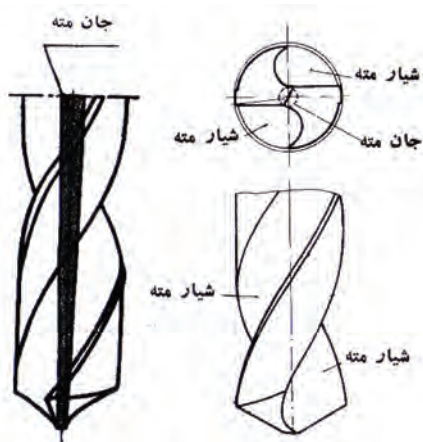


## سورا خکاری با ماشین فرز

بررسی اصول و روش های سوراخ کاری با استفاده از  
دستگاه فرز

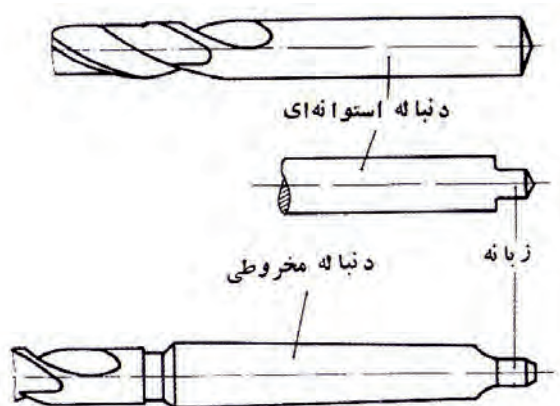
۱- می‌دانیم که برای جدا شدن بهتر براده از روی قطعه کار، زاویه براده نقش مهمی دارد. به منظور ایجاد زاویه براده و هدایت براده‌های جداشده در هنگام سوراخ کاری به بیرون از سوراخ، روی طرفین بدنه مته‌ها دو شیار مارپیچی ایجاد شده است.



معرفی قسمت های مختلف مته

### ۱- دنباله مته:

دنباله مته‌ها را به فرم‌های استوانه‌ای، مخروطی و یا هرمی می‌سازند. معمولاً مته‌هایی که قطر آن‌ها تا ۱۳ میلیمتر می‌باشند، دارای دنباله‌ی استوانه‌ای بوده و در بعضی موارد مته‌هایی با قطر بزرگتر نیز با دنباله‌ی استوانه‌ای یافت می‌شود که در قسمت انتهای دنباله‌ی آن‌ها، زبانه‌ای برای جلوگیری از چرخش در داخل سه نظام درست می‌کنند. دنباله مته‌های بزرگتر از ۱۳ میلی‌متر را مخروطی انتخاب کرده و برای جلوگیری از چرخش مته در داخل کلاهک یا گلوئی ماشین مته، انتهای آن را به فرم زبانه درست می‌کنند.

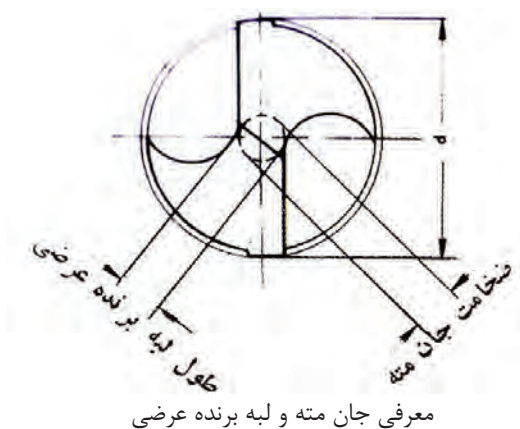


دنباله استوانه‌ای و مخروطی در مته‌ها

## ۲- جان مته:

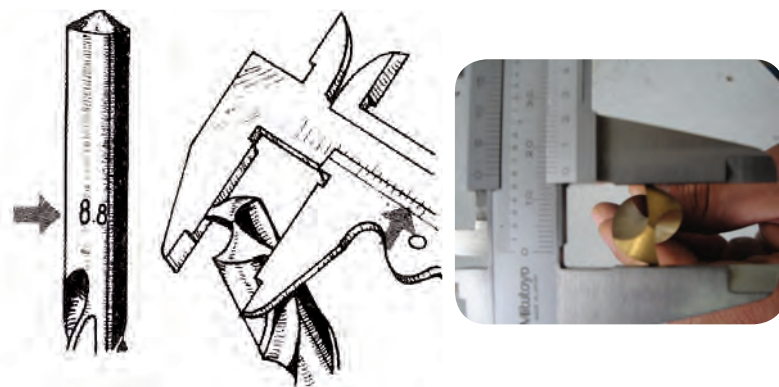
فاصله‌ای که بین دو شیار مارپیچ باقی می‌ماند جان مته نام داشته و برای استحکام بیشتر، مقدار آن در امتداد طول مته بتدریج زیادتر شده و در انتها قطر آن بیشتر از سر مته می‌باشد.

