# توانایی روش ترسیم انواع فنرها

◄ **پس از آموزش این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:**

ـ فنر را تعریف کند.

ـ انواع فنرها را معرفی کند.

ـ کاربرد انواع فنرها را توضیح دهد.

ـ کاربرد انواع فنر را در حالت برش و بدون برش ترسیم کند.

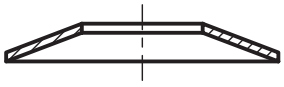
| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ٤ | ٦ |

# پیش‌آزمون

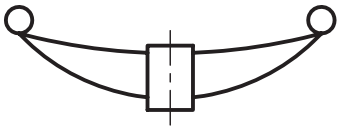
موارد کاربرد فنرها را نام ببرید.

متداول‌ترین نوع فنر کدام است؟ کاربرد آن‌را بنویسید.

نام فنرهای اشکال زیر را طبق حروف مشخص شده، بنویسید.



(A)



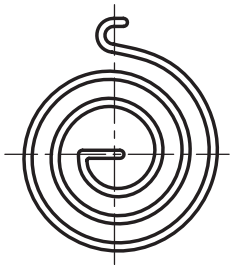
(B)

-A

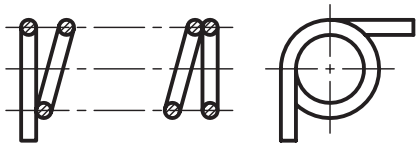
-B

-C

-D



(C)



(D)

آیا فنرها را می‌توان در حالت برش رسم کرد؟ توضیح دهید.

مفهوم گام در فنر چیست؟

آیا برای ساخت فنر می‌توان از هر نوع فولادی استفاده کرد؟ چرا؟

هر یک از فنرها را به چند صورت می‌توان ترسیم کرد؟ در نقشه‌کشی از کدام تصویر برای ترسیم فنر استفاده می‌شود؟

نام فنر A در شکل مقابل چیست؟

## تعریف فنر

فنر وسیله‌ای اســت که انرژی مکانیکی را در خود ذخیره می‌کنــد و در هنگام لــزوم آن‌را بازپس می‌دهد. به‌عبارتی انــرژی پتانســیلی را به انرژی جنبشــی و جنبشــی را به پتانســیلی تبدیل می‌کند. ایــن کار باعث ایجــاد نیرو در قطعات مکانیکی می‌شــود و در آن‌ها یک اتصال لاستیکی را به‌وجود می‌آورد. علاوه‌بر آن فنرها وظیفه جنبشی کردن ارتعاشات، ضربه‌ها و نوســانات در دستگاه‌ها و همچنین وسایل نقلیه و جذب انرژی در محرک و دستگاه‌ها را دارند. در اشکال زیر چند نمونه از کاربرد فنرها را در مکانیزم‌ها و دستگاه‌های گوناگون مشاهده می‌کنید.

## دسته‌بندی فنرها

فنرها را برحســب نوع نیرویی که به آن‌ها وارد می‌شود از نظر شــکل ظاهری، نحوه کاربرد، شکل مواد مصرفی و از نظر جنس به شرح زیر دسته‌بندی می‌کنند.

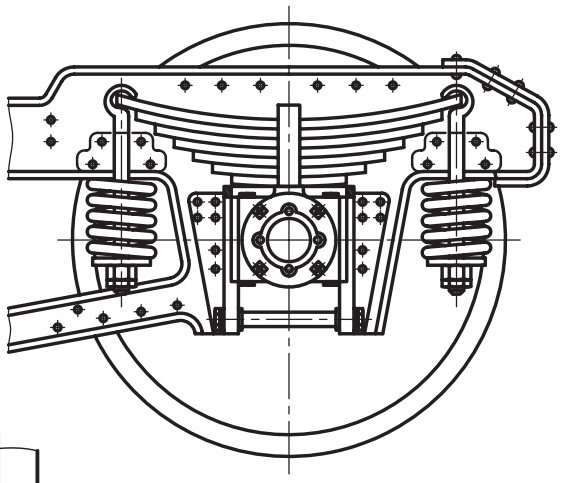
از نظر شــکل ظاهری، مانند فنرهای استوانه‌ای، مخروطی و تخت.

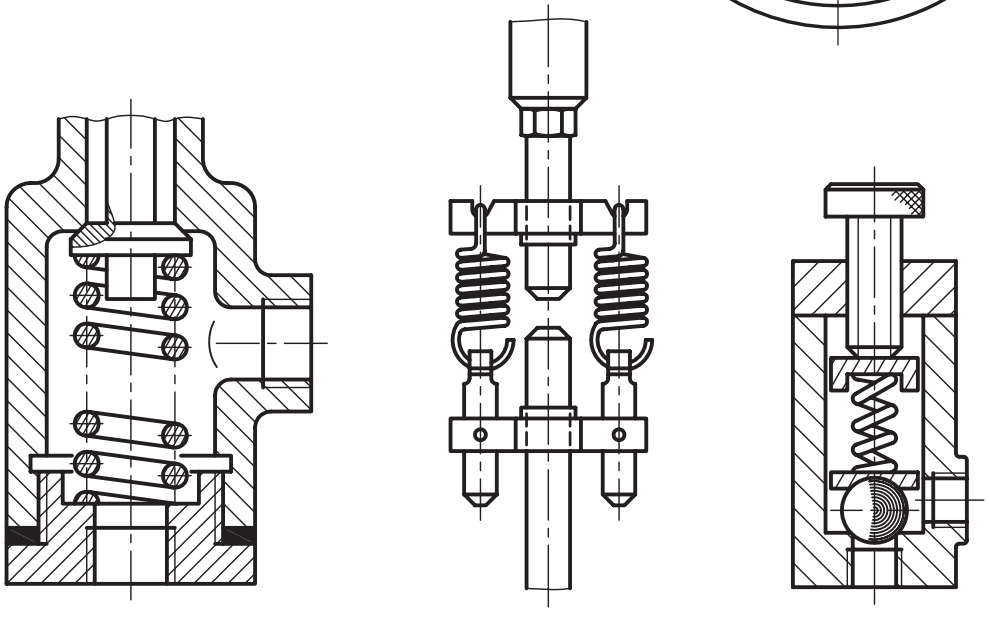
از نظر چگونگی کاربرد، مانند فنرهای فشــاری، کششی، خمشی و پیچشی.

از نظــر شــکل مــواد مصرفی، ماننــد فنرهــای، تخت و حلزونی.

و از نظر جنس، مانند فنرهای فولادی، برنجی و غیره.

پیش از آن‌که به بررسی مشخصات تک‌تک فنرها بپردازیم، ابتدا شما را با نحوه ترسیم فنرها آشنا می‌سازیم.





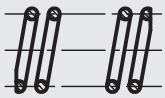
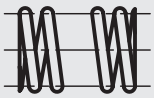
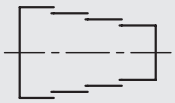
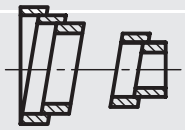
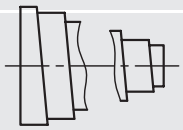
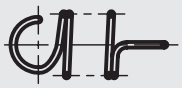
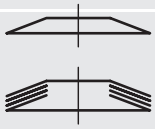
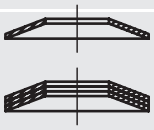
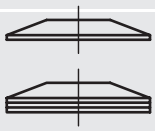
**نحوه ترسیم فنرها طبق استاندارد DinISO2162-1:**

فنرها را طبق استاندارد ایزو در سه حالت برش، تصویر و شماتیک، نشان می‌دهند.

در نقشه‌کشی فنرها را در حالت برش ترسیم می‌کنند.

جدول زیر نمایش ترسیم فنرها را طبق استاندارد، در سه حالت تصویر، برش و شماتیک نشان می‌دهد.

