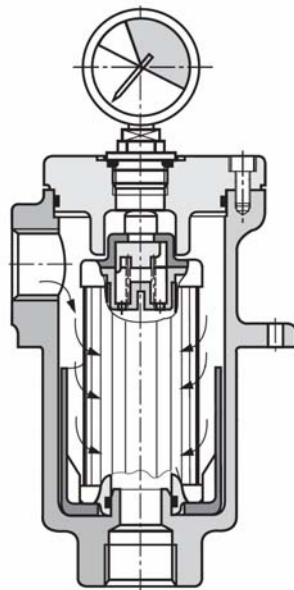




BONYAN TADBIR PARS

فیلترها و فیلتراسیون



شرکت بنیان تدبیر پارس

www.iranfluidpower.com

تهیه و تنظیم:

مهندس امیر هوشنگ وهابزاده

فروردین ۱۳۹۱

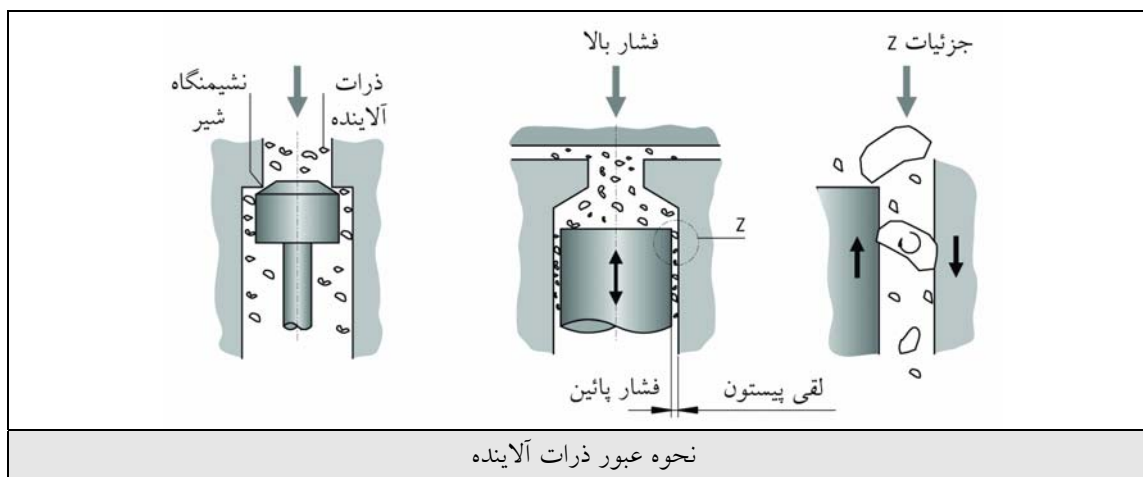
(کلیه حقوق این اثر برای مولف و شرکت بنیان تدبیر پارس محفوظ میباشد)

با تشکر از مهندس مهدی یحیائی که پس از مطالعه مقاله فیلترها و فیلتراسیون نظرات کارشناسی خود را اعلام نمودند. همچنین با توجه به تغییرات ایجاد شده در استاندارد ISO4406، جدول زیر توسط ایشان ارسال شده است.

ISO 4406:1999 - Contamination classes

Contamination classes according to ISO 4406			" new "
code - no	no. of particles from	... to including	
26	320000	640000	<p>Attention ! The acceptable number of particles in pressure liquids per 1 ml .</p> <p>Example: 20 / 16 / 12</p> <p>particle > 14 µm particle > 6 µm particle > 4 µm</p> <p>Just this values changed from "old" to "new"!</p> <p>particle size "old" to "new"</p> <p>" old " " new "</p> <p>15 µm = 13,6 µm 5 µm = 6,4 µm 2 µm = 4,6 µm</p>
25	160000	320000	
24	80000	160000	
23	40000	80000	
22	20000	40000	
21	10000	20000	
20	5000	10000	
19	2500	5000	
18	1300	2500	
17	640	1300	
16	320	640	
15	160	320	
14	80	160	
13	40	80	
12	20	40	
11	10	20	
10	5	10	
9	2,5	5	
8	1,3	2,5	
7	0,6	1,3	
6	0,3	0,6	

فیلترها دارای اهمیت بسیار زیادی در سیستمهای هیدرولیک می‌باشند. این اجزاء در حقیقت حفاظتی برای قطعات هیدرولیک محسوب میشوند. در حالت ایده آل هر کدام از قطعات هیدرولیک باید یک فیلتر جداگانه داشته باشند که البته این امر از لحاظ اقتصادی به صرفه نیست. در عمل باید بهترین محل برای نصب فیلتر انتخاب شود. سایش مکانیکی علت تعویض قطعات هیدرولیک در حدود 70% موارد می باشد. با اعمال سیستم فیلتراسیون مناسب به راحتی می توان طول عمر قطعات را افزایش داد.



اندازه ذرات

در جدول زیر سایز موارد مختلف که در طبیعت یافت میشود ارائه شده است.