از برخورد منحنی شیب‌داری که در سر مته وجود دارد خطی در روی جان مته بوجود می‌آید، که آنرا لبه برنده عرضی می‌نامند. کنترل زاویه این خط با امتداد لبه‌های برنده اصلی برابر بودن و مقدار زوایای آزاد را روی هر یک از لبه‌ها مشخص می‌کند. مقدار این زاویه در مته‌ها در حدود ۵۵ درجه می‌باشد.  
(جنس قطعه کار بر روی مقدار این زاویه اثر می‌گذارد)



## ۳- فاز مته:

برجستگی نازکی که در کنار شیار مارپیچ مته‌ها وجود دارد، فاز مته نامیده می‌شود. هدف از ایجاد آن کاهش اصطکاک و سطح تماس بدنه مته با سوراخ بوده و هدایت مته در داخل سوراخ را آسان می‌کند.



نحوه اندازه‌گیری صحیح قطر مته با کولیس

قطر مته‌ها در هر ۱۰۰ میلیمتر از طول آن‌ها به اندازه ۰/۱ میلیمتر کوچک ساخته شده‌اند، تا هنگام سوراخ‌کاری سوراخ‌های عمیق، از تماس مته با سوراخ جلوگیری شود. به همین دلیل قطرهای مته‌ها را بایستی در سر آن‌ها و روی فاز اندازه‌گیری کرد.

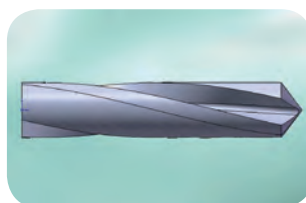
مته‌ها را براساس جنس ساخت آن‌ها، نوع دنباله و زاویه پیچش که تاثیرپذیر از جنس قطعه کار است می‌توان دسته‌بندی کرد.

اگر بخواهیم مته‌ها را بر اساس جنس قطعه کار یا زاویه پیچش تقسیم بندی کنیم آن‌ها را در سه تیپ (گروه) قرار می‌دهیم:

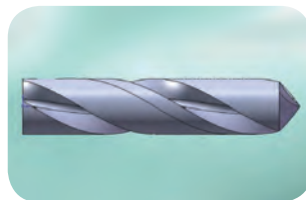
۱- تیپ (H) با زاویه مارپیچ ۱۰ تا ۱۳ درجه برای سوراخ کاری موادی مانند باکلیت، لاستیک سخت، فیبر استخوانی، فولاد سخت، برنج، برنز و منیزیم.

۲- تیپ (N) با زاویه مارپیچ ۱۶ تا ۳۰ درجه برای سوراخ کاری مواد با سختی متوسط که استحکام تا  $500 \text{ N/mm}^2$  دارند. مانند فولاد ریختگی و چدن.

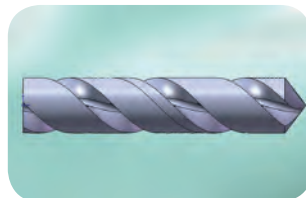
۳- تیپ (W) با زاویه مارپیچ ۳۵ تا ۴۰ درجه برای سوراخ کاری مواد نرم. مانند آلومینیوم و مس.



