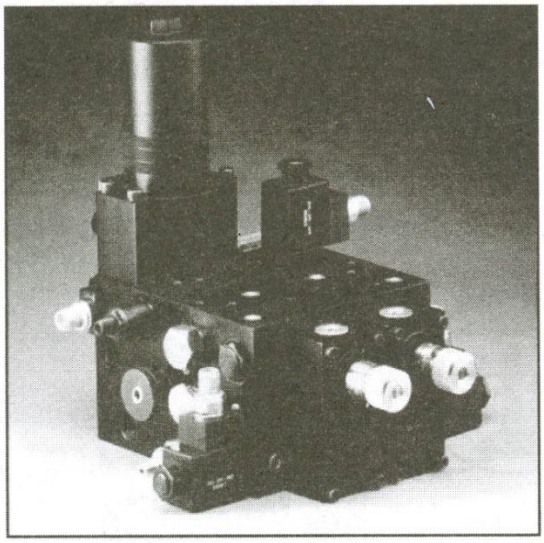
نوع دیگری از شیرهای کنترل جهت است که امکان اتصال دو منبع قدرت هیدرولیک را فراهم مینماید(شکل ۴-۱۸) . در این نوع شیر یکی از دو منبع، منبع قدرت اضطراری بوده و در صورت خراب شدن پمپ اصلی در مدار قرار میگیرد.

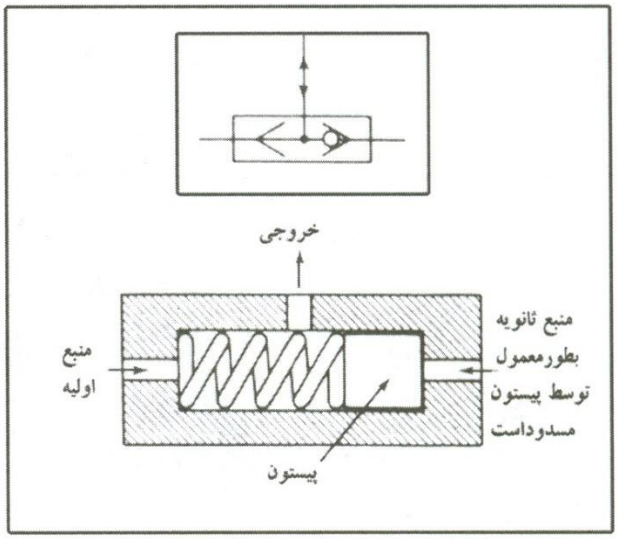
نصب شیرها

برخی از شیرها برای نصب در مسیر لولهها و اتصالات طراحی میشوند. ولی این نوع نصب نیازمند لوله کشی و اتصالات خاص میباشد.اغلب طراحان، استفاده از شیرهای قابل نصب روی زیر شیری و یا چند راهه ها (شکل ۴-۱۹) را ترجیح میدهند.

در سیستمهایی که نصب شیر روی بلوکه های زیر شیری انجام میشود کلیه خطوط واتصالات مسیرهای تعبیه شده در بلوک ها قرار دارند و مجاری شیرها با استفاده از آب بند روی مجاری نظیر بلوکه و آب بندی میشوند. با نصب تعدادی شیر روی یک بلوکه و انباشت شیرها بصورت افقی یا عمودی ضمن صرفه جویی در تعداد اتصالات، ابعاد سیستم نیز تا حد قابل ملاحظهای کاهش مییابد. روش دیگری که بین استقرار شیرها مورد استفاده قرار میگیرد استفاده از شیرهای کارتریج و استقرار آنها در سوراخهای تعبیه شده در بلوکه ها میباشد (جهت اطلاعات بیشتر به بخش شیرهای کارتریج مراجعه نمایید)

شکل ۴-۱۸ شیر ماکویی (شماتیک و سمبلیک) شکل ۴-۱۹ نصب شیر روی بلوکه های زیر شیری





شیرهای کنترل فشار

مقدمه

در یک سیستم هیدرولیک توان خروجی تابعی از فشار و جریان سیال میباشد. لذا به منظور دست یابی، اهداف از پیش تعیین شده هنگام طراحی مدار، دریک روند منطقی بایدابتدا موارد زیر تعیین گردند:

۱. فشار سیستم

۲. پارامتر های هندسی و اندازه های مربوط به شیرها و عملگر

۳. مقدار دبی سیستم

حداکثر نیروی قابل اعمال توسط سیلندر هیدرولیکی (عملگر خطی) تابعی از حداکثر فشار سیستم و سطوح مقاطع پیستون و میله پیستون میباشد. بنابراین کنترل دقیق سطح فشار سیستم، کنترل دقیق نیروهای تولید شده در عملگر ها را امکان پذیر نموده و اجزاء سیستم را در مقابل ایجاد نشتهای غیرمجاز محافظت میکند. سطح فشار مورد نیاز مدار، حجم جریان عبوری و توالی کاری، مشخصات عملکردی هستند که اندازه شیر کنترل فشار را تعیین میکنند.

شیرهای کنترل فشاربسته به نوع کاربرد، دارای انواع زیر میباشند:

۱ـ شیر اطمینان ساده ۲ـ شیر اطمینان مجهز به خط فرمان (پایلوتی)

۳ـ شیر ترتیبی ۴ـ شیر کاهنده فشار

۵ـ شیر بی بار کننده ۶ـ شیر متعادل کننده

۷ـ شیر ترمزی ۸ـ سوئیچهای فشاری

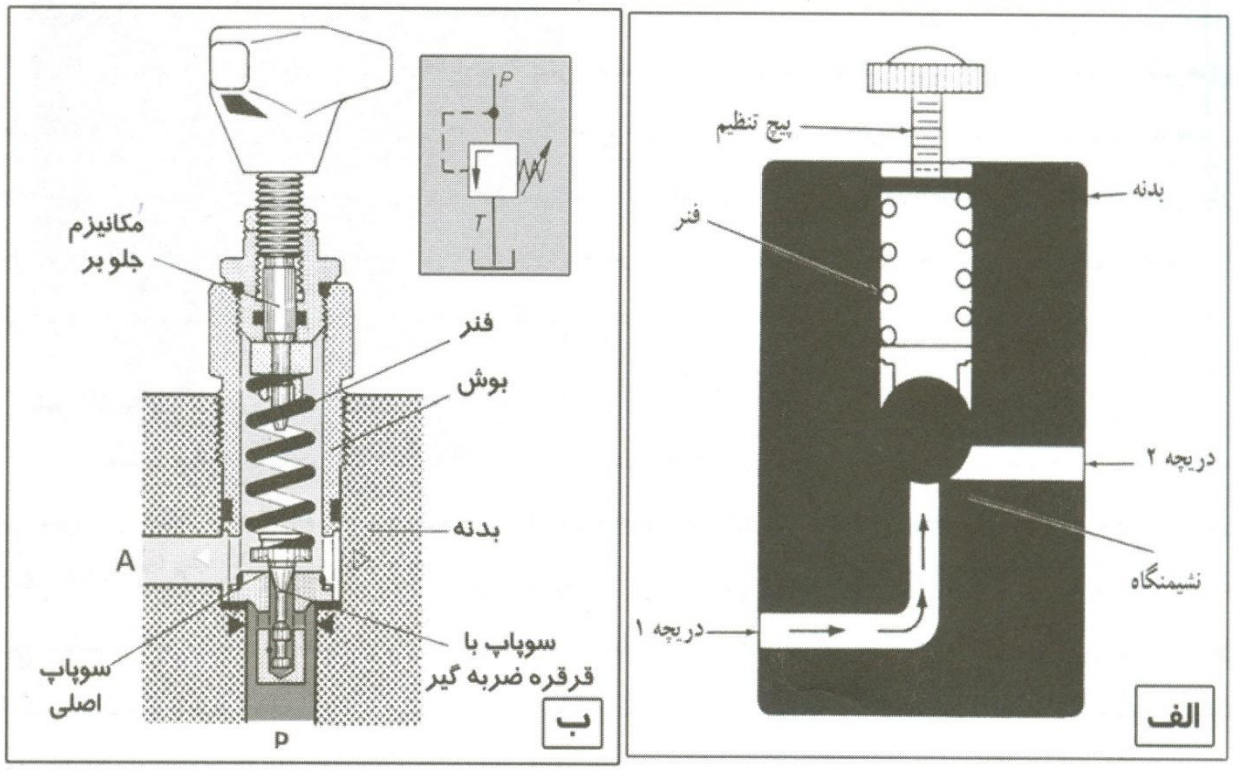
شیرهای اطمینان (فشار شکن)

پرکاربردترین انواع شیرهای کنترل فشار، که بطور معمول در هر سیستم هیدرولیک یافت میشوند. شرهای اطمینان هستند. شیرهای اطمینان معمولاً در نزدیکی خروجی پمپ ها نصب میگردند. از این نوع شیرها به منظور محافظت از پمپ و اجزاء سیستم در مقابل افزایش فشار استفاده میشود. شیرهای اطمینان ظرفیت تحمل بار مقاوم (نیرو ـ گشتاور) توسط سیلندرها و موتورهای هیدرولیکی را نیز محدود مینمایند. شیرهای اطمینان را میتوان به دو دسته ساده و دارای خط فرمان تقسیم نمود.

شیر اطمینان ساده

شیر اطمینان ساده یک شیر کنترل فشار نرمال بسته است که از آن به منظور کنترل حداکثر فشار سیستم استفاده میشود. در شکل ۴-۲۰ (الف) نمای سادهای از نحوه عملکرد یک شیراطمینان ساده نشان داده شده است. در شکل ۴-۲۰ (ب) نمای برش خورده و علامت سمبلیک این نوع شیر مشاهده میگردد. باید توجه داشت که با پیچ تنظیم میتوان بوسیله تغییر نیروی فشردگی فنر، فشاری را که در آن شیر شروع به باز شدن میکند (فشار شکست) تنظیم نمود. لازم به ذکر است که برای تخلیه کل جریان پمپ به مخزن، باید ساچمه یا سوپاپ تا حد مناسبی از جای خود حرکت کرده و مسیر را باز نماید. بنابراین کل جریان پمپ در

فشاری بالاتر از حد میباشد. از ترکیب سوپاپ و فنر در ساختمان شیر اطمینان ساده معمولاً برای استفاده در مدارهایی که دبی عبوری کم است استفاده میشود. شیرهای اطمینان ساده در کمتر از فشار شکست نشتی ندارد و پاسخ زمانی آنها نسبتا سریع است (حدود ۲۵ میلی ثانیه). لذا اینگونه شیرها برای تخلیه سیال هنگام بروز افزایش فشار (ناشی ازضربات) ایدهال هستند. از این نوع شیر ها جهت اطمینان از سالم ماندن قطعات هنگام بروز فشارهای ناگهانی در مدار و یا به منظور تخلیه فشار اضافی ناشی از انبساط حرارتی در سیلندرهای قفل کن استفاده میشود. در صورتی که شیر اطمینان ساده جهت عملکرد متناوب مورد استفاده قرار گیرد امکان صدمه دیدن نشمینگاه سوپاپ و ایجاد موجهای برگشتی ضربهای در سیستم هیدرولیک وجود خواهد داشت. هنگامی که فشار سیال موجب حدا شدن سوپاپ از نشمینگاه گردد، جریان سیال در مجاورت مجرای باز شده به مخزن شتاب میگیرد و موجب اعمال فشار بیشتر، از طرف سیال بر سوپاپ خواهد شد که این حالت سبب عبور جریان بیش از حد سیال به مخزن میگردد و افت فشار بیشتری را در پی خواهد داشت. این افت فشار موجب میگردد تا سوپاپ مجددا به موقعیت خود باز گردد. تکرار سریع سیکل مذکور یک جریان ضرباتی در پایین دست در سیستم هیدرولیک بوجود خواهد آورد. بنابراین از این نوع شیرهای اطمینان برای جریانهای مداوم به نوسانات کم استفاده میشود. برخی از انواع شیر اطمینان دارای نوعی ضربه گیر هستند تا از حرکت نوسانی سریع سوپاپ جلوگیری کنند.



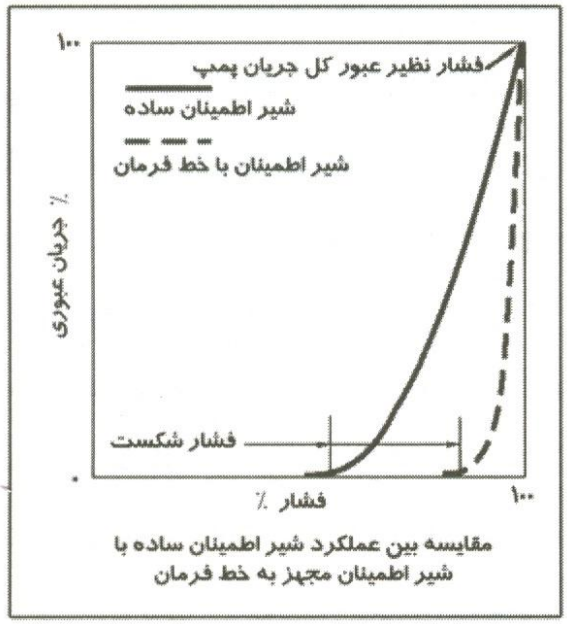
شکل ۴-۲۰ . الف) نحوه عملکرد یک شیر اطمیان ساده ب) نمای برش خورده و علامت سمبلیک یک شیر اطمینان ساده

فشار شکست و فشار مازاد

فشاری که در آن شیر اطمینان شروع به باز شدن میکند فشار شکست نام دارد. به منظور باز شدن کامل مجرای خروجی شیر اطمینان به مخزن و در نتیجه تخلیه کل جریان، فشار بایستی به میزان قابل توجهی افزایش یابد. فشاری که در آن مجرا کاملا باز

شده و به کل جریان سیال اجازه تخلیه داده میشود فشار معادل کل جریان اطلاق میگردد. به اختلاف بین دو فشار مذکور، فشار مازاد و یا فشار بیش ازحد گفته میشود.