**چگونگی ترسیم فنر در نقشه‌کشی طبق استاندارد دین ـ ایزو DIN-ISO2162-1**

| نام | شرح | نمایش تصویر | | |
|---|---|---|---|---|
| | | اختصاری(شماتیک) | برش | تصویر |
| فشاری | فنرهای مارپیچ و فشاری استوانه‌ای با مقطع گرد (دایره‌ای) | |  |  |
| | فنر مارپیچ و فشاری مخروطی فولادی با مقطع مستطیل |  |  |  |
| کششی | فنر مارپیچ کششی استوانه‌ای با مقطع دایره‌ای (گرد) | |  | |
| پیچشی | فنر مارپیچ استوانه‌ای پیچشی راست گرد با مقطع گود | | | |
| بشقابی | فنر بشقابی(بل‌ویل) فنرهای بشقابی |  |  |  |
| تخت | فنرهای تخت با بست بدون حلقه | | | |
| | فنرهای تخت با بست و با حلقه (چشم فنر) | | | |

## فنرهای مارپیچ فشاری

این نوع فنرها از فولاد مخصوص با مقطع گرد، مربع یا مستطیل به‌شکل مارپیچ تولید می‌شوند و تحت تأثیر نیروی فشاری محوری قرار می‌گیرند. این فنرها که به‌صورت استوانه‌ای یـا مخروطی تولید می‌شـوند را فنرهای فشـاری گویند. هر دو انتهای فنرهای فشاری یک حلقهٔ غیر مؤثر دارند و تا ضخامت d/4 سنگ زده می‌شوند (d = قطر مفتول فنر) تا با شرایط بهتری در تکیه‌گاه خود بنشینند.

برای این‌که فنر در موقع جمع شـدن کج نشود، در داخل آن میله‌ای قرار می‌دهند، یا فنر را در یک لوله اسـتوانه‌ای محافـظ می‌گذارنـد. بـرای رسـم فنر در نقشه‌کشـی به اطلاعات زیر نیاز است.

d = قطر مفتول فنر

i = تعداد حلقه فنر

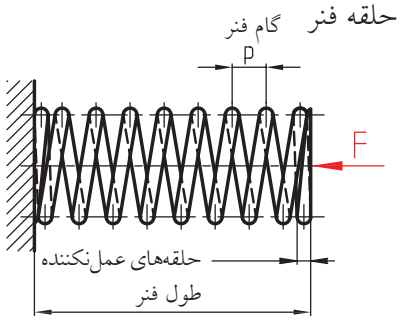
p = گام فنر

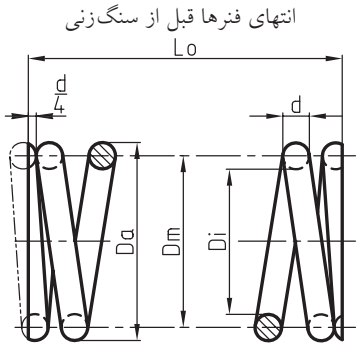
Dm = قطر متوسط حلقه فنر

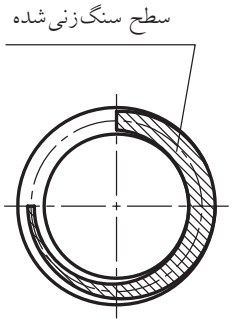
Di = قطر داخلی حلقه فنر

Da = قطر خارجی حلقه فنر

L = طول آزاد فنر



**نکته**

گام فنرهـای مارپیـچ فشـاری را به‌گونه‌ای درنظر می‌گیرند که بین حلقه‌ها فاصله وجود داشته باشد.

## ترسیم فنرهای مارپیچ فشاری در حالت برش

فنرها را در نقشه‌کشی، در حالت برش رسم می‌کنند.

برای رسم فنر مارپیچ استوانه‌ای در حالت برش، ابتدا گام فنر را از رابطه $p=\frac{Lo-1.5\,d}{n}$ به‌دسـت آورده و سـپس با توجه به رعایت نکات زیر نقشـه را می‌کشـیم. برای این منظور به مثال زیر توجه کنید.

### کاربرد

ایـن فنرها در بیرون انـداز قالب‌ها، کمک فنر اتومبیل‌ها، صفحـه کلاچ‌ها، سـوپاپ اطمینان و موارد مشـابه به‌کار می‌روند.

مثال: یک فنر مارپیچ فشـاری استوانه‌ای با مشخصات زیر در حالت برش، رسم و اندازه‌گذاری کنید.

Lo = 66  d = 4  Dm = 40  n = 6  p = ?

$$p = \frac{Lo-1.5\,d}{n} = \frac{66-1.5\times4}{6} = 10\ mm$$

$$Da = Dm + d = 40 + 4 = 44\ mm$$

$$Di = Dm + d = 40 - 4 = 36\ mm$$

## مراحل ترسیم

فقــط یک حلقه و نیم از بالا و یک حلقــه و نیم از پایین ترسیم می‌کنیم.

دو خط نازک به فاصله L = 66 میلی‌متر از یکدیگر رســم می‌کنیم.

دو خط محور به فاصله Dm = 40 عمود بر دوخط ترسیم شده L رسم می‌کنیم.

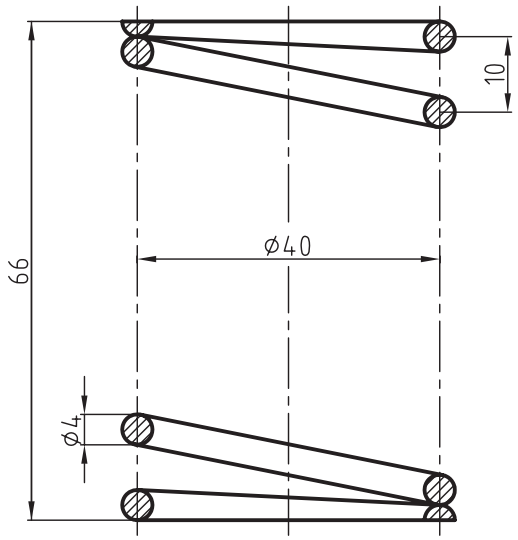
نیم‌دایره‌ای به شعاع d مطابق شکل رسم و سپس دایره‌ای به قطر d بر آن مماس می‌کنیم.

دایره‌ای به قطر d روی محور دیگر رسم و سپس به فاصله p از مرکز دایره، دایره دیگری به قطر d ترسیم می‌کنیم.

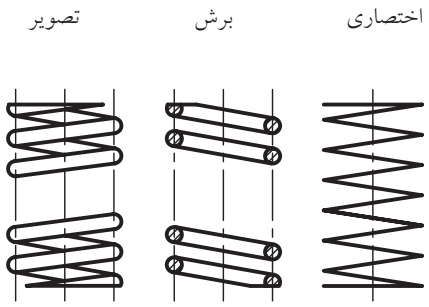
پس از ترســیم یک حلقه و نیم در ابتدا و انتهای فنر، آن‌را پررنگ و اندازه‌گذاری می‌کنیم.

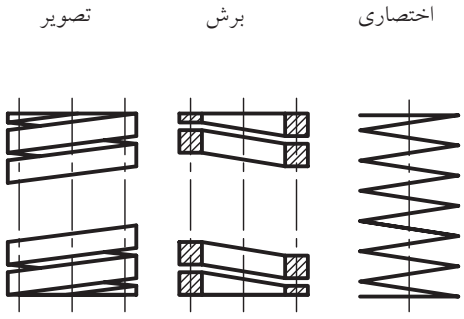
چنانچه قطر مقطع مفتول از ۲ میلی‌متر بیشــتر باشد مقطع هاشور زده می شود. در صورت کوچک بودن قطر مفتول یعنی کمتر از ۲ میلی‌متر می توان مقطع را سیاه نمود.

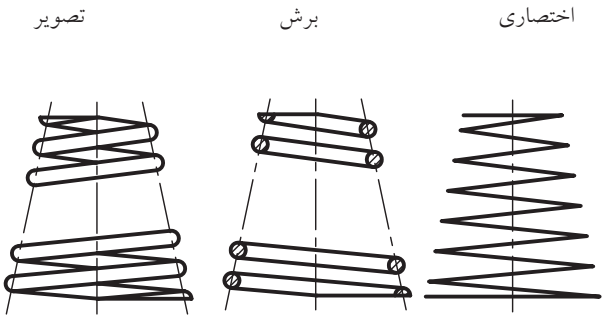
هر دو انتهای فنرهای فشاری یک حلقه غیر مؤثر دارند.




اشــکال زیر فنرهای فشــاری اســتوانه ای یا مقطع گرد و چهارگوش و همچنین فنر فشــاری مخروطی را در ســه حالت تصویر، برش و اختصاری نشان می‌دهد.