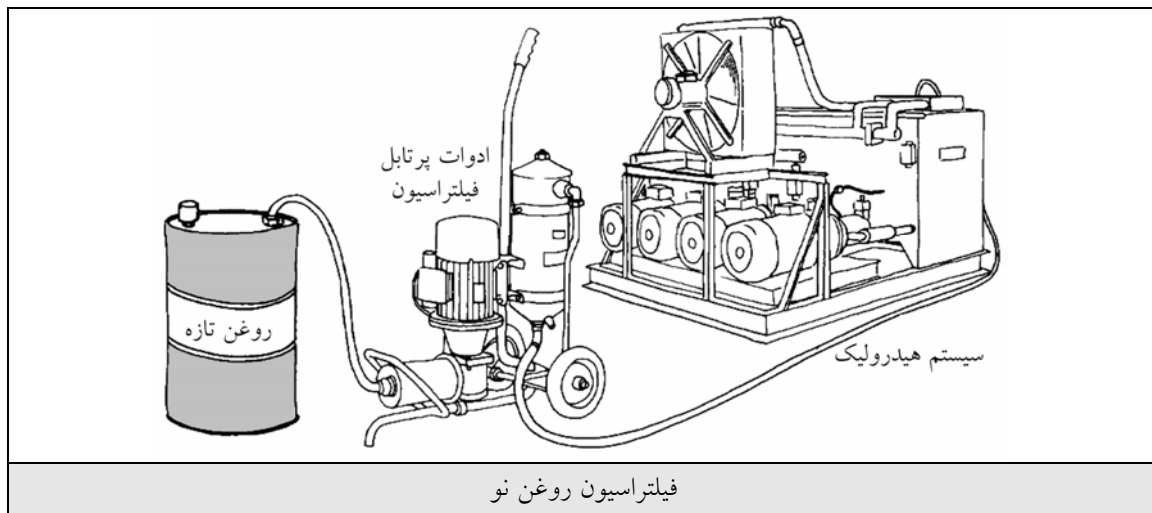
جدول مقایسه اندازه ذرات طبیعی

100 μm	دانه های نمک
80 μm	موی انسان
40 μm	کمترین حد قابل رویت
25 μm	گلبولهای سفید
10 μm	پودر تالک
8 μm	گلبول قرمز
2 μm	باکتری

راههای ورود ذرات آلاینده به سیستم هیدرولیک

ذرات آلاینده از راههای متعددی وارد سیستم هیدرولیک می‌شوند:

- آلودگی‌های اولیه در حین راه اندازی سیستم شامل تراشه‌ها و براده‌های فلزی ناشی از عملیات لوله‌کشی و جوشکاری، نوار تفلون، الیاف پارچه، رنگ، گرد و غبار و خاک و شن
 - ذرات و آلودگی‌های ایجاد شده در حین کارکرد سیستم هیدرولیک ناشی از سایش و خوردگی قطعات فلزی، کنده شدن آبندهای لاستیکی، ورود گرد و غبار، تعویض قطعات و جایگزینی لوله‌ها و شلنگها
- یکی از راههای مهم ورود ذرات آلاینده به داخل سیستم، روغن هیدرولیک نو یا کارکرده می‌باشد. حتی روغنی که در بشکه باز نشده قرار دارد و به نظر تمیز می‌باشد ممکن است حاوی ذرات ریزی باشد که به چشم دیده نمی‌شود. سطح تمیزی اکثر روغنهای هیدرولیک نو برابر کد ISO 21/19 می‌باشد.