H



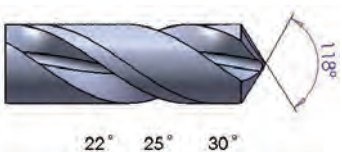
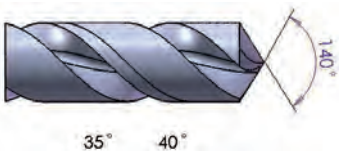
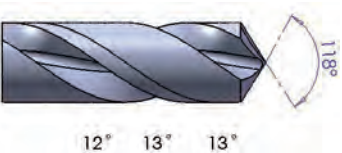
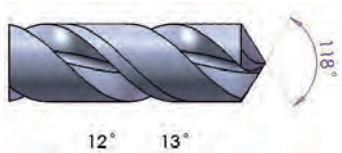
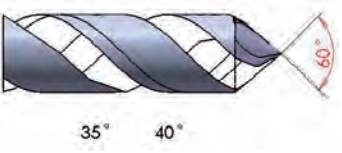
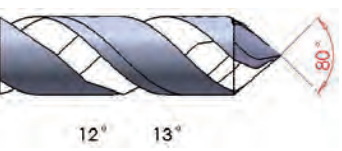
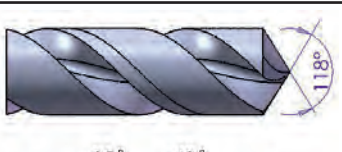
N



W

مقایسه سه گروه مته‌ها از نظر شکل ظاهری

جدول زیر به تقسیم‌بندی دقیق‌تری برای مته‌ها اشاره کرده است:

| کاربرد مته‌های مختلف از نظر زاویه مارپیچ و زاویه راس                                      |                                                                                     |                          |                                                                         |                                                                                       |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| کاربرد مته                                                                                | زاویه مارپیچ                                                                        | زاویه راس                | کاربرد مته                                                              | زاویه مارپیچ                                                                          | زاویه راس       |
| فولادها، چدن‌ها، آلیاژهای آلومینیوم، نیکل، ورشو                                           |    | W<br>118°<br>22° 25° 30° | مس و آلومینیوم<br>- مس تا ضخامت ۳ میلیمتر                               |    | 140°<br>35° 40° |
| برنج، برنز                                                                                |    | 118°<br>12° 13° 13°      | آلیاژهای منیزیم                                                         |    | 118°<br>12° 13° |
| فولادهای نرم                                                                              |   | 140°<br>30°              | مواد پرسی و قالبی                                                       |   | 90°<br>35° 40°  |
| فولادهای ضد زنگ<br>مس با ضخامت بیشتر از ۳۰ میلیمتر<br>- آلیاژهای براده کوتاه<br>الومینیوم |  | 140°                     | کائوچوی سخت<br>- لاستیک سخت<br>- سنگ<br>- فیبر استخوانی<br>- ذغال صنعتی |  | 60°<br>12° 13°  |
|                                                                                           |                                                                                     |                          | آلیاژهای روی                                                            |  | 81°<br>35° 40°  |

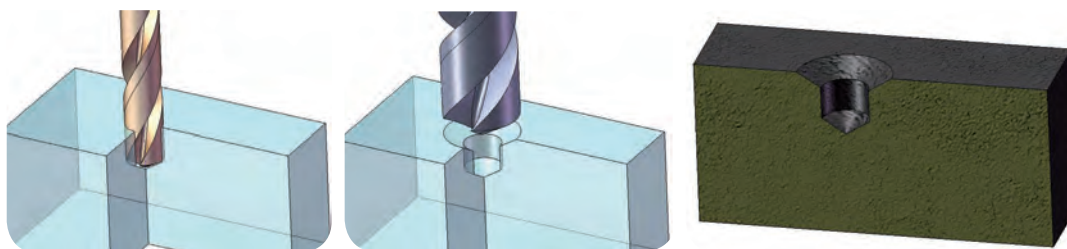
## مته مرغک

مته مرغک برای نشانه زدن مرکز سوراخی که قرار است در قطعه بوسیله مته ایجاد شود به کار می‌رود به عبارت دیگر برای مشخص کردن محل دقیق فرود آمدن مته در قطعه کار و اجتناب از جابجایی مته در سطح قطعه کار از مته مرغک استفاده می‌شود. جنس این ابزار از فولاد ابزار HSS<sup>۱</sup> یا فولاد آلیاژی سخت کاری شده می‌باشد.



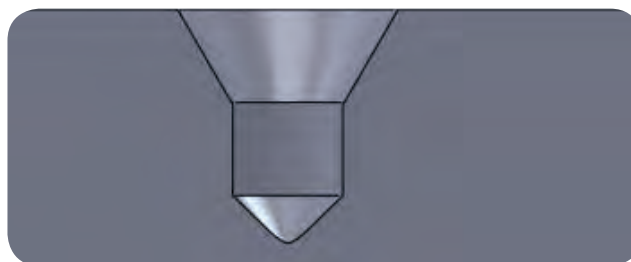
تصویر یک مته مرغک

زاویه راس مته مرغک ۶۰ درجه است و می‌توان گفت که مته مرغک در اصل دو مته ساده و مته خزینه است. اندازه اسمی مته مرغک ها بر اساس قطر قسمت استوانه‌ای آن می‌باشد.