در بسیاری از موارد این اختلاف فشار نامطلوب بوده و مجاز نمیباشد. درهرحال چنین شرایطی موجب اتلاف توان خواهد گردید. به منظور کاهش فشار مازاد، از شیرهای اطمینان مجهز به خط فرمان (شیر اطمینان ترکیبی) استفاده میشود. این مطلب در شکل ۴-۲۱ با رسم نمودار فشار سیستم بر حسب جریان عبوری از شیراطمینان نشان داده شده است.



شکل ۴-۲۱. مقایسه بین عملکرد شیر اطمینان ساده با شیر اطمینان مجهز به خط فرمان

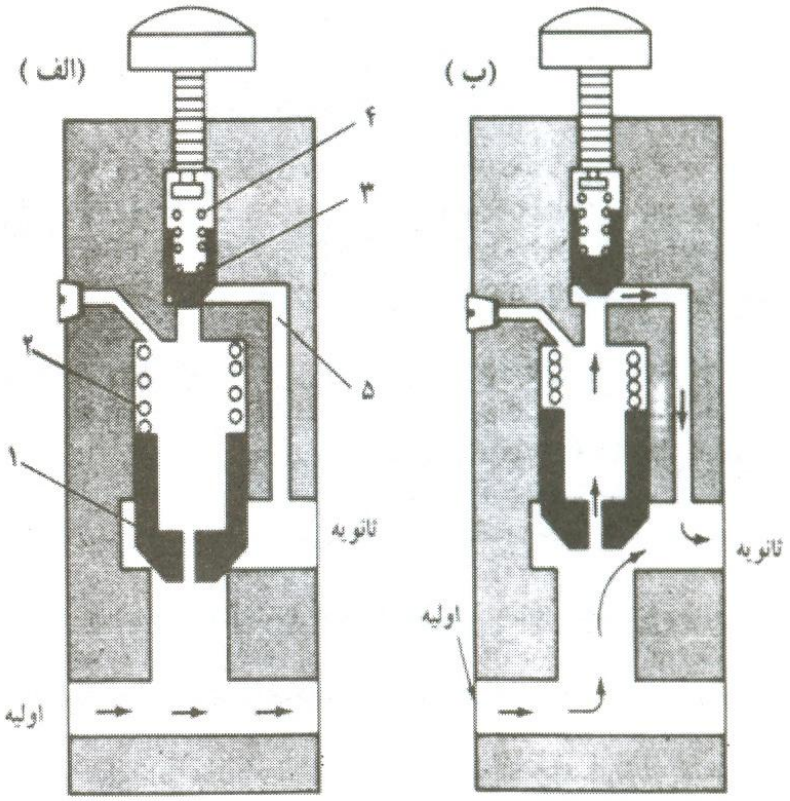
لازم به ذکر است که شیر اطمینان ساده فقط در اندازه های نسبتا کوچک قابل دسترس میباشد. زیرا طراحی فنری قوی که بتواند سوپاپ را در فشار و دبی بالا بسته نگاه دارد کار مشکلی است. به عبارت دیگر با افزایش دبی عبوری و در نتیجه بزرگ شدن اندازه شیر و سوپاپ، به فنر بزرگتری جهت بسته نگاه داشتن شیر در فشارهای عادی نیاز میباشد. هنگام استفاده از فنر بزرگ اختلاف بین فشار شکست و فشار نظیر عبور کل جریان بصورت قابل ملاحظهای افزایش خواهدیافت. ازآنجاییکه در شیراطمینان ساده اختلاف فشار بین فشار شکست و فشار نظیر عبور کل جریان زیاد است، از آن جهت سیستمهای هیدرولیک با کنترل دقیق استفاده نمیشود.

شیر اطمینان مجهز به خط فرمان

در بسیاری از کاربردها لازم است شیر اطمینان جریان زیادی را از خود عبور دهند. (بدون آنکه فشار مازاد بالایی در سیستم بوجوداید) در چنین شرایطی میتوان از شیر اطمینان مجهز به خط فرمان استفاده نمود. معمولاً این نوع شیرها تا قبل از رسیدن فشارسیستم به ۹۰٪ فشار نظیر عبور کل جریان باز نمیشوند. لذا بازده سیستم بدلیل عبور بخشی از جریان از شیر اطمینان (در

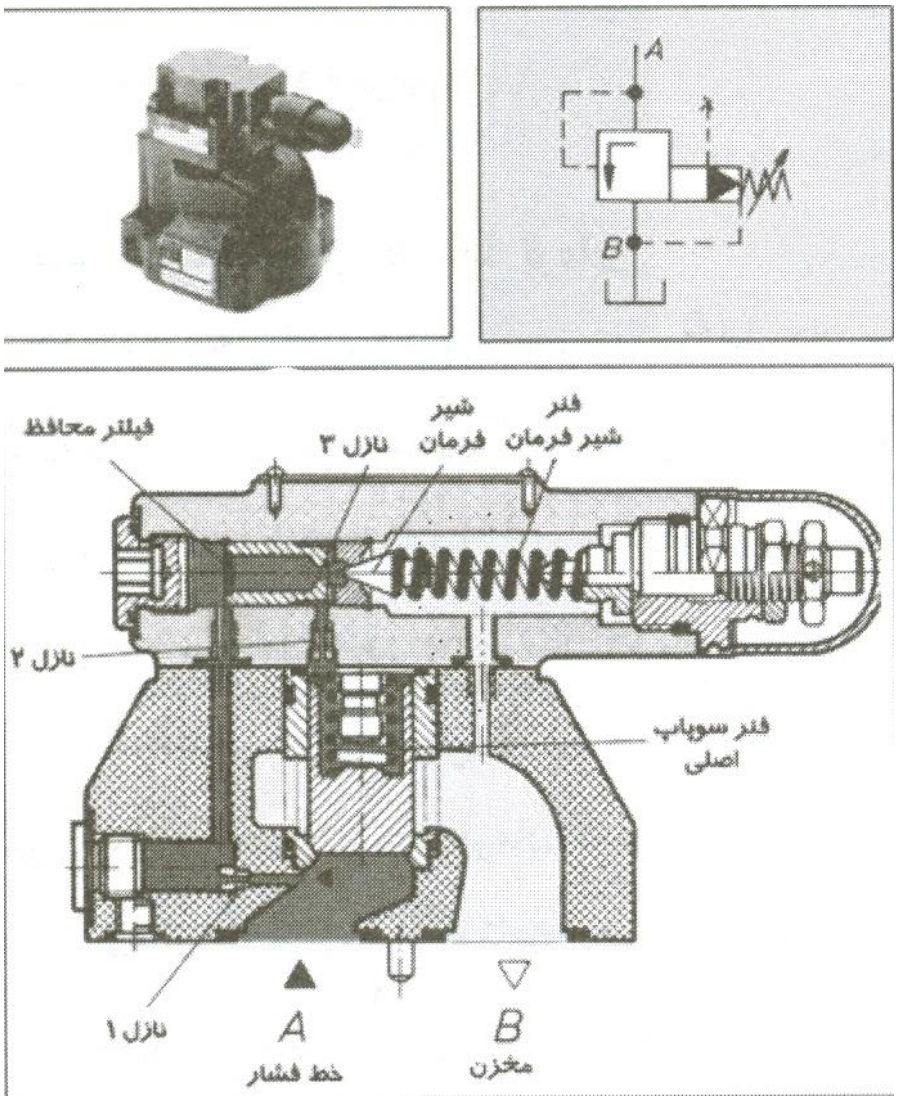
پایین تر از حداکثر فشار تنظیمی) کاهش نخواهد یافت. همانطور که در شکل ۴-۲۱ نشان داده شده اختلاف بین فشار شکست تا فشار نظیر عبور کل جریان در شیر اطمینان مجهز به خز فرمان کمتر ازشیراطمینان ساده بوده و همچنین هنگام باز و بسته کردن مسیر تخلیه به مخزن، از پاسخ زمانی کوتاهتری برخوردار است. شیرهای اطمینان مجهز به خط فرمان جهت استفاده در کاربردهایی که فشار و دبی سیال زیاد است بسیار مناسب هستند و بدلیل آرامی عملکرد، فشارسیستم را در حین تخلیه سیال ثابت نگاه میدارند.

شیر اطمینان با خط فرمان بصورت یک واحد با عملکرد دو مرحلهای است. مطابق شکل ۴-۲۲ وحد فرمان در قسمت بالایی بدنه و متشکل از یک سوپاپ محدود کننده فشار بوده که توسط نیروی قابل تنظیم فنر در نشمینگاه خود مستقر میباشد. دهانه های اتصال و سوپاپ اصلی در قسمت پایین بدنه قرار دارند. در حالت عادی سوپاپ ۱ در وضعیت تعادل هیدرولیکی قرار داشته و فشار در مجرای ورودی (زیر سوپاپ) از طریق راهگاه تعبیه شده در سوپاپ ۱ به بالای آن متصل میباشد و لذا سوپاپ ۱ در اثر نیروی ضعیف فنر فشاری ۲ به نشمینگاه خود فشرده شده و مجرای تخلیه را مسدود میسازد افزایش فشار در ورودی (تا بیش از مقدار تنظیمی) باغلبه بر نیروی فنر ۴ موجب بالا رفتن سوپاپ۳ میشود. در نتیجه باز شدن مسیر تخلیه ۵، فشار در پشت سوپاپ ۱، مجرای تخلیه به مخزن باز میشود. هنگامیکه اختلاف فشار بین دو قسمت بالا و پایین سوپاپ۱ به حدود Psi20 برسد، این سوپاپ از نشمینگاه خود جدا شده و جریان پمپ مستقیما به مخزن بر میگردد. چنانچه جریان افزایش یابد، سوپاپ باز هم بالاتر رفته و مسیر خروجی به مخزن بزرگتر میشود و در شکل ۴ـ۲۳ یک نمونه از شیر اطمینان مجهز به خط فرمان به همراه علامت سمبلیک و ساختمان داخلی آن نشان داده شده است.



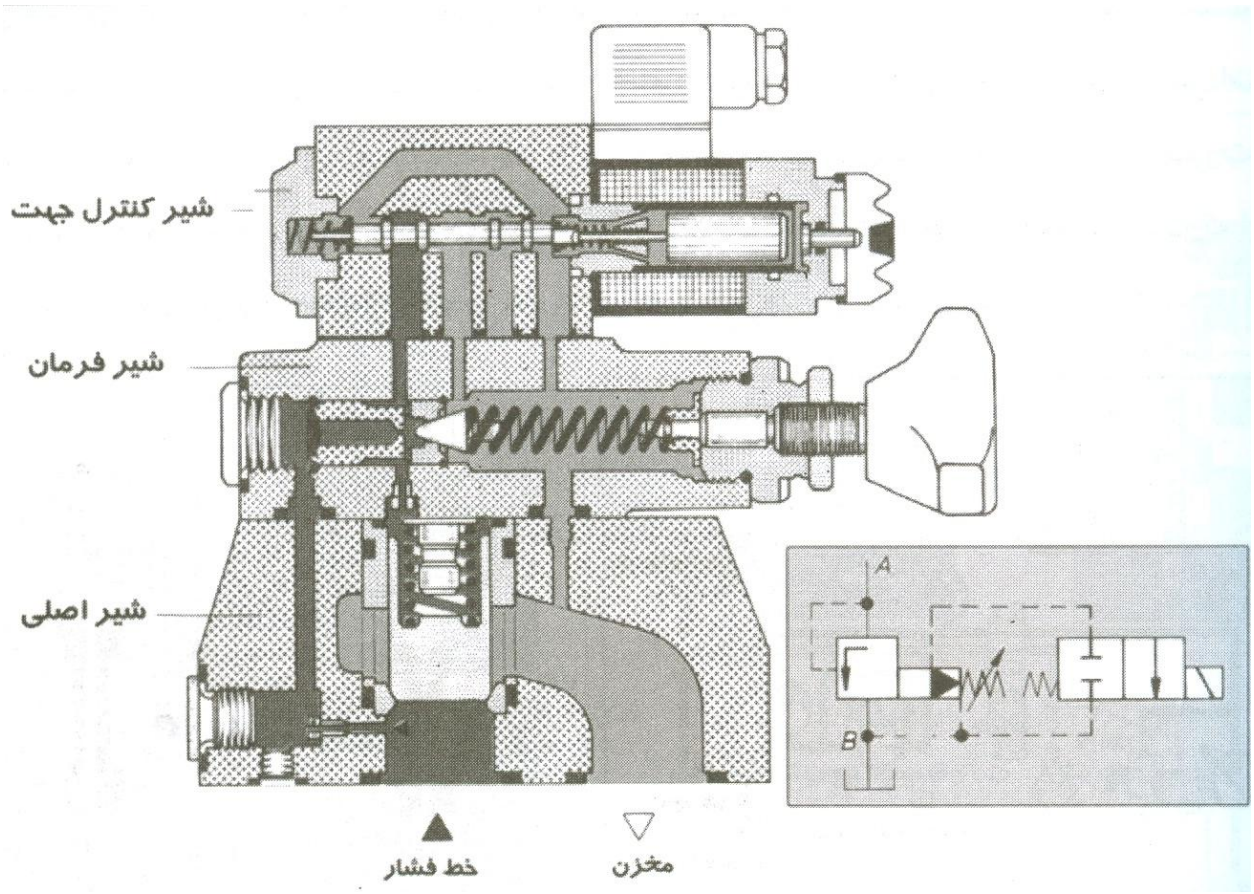
شکل ۴-۲۲ . نحوه عملکرد شیر اطمینان مجهز به خط فرمان الف) وضعیت نرمال ب) وضعیت تحریک شده

شیرهای اطمینان مجهز به خط فرمان به دلیل عملکرد وسیع، قابلیت میرا نمودن ضربات هیدرولیکی و جلوگیری از افزایش فشار در خطوط طولانی، دارای کاربرد وسیعی هستند (بالاخص در حالتهایی که به سطوح فشار بالا ودقیق نیاز باشد). در مواردی که مدار داری چند شیر اطمینان بوده و پمپ به سیستم جبران کننده فشار مجهز است، نباید فشارهای تنظیمی به یکدیگر نزدیک باشند، زیرا امکان تداخل کاری بین آنها بوجود میآید. فشار تنظیمی شیر اطمینان اصلی که در نزدیکی پمپ نصب میگردد معمولاً ۱۰٪ بالاتر از فشار کاری عادی سیستم در نظر گرفته میشود.