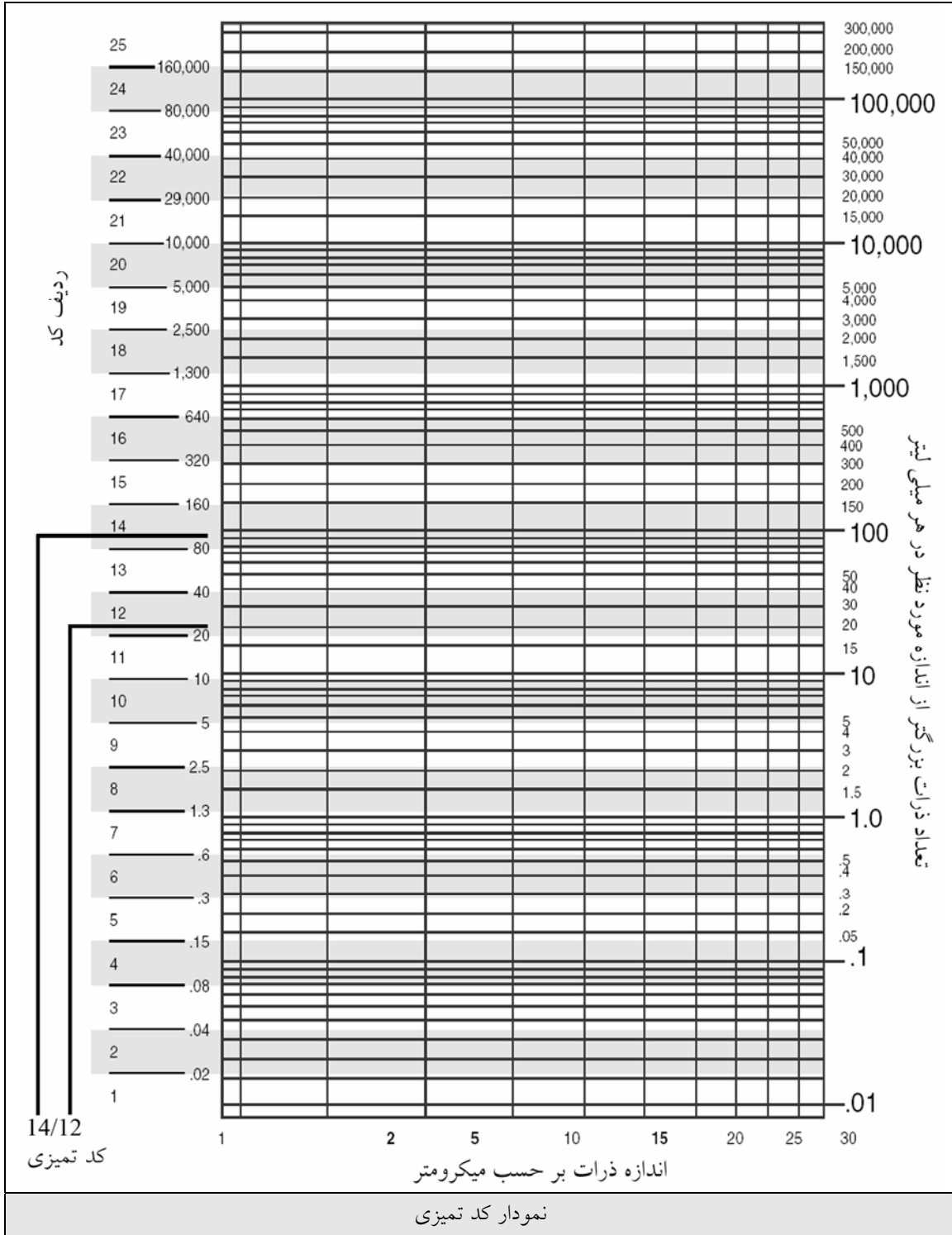


فیلتراسیون روغن نو

تعیین کد تمیزی روغن بر اساس استاندارد ISO 4406

استاندارد متداول برای تعیین سطح تمیزی روغن ISO 4406 می‌باشد. در این استاندارد کد تمیزی توسط دو عدد که با یک ممیز از هم جدا شده‌اند، مشخص می‌گردد. برای مثال معمولاً میزان ذرات موجود در بشکه روغن باز نشده برابر کد تمیزی 21/19 است. عدد اول این کدها نشان دهنده تعداد ذرات مساوی یا بزرگتر از $5\mu\text{m}$ در هر میلی لیتر از نمونه روغن مورد نظر و عدد دوم تعداد ذرات مساوی یا بزرگتر از $15\mu\text{m}$ می‌باشد.

برای تعیین کد تمیزی یک نمونه از روغن، در یک آزمایش دقیق تعداد ذرات مورد نظر در هر میلی لیتر شمارش شده و سپس با استفاده از نمودار شکل صفحه بعد کد تمیزی ISO تعیین می‌گردد. برای مثال در صورتی که تعداد ذرات بزرگتر یا مساوی $5\mu\text{m}$ در هر میلی لیتر از یک نمونه روغن برابر 89 عدد و تعداد ذرات بزرگتر یا مساوی $15\mu\text{m}$ برابر 22 عدد باشد، کد تمیزی آن با استفاده از نمودار برابر 14/12 خواهد بود.



از آنجا که در این استاندارد محدوده ذرات کوچکتر از $5\mu\text{m}$ در نظر گرفته نشده است، برخی از سازندگان فیلتر، کد تمیزی را به صورت سه رقمی مشخص می‌نمایند که عدد اول آن نشان دهنده تعداد ذرات بزرگتر یا مساوی $2\mu\text{m}$ در هر میلی لیتر از نمونه روغن می باشد. برای مثال در نمونه قبلی اگر تعداد ذرات بزرگتر یا مساوی $2\mu\text{m}$ برابر 5120 عدد باشد، با استفاده از نمودار، کد تمیزی این روغن به صورت 20/14/12 نشان داده می‌شود.

در جدول زیر مقادیر توصیه شده کد تمیزی روغن برای قطعات هیدرولیک مختلف ارائه شده است.

کد تمیزی ISO برای قطعات هیدرولیک

کد تمیزی ISO (فشار بیشتر از 210bar)	کد تمیزی ISO (فشار کمتر از 210bar)	قطعه هیدرولیک
16/13	17/15	پمپهای دنده‌ای جابجائی ثابت
16/13	17/14	پمپهای تیغه‌ای جابجائی ثابت
15/13	16/14	پمپهای پیستونی جابجائی ثابت
15/13	16/14	پمپهای تیغه‌ای جابجائی متغییر
14/12	15/13	پمپهای پیستونی جابجائی متغییر
17/14	18/15	شیرهای کنترل جهت برقی
17/14	17/14	شیرهای کنترل فشار
17/14	17/14	شیرهای کنترل جریان
18/15	18/15	شیرهای یکطرفه
17/14	18/15	شیرهای کارتریج
15/12	16/13	شیرهای کنترل فشار پروپورشنال
13/10	14/11	شیرهای سروو
18/15	18/15	سیلندرها
16/13	17/14	هیدروموتورهای تیغه‌ای
15/12	16/13	هیدروموتورهای پیستونی اکسیال
17/14	18/15	هیدروموتورهای دنده‌ای
16/13	17/15	هیدروموتورهای پیستونی رادیال

قدرت جذب فیلترها

اندازه منافذ لایه‌های فیلتر، تعیین کننده ابعاد ذراتی است که فیلتر می‌تواند آنها را جذب نماید. از آنجا که اندازه همه منافذ با هم برابر نیستند، معمولاً از اندازه نامی یا اندازه مطلق منافذ برای بیان این مشخصه استفاده می‌شود. برای مثال فیلتری که اندازه نامی منافذ آن $10\mu\text{m}$ می‌باشد، قادر است 95% ذرات بزرگتر از $10\mu\text{m}$ را به خود جذب نماید. مقدار مطلق منافذ فیلتر مشخص کننده اندازه بزرگترین منافذ لایه‌های آن است. هر دوی این اندازه‌ها مشخصه دقیقی برای تعیین قدرت جذب فیلتر نمی‌باشند.

برای تعیین قدرت جذب ذرات توسط فیلتر از پارامتر دقیق تری با عنوان "نسبت بتا" استفاده می‌شود. این نسبت در آزمایشگاه با انجام تست خاصی بر روی فیلتر تعیین می‌گردد. در این آزمایش یک جریان آرام و پایدار حاوی ذرات ریز با ابعاد مشخص از فیلتر عبور داده می‌شود. آزمایش با یک فیلتر تمیز شروع می‌شود و هنگامی پایان می‌پذیرد که اختلاف فشار در فیلتر به میزان مشخصی که نشان دهنده حد اشباع آن می‌باشد، برسد. در این حالت ظرفیت فیلتر برای جذب ذرات، تکمیل شده است و در سیستم‌های صنعتی زمان انجام سرویس فیلتر و تعویض لایه‌های فیلتر کننده ذرات می‌باشد.

به صورت تعریف ریاضی، نسبت بتا (β) برابر نسبت تعداد ذرات بزرگتر از $X\mu\text{m}$ موجود در بالا دست جریان به تعداد ذرات بزرگتر از $X\mu\text{m}$ موجود در پائین دست جریان می‌باشد. در این بررسی X اندازه ذرات انتخاب شده برای تست فیلتر مورد نظر می‌باشد. نسبت β توسط رابطه زیر تعیین می‌گردد.