ایجاد اثر مته مرغک به کمک دو مته

در شکل سوراخ ایجاد شده توسط مته مرغک به صورت برش خورده نشان داده شده است.



سوراخ ایجاد شده توسط مته مرغک به صورت برش خورده

<sup>۱</sup>-High speed steel

## ۲- آشنایی با وسایل خط‌کشی

منظور از خط‌کشی، انتقال اندازه و شکل‌های لازم از روی نقشه، قطعه مشابه و یا سایر معلوماتی که در دست است بر روی قطعه کار می‌باشد. قبل از انجام سوراخ‌کاری باید به کمک ابزارهای خط‌کشی نظیر صفحه صافی، سوزن خط‌کش، پرگار، خط‌کش، کولیس پایه‌دار و سنبه نشان محل دقیق سوراخ‌کاری را مشخص و نشانه‌گذاری کنیم.

### ۱- میز یا صفحه صافی:

از این وسیله به عنوان محل عملیات خط‌کشی استفاده می‌کنند. جنس آن‌ها از چدن سنگ زنی شده یا سنگ گرانیات می‌باشد. مهمترین مشخصه این وسیله مسطح بودن آن است به همین منظور پشت آن‌ها را به صورت پره‌ای درآورده تا علاوه بر سبکی، دچار اعوجاج نشوند. تراز بودن آن‌ها نیز حائز اهمیت است.



صفحه صافی

### ۲- سوزن خط‌کش:

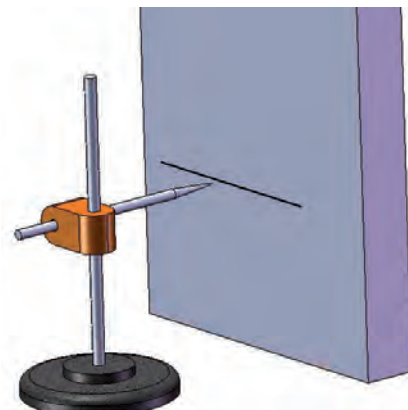
برای رسم خطوط بر روی فلزات استفاده شده و جنس آن از فولاد سخت شده (آب دیده) می‌باشد و زاویه راس آن بین ۱۰ تا ۱۵ درجه است.



سوزن خط‌کش

### ۳- سوزن خطکش پایه دار:

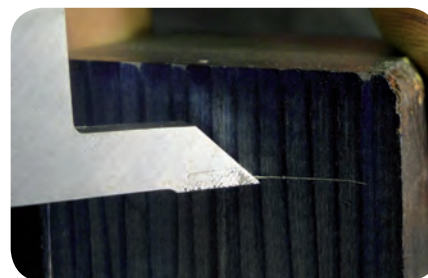
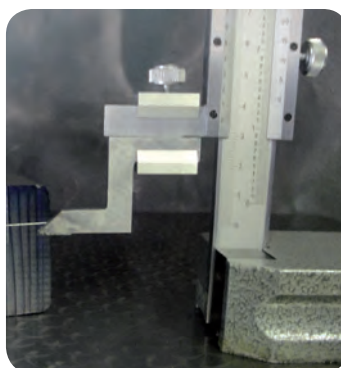
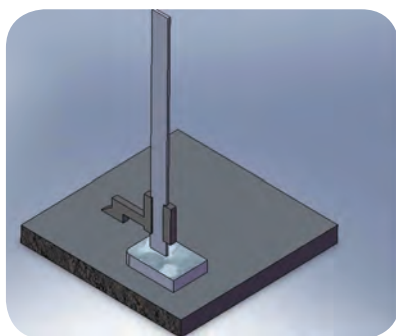
این وسیله برای رسم خطوطی که باید به موازات صفحه صافی باشد استفاده می‌شود. در دو نوع ساده و مدرج وجود دارد که تنظیم ارتفاع را در نوع ساده باید با متر، خطکش یا وسیله دیگری انجام داد. نکته