شکل ۴-۲۳ . شیر اطمینان مجهز به خط فرمان نمای واقعی، برش خورده و علامت سمبلیک

مطابق شکل ۴-۲۴، در بسیاری از موارد میتوان از طریق یک شیر کنترل جهت، مجرای فرمان را مستقیما به مخزن تخلیه کرد. با چنین اتصالی میتوان شیر اطمینان با خط فرمان را به یک شیر بی بار کننده تبدیل نمود. در این حالت، امکان تخلیه جریان ورودی به مخزن درفشار ناچیزی فراهم میگردد.



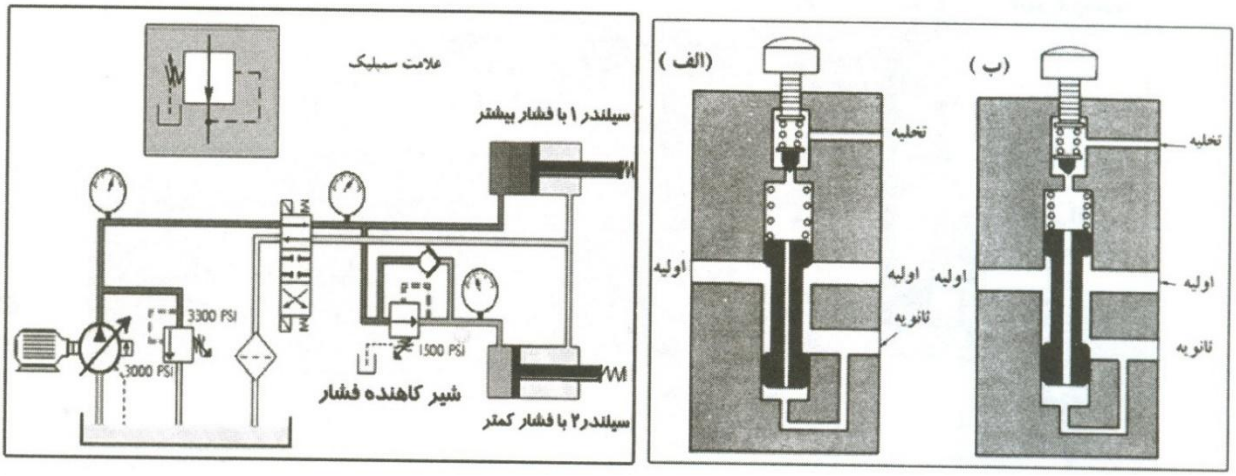
شکل ۴-۲۴ . شیر اطمینان مجهز به خط فرمان ـ شیر کنترل فشار از نوع بی بار کننده

شیرهای کاهنده فشار

شیرهای کاهنده فشار نوع دیگری از شیرهای کنترل فشار بوده که در مواضع خاصی ازمدار به منظور کاهش سطح فشار تا یک حد معین مورد استفاده قرار میگیرند. مطابق شکل ۴-۲۵، در اثر حرکت قرقره داخلی (بواسطه فشار خروجی) مجرای خروجی تنگ تر شده و فشار در آن کاهش مییابد. این عملکرد تا رسیدن فشار خروجی به حد تنظیم شده ادامه خواهد یافت و هنگامی که فشار خروجی به کمتر از حد تنظیمی برسد. گلوگاه باز شده و جریان سیال بصورت آزاد برقرار خواهد گردید. باید توجه داشت که یک مسیر داخلی، خروجی را به پشت قرقره وصل کرده و موجب انتقال فشار خروجی به آن در جهت ایجاد نیروی مقابله کننده با فنر میگردد. در شیرهای کاهنده فشار، جریان اضافی به مخزن بر نمیگردد، بلکه با ایجاد افت فشار در اثر تنگ شدن گلوگاه، صرفا فشار در خروجی کاهش مییابد. کاربرد این نوع شیر در مواقعی که در بخشی از مدار فشار محدود و قابل کنترلی نیاز باشد (مانند فشار در سیلندر متصل به گیرهای که قطعات ظریف را نگاه میدارد) اهمیت پیدا میکند.

شکل ۴-۲۶ یک نمونه از کاربرد شیر کاهنده فشار در مدار را نشان میدهد. با عملکرد شیر کاهنده فشار و در نتیجه کاهش یافتن فشار در ورودی سیلندر ۲، نیروی اعمالی به فنر توسط میله پیستون نیز کاهش مییابد. معکوس شدن جریان از خروجی شیر کاهنده فشار به سمت ورودی آن، در فشار تنظیمی، موجب بسته شدن کامل این شیر میگردد. بنابراین در مدارهایی که معکوس شدن جهت جریان اجتناب ناپذیر است باید از تمهیدات دیگری نظیر تعبیه شیر کنترل جهت یک طرفه استفاده نمود. در شیرهای

کاهنده فشار بدلیل استفاده از اثر گلوگاه، گرما تولید میشود و میبایست مقدار این گرما در محاسبات مدار منظور گردد. درصورت نیاز به دو سطح فشار متفاوت و همزمان، سیستم متشکل از دو پمپ جداگانه عملکرد بهتری خواهد داشت که این امر به مقدار جریان، فشار سیال مورد نیاز و میزان تفاوت در دو سطح فشار وابسته است.



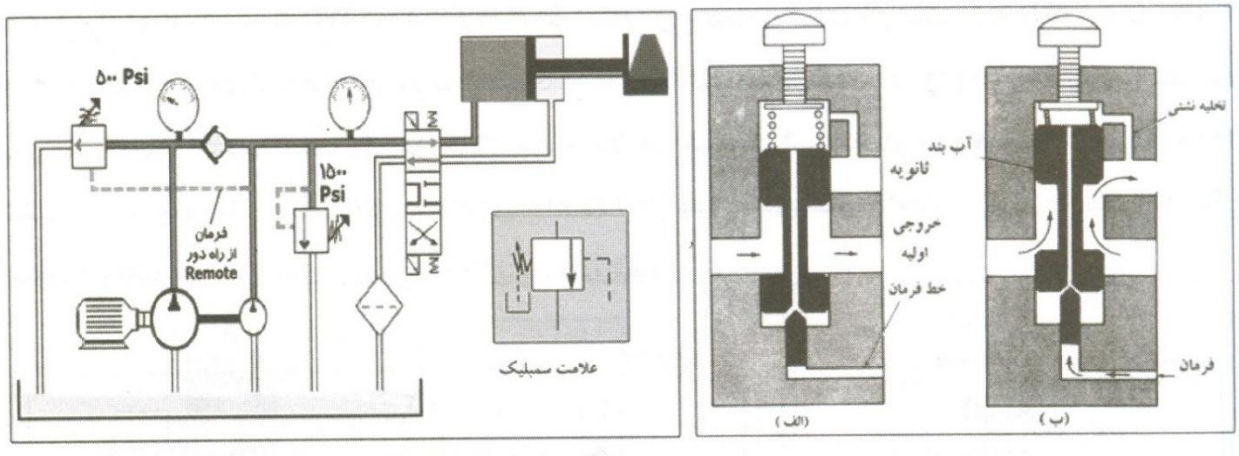
شکل ۴-۲۵ . شیر کاهنده فشار شکل ۴-۲۶ . یک نمونه کاربرد شیر کاهنده فشار در مدار

الف) وضعیت نرمال ب) وضعیت تحریک شده

شیر بی بار کننده

شیر بی بار کننده، نوع دیگری از شیرهای کنترل فشار است که در مواقعی که به پمپ در مدار نیازی نیست جریان ارسالی از پمپ را در فشار ناچیز به مخزن تخلیه میکند. در نتیجه بی بار شدن پمپ، از مصرف توان و اتلاف حرارتی (ناشی از تخلیه سیال در فشار بالا از شیر اطمینان) کاسته میشود. مطابق شکل ۴-۲۷ با افزایش فشار در خط فرمان تا حد لازم جهت غلبه بر نیروی فنر، پیستون پایینی به سمت بالا حرکت کرده و موجبات تخلیه پمپ به مخزن را فراهم میآورد. مقدار فشار فرمان مورد نیاز به نیروی تنظیمی فنر بستگی دارد.

در بسیاری ازسیستمهای هیدرولیک (مانند پرس ها) عملگر در بخشی از کورس رفت که بدون درگیری با بار مقاوم طی میشود نیاز به جریان و سرعت بالا داشته و هنگام شروع و طی سیکل کاری به جریان پایین و فشار بالا نیازمند میباشد. در اینگونه مدارها (شکل ۴-۲۸) میتوان از دو پمپ استفاده نمود بگونهای که هنگام درگیری با بار مقاوم، پمپ کوچکتر که از قابلیت تامین سیال در فشار بالا و دبی پایین برخوردار است سیال مورد نیاز مدار را تامین نموده و پمپ بزرگتر را که جهت تامین حجم زیاد سیال در فشار پایین طراحی شده است بی بار میگرداند. در این حالت جریان خروجی پمپ بزرگتر بدون نیاز به تخلیه از طریق شیر اطمینان مستقیما به مخزن تخلیه میشود. بدین ترتیب با بی بار کردن پمپ بزرگ در طی بخشی از سیکل کاری از اتلاف توان جلوگیری میشود.

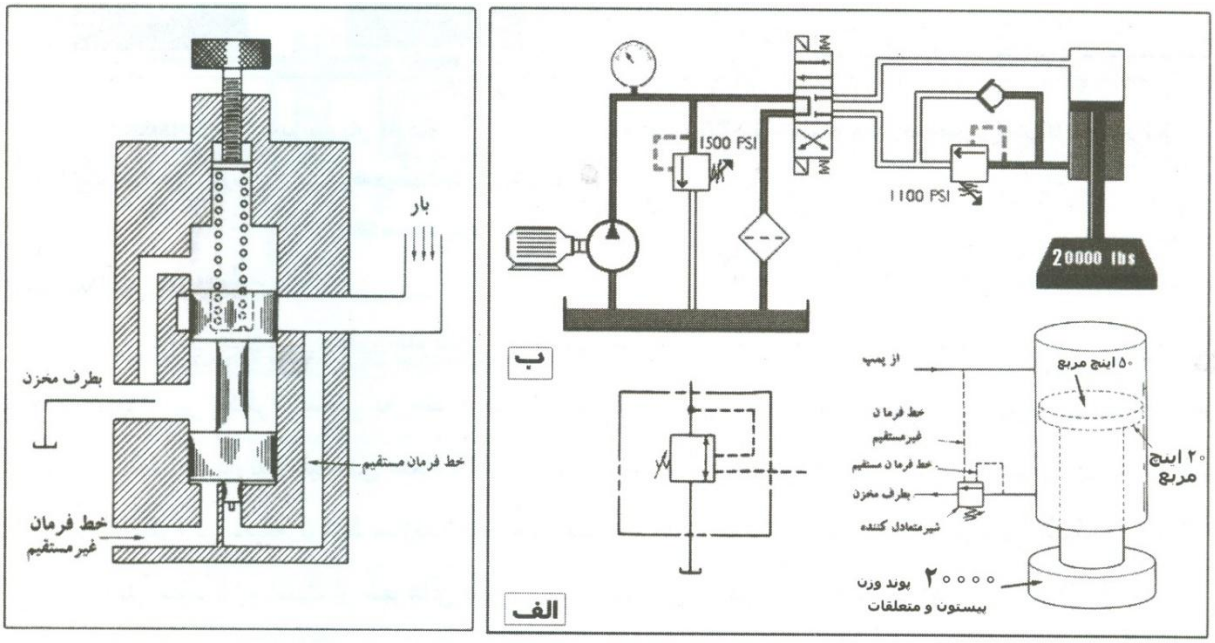


شکل ۴-۲۷ شیر بی بار کننده شکل ۴-۲۸ یک نمونه کاربرد شیر بی بار کننده در مدار

الف) وضعیت نرمال ب) وضعیت تحریک شده

شیر متعادل کننده

از شیرهای متعادل کننده به منظور جلوگیری از حرکت سقوطی سیلندر تحت بار استفاده میشود (شکل ۴-۲۹). مدارهای شامل شیر یک طرفه مجهز به خط فرمان نیز به این منظور مورد استفاده قرار میگیرند و هر دو نوع مدار کاربرد یکسانی دارند. شیرهای متعادل کننده همواره با مقدار نشتی همراه هستند که میزان آن معمولاً بر حسب تعداد قطر، در دقیقه توسط سازنده شیر مشخص میگردد. ولی در مواردی که بایستی سیلندر کاملا در محل خود قفل شود لازم است از شیرهای بدون نشتی (شیرهای یک طرفه) استفاده گردد. شیر متعادل کننده را باید بلافاصله بعد از سیلندر نصب نمود. مطابق شکل ۴-۲۹ (الف) شیر متعادل کننده با خط فرمان مستیم (متصل به ناحیه زیر پیستون) و یا غیرمستقیم (متصل به ورودی سیلندر) کنترل میشود. در حالت خط فرمان مستقیم، پیستون درصورتی حرکت میکند که فشار خط فرمان از فشار تنظیمی شیر (که معمولاً ۱۰٪ بالاتر از فشار مورد نیاز جهت متعادل نگاه داشتن وزنه میباشد) بیشتر شود و این در حالتی است که در بالای پیستون فشار کافی برای حرکت، توسط مدار تامین گردد. مطابق شکل زیر پیستون در اثر بار مقاوم عبارتست از psi= A P=F/ بنابراین شیر باید در فشار psi1100 تنظیم شود تا در صورت تامین فشار خط فرمان مستقیم به اندازه ۱۰٪ بالاتر افشار عادی در اثر وجود وزنه، شیر باز شده و پیستون اجازه حرکت یابد. چنانچه شیر متعادل کننده به خط فرمان غیرمستقیم متصل گردد بدلیل عدم اتصال خط فرمان به فشار عادی سیستم (در اثر وجود وزنه) به فشار تنظیمی بسیار پایین تری نیاز میباشد. در شکل ۴-۲۹ (الف) در حالت خط فرمان مستقیم چنانچه اعمال فشار در بالای پیستون موجب افزایش فشار به اندازه Psi100 در پایین پیستون گردد. شیر متعادل کننده با فشار psi1100 مواجه شده و مدار را باز میکند. در این حالت افزایش نیروی لازم جهت تامین psi100 عبارت است از , و فشار لازم در بالای پیستون برای ایجاد نیرو برابر با میباشد. این محاسبه نشان میدهد که فقط تامین psi40 فشار از سمت ورودی سیلندر وازطرف پمپ کافی است تا شیر متعادل کننده در psi1100 مدار را باز نموده به پیستون اجازه حرکت بدهد. ولی در حالت خط فرمان غیرمستقیم، شیر متعادل کننده فقط در فشار psi40 تنظیم شده و نهایتا مانند حالت قبل در فشاری ۱۰٪ بالاتر از فشار عادی سیستم، مدار راباز میکند. چگونگی عملکرد مکانیزم داخلی شیر در شکل ۴-۳۰ نشان داده شده است.