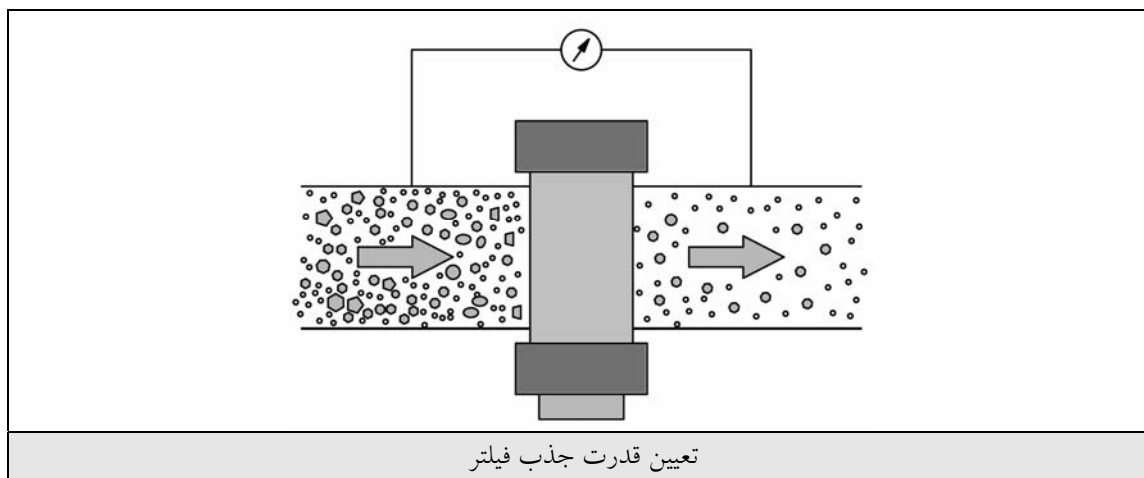
$$\beta_x = \frac{N_U > X}{N_D > X}$$

که در آن داریم

N_U : تعداد ذرات موجود در جریان بالادست

N_D : تعداد ذرات موجود در جریان پائین دست

X : اندازه ذرات (معمولاً اندازه مطلق منافذ فیلتر) بر حسب μm



برای مثال در صورتی که مقدار $\beta = 1$ باشد، طبق رابطه فوق هیچ ذره‌ای با اندازه بزرگتر از X در فیلتر جذب نشده است و مقدار $\beta = 50$ ، نشان می‌دهد که به ازای هر پنجاه ذره جذب شده توسط فیلتر، یکی از آن عبور نموده است. معمولاً در صورتی که مقدار X برابر اندازه مطلق فیلتر انتخاب شود، نسبت β برای فیلترها بزرگتر از مقدار 75 خواهد بود.

راندمان فیلترها

برای تعیین راندمان یک فیلتر از رابطه زیر استفاده میشود.

$$E_{\beta} = \frac{N_U - N_D}{N_U}$$

که در آن ابعاد ذرات، بزرگتر از مقدار مشخص $X \mu\text{m}$ باشد. بنابراین بین رابطه مربوط به راندمان بتا E_{β} و نسبت بتا رابطه زیر برقرار خواهد بود.

$$E_{\beta} = 1 - \frac{1}{\beta}$$

برای مثال فیلتری با $\beta = 50$ دارای راندمانی برابر $E_{\beta} = 1 - \frac{1}{50} = 98\%$ خواهد بود. در رابطه فوق هر چه نسبت بتا بزرگتر باشد، راندمان بتا نیز بزرگتر خواهد بود.

معمولاً اندازه ذرات، مقابل نسبت بتا نوشته می‌شود. برای مثال اگر نسبت بتای یک فیلتر برای ذرات بزرگتر از $20 \mu\text{m}$ برابر عدد 50 باشد، به صورت $\beta_{20} = 50$ نوشته می‌شود. این رابطه نشان می‌دهد 98% ذرات بزرگتر از $20 \mu\text{m}$ توسط یک فیلتر تمیز تا زمانی که کاملاً اشباع شود، جذب می‌گردد.

رابطه نسبت β و راندمان فیلتر

نسبت β	راندمان (E_{β})	نسبت β	راندمان (E_{β})
1	0%	75	98.7%
2	50%	100	99%
5	80%	200	99.5%
10	90%	1000	99.9%
20	95%	5000	99.98%

برای دستیابی به میزان تمیزی مطلوب برای سیستم هیدرولیک معمولاً از نسبت β برابر 75 یا 100 استفاده می‌شود.

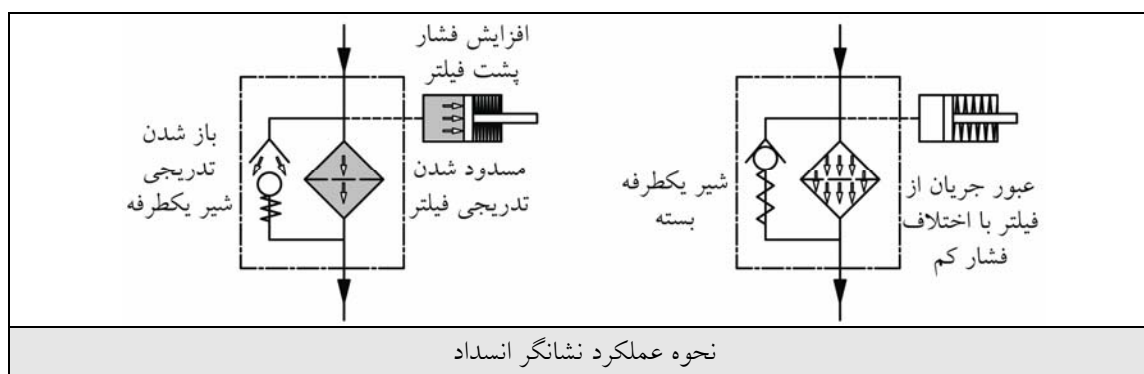
اندازه مطلق منافذ فیلتر طبق جدول زیر برای کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