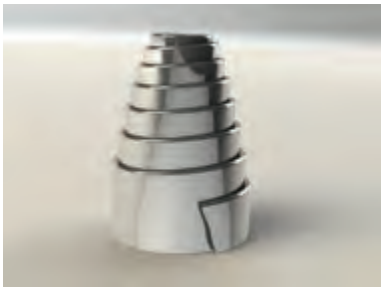



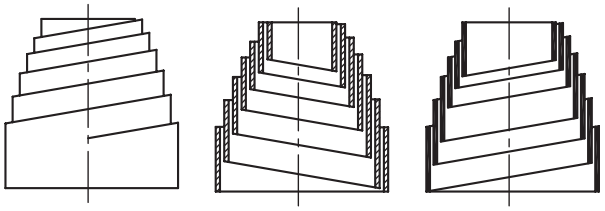
## فنرهای پیچشی مارپیچی (تلسکوپی)

فنرهایی هستند که تحت تأثیر نیروی فشاری قرار گرفته و باعث پیچش حلقه‌های فنر در محور طولی آن می‌شود. از این نوع فنر برای درب داشبورد خودروها یا وسایلی مانند قیچی باغبانی استفاده می‌شود. این فنرها که به آن‌ها فنرهای تلسکوپی (مخروطی نواری) می‌گویند، دارای مقطع مستطیلی بوده و برای نیروهای کم قابل استفاده هستند.

در شکل‌های زیر این نوع فنرها را در سه حالت تصویر، برش و شماتیک ملاحظه می‌کنید.



اختصاری　　برش　　تصویر



## فنرهای مارپیچی کششی

این فنرها را از پیچاندن مفتول فنری به دور استوانه‌ای تولید می‌کنند.

حلقه‌های این فنرها در حالت آزاد به روی هم فشرده هستند، بنابراین گام فنرهای کششی با قطر مفتول آن‌ها برابر است (P = d).

حلقه‌های این فنرها با اعمال نیروی کششی از هم باز شده و انرژی را در خود ذخیره می‌سازند و پس از حذف نیرو به جای خود بازمی‌گردند. بدیهی است قسمت ابتدا، و انتهای این‌گونه فنرها را به‌منظور اتصال آن‌ها به محل موردنظر به شکل حلقه، قلاب و یا پیچ درست می‌کنند.

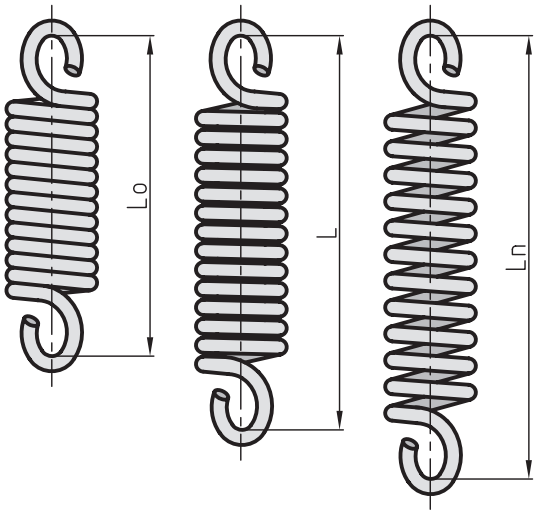
کاربرد این نوع فنرها در نیروسنج‌ها، نگهدارنده ورق‌ها در گیوتین‌ها و غیره است.

در شکل‌های زیر فنرهای کششی در حالت عادی (بدون بار) و همچنین حلقه‌های از هم باز شده بر اثر اعمال نیروی کشش دیده می‌شوند.

Lo= طول فنر مارپیچی کششی در حالت آزاد

L= طول فنر مارپیچی کششی در اثر اعمال نیرو در حالت نیمه‌باز

Ln= طول فنر مارپیچی کششی در اثر اعمال نیروی نهایی در حالت باز



## چگونگی ترسیم فنرهای مارپیچی کششی

همان‌طـور که توضیح داده شـد فنرهای کششـی در دو انتهـای خود قلاب‌هایـی دارند که با خم‌کـردن یکی از حلقه‌هـای انتهایی به‌وجود می‌آیند. برای رسـم این نوع فنرها بـه اطلاعات زیر نیاز داریم. گام فنرهای کششـی برابر قطر مفتول آن‌هاست.

? = p

n = تعداد حلقه‌های مؤثر

d = قطر مفتول فنر

Dm = قطر متوسط حلقه فنر

Da = قطر خارجی حلقه فنر

Di = قطر داخلی حلقه فنر

m = اندازه دهانه قلاب

Lo = طـول آزاد فنـر + دوبرابر فاصله سـوراخ در داخل حلقه طرفین

Lk = فاصله سوراخ داخل قلاب (طول آزاد فنر)

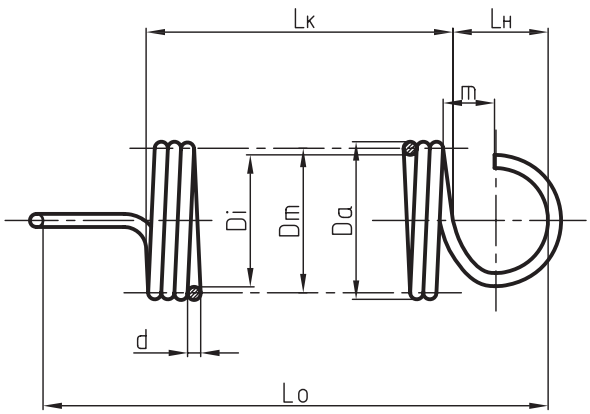
LH = فاصله حلقه ابتدایی تا انتهایی فنر

$LH = 0.8\ (Dm - d) = 0.8\ Di$

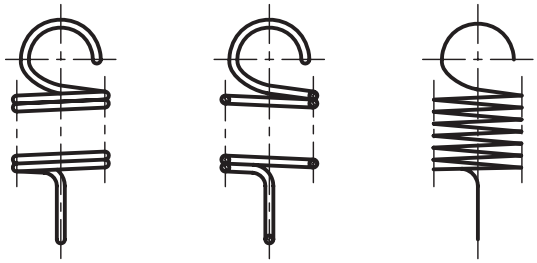
$Lk = d\ (i + 1)$

$Lo = Lk + 2LH$

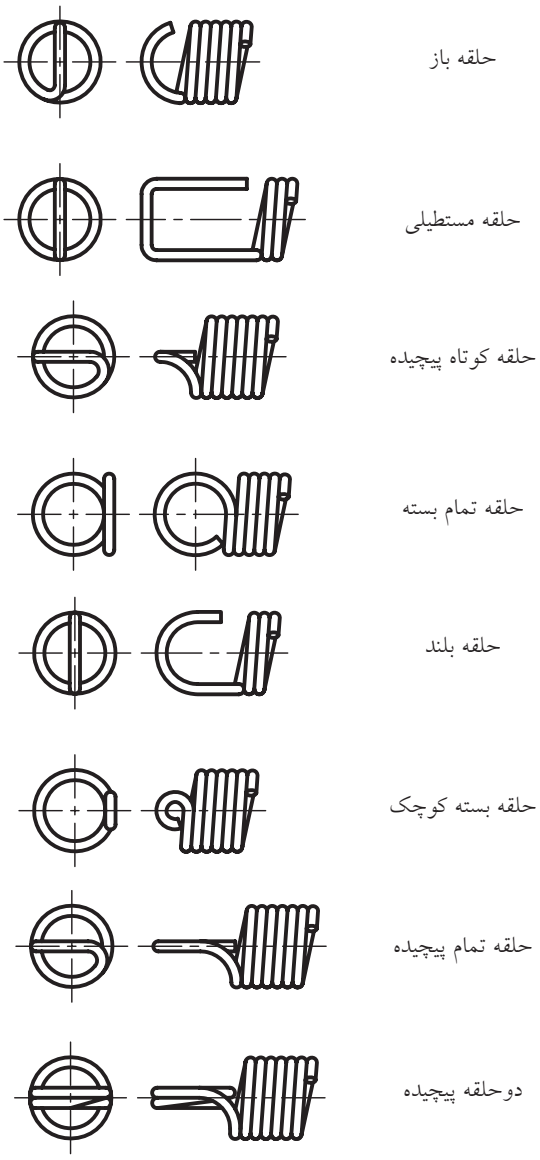
$Lo = d(i + 1) + 2.0.8.Di$



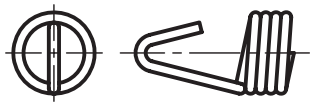

شـکل‌های زیر روش ترسیم فنر مارپیچ کششی را در سه حالت تصویر، برش و شماتیک را نشان می‌دهد.