شکل ۴-۲۹ کاربرد شیر متعادل کننده شکل ۴-۳۰ نحوه عملکرد شیر متعادل کننده

در مواقعی که بار متصل به سیلندرثابت نبوده و سیستم با نیروها و بارهای متغیر مواجه باشد بجای استفاده از شیرهای متعادل کننده (که به فشارهای خط فرمان متغیر نیاز دارند) از شیرهای یک طرفه مجهز به خط فرمان استفاده میگردد.

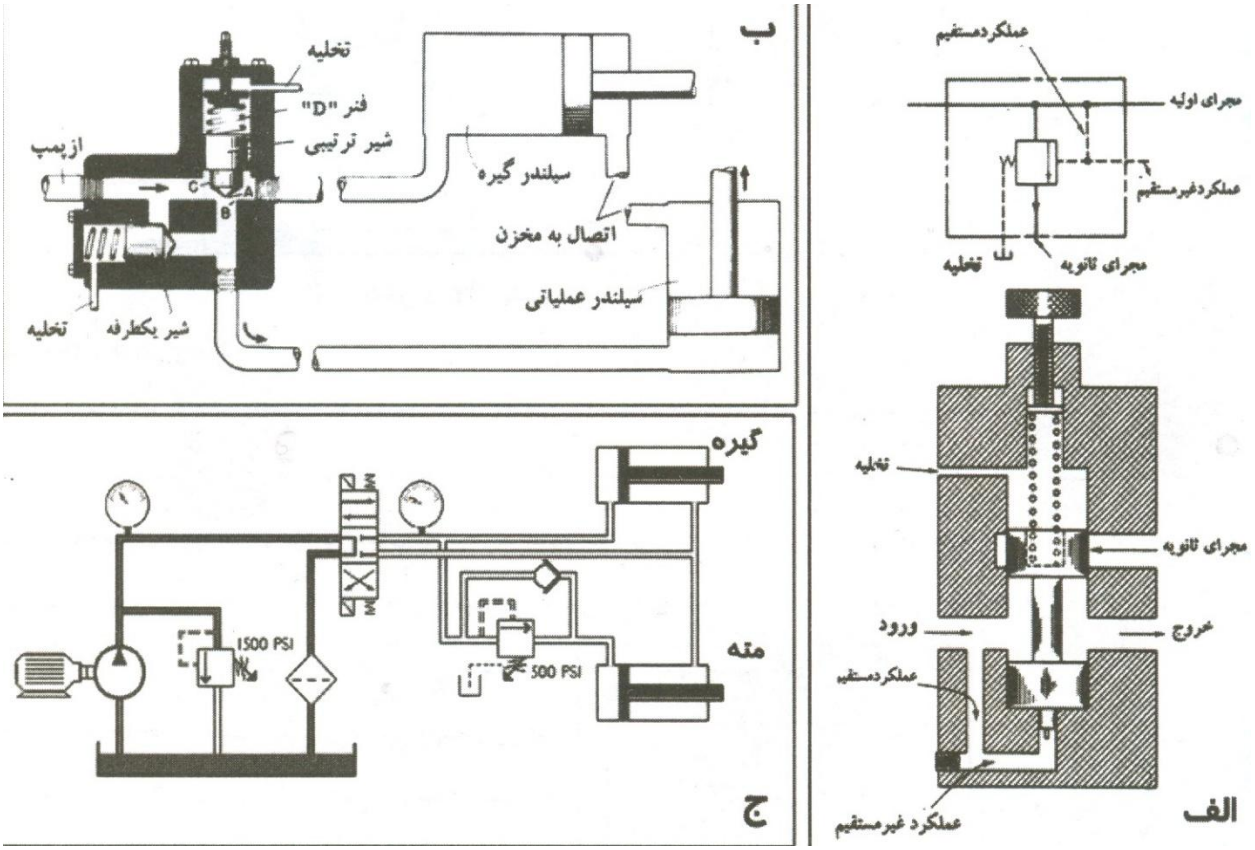
شیرهای ترتیبی

در شکل ۴-۳۱(الف) مکانیزم داخلی یک شیرترتیبی و علامت سمبلیک آن مشاهده میشود. شیرهای ترتیبی برای کنترل ترتیب عملکرد دو شاخه موازی از مدار مورد استفاده قرار میگیرند. بعنوان مثال توسط این شیر میتوان عملکرد دو سیلندر را به ترتیبی کنترل نمود که سیلندردوم پس از طی کورس سیلندر اول وارد عمل گردد. (شکل ۴-۳۱ ج) از شیرهای ترتیبی به منظور حصول اطمینان از تامین فشار به اندازه معین در یک قسمت از مدار قبل از شروع بکار قسمت دیگر نیز استفاده میشود. در شکل ۴-۳۱ ب ساختمان داخلی و نحوه عملکرد شیر ترتیبی بکار برده شده و در مدار شکل ۴-۳۱ ج نشان داده شده است. مطابق شکل سیلندر اول ابتدا بعنوان گیره قطعه کاررا محکم گرفته و سپس سیلندر دوم مرحله سوراخکاری را تکمیل مینماید و هنگامی که مرحله اول کار کامل گردید و سیلندر گیره قطعه کار را محکم کرد فشار در سیستم بالا رفته و توسط خط فرمان مستقیم، پیستون شیر ترتیبی درمقابل فشار فنر به طرف بالا حرکت میکند. در این حالت با ثابت نگهداشتن فشار در مجرای اولیه، جریان به سمت مجرای ثانویه هدایت میگردد. معمولاً از یک شیر یک طرفه به موازات شیر ترتیبی جهت تامین مسیر برگشت جریان استفاده میشود.

شیر ترمزی

شیر ترمزی یک شیر کنترل فشار نرمال بسته است که معمولاً دارای دو خط فرمان مستقیم وغیر مستقیم میباشد. این شیراغلب همراه با موتورهای هیدرولیکی بعنوان ترمز دینامیکی مورد استفاده قرار میگیرد. (شکل ۴-۳۲) در حین دوران عادی موتور، خط فرمان غیرمستیم با استفاده از فشار عملکرد سیستم موجب باز نگاه داشتن شیر میگردد. به عبارت دیگر وجود فشار در خط فرمان

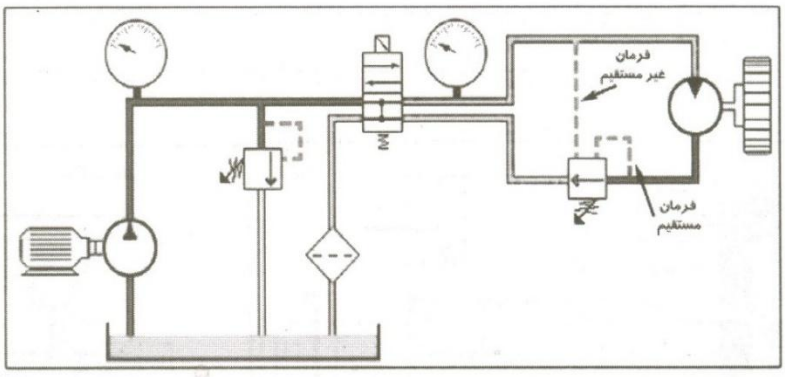
غیر مستقیم ازایجاد فشار پشت روی موتور (در اثر بسته شدن مسیر تخلیه موتور توسط شیر ترمزی)، جلوگیری میکند. مطابق شکل ۴-۳، با قطع تحریک شیر ۴/۲، خط فرمان غیرمستقیم به مخزن متصل شده و مسیر تخلیه موتور توسط شیر ترمزی مسدود میگردد. در این مرحله در اثر اینرسی بار، فشار در خروجی موتور افزایش یافته و شیر ترمزی توسط فرمان داخلی (مستقیم) مسیرتخلیه را باز میکند. بدین ترتیب فشار پشت اعمال شده در خط تخلیه موثر موجب ترمز دینامیکی میشود.



شکل ۴-۳۱. الف) مکانیزم داخلی یک شیر ترتیبی و علامت سمبلیک آن

ب) ساختمان داخلی و نحوه عملکرد شیر ترتیبی بکار برده شده در مدار قسمت ج

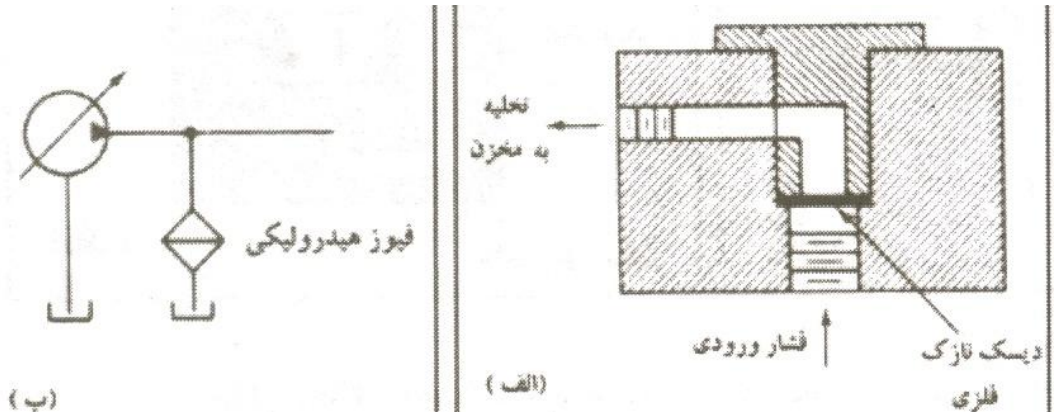
ج) یک نمونه از کاربرد شیر ترتیبی در مدار



شکل ۴-۳۲ . یک نمونه کاربرد شیر ترمزی در مدار

فیوزهای هیدرولیکی

شکل شماتیک ۴-۳۳ (الف) یک فیوز هیدرولیکی را نشان میدهد. فیوزهای هیدرولیکی با جلوگیری از افزایش بیش از حد فشار از اجزاء سیستم حفاظت میکنند. این حفاظت با پاره شدن یک دیسک فلزی نازک در فشارمشخص و باز شدن مشیر سیال به مخزن صورت میگیرد. برای استفاده مجدد باید دیسک جدیدی جایگزین نمود. از این فیوزها همراه با پمپ های مجهز به سیستم جبران کننده فشار استفاده میشود تا در اثر بالا رفتن فشار (در صورت وجود خرابی)، سیستم هیدرولیک دچار آسیب نشود. فیوز هیدرولیکی نوع مشابه یک فیوز الکتریکی بوده و هردو وظایف مشابهی را عهده دارند. به منظور حفاظت از سیلندرهای هیدرولیکی بزرگ و تحت فشار نیزاز فیوزهای هیدرولیکی استفاده میشود.