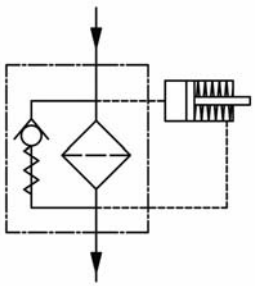
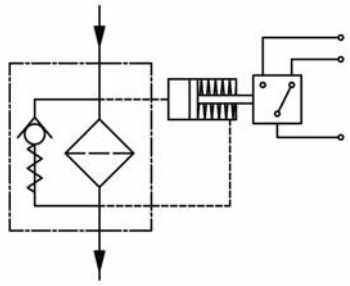
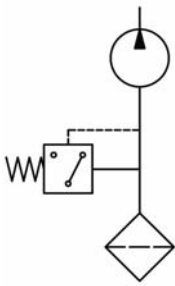
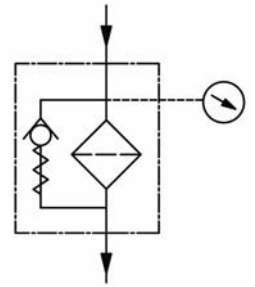
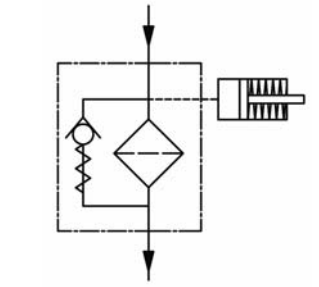
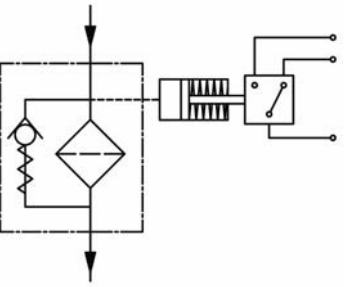
محدوده نسبت β و کدهای تمیزی ISO

ISO 4406 نمونه کد تمیزی	اندازه مطلق ذرات برای $\beta_x \geq 75$	قطعات هیدرولیک
14/11	2 – 5 μm	شیرهای سروو
16/13	5 – 10 μm	شیرهای پروپورشنال
15/12	5 – 10 μm	250 – 400 bar
16/13	10 – 12 μm	150 – 250 bar
18/15	12 – 15 μm	50 – 150 bar
19/16	15 – 25 μm	< 50bar

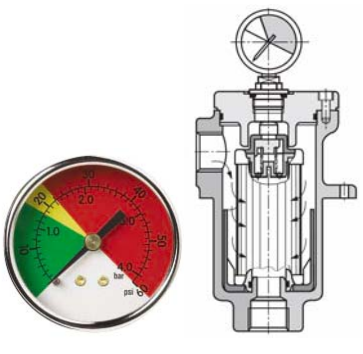
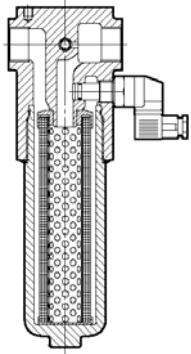
نشانهگر انسداد فیلتر

فیلترها پس از مدت زمان مشخصی با توجه به نوع و شرایط عمومی کارکرد سیستم هیدرولیک، از ذرات آلاینده اشباع میشوند. معمولاً زمان تعویض فیلتر توسط نشانگرهای مخصوصی نشان داده میشود. ذرات جذب شده در فیلتر باعث افت فشار در آن میگردد. با افزایش این ذرات، فیلتر به عنوان یک مانع در برابر جریان عمل نموده و در نتیجه میزان فشار قبل فیلتر افزایش میابد. در یک نوع متداول از انواع نشانگر، فشار مورد نظر بر روی یک پیستون با پیش بار فنری اعمال میگردد. با افزایش فشار نیروی پیستون بر نیروی فنر غلبه نموده و به سمت بیرون حرکت مینماید. با مدرج نمودن موقعیت پیستون میزان افت فشار و در نتیجه اشباع لایه های فیلتر تعیین میگردد. در این حالت در بازدیدهای دوره ای توسط مسئول نگهداری سیستم، زمان تعویض فیلتر مشخص میگردد. در صورتی که پیستون مورد نظر به یک سوئیچ الکتریکی متصل باشد، زمان سرویس فیلتر با ارسال سیگنال الکتریکی اعلام میگردد.

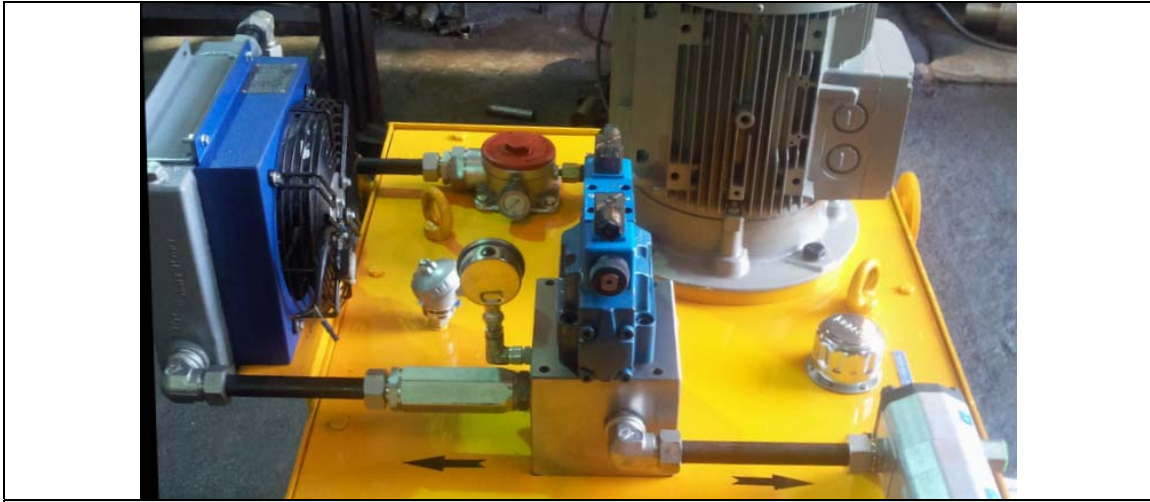


		
نشانگر اختلاف فشار- چشمی	نشانگر اختلاف فشار- الکتریکی	نشانگر خلاء- الکتریکی
		
نشانگر فشار پشت- چشمی	نشانگر فشار پشت- چشمی	نشانگر فشار پشت- الکتریکی
انواع نشانگر انسداد		