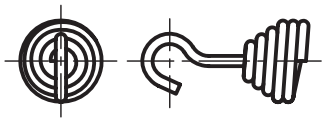

قلاب‌های این نوع فنرها به نوع کاربرد آن‌ها بسـتگی دارد. در

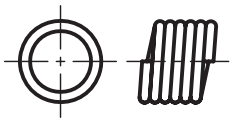


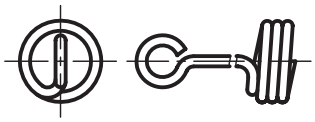
شکل زیر نمونه‌هایی از این قلاب‌ها دیده می‌شود.

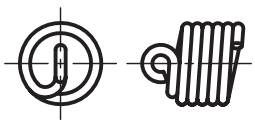

حلقه v شکل

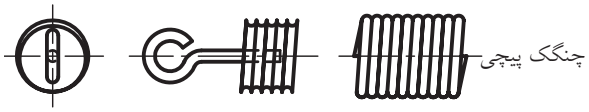
پیچ و مهره در مخروطی

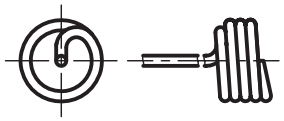

چنگک پیچی در مخروط

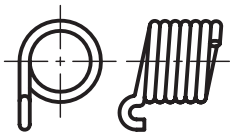

بریده شده ماشین


حلقه کشیده‌شده


حلقه با مرکز کم‌شده


چنگک پیچی


انتهای مستقیم


حلقه یک‌طرف کشیده‌شده

## ٦- فنرهای پیچشی

این نوع فنرها نیروی پیچشی را در خود ذخیره، و در صورت لزوم به قطعه دیگری منتقل می‌کنند. از پرمصرف‌ترین این گونه فنرها، فنر پیچشی استوانه‌ای و فنر پیچشی حلزونی هستند.

### فنر پیچشی استوانه‌ای

از پیچاندن مفتول فلزی به دور یک استوانه به‌وجود می‌آیند. در قسمت ابتدا و انتهای این‌گونه فنرها به‌منظور استقرار بهتر در محل موردنظر، طول اضافی پیش‌بینی شده است. در حالات زیربار هرچه زاویه طی شده بیشتر باشد انرژی بیشتری در فنر ذخیره شده است.

#### ◄ کاربرد

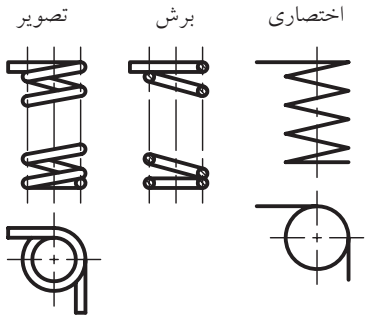
کاربرد این فنرها در گیره لباس، درب بخاری، درب داشبورد خودروها، دستگیره درهای منازل و غیره است.

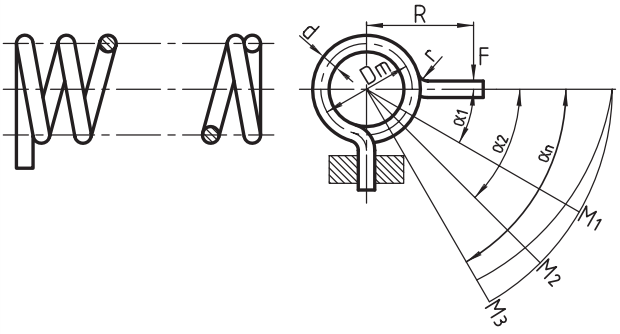
در شکل‌های زیر فنرهای پیچشی را در سه حالت تصویر، برش و شماتیک و نحوه ترسیم آن مشاهده می‌کنید.

dm= قطر متوسط حلقه

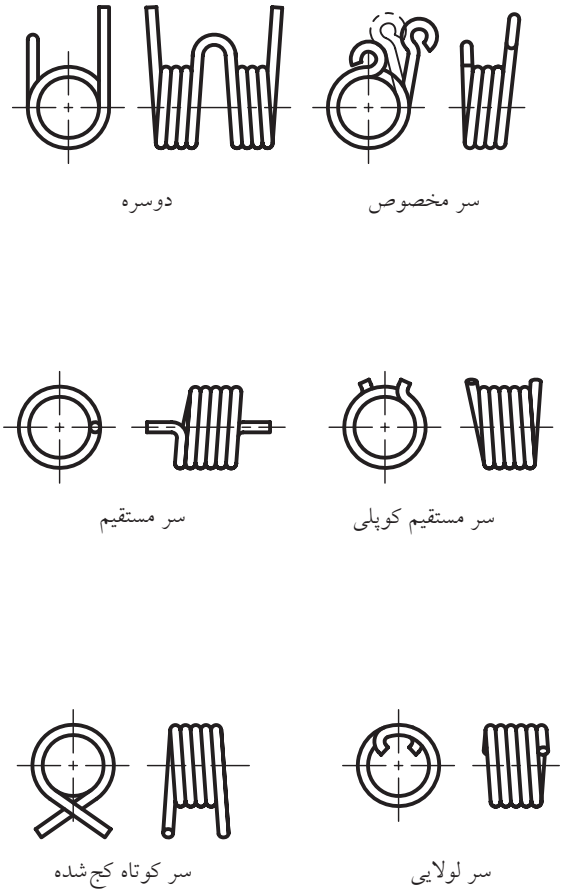
d= قطر مفتول فنر

i=تعداد حلقه



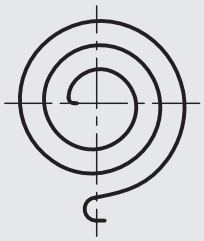
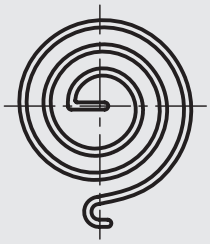
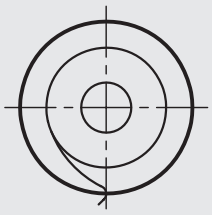
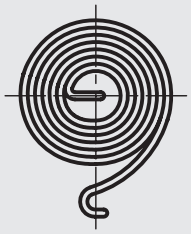
در شکل های زیر نمونه هایی از فنرهای پیچی استوانه‌ای را ملاحظه می کنید.




## فنر پیچشی حلزونی

ایـــن فنرها از تســـمه یا نوار تخت فلـــزی به فرم حلزونی پیچیده می‌شوند. قسمت انتهای آن‌ها یا دارای حلقه است و یا به فرم خمیده ساخته می‌شود. این نوع فنرها را نواری تخت هم می‌نامند و معمولاً به دو حالت با قاب محافظ یا بدون محفظه ساخته می‌شوند.

از ایـــن نـــوع فنرها به‌عنـــوان محرک در اســـباب بازی‌ها، ساعت‌ها، جاروبرقی، زبانه‌ی قفل‌ها، فنر داخل متر، ساعت اندازه‌گیری، پشتی صندلی خودروها و غیره استفاده می‌شود. در جدول تصویر این فنرها دیده می‌شود.

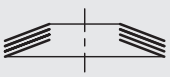
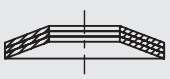
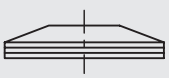
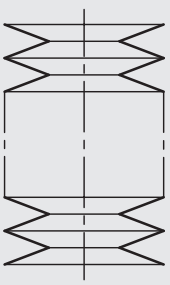
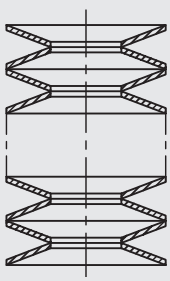
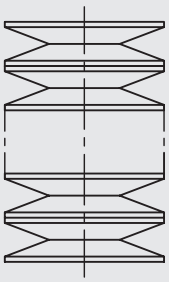
| توضیحات | نحوه نمایش | |
|---|---|---|
| | اختصاری | تصویر |
| فنرهای نواری مارپیچ تسمه ای بدون قاب |  |  |
| فنرهای نواری مارپیچ تسمه ای تخت یا قاب |  |  |

## فنرهای بشقابی (پولکی یا بل‌ویل)

این فنرها جزو فنرهای فشاری بوده و در امتداد محورشان زیر بار قرار می‌گیرند. فنرهای بشقابی در مقایسه با فنرهای فشـــاری مارپیچ نیروی بیش‌تری را تحمل کرده و به تغییر مکان کم‌تری نیاز دارنـــد و به‌همین جهت فضای کم‌تری را اشـــغال می‌کنند. اگر تعداد زیادی از آن‌ها به‌طور موافق روی هم قرار گیرند، می‌توانند با تغییر مکان ثابت، نیروی زیادی را تحمل کنند. اگر تعدادی از آن‌ها به‌طور مخالف هم روی یکدیگر قرار گیرند، مقدار نیرو مبهم خواهد بود. فنرهای بشـــقابی بیش‌تر در قالب‌سازی، صنایع اتومبیل و فنداسیون دستگاه‌ها کاربرد دارند.