شکل ۴-۳۳ . فیوز هیدرولیکی (علائم شماتیک و سمبلیک)

سوئیچهای فشار و دما

سوئیچ فشار با حس نمودن تغییرات فشار در یک محدوده مشخص یک کلید الکتریکی را باز یا بسته مینماید. قسمت حس کننده در اثر تغییرات فشار حرکت میکند. این قسمت دارای انواع مختلف بشرح زیر است:

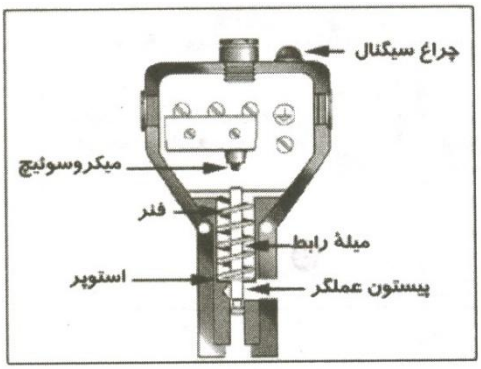
۱. لوله بردون (شکل ۴-۳۴ الف) ـ محدوده فشار ۵۰ تا 18000 psi

۲. دیافراگمی (شکل ۴-۳۴ ب) ـ محدوده فشارهای منفی تا psi150

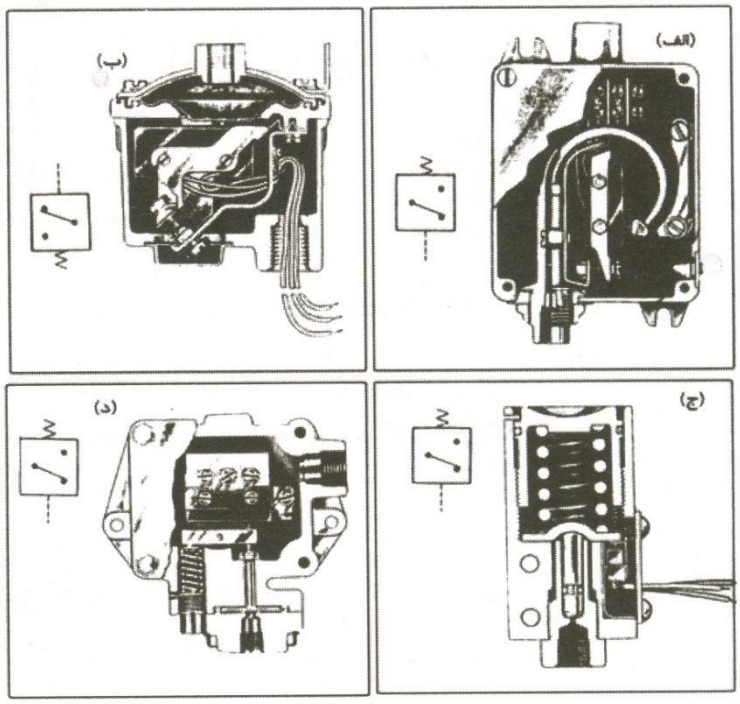
۳. پیستون آب بندی شده (شکل ۴-۳۴د) ـ محدودهٔ فشارهای ۱۵ تا psi 12000

۴. پیستون آببندی شده و دیافراگم ـ محدوده فشار های ۰/۵ تا psi 1600

ساختمان داخلی یک سوئیچ فشاری از نوع پیستونی در شکل ۴-۳۵ نشان داده شده است. متناسب با افزایش فشار، نیروی اعمالی بر پیستون عملگر افزایش مییابد و در صورت غلبه به نیروی فنر، میکروسووئیچ را تحریک میکند. کلید الکتریکی تعبیه شده در سوئیچ فشاری، عملیاتی مانند راهاندازی یا توقیف یک پمپ، تحریک و یاقطع تحریک یک شیر الکتریکی و ... را انجام میدهد. از سوئیچهای فشاری در خطوط منتهی به سیلندرهای هیدرولیکی و یا مدارات شامل انباره و سیستمهای فلیتراسیون جهت کنترل حداقل یا حداکثر فشار نیز استفاده میشود. سوئیچهای حرارتی نیز تغییرات درجه حرارت را بصورت اتوماتیک احساس نموده و در یک درجه حرارت مشخص مدار الکتریکی را در وضعیت باز یابسته قرار میدهد.



شکل ٤-٣٥ ▲
ساختمان داخلی سوئیچ فشار از نوع پیستونی

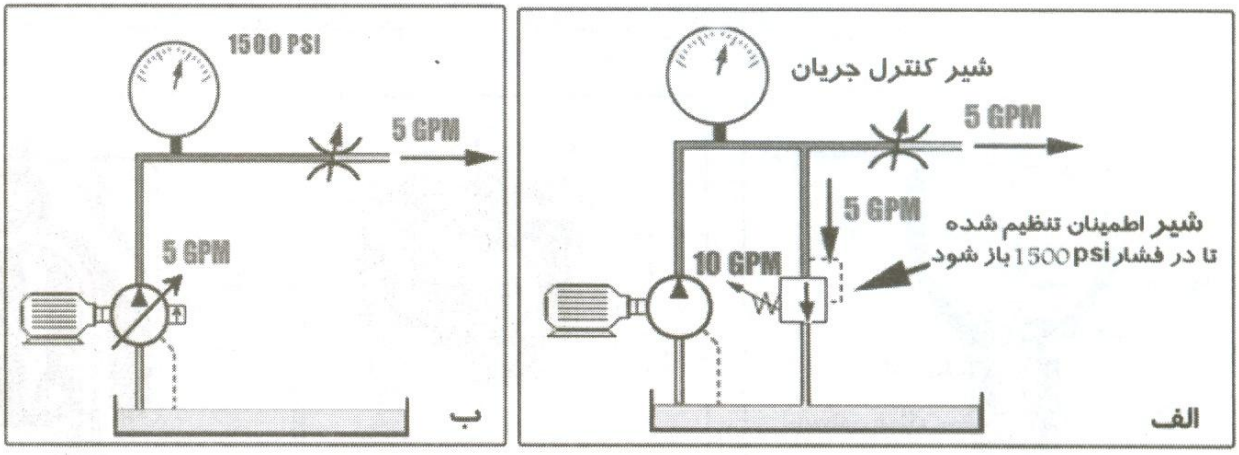


▶ شکل ٤-٣٤ انواع سوئیچهای فشار
الف) با لوله بردن
ب) نوع دیافراگمی
ج) با پیستون آب بندی شده
د) با پیستون آب بندی شده و دیافراگم

شیرهای کنترل جریان

از شیرهای کنترل جریان به منظور تنظیم میزان روغن ارسالی به بخشهای مختلف سیستم هیدرولیک استفاده میشود. در این فصل با انواع متداول شیرهای کنترل جریان و کاربرد های آنها و همچنین محل استقرار این شیرها در مدار هیدرولیک آشنا خواهید شد. استقرار صحیح شیر در محل مناسب، عملکرد بهینه سیستم بدنبال دارد. درسیستمهایی که مانند مدار شکل ۴-۳۶ (الف) از پمپ جابجایی ثابت استفاده شده باشد در اثر تنگ کردن جریان افزایش مییابد. چنانچه فشار مذکور بتواند بر سطح فشار تنظیم شده در شیر اطمینان غلبه کند بخشی از جریان از طریق شیر اطمینان تخلیه خواهد گردید. کاهش جریان خروجی از شیر کنترل جریان کاهش سرعت عملگر را بدنبال خواهد داشت. درسیستمهایی مانند مدار شکل ۴-۳۶ (ب) که از پمپ جابجایی متغیر

مجهز به سیستم جبران کننده فشار استفاده شده است بکار افتادن سیستم جبران کننده فشار موجب کاهش جریان خروجی میگردد. (بدون آنکه جریان اضافی از شیر اطمینان عبور کند) به عنوان مثال چنانچه سیستم جبران کننده در فشار psi1500 تنظیم شده باشد با تنگ کردن مجرای شیر کنترل جریان و افزایش فشار تا psi1500، مکانیزم جبران کننده شروع به عمل نموده و از مقدار جریان خروجی پمپ میکاهد.



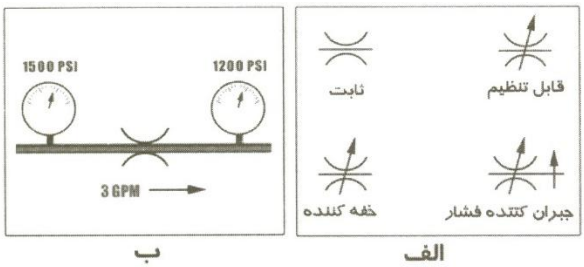
شکل۴-۳۶ . مکانیزم کاهش جریان خروجی

الف) مدار مشتمل بر پمپ جابجایی ثابت

ب) مدار مشتمل بر پمپ جابجایی متغیر مجهز به سیستم جبران کننده فشار

انواع شیرهای کنترل جریان

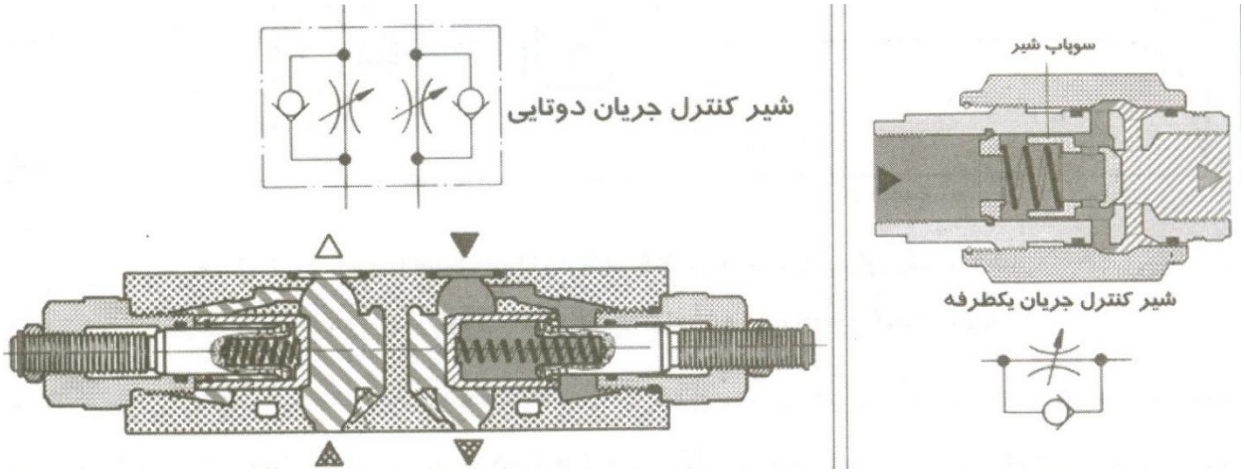
شیرهای کنترل جریان در انواع ثابت (غیرقابل تنظیم)، قابل تنظیم، خفه کننده و جبران کننده فشار در دسترس میباشد. علائم سمبلیک انواع مذکوردر شکل ۴-۳۷ (الف) نشان داده شده است. شکل ۴-۳۷ (ب) بیانگر این واقعیت است که مقدارجریان عبوری از یک شیر کنترل جریان (اریفیس) مادامی که اختلاف فشار در دو طرف آن ثابت باقی بماند تغییر خواهد کرد.



شکل ٤-۳۷ الف) انواع شیرهای کنترل جریان ب) عبور جریان ثابت در نتیجه ثابت نگاه داشتن اختلاف فشار در دو طرف شیر کنترل جریان

شکل ۴-۳۸ نماهای سمبلیک، برش خورده و واقعی یک شیر کنترل جریان با قابلیت تنظیم (بدون سیستم جبران کننده فشار) را نشان میدهد. در این نوع شیرها، میزان جریان عبوری و افت فشار در گلوگاه به یکدیگر وابسته بوده و در صورت افزایش میزان جریان عبوری افت فشار با مربع افزایش جریان افزایش مییابد. شیرهای فاقد سیستم جبران کننده فشار در مواردی که فشار

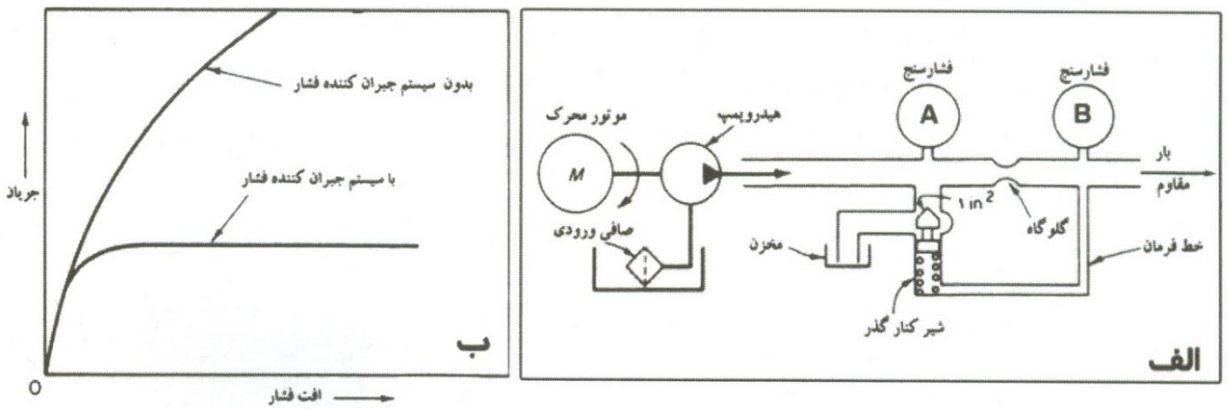
سیستم نسبتا ثابت بوده و تنظیم دقیق سرعت مورد نیاز نباشد مورد استفاده قرار میگیرند. دراکثر موارد یک شیر یک طرفه در ساختمان شیر کنترل جریان تعبیه شده و عبور آزاد جریان را در جهت عکس ممکن میسازد. (شکل ۴-۳۹) ساده ترین نوع این شیرها محدود کنندههای جریان هستند که بصورت یک گلوگاه ساده و یا یک صفحه سوراخ دار میباشند و با ایجاد سوراخ در ساچمه شیر یک طرفه ساخته میشوند.