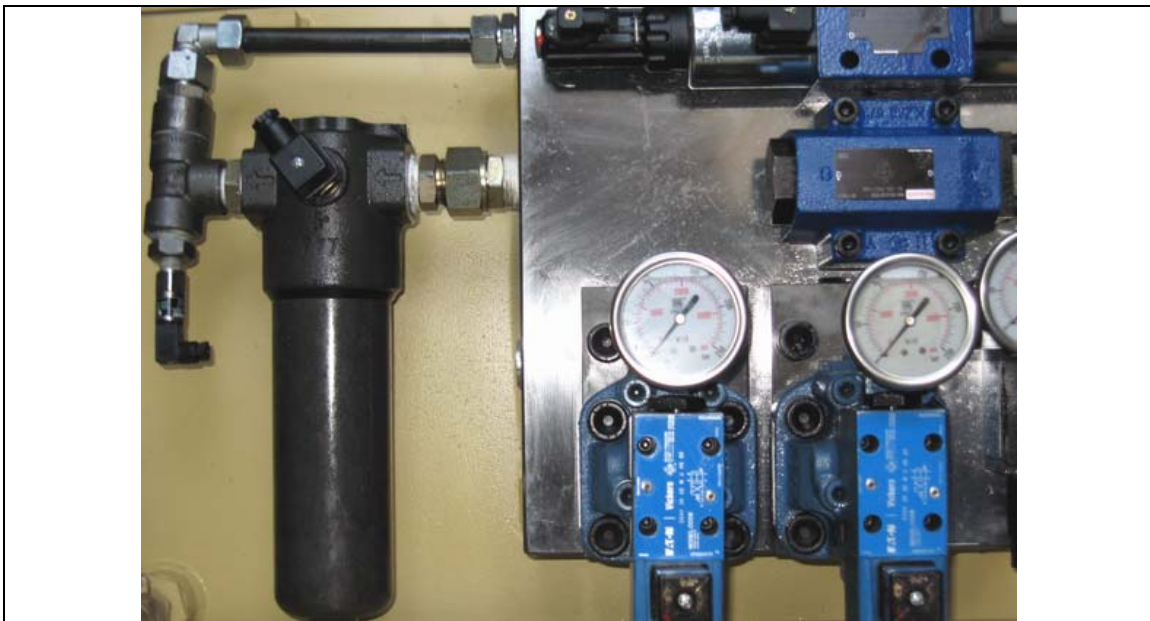
در شکل زیر دو نوع نشانگر نشان داده شده است. نوع اول نشانگر انسداد چشمی است که در بازدیدهای دوره‌ای چک میشود. نوع دوم، نشانگر انسداد با ارسال سیگنال الکتریکی است که در صورت انسداد فیلتر، با ارسال سیگنال آلارم اپراتور را مطلع مینماید.

	
نشانگر انسداد چشمی	نشانگر انسداد با ارسال سیگنال الکتریکی
نشانگر انسداد الکتریکی و چشمی	

نمونه پروژه های بنیان تدبیر پارس (شامل نشانگر انسداد فیلتر)