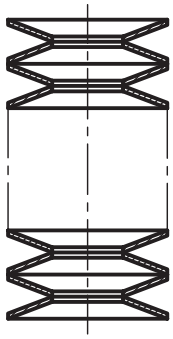
این فنرها مانند یک واشـــر معمولی به‌صورت مخروط توخالی هســـتند. در شـــکل زیر چند ترکیب از این فنرها در حالت تصویر، برش و شماتیک نشان داده شده است.

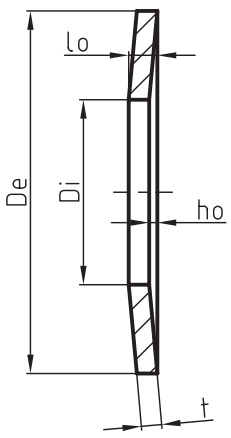
نحوه‌ی ترسیم فنرهای بشقابی (بل‌ویل) طبق استاندارد ISO 2162

| نحوه نمایش ترسیم | | | توضیحات |
|---|---|---|---|
| اختصاری | برش | تصویر | |
| | | | |
|  |  |  | |
|  |  |  | |

## چگونگی ترسیم فنر بشقابی در حالت برش

به نحوه ترســـیم فنر بشـــقابی در حالت برش و اندازه گذاری آن توجه کنید. برای ترســـیم فنر بشـــقابی در حالت برش به اطلاعات زیر نیاز است.






t = ضخامت ورق بشقاب

ho = ارتفاع فنر

Lo = ho + t  Lo = طول یا ارتفاع آزاد فنر

S = مقدار جابه‌جایی فنر

De = قطر خارجی فنر

Di = قطر داخلی فنر

اطلاعات مربوط به فنر بشقابی را می‌توان طبق استاندارد DiN از جدول زیر استخراج کرد.

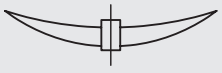
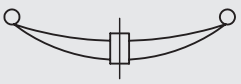
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_e$ | Ø- داخلی | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 28 | 31,5 | 35,5 | 40 |
| $D_i$ | Ø- خارجی | 6,2 | 8,2 | 10,2 | 12,2 | 14,2 | 16,3 | 18,3 | 20,4 |
| سری A $\frac{De}{\quad} \approx 18; \frac{h_o}{\quad} \approx 0,4$ | | | | | | | | | |
| | | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,75 | 2 | 2,25 |
| t | ضخامت بشقاب | 0,3 | 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| $h_o$ | ارتفاع فنر | | | | | | | | |
| $l_o$ | طول حالت آزاد | 1,0 | 1,25 | 1,55 | 2,05 | 2,15 | 2,45 | 2,8 | 3,15 |
| s | مقدار جابه‌جایی فنر | 0,23 | 0,26 | 0,34 | 0,41 | 0,49 | 0,53 | 0,6 | 0,68 |
| N | نیروی فنر F به | 660 | 1010 | 1520 | 2930 | 2840 | 3870 | 5190 | 6500 |
| سری B $\frac{De}{t} \approx 28; \frac{h_o}{t} \approx 0,75$ | | | | | | | | | |
| | | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,25 | 1,25 | 1,5 |
| t | ضخامت بشقاب | 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,15 |
| $h_o$ | ارتفاع فنر | | | | | | | | |
| $l_o$ | طول حالت آزاد | 0,85 | 1,05 | 1,35 | 1,6 | 1,8 | 2,15 | 2,25 | 2,65 |
| s | مقدار جابه‌جایی فنر | 0,26 | 0,34 | 0,41 | 0,53 | 0,6 | 0,68 | 0,75 | 0,86 |
| N | نیروی فنرF به | 293 | 410 | 748 | 862 | 1110 | 1910 | 1700 | 2620 |

## فنرهای خمشی (فنرهای ورقی تخت)

فنرهای خمشی از تســمه‌های فنری با عرض و ضخامت‌های یکســان، ولی با طول‌های متفاوت تشکیل می‌شوند. این فنرها با توجه به نیروهای خمشی در وسایل نقلیه به‌عنوان ضربه‌گیر و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند و آن‌ها را به طرز مناسبی خم می‌کنند.

بــرای تثبیت این فنرها روی هم و افزایــش مقاومت آن‌ها از بست‌هایی استفاده می‌شود و دو حلقه به‌نام چشم فنر نیز برای نصب درنظر گرفته می‌شود. برای کنترل فنرها که به‌طور دقیق روی هم قرار گیرند، وســط آن‌ها را ســوراخ و به‌وسیله‌ی پیچ مخصوصی به نام سنتربولت آن‌ها را به یکدیگر متصل می‌کنند. در شکل زیر نحوه‌ی ترسیم این فنرها دیده می‌شود.

فنرهای ورقی تخت طبق استاندارد ISO 2162

| نحوه‌ی نمایش | | توضیحات |
|---|---|---|
| اختصاری | تصویر | |
| | | فنربندی تخت بدون حلقه و بست |
| | | فنربندی تخت با حلقه بدون بست |
|  | | فنربندی تخت بدون حلقه یا بست |
|  | | فنربندی تخت با حلقه و بست |

## جنس فنرها

بـــرای تولید فـــولاد فنر از موادی اســـتفاده می‌شـــود که دارای خاصیت الاستیته باشند. این مواد افزودنی برای ایجاد خاصیت فنـــری در فولاد بـــه‌کار می‌روند و در عین‌حـــال باید محکم و ســـخت باشند. استحکام فولادهای فنر را با روش غلتک‌کاری، کشـــیدن و چکش‌کاری ســـرد بالا برده و بدین ترتیب به آن‌ها خاصیت فنری (الاستیته) می‌دهند.

مواد اضافی عمدتاً از: کربن، سیلیکون، منگنز، کرم، وانادیوم و برای فنرهای ضدزنگ آهنـــی از عناصری مانند کروم، نیکل و مولیبرن استفاده می‌شود.

برای فنرهای غیـــر آهنی معمولاً از موادی همچون برنج، برنز، مس، روی، فسفر و غیره استفاده می‌کنند.

برای آشـــنایی با ویژگی‌های بعضی از فنرها به جدول‌های زیر توجه کنید.

جدول‌های مربوط به فولادهای فنر

| جنس | علامت اختصاری | درصد مواد مصرفی |
|---|---|---|
| فولاد آلیاژی سیلیکومنگنز | A.S.70<br>S.A.E.9260 | سیلیکون ٪۱/۸۰–۲/۲۰ — منگنز ٪۰/۶۰ –۰/۹۰ — کربن ٪۰/۵۵ –۰/۶۵ |
| فولاد کرم وانادیوم | A.S.32<br>S.A.E.6150 | سیلیکون ٪۰/۲۰–۰/۳۵ — منگنز ٪۰/۷۰ –۰/۹۰ — کربن ٪۰/۴۸ –۰/۵۳ |
| فولاد کرم سیلیکون | A.S.33<br>S.A.E.9254 | منگنز ٪۰/۵۰ –۰/۸۰ — کربن ٪۰/۵۵ –۰/۶۵<br>کرم ٪۰/۵۰ –۰/۸۰ — سیلیکون ٪۱/۲۰ –۱/۶ |

| نوع | علامت | مواد استعمال |
|---|---|---|
| مفتول فنری ضد زنگ | A.S.2.F<br>AIAI301 | مقاوم در برابر مواد شیمیایی و حرارت دارای کروم، نیکل، مرلیبدن |
| مفتول فولادی | DIN: 17223 | انواع فنر مارپیچی کششی و فشاری و پیچشی، واشر فنری و غیره |
| تسمه‌ی فنری | C.R.V | انواع فنر تخت و لوله و دارای عناصری مثل کروم، کربن، و منگنز |

| مواد استعمال | درصد عناصر اضافی | علامت اختصاری | جنس |
|---|---|---|---|
| فنر ساعت، فنرهای تخت | ٪۰/۹۰–۱/۰۵ کربن<br>٪۰/۳۰–۰/۵۰ منگنز | ۱۰۰.A.S<br>۱۰۹۵.S.A.E | فولاد فنر ساعت |
| فنرهای تخت ((مسطح)) | ٪۰/۷۰–۰/۸۰ کربن<br>٪۰/۵۰–۰/۸۰ منگنز | ۱۰۱.A.S<br>۱۰۷٤.S.A.E | فولاد فنر تخت |
| در ساخت فنرهای مارپیچ مرغوب استفاده می‌شود | ٪۰/۷۰–۰/۸۵ کربن<br>٪۰/٦۰–۱/۰۵ منگنز | ۸.A.S | فولاد پرکربن<br>برای مفتول فنری |
| هادی الکتریسیته و مقاوم در مقابل زنگ‌زدگی ((لوازم الکتریکی)) | ٪٦٤–۷۲ مس<br>بقیه روی | ۵۵.A.S<br>۱۵۵.A.S | فنر برنجی |
| ضدزنگ، هادی خوب الکتریسیته در لوازم برقی که با جرقه همراه است. | ٪۹۸ مس<br>٪۲ بریلیوم | ٤۵.A.S<br>۱٤۵.A.S | فنر بریلیوم، مس |