شکل ۴-۳۹ . شیر کنترل جریان در ترکیب باشیر یک طرفه

شیرهای کنترل جریان با سیستم جبران کننده فشار

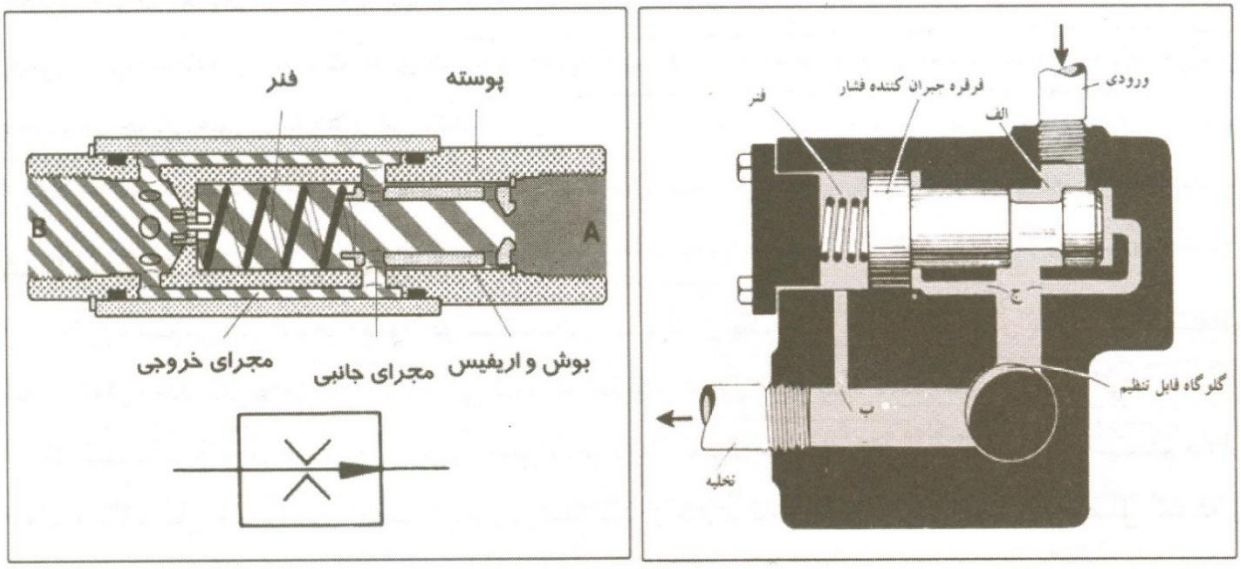
از آنجایی که میزان جریان عبوری از شیر کنترل جریان (فاقد جبران کننده فشار) متناسب با جذر افت فشار در عرض گلوگاه تغییر میکند هرگونه تغییر در فشار ورودی یا خروجی موجب تغییر در میزان جریان عبوری از شیر میگردد. ولی شیرهای کنترل جریان با سیستم جبران کننده فشار بصورت اتوماتیک نسبت به تغییرات فشار تنظیم شده و همواره افت فشار را ثابت نگاه میدارند و در نتجه میزان جریان عبوری از آنها ثابت خواهد ماند. اصول عملکرد شیرهای کنترل جریان مجهز به سیستم جبران کننده فشار در شکل ۴-۴۰ (الف) نشان داده شده است. دراین شکل ظرفیت پمپ gpm5 در نظر گرفته میشود. بگونهای که gpm3 آن از گلوگاه عبور نموده (در صورت صفر بودن میزان بار) gpm2 دیگر از طریق شیر کنار گذر به مخرن باز میگردد. چنانچه مساحت سوپاپ شیر کنار گذر و نیروی لازم جهت فشردگی فنر و باز شدن شیر کنار گذر lb50 باشد فشار سنج A مقدار psi50 را نشان میدهد. در این حالت فشار در فشار سنج B بدلیل نبود بار مقاوم صفر است و لذا Psi50 افت فشار در گلوگاه بوجود میآید. حال چنانچه مقدار بار افزایش یافته باعث بالا رفتن فشار در نقطه B باندازه Psi 100 گردد، این فشار از طریق خط فرمان به شیر کنار گذر نیز اعمال شده و فشاردر نقطه A به Psi 150میرسد. در این حالت باز هم اختلاف فشار بین نقاط A , B(در دو طرف گلوگاه) psi50 بوده و لذا میزان جریان عبوری از گلوگاه ثابت میماند. در شکل ۴-۴۰ (ب) نمودار جریان برحسب افت فشار برای حالتهای بدون سیستم جبران کننده فشار و مجهز به سیستم جبران کننده فشار مورد مقایسه قرار گرفتهاند.



شکل ۴-۴۰ الف) اصول عملکرد شیر کنترل جریان با جبران کننده فشار

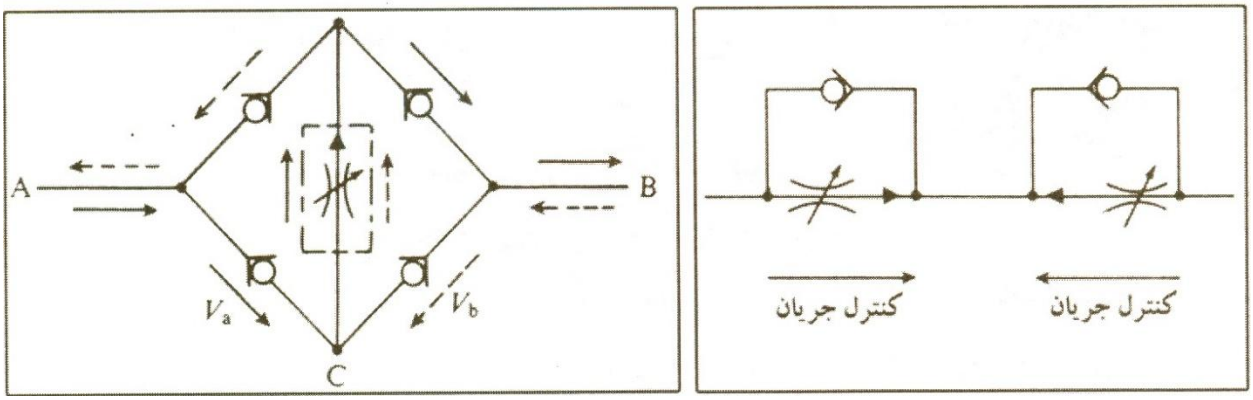
ب) نمودار جریان بر حسب افت فشار برای دو نمونه شیر کنترل جریان

در شکل ۴-۴۱ ساختمان داخلی یک نوع شیر کنترل جریان با سیستم جبران کننده فشار نشان داده شده است. با توجه به یکسان بودن مساحت ها دردو طرف قرقره جبران کننده، تغییرات فشار در دو طرف قرقره موجب ثابت ماندن افت فشار دردو سمت گلوگاه میگردد ودر نتیجه مقدار جریان عبوری از شیر ثابت باقی میماند. در شکل ۴-۴۲ نیز نوع دیگری از شیرهای تنظیم کننده جریان نشان داده شده است. مطابق شکل هنگام افزایش حریان عبوری (در اثر افزایش اختلاف فشار) فشار روغن حین عبور از مجرای جانبی افت نموده و موجب حرکت بوش اریفیس به سمت چپ میگردد. این امر کاهش حریان خروجی را به همراه خواهد داشت. میزان جریان عبوری توسط اریفیس تعبیه شده در بوش همواره ثابت نگاه داشته میشود.



شکل ۴-۴۱ . شیر کنترل جریان با سیستم جبران کننده فشار شکل ۴-۴۲ . ساختمان داخلی نوعی شیر تنظیم کننده جریان

شیرهای کنترل جریان با سیستم جبران کننده فقط در یک جهت قادر به عملکرد مطلوب میباشند. یک روش برای کنترل دو جهته جریان در یک خط، استفاده از دو شیر کنترل جریان به همراه دو شیر یک طرفه (شکل ۴-۴۳) میباشد. این سیستم در مواقعی که جریانهای متفاوت در دو جهت نیاز باشد ایدهال است. اما چنانچه به جریانهای مساوی نیاز داشته باشیم مشکلاتی در تنظیم شیرهای کنترل جریان بوجود خواهد آمد.در این موارد با استفاده از یک شیر کنترل جریان در مدار پل مانند (شکل ۴-۴۴) میتوان در دو جهت جریانهای مساوی برقرار نمود.



شکل ۴-۴۳ . کنترل دو جهته جریان شکل ۴-۴۴ کنترل دقیق جریان در هر جهت با استفاده از شبکه پل مانند از شیرهای کنترل جریان

شیرهای کنترل جریان با سیستم جبران کننده دما و لزجت

تعییرات دمای روغن، میزان جریان عبوری از یک گلوگاه ثابت در مسیرهای کنترل جریان را تغییر میدهد. با کاهش لزجت جریان عبوری از گلوگاه افزایش مییابد و لذا در برخی از شیرهای کنترل جریان به منظور کاهش تغییرات جریان در اثر تغییرات دما با لزجت از گلوگاه های قابل تنظیم با لبه های تیز استفاده میشود. روش دیگر استفاده از صفحات فلزی غیرهم جنس است که دراثر متفاوت بودن مقادیر انبساط هنگام افزایش دما، میزان جریان عبوری را کنترل میکنند.

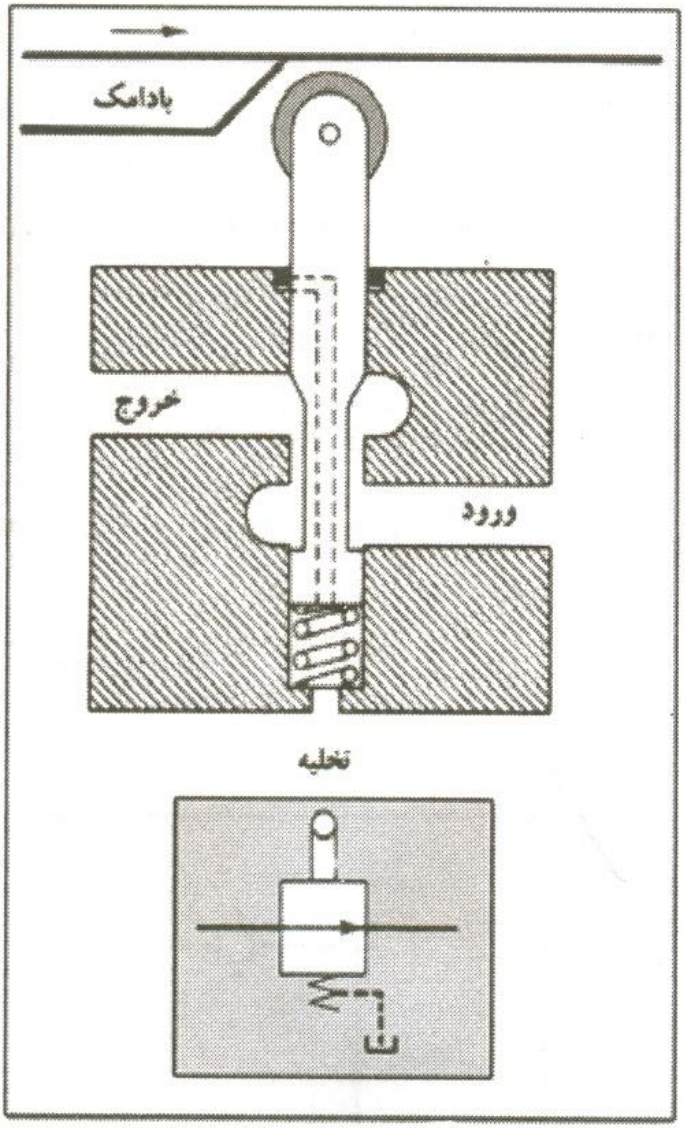
شیر با سیستم تقسیم جریان ترجیحی

کاربرد عمومی این شیرها معمولاً در سیستمهایی است که از یک پمپ جهت تغذیه دو یا چند مدار استفاده شده و تغذیه مدار ثانویه هنگامی شروع میشود که تغذیه مدار اول تمام شده باشد. مدار اولیه میتواند متشکل از یک سیستم ترمز با فرمان و یا مدارهای ایمنی دیگر باشد. بعنوان مثال، جریان پمپ باید بین سیستم مدار فرمان و بالابر بیل یک تراکتور تقسیم گردد ولی ابتدا باید از کنترل کامل مدار فرمان اطمینان حاصل گشته و سپس روغن به مدار محرک بیل ارسال شود.

شیرهای کاهنده سرعت

شیرهای کاهنده سرعت نوع دیگری از شیرهای کنترل جریان میباشند که با کاهش تدریجی نرخ جریان عبوری از آنها شتاب منفی لازم جهت کنترل اینرسی حرکتی بارهای سنگین و یا سیلندرهای با سرعت بالا تامین میگردد. مطابق شکل ۴-۴۵ با تحریک تدریجی بادامک، میزان جریان خروجی ازشیر محدود میگردد. زاویه بادامک متصل به میله پیستون و پارامتر های طراحی شیر تعیین کننده زمان و نرخ کاهش سرعت میباشند. معمولاً در مدارهای هیدرولیکی همراه با این شیر از یک شیر یک طرفه برای

تامین برگشت آزاد جریان استفاده میشود. بطور کلی استفاده از شیرهای کاهنده سرعت بیشتر در مواقعی مناسب است که مقدار دبی عبوری قابل توجه باشد. استفاده از این شیرها برای دبی های کمتر از 15 liters/min توصیه نمیگردد.



شکل ٤-٤٥ شیر کاهنده سرعت

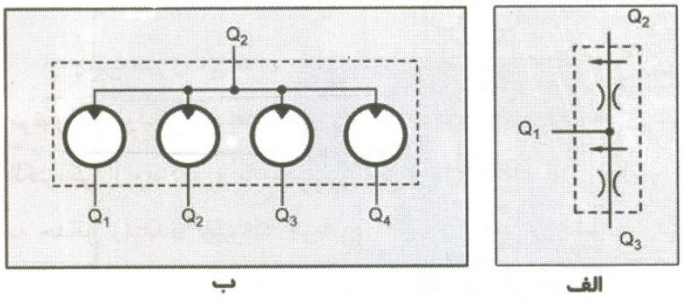
تقسیم کننده های جریان

تقسیم کننده های جریان به لحاظ مکانیزم داخلی در دو دسته اصلی زیر طبقه بندی میشوند. (شکل ۴-۴۶):

۱ـ با استفاده از شیر

۲ـ با استفاده از موتور

در نوع اول (شکل ۴-۴۶ الف) جریان از یک حفت گلوگاه با مشخصات سازگار و با قرقره های متصل به هم عبور نموده و بصورت مساوی بین خروجیها تقسیم میگردد. (البته در صورت طراحی خاص، امکان تامین نسبتهای غیرمساوی جریان نیز وجود دارد) افزایش جریان عبوری از یک گلوگاه باعث افزایش افت فشار و برهم خوردن تعادل هیدرولیکی قرقره میشود. تغییر وضعیت قرقره در جهتی است که با کاهش سطح گلوگاه، جریان های عبوری دوباره متعادل گردند. در صورت عکس شدن جهت جریان، مجموعه تقسیم کننده بصورت ترکیب کننده جریان درآمده و جریانهای مساوی به آن راه مییابند. لذا از یک شیر تقسیم کننده جریان میتوان برای همزمان نمودن حرکت دو عملگر در دو جهت استفاده نمود. از این شیر برای جریانهای عبوری کم برای همزمان نمودن حرکت دو عملگر دردو جهت استفاده نمود. از این شیر برای جریان های عبوری کم (زیر liters/min200) استفاده میشود. گرچه عملکرد این شیرها از دقت کافی برخوردار است اما نباید از این روش به منظور همزمان کردن دو سیلندر در تعداد سیکلهای زیاد استفاده نمود. مگر اینکه در هر چند سیکل توسط قید مکانیکی یا شیر همزمان کننده عمل تنظیم انجام شود.