نشانگر انسداد چشمی و الکتریکی فیلتر خط برگشت



نشانگر انسداد الکتریکی فیلتر خط فشار



نشانگر انسداد الکتریکی فیلتر خط فشار

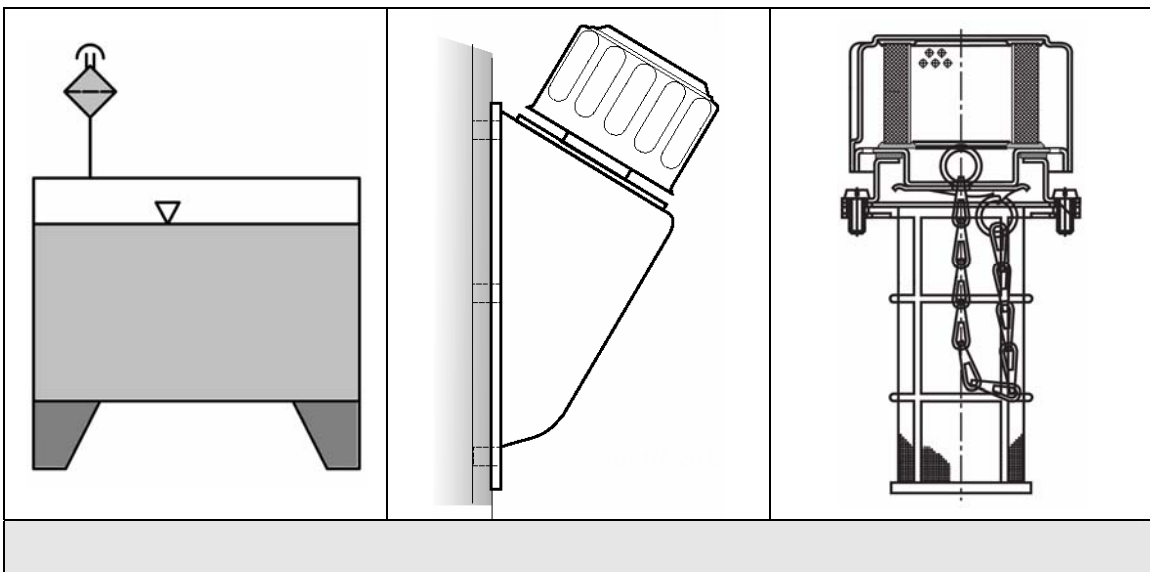


پورت نصب نشانگر انسداد فیلتر مسدود شده است

طبقه بندی فیلترها بر اساس محل قرارگیری

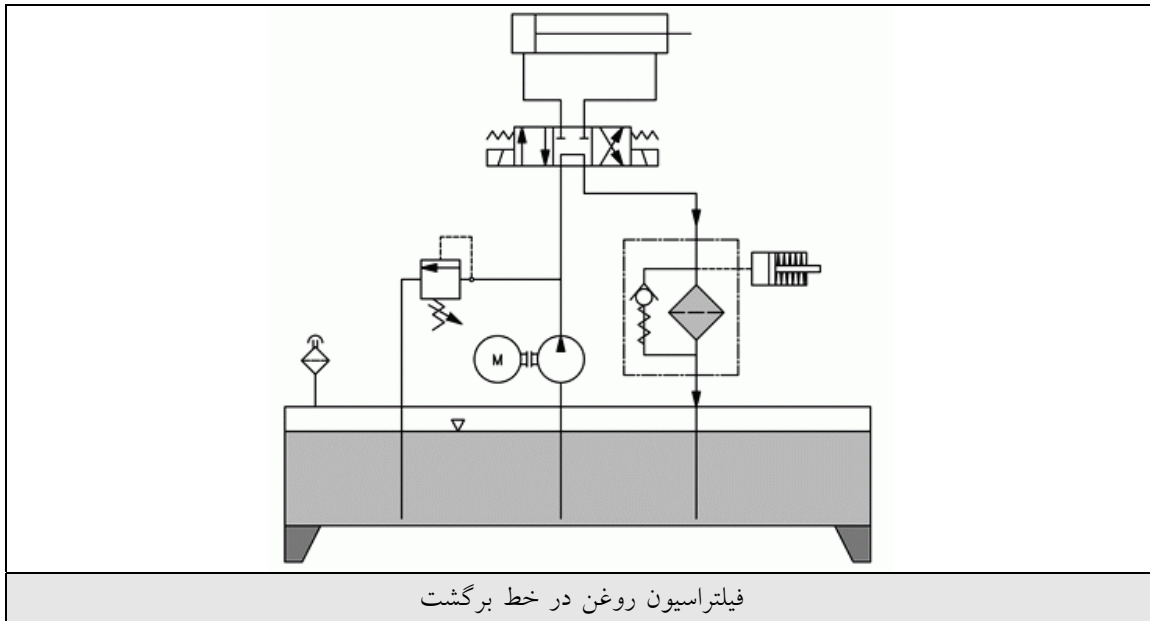
- فیلتر ورودی روغن و صافی هوا
- فیلترهای خط مکش
- فیلترهای خط برگشت
- فیلترهای خط فشار
- فیلتر کنار گذر

فیلتر ورودی روغن و صافی هوا



درب باک (فیلتر ورودی روغن) - به سفارش شرکت فولاد سیرجان

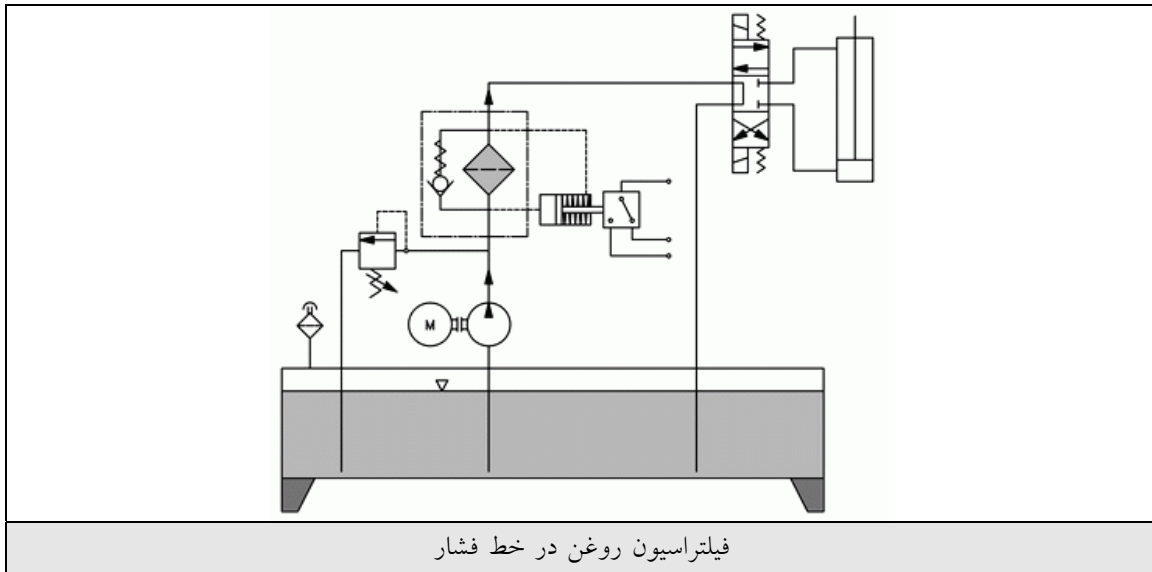
فیلتراسیون روغن در خط برگشت



متداولترین نوع فیلترها معمولا فیلتر خط برگشت است. این فیلترها برای حذف ذرات آلاینده ایجاد شده در سیستم و یا ذرات خارجی وارد شده به آن مورد استفاده قرار میگیرند.