# دستورکار شماره ۱

هدف: ترسیم فنر مارپیچ فشاری استوانه‌ای با مفتول گرد

۱۵ دقیقه

مشخصات: یک فنر مارپیچ استوانه‌ای با مشخصات زیر رسم کنید.

Dm = 45 حلقه‌های مؤثر n = 7 d = 5 Lo = 77.5

## مراحل ترسیم

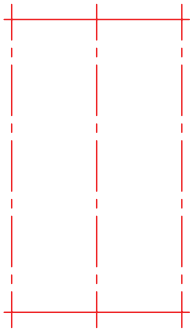
۱. ابتدا گام را از رابطه $P = \frac{Lo - 1.5\,d}{i}$ محاسبه کنید.

$$P = \frac{77 - 1.5 \times 4}{i} = 10$$

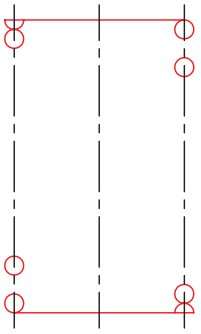
۲. کاغذ را به‌صورت عمود بچسبانید و کادر و جدول را بکشید.

با توجه به ابعاد و اندازه‌ها، جای مناسب نماها را در داخل کادر تعیین کنید.

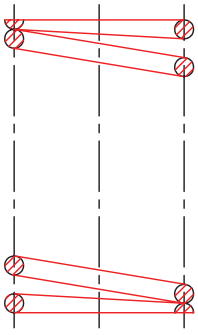
۳. دو خط موازی افقی به فاصله‌ی ۷۷ و سپس دو خط متقارن به فاصله‌ی Dm = ۴۵ ترسیم کنید.



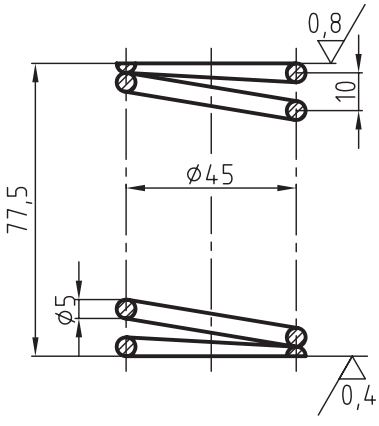
۴. مقطع‌های مفتول فنر را مطابق شکل زیر رسم کنید.



۵. مقطع مفتول فنر را به هم وصل کرده تا نقشه مطابق شکل زیر کامل شود.



۶. نقشه را پررنگ و سپس اندازه‌گذاری کنید.




سنگ زده شود.

# دستورکار شماره ۲

هدف: ترسیم فنر بشقابی (بل‌ویل)

۱۵ دقیقه

مشخصات: نقشه یک فنر بشقابی را با مشخصات زیر و با مقیاس $\frac{۲}{۳}$ رسم کنید.

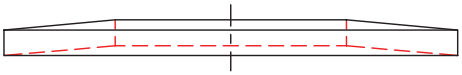
De = 40 Di = 20.4 t = 2:25 ho = 0.9 Lo = 3.15

## مراحل ترسیم

۱. کاغذ را به‌صورت عمود بچسبانید و کادر و جدول را بکشید.

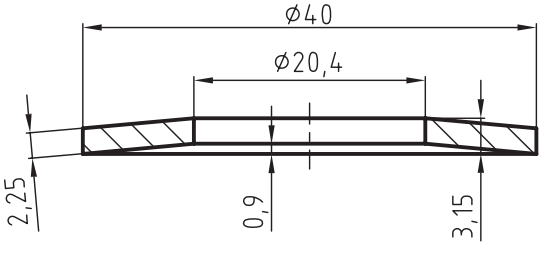
۲. مخروط ناقص به قطر بزرگ ۶۰ میلی‌متر، قطر کوچک‌تر ۳۰/۶ و ارتفاع ۴/۷۲ میلی‌متر، مطابق شکل ۱ رسم کنید.

۳. در داخل مخروط، تیغه‌ای به ضخامت ۳/۳۷ (ضخامت فنر) رسم و سپس سوراخی به قطر ۳۰/۶ در آن ایجاد کنید (مطابق شکل ۲).



۴. نقشه را در حالت برش مطابق شکل رسم کنید.

۵. نقشه را پررنگ نموده، سپس اندازه‌گذاری کنید.



# دستورکار شماره ۳

۳۰ دقیقه

هدف: ترسیم فنر مارپیچ کششی

مشخصات: یک فنر مارپیچ کششی با مشخصات زیر و با مقیاس 1:1 در حالت برش رسم کنید.

گام فنر $p = d$ تعداد حلقه $n = 9$ قطر حلقه‌ی متوسط $Dm = 33mm$ قطر مفتول $d = 3mm$

## مراحل ترسیم

ابتدا LH و LK و Lo را محاسبه می‌کنیم.

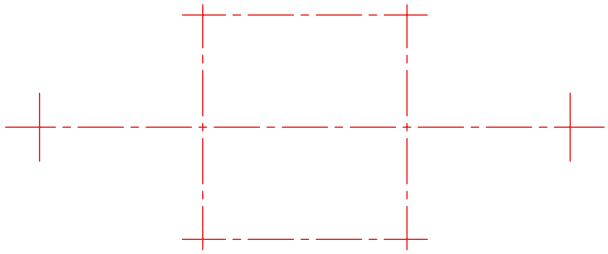
$$LH = 0.8\ (Dm - d) = 0.8\ (33 - 3) = 24$$

$$LK = d\ (i + 1) = 3\ (9 + 1) = 30$$

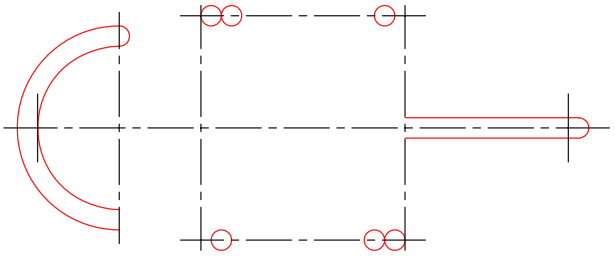
$$Lo = LH + 2LK = 30 + 2\times24 = 78$$

۱. کاغذ را به‌صورت عمود روی تخته‌رسم بچسبانید و کادر و جدول را بکشید.

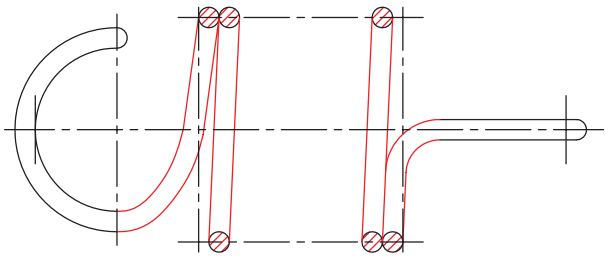
با توجه به ابعاد و اندازه‌ها، جای مناسب نماها را، مطابق شکل ۱، در درون کادر تعیین کنید.



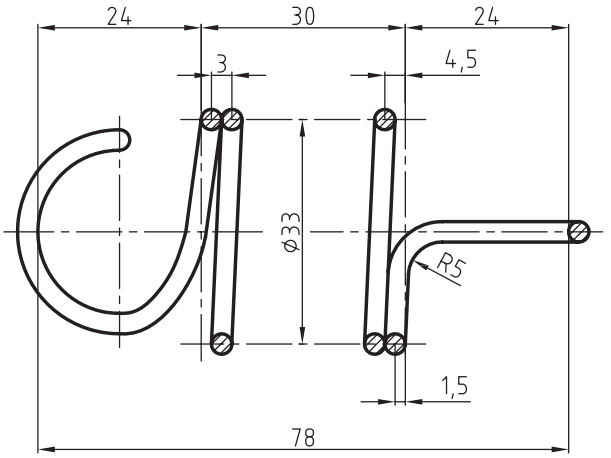
۲. خطوط تقارن به فاصله‌های LH = 24 و LK = 30 و Lo = 2LH + LK را به‌صورت عمودی رسم، و سپس خطوط تقارن افقی به فاصله‌ی Dm = ۳۳ را ترسیم کنید.



۳. قلاب‌های طرفین و همچنین مقطع مفتول فنر را، مطابق شکل۳ در جایگاه خود ترسیم کنید.
مقطع‌های ترسیم شده را به‌هم وصل، و سپس انحنا و قوس‌های قلاب را کامل کنید.



٤. نقشه را پررنگ و مطابق شکل زیر، اندازه‌گذاری کنید.



# ارزشیابی پایانی

۱. فنر را تعریف کنید.

۲. مفهوم گام در فنر چیست؟ توضیح دهید.

۳. فنرها را از نظر شکل نام ببرید و کاربرد هر یک را با رسم شکل توضیح دهید.

٤. یک فنر مارپیچ فشاری استوانه‌ای را در حالت برش با مشخصات زیر رسم کنید.

Lo = 49.5 d = 3 i = 5 Dm = 30

۵. انواع فنر را از نظر شکل نام ببرید.

٦. فنرهای فشاری را تعریف کنید و کاربرد آن‌را بنویسید.

۷. در ابتدا و انتهای حلقه‌های غیر مؤثر در فلزهای فشاری تا چه ضخامتی زنگ‌زده می‌شود و چرا؟

۸. فنرهای پیچشی و مارپیچی را توضیح دهید و کاربرد آن‌هارا بنویسید.

۹. فنر مارپیچ کششی را توضیح داده و کاربرد آن‌را بنویسید.

۱۰. یک فنر مارپیچ کششی با مشخصات زیر رسم کنید.

d = 4 Dm = 44 i = 10 p = d = 4

۱۱. فنر پیچشی حلزونی را تعریف کرده و کاربرد آن‌را نام ببرید.

۱۲. فنرهای بشقابی را تعریف کنید و اجزاء آن‌را نام ببرید.

۱۳. قطر خارجی فنر بشقابی De = 35.5 است. سایر مشخصات این فنر را از جدول مربوطه استخراج و سپس آن‌را با مقیاس مناسب روی یک برگ کاغذ رسم کنید.

۱٤. فنرهای خمشی یا فنرهای ورقی تخت را توضیح دهید، کاربرد آن‌را بنویسید و سپس شکل اختصاری این فنرها را با دست آزاد رسم کنید.

۱۵. چرا در تولید فولادهای فنر از مواد اضافی استفاده می‌شود؟ چند نمونه از آن‌را نام ببرید.

# توانایی روش ترسیم انواع یاتاقان‌ها

◄ **پس از آموزش این توانایی از فراگیر انتظار می‌رود:**

ـ یاتاقان را تعریف کند.

ـ انواع یاتاقان را نام ببرد.

ـ یاتاقان لغزشی را تعریف کند.

ـ یاتاقان لغزشی را ترسیم کند.

ـ یاتاقان‌های غلتشی را معرفی کند.

ـ انواع یاتاقان غلتشی را نام ببرد.

ـ یاتاقان غلتشی را ترسیم کند.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۲ | ٤ | ٦ |

# پیش آزمون

۱. دو نمونه از یاتاقان‌های غلطشی را نام ببرید.

۲. اجزای مختلف یک یاتاقان غلطشی را معرفی کنید.

۳- آیا می‌توان بلبرینگ را در حالت برش رسم کرد؟

٤- نام هر یک از یاتاقان‌های زیر را مطابق شماره‌های مشخص شده، بنویسید.

۱ ۲ ۳ ٤

-۱

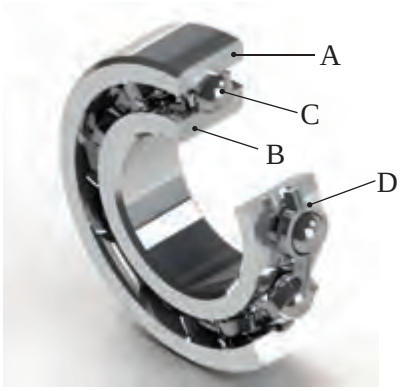
-۲

-۳

-٤

۵. یاتاقان‌ها با توجه به نیروی وارد شده، به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ توضیح دهید.

٦. اجزاء مشخص شده بلبرینگ روبرو را نام ببرید.




-A

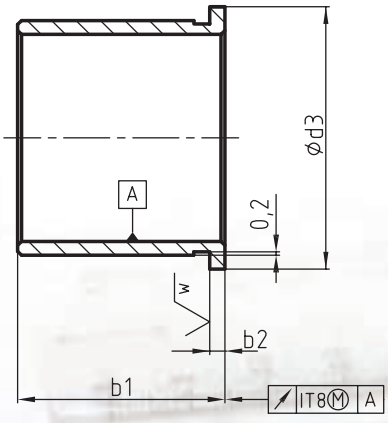
-B

-C

-D

۷. اولاً نام قطعه‌ی شکل روبه‌رو چیست؟

ثانیاً کاربرد قطعه را به‌طور کامل توضیح دهید.



## تعریف یاتاقان

یاتاقان‌ها محل اســتقرار و تکیه‌گاه (نشــیمن‌گاه) زبانه‌ی شــافت‌ها، محورها و قطعات متحرک هســتند و وظیفه‌ی تحمل و راهنمایی آن‌ها را برعهده دارند.

یاتاقان‌ها با توجه به کاربردشان به دو دسته‌ی عمده تقسیم می‌شوند:

- **یاتاقان‌های لغزشی**
- **یاتاقان‌های غلتشی**

### الف) یاتاقان‌های لغزشی (ثابت)

در یاتاقان‌هــای لغزشــی محور در داخل ســوراخ یاتاقان قــرار می‌گیرد و به‌علت لغزیدن محور در ســطح یاتاقان، اصطکاک لغزشــی به‌وجود می‌آید. با قرار دادن لایه‌ای از روغن بین زبانه‌ی محور و یاتاقان می‌توان اصطکاک را به مقدار قابل توجهی کاهش داد.

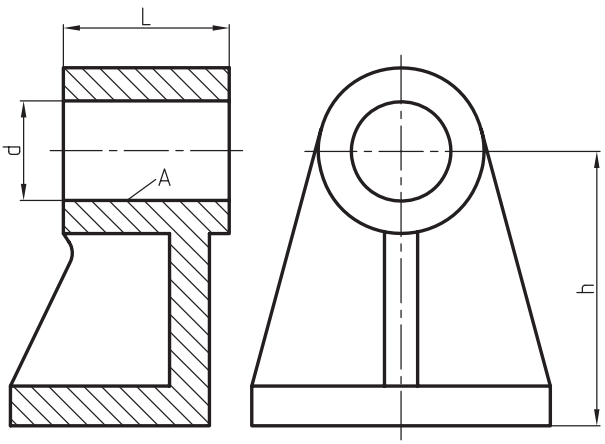
در شــکل زیــر با مشــخصات یــک یاتاقان ثابت آشــنا می‌شوید.

A = سطح یاتاقان

d = قطر سوراخ یاتاقان

L = طول یاتاقان

h = ارتفاع یاتاقان

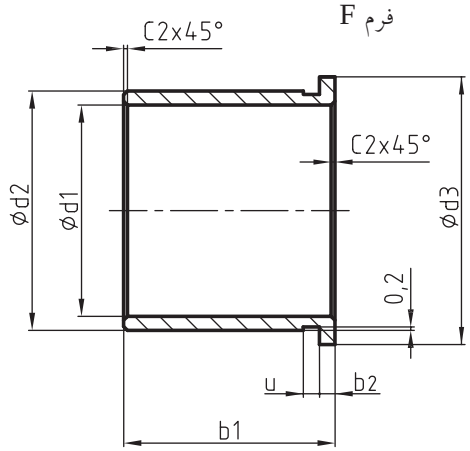



## انواع یاتاقان لغزشی

یاتاقان‌های لغزشی در انواع بوش‌دار، بدون بوش و دو تکه ساخته می‌شوند. یاتاقان‌های بوشی در فرم‌های C , F طبق استاندارد ســاخته می‌شوند. در شکل‌های زیر با دو نمونه از یاتاقان‌های بوشی استاندارد به فرم‌های C , F و جدول مربوط، طبق اســتاندارد DIN ISO 4379 آشــنا می‌شوید.