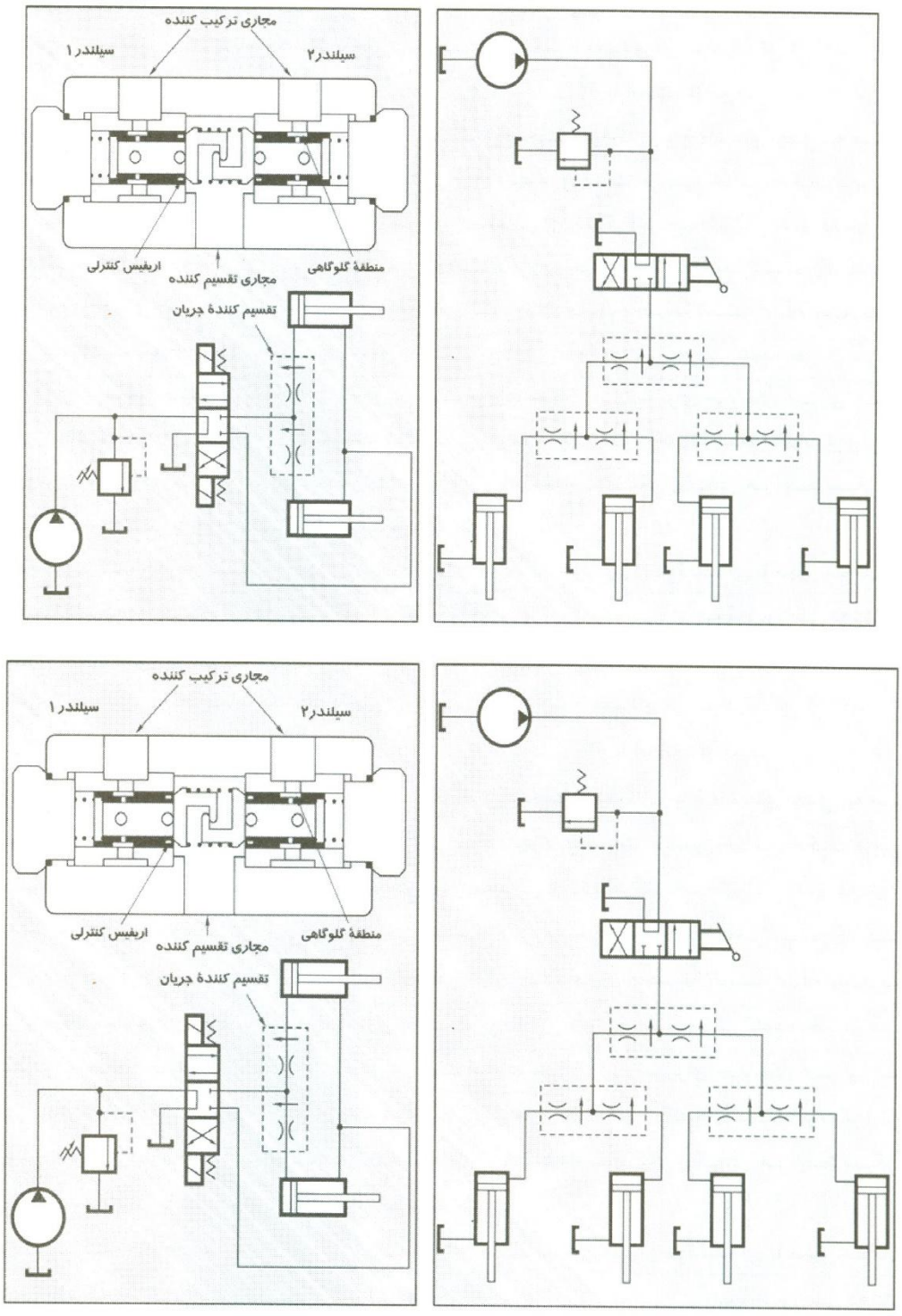
شکل ٤-٤٦ تقسیم کننده های جریان

الف) با استفاده از شیر ب) با استفاده از موتور

در تقسیم کننده های جریان با مکانیزم موتوری (شکل ۴-۴۶ ب) تعدادی موتور چرخدندهای با محور همزمان کننده مشترک، جریان را بصورت مساوی (یا در طراحی خاص با نسبت مشخص) از خود عبور میدهند. البته وجود نشتی در عرض دنده باعث یکسان نبودن دقیق خروجیها میشود که میزان دقت به اختلاف فشار بین خروجیها و ورودیهای مدار وابسته میباشد.درشکل ۴-۴۷ دو مدار که در آنها از تقسیم کننده جریان به منظور کنترل میزان جریان ورودی به عملگر استفاده شده نشان داده شده است.

شیرهای کنترل جریان تناسبی

در شیرهای کنترل جریان تناسبی از ترکیب هنرمندانه مکانیزم تحریک شیر با سیستمهای مدرن کنترلی استفاده شده است. طراحان سیستمهای هیدرولیک با استفاده از این نوع شیرها ضمن کاستن از پیچیدگی و تعداد اجزاء سیستم دقت و کارایی آن افزایش میدهند. یک شیر کنترل جریان تناسبی با کنترل الکترونیکی، مقدار جریان سیال هیدرولیک خروجی را متناسب با مقدار سیگنال جریان ورودی بطور پیوسته تنظیم میکند.



شکل ۴-۴۷ . استفاده از تقسیم کننده جریان به منظور کنترل میزان جریان ورودی به عملگر

از چنین شیری میتوان جهت کنترل دقیق سرعت یا شتابگیری و کاهش شتاب حرکت یک سیلندر (یا موتور هیدرولیکی) استفاده نمود. کنترل مذکور میتواند بصورت بسیار دقیق وتحت فرمان یک سیستم الکتریکی از راه دور و یا میکروکامپیوتر و یا PLC عمل نماید. اغلب شیرهای کنترل جریان تناسبی به منظور به حداقل رساندن تغییرات جریان در اثر بروز تغییر در فشار ورودی یا خروجی به سیستم جبران کننده فشار مجهز میباشند. (جهت اطلاعات بیشتر به بخش شیرهای با کنترل تناسبی و سرو مراجعه شود)

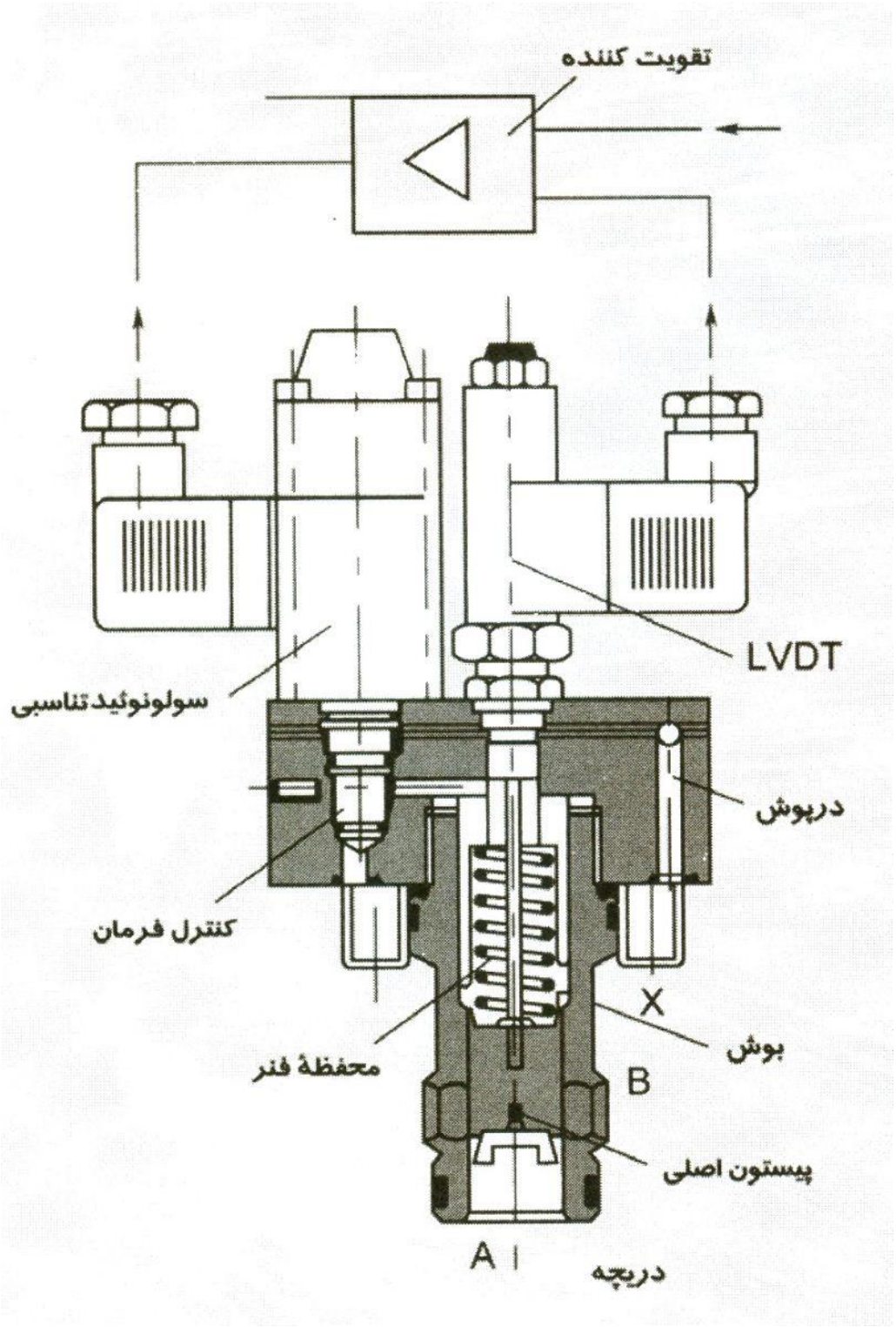
یک شیر کنترل جریان تناسبی با کنترل الکترونیکی از سه جزء اصلی زیرتشکیل یافته است:

۱. سولونوئید تناسبی جهت اعمال فرمان

۲. بخش کنترلی جریان که قرقره شیر در آن قسمت قرار دارد.

۳. یک انتقال دهنده دیفرانسیلی خطی متغیر (LVDT) با سیستم فیدبک الکترونیکی

سیگنال توسط کامپیوتر با PLC و یا تجهیزات کنترلی دیگر (مانند رله های منطقی قدیمی و یا پتانسیومترها) به کارت کنترلی شیر فرستاده میشود و سپس توسط سولونوئید به نیرویی متناسب با سینگنال ارسالی تبدیل میگردد تا به قرقره شیر اعمال شود. با اعمال نیرو، قرقره حرکت تدریجی خود را انجام داده تا مقدار دقیقی از جریان سیال (متناسب با سیگنال ارسالی) به سمت عملگر فرستاده شود. در صورت بروز تغییر در مقدار جریان سیگنال ورودی نیروی وارد به قرقره نیز بصورت متناسب تغییر مینماید که منجر به تغییر تناسبی سرعت حرکت عملگر میگردد. حرکت قرقره بصورت بسیار دقیق توسط سیستم درایور مشاهده شده و اطلاعات مکانی محل استقرار آن بصورت فیدبک به کارت کنترلی شیرارسال میگردد. سیگنال مذکور بصورت پیوسته با سیگنال ورودی از سیستم کنترل مقایسه شده و مقدار اختلاف این دو سیگنال به صورت یک سیگنال تحریک جدید محل استقرار قرقره، را تصحیح میکند. این عمل ادامه مییابد تا اختلاف به صفر برسد. نحوه عملکرد شیر کنترل جریان تناسبی مجهز به سیستم جبران کننده فشار (نشان داده شده در شکل ۴-۴۸) بشرح زیر است:



شکل ۴-۴۸ ساختمان داخلی یک شیر کنترل جریان تناسبی

تامین میشود و جهت تغییر A با ورود سیگنال به تقویت کننده الکترونیکی ، سولونوئید تناسبی فشار خط فرمانی که از مجرای سیگنال فیدبک موقعیت قرقره را به تقویت کننده ارسال LVDT مکان قرقره مورد استفاده قرار میگیرد را تنظیم میکند. آشکار ساز

میگردد. شیرهای منطقی تناسبی هم بصورت خطی و هم با B , A میکند که موجب تنظیم وضعیت گلوگاه واسط بین مجاری .مشخصات پیشرفته تنظیم جریان دردسترس میباشند

کنترل سرعت سیلندر هیدرولیکی

.در یک مدار ساده به منظور کنترل سرعت عملکرد سیلندر، شیر کنترل جریان را میتوان در سه موضع قرار داد