فیلتراسیون روغن در خط فشار

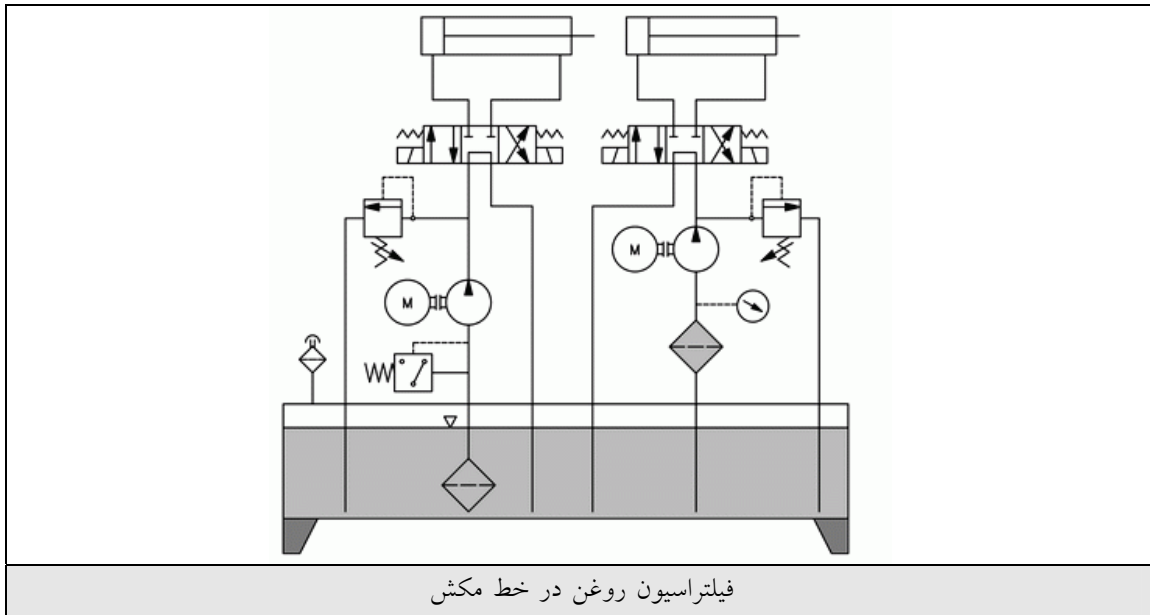


فیلترهای خط فشار در سیستمهای با حساسیت بالا مورد استفاده قرار میگیرند. در این سیستمها معمولا شیرآلات پروپورشنال و سروو موجود است.



در شکل فوق روغن خروجی پمپ قبل از ورود به شیر پروپورشنال از فیلتر فشار عبور مینماید، بدین ترتیب شیر مورد نظر کاملا حفاظت میشود. برای آگاهی از زمان گرفتگی فیلتر، یک سوئیچ فشار مخصوص با عنوان نشانگر انسداد بر روی آن نصب شده است.

فیلتراسیون روغن در خط مکش



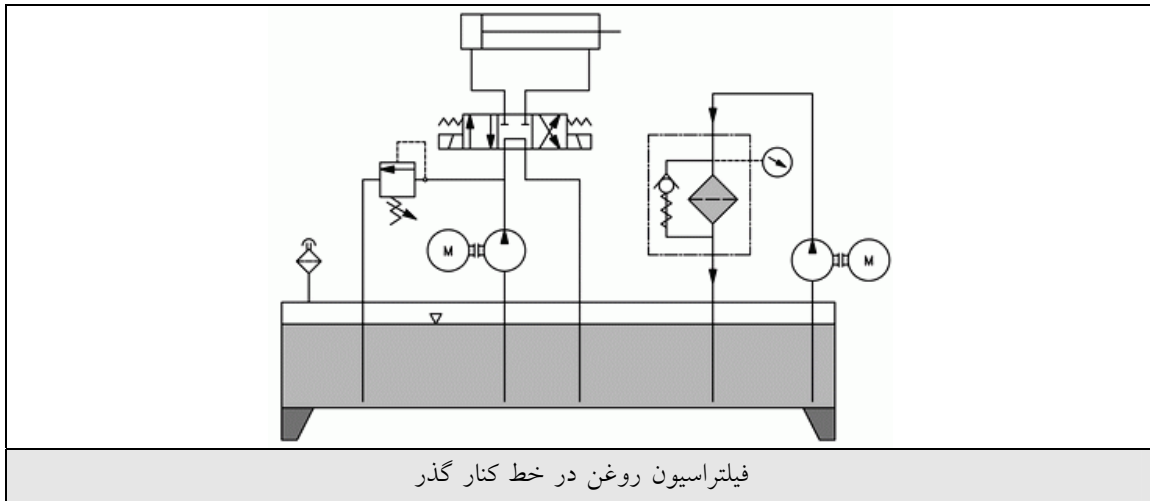
معمولاً به جای فیلترهای خط مکش با مش حدود 25 تا 40 میکرون، بیشتر از صافی های روغن با مش حدود 90 میکرون در ورودی پمپها استفاده میشود.



فیلتر خط مکش - یونیت هیدرولیک تست خستگی مخازن تحت فشار (به سفارش شرکت کاوش)

در صورتیکه فیلتر مکش بیرون از فضای مخزن نصب شود، برای تعویض آن نیاز به تخلیه روغن مخزن نخواهد بود.

فیلتراسیون روغن در خط کنارگذر



فیلتر خط کنار گذر در مواردی استفاده میشود که امکان نصب فیلتر در خط برگشت وجود نداشته باشد. در صورتیکه روغن برگشتی به مخزن از چند مسیر جداگانه به آن برگردد و یا دبی روغن برگشتی خیلی زیاد باشد، با توجه به حجم مخزن و زمان مناسب برای فیلتراسیون آن، از فیلتر کنارگذر استفاده میشود.



فیلتر کنارگذر - یونیت هیدرولیک تست خستگی مخازن تحت فشار



تیم مهندسی شرکت بنیان تدبیر پارس
پاسخگوی سئوالات فنی شما جهت طراحی و ساخت انواع سیستمهای هیدرولیک میباشد

ایمیل : info@btpco.com	فکس : ۸۸۴۰۷۲۷۵	تلفن : ۸۸۴۵۲۵۸۶ - ۸۸۴۵۲۵۸۷
--	----------------	----------------------------

www.iranfluidpower.com