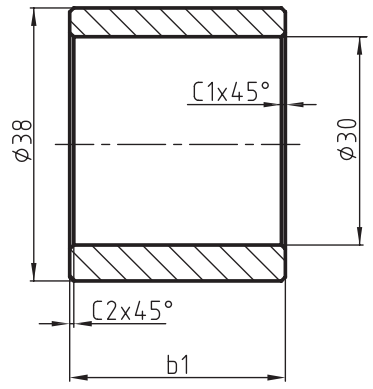
a) مشخصه‌ی بوش یاتاقان لغزشی به فرم F از جنس آلیاژ مس CUSN8P تولرانس عمومی ISO 2768-m

فرم F

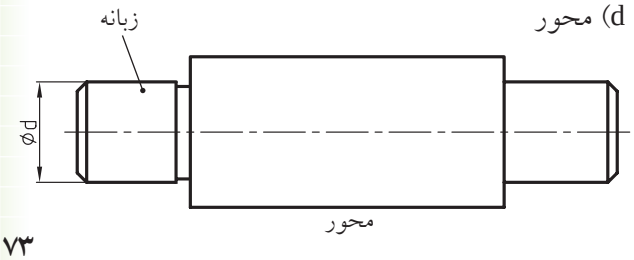



b) مشخصه‌ی بوش یاتاقان لغزشی به فرم C از جنس آلیاژ مس CUSN8 تولرانس عمومی ISO 2768-m

فرم C




d) محور



جدول ابعاد یاتاقان‌های لغزشی به فرم C و F طبق استاندارد DIN ISO 4379

| d1 | b1 | | | d2 | d3 | b2 | b3 | b2 | | پخ‌ها | | u |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ردیف ۱ | | | ردیف ۲ | | | 45° $c_1$ $c_2$ ماکزیمم | 15° $c_2$ ماکزیمم | عرض شیار |
| 10 | - | 10 | - | 12 | 14 | 1 | 16 | 20 | 3 | 0,3 | 1 | 1 |
| 12 | 10 | 15 | 20 | 14 | 16 | 1 | 18 | 22 | 3 | 0,5 | 2 | 1 |
| 14 | 10 | 15 | 20 | 16 | 18 | 1 | 20 | 25 | 3 | 0,5 | 2 | 1 |
| 15 | 10 | 15 | 20 | 17 | 19 | 1 | 21 | 27 | 3 | 0,5 | 2 | 1 |
| 16 | 12 | 15 | 20 | 18 | 20 | 1 | 22 | 28 | 3 | 0,5 | 2 | 1,5 |
| 18 | 12 | 20 | 30 | 20 | 22 | 1 | 24 | 30 | 3 | 0,5 | 2 | 1,5 |
| 20 | 15 | 20 | 30 | 23 | 26 | 1,5 | 26 | 32 | 3 | 0,5 | 2 | 1,5 |
| 22 | 15 | 20 | 30 | 25 | 28 | 1,5 | 28 | 34 | 3 | 0,5 | 2 | 1,5 |
| 25 | 20 | 30 | 40 | 28 | 31 | 1,5 | 32 | 38 | 4 | 0,5 | 2 | 1,5 |
| 28 | 20 | 30 | 40 | 32 | 36 | 2 | 36 | 42 | 4 | 0,5 | 2 | 1,5 |
| 30 | 20 | 30 | 40 | 34 | 38 | 2 | 38 | 44 | 4 | 0,5 | 2 | 2 |
| 32 | 20 | 30 | 40 | 36 | 40 | 2 | 40 | 46 | 4 | 0,8 | 3 | 2 |
| 35 | 30 | 40 | 50 | 39 | 43 | 2 | 45 | 50 | 5 | 0,8 | 3 | 2 |
| 38 | 30 | 40 | 50 | 42 | 46 | 2 | 48 | 54 | 5 | 0,8 | 3 | 2 |
| 40 | 30 | 40 | 60 | 44 | 48 | 2 | 50 | 58 | 5 | 0,8 | 3 | 2 |
| 42 | 30 | 40 | 60 | 46 | 50 | 2 | 52 | 60 | 5 | 0,8 | 3 | 2 |
| 45 | 30 | 40 | 60 | 50 | 55 | 2,5 | 55 | 63 | 5 | 0,8 | 3 | 2 |
| 48 | 40 | 50 | 60 | 53 | 58 | 2,5 | 58 | 66 | 5 | 0,8 | 3 | 2 |
| 50 | 40 | 50 | 60 | 55 | 60 | 2,5 | 60 | 68 | 5 | 0,8 | 3 | 2 |

لازم به توضیح است که یاتاقان‌های لغزشی با توجه به نیاز، از جنس آلیاژ مس، مس- کرب، بابیت، برنز، ترموپلاست (تفلونی)، چدن و غیره ساخته می‌شوند.

برای جازدن یاتاقان‌های بوشی در سوراخ جای یاتاقان، معمولاً از انطباق پرسی سبک و عبوری استفاده می‌کنند.

**نکته**

کیفیت سطوح، انطباقات و تولرانس عمومی این نوع یاتاقان معمولاً طبق استاندارد مشخص است.

# دستورکار شماره ۱

## هدف: ترسیم یک یاتاقان لغزشی بوشی از آلیاژ مسی

(۲۰ دقیقه)

مشخصات: یک یاتاقان بوش به فرم F از آلیاژ مس با استفاده از ابعاد ردیف ۱۱ جدول.

۱- ابتدا ابعاد مورد نیاز را از جدول یاتاقان مربوط به بوش فرم F استخراج کنید. ابعاد استخراج شده از جدول عبارتند از:

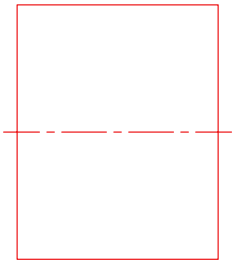
$d_1 = 30$ $b_1 = 30$ $b_2 = 2$ $d_2 = 34$ $d_3 = 38$ $U = 2$ $C_2 = 0.5$

برای انتخاب و از ردیف ۱ ستون عمودی جدول استفاده شده است. زاویه و ارتفاع پخ

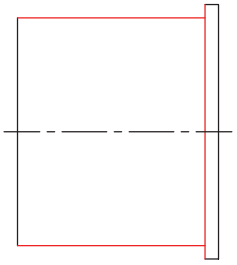
### مراحل ترسیم

۱. کاغذ A4 را به‌صورت عمودی می‌بندیم و کادر و جدول آن‌را رسم می‌کنیم.

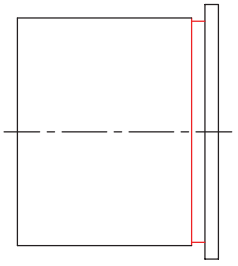
۲. جایگاه ترسیم نقشه روی سطح کاغذ را محاسبه، و پس از رسم خط تقارن، مستطیلی به ابعاد یعنی ۳۴×۳۰ میلی متر رسم کنید.



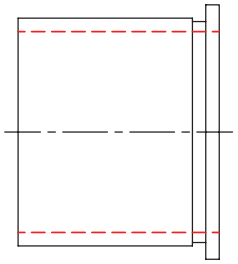
۳. مستطیل دیگری به ابعاد یعنی ۲×۳۸ در انتهای مستطیل اول رسم کنید.



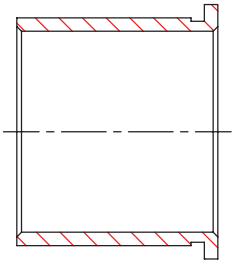
٤. شیاری به عرض ۲ و عمق ۰٫۵ میلی‌متر در آن ایجاد کنید.



۵. سوراخی به قطر (قطر داخلی) به‌صورت خط ندید ترسیم کنید.



٦. نقشه را برش بزنید و سپس پخ های آن را رسم کنید.



۷. نقشه را پس از پررنگ نمودن اندازه گیری کنید.