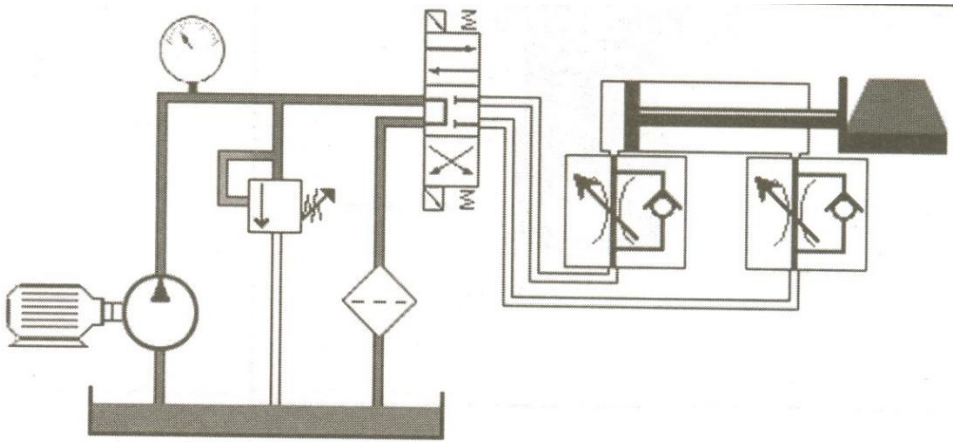
۱.در موضع کنترل جریان ورودی سیلندر

۲.در موضع کنترل جریان خروجی از سیلندر

۳.در موضع کنارگذر جهت تنظیم میزان جریان اضافی

۱ـ کنترل سرعت از طریق کنترل جریان ورودی

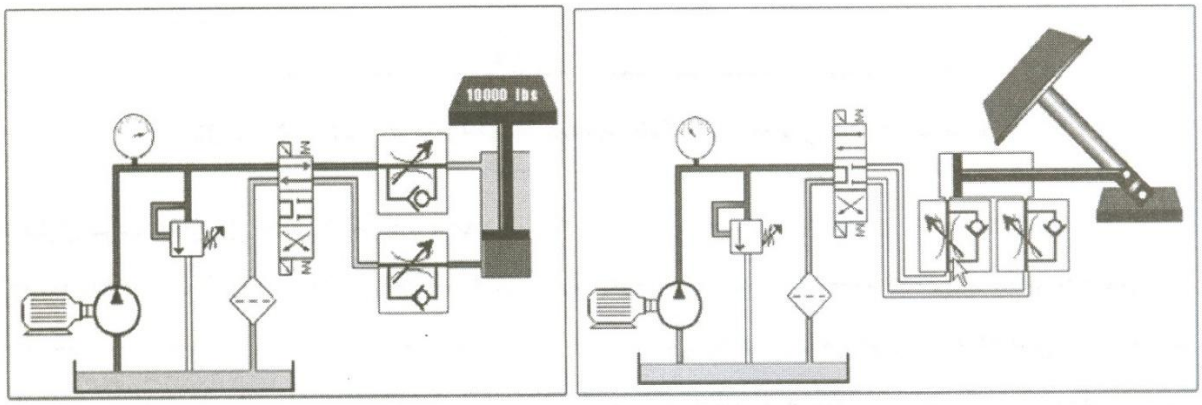
روش کنترل سرعت با کنترل جریان ورودی (شکل ۴-۴۹) به منظور کنترل دقیق حرکت سیلندرهایی استفاده میشود که بار مقاوم آنها همواره در جهت مخالف حرکت عمل میکند. زیرا چنانچه بار متغیر یا منفی (در جهت حرکت) باشد سیلندر یا موتور هیدرولیکی دارای حرکت نوسانی خواهد بود. ذکراین نکته نیز ضروری است که در تنظیم فشار توسط شیراطمینان بایستی فشار مورد نیاز جهت غلبه به بار و افت فشار بوجود آمده در شیر کنترل سرعت را مد نظر قرار داد. از این نوع کنترل سرعت به منظور کنترل حرکت میز دستگاه های سنگ تخت، جوش اتوماتیک، ماشینهای نورد و دیگر ماشینهای ابزار که اساسا به کنترل سرعت دقیق نیازمند میباشند؛ استفاده میشود. در روش کنترل سرعت با کنترل جریان ورودی، پس از شروع حرکت، مقاومت درمقابل حرکت کاهش یافته و فشار افت میکند. این حالت حتی با وجود سیستم جبران کننده فشار موجب شتاب گرفتن لحظهای بار خواهد گردید. از طرفدیگر چنانچه در حین کار و یا در انتهای کورس سریعا جهت حرکت عکس شود، بصورت لحظهای جهت بار و حرکت یکسان شده و حرکت یکسان شده و تمایل به پیش افتادن بار از حرکت بوجود میآید. در چنین شرایطی به منظور اعمال .کنترل مناسب میتوان از شیر متعادل کننده در خط منتهی به مخزن استفاده نمود



شکل ۴-۴۹ . کنترل سرعت از طریق کنترل جریان ورودی

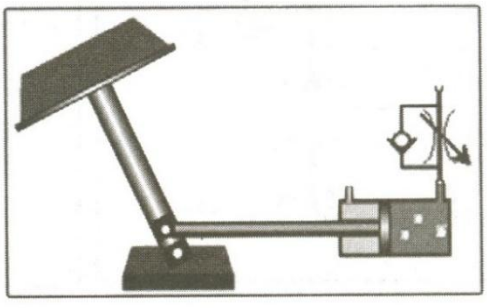
۲ـ کنترل سرعت از طریق کنترل جریان خروجی

در مدارهایی که امکان هم جهت شدن بار با حرکت وجود دارد و یا بار دارای حرکتهای تکان دار میباشد، از کنترل سرعت به روش کنترل جریان خروجی استفاده میشود. (شکل ۴-۵۰) زیرا در صورت استفاده از روش کنترل سرعت با کنترل جریان ورودی، هنگام (هم جهت شدن بار با حرکت، دیگر کنترلی بر سرعت حرکت بار وجود نخواهد داشت. (شکل ۴-۵۱

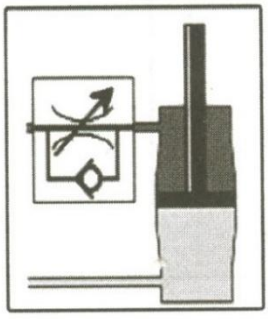


شکل ۴-۵۰ . کنترل سرعت از طریق کنترل جریان خروجی

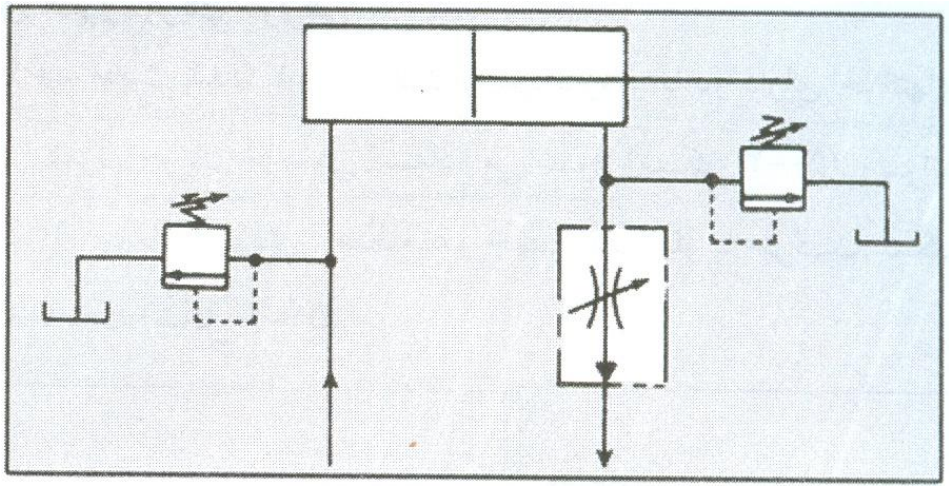
در روش کنترل جریان خروجی شیر کنترل جریان در خط برگشت نصب میشود و مانند حالت قبل، مقدار فشار درمداربایستی بر مقاومت بار و افت فشار شیر کنترل جریان غلبه کند. روش کنترل جریان خروجی به اندازه روش کنترل جریان ورودی دارای دقت و حساسیت نمیباشد. زیرا نرخ روغن خروجی از سیلندر کنترل میشود و در سیلندرهای دیفرانسیلی در کورس رفت، حجم سیال خروجی کمتر از میزان ورودی است. البته در کورس برگشت نیز عکس مطلب فوق صادق است. هنگام استفاده از این روش باید میزان فشار در خروجی سیلندر به دقت مورد بررسی قرار گیرد. زیرا بطور مثال اگر نسبت مساحت پیستون به میله پیستون ۲ به ۱ خواهد رسید و Bar400 برسد، آنگاه فشار در سمت میله پیستون به bar200 بوده و فشار در خط رفت (سمت تمام قطر) به ممکن است سیلندر دچار آسیب شود (شکل ۴-۵۲) در چنین شرایطی باید یک شیراطمینان جداگانه در خروجی سیلندر و سمت میله پیستون، به منظور جلوگیری از افزایش بیش از حد فشار نصب گردد. (شکل ۴-۵۳). البته باید توجه نمود که هنگام عمل کردن شیر اطمینان، دیگر سرعت تحت کنترل نخواهد بود. در سیلندرهایی که دارای میله پیستون قطور بوده ودرفشار بالا عمل .میکنند وضعیت فوق الذکر بسیار جدی است



شکل ٤-٥١ کنترل پذیر نبودن سرعت به دلیل هم جهت شدن بار با حرکت (در حالت کنترل جریان ورودی)



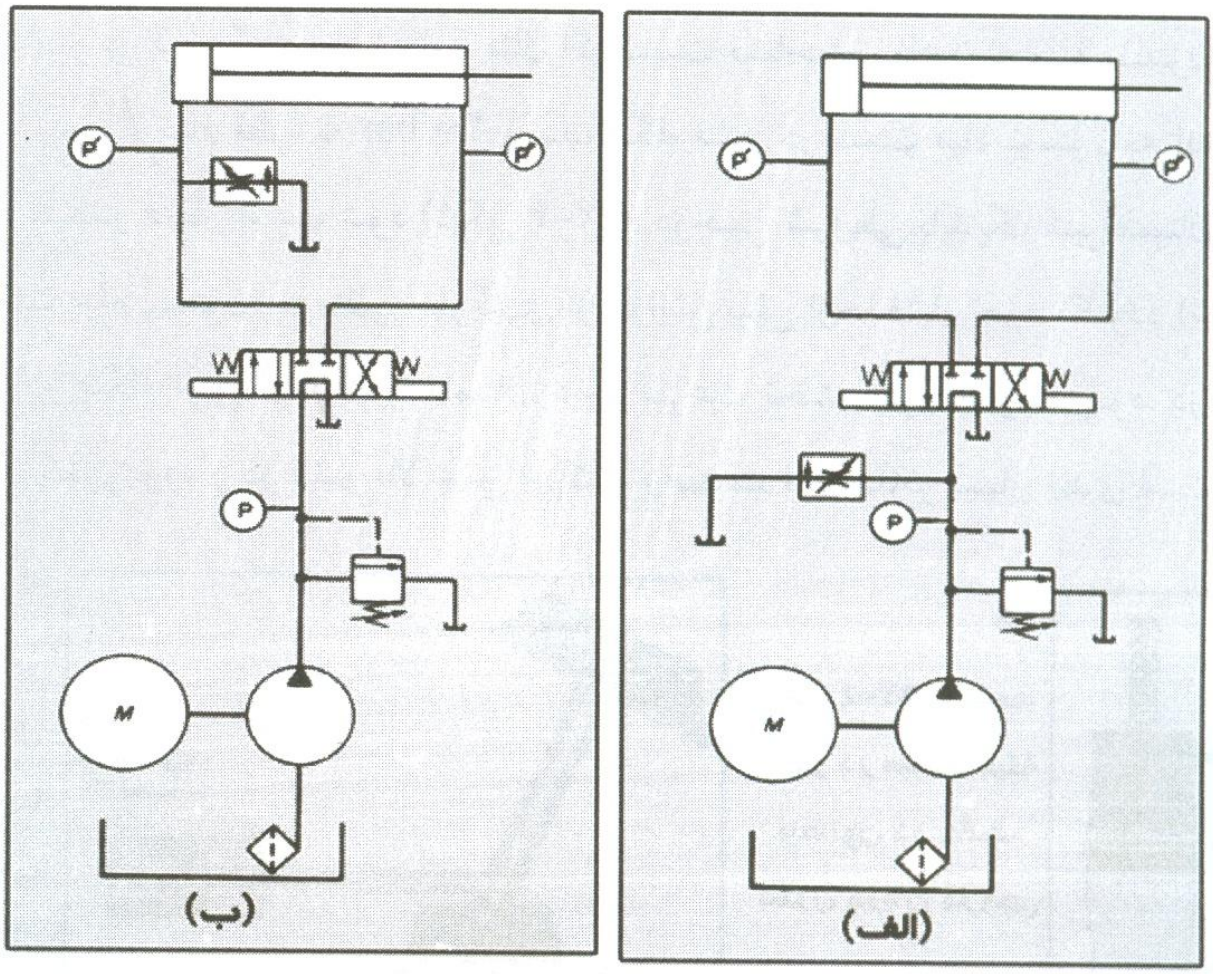
شکل ٤-٥٢ تقویت فشار در سمت میله پیستون در حالت کنترل جریان خروجی



شکل ۴-۵۳ . استفاده از شیر اطمینان به منظور جلوگیری از افزایش بیش از حد فشار

۳ـ کنترل سرعت با ارسال بخشی از جریان به مخزن

سومین روش درکنترل سرعت توسط شیرهای کنترل جریان، ارسال کنترل شده بخشی ازسیال به مخزن یا محیط کم فشار دیگر است. (شکل ۴-۵۴) این روش به گستردگی دو روش قبلی مورد استفاده نمیباشد دقت این روش به مقدار تغییرات جریان خروجی پمپ با فشار بستگی داشته و هنگامی که فشار در حد معقولی ثابت بوده و یا کنترل سرعت دقیق مورد نیاز نیست قابل قبول میباشد. کاربرد متداول این روش درمدراهایی است که قسمت عمده خروجی پمپ توسط عملگر استفاده شده و فقط بخش کوچکی از آن به مخزن بر میگردد. در این روش سرعت در یک محدوده متوسط کنترل شده و امکان کنترل سرعت در کل محدوده جریان عبوری وجود ندارد ودر عین حال مانند روش کنترل جریان ورودی، هنگام هم جهت شدن بار با حرکت، کنترل سرعت امکان پذیر نخواهد بود.



شکل ۴-۵۴ کنترل سرعت با ارسال بخشی از جریان به مخزن

الف) برای هردو جهت حرکت ب) برای طی کورس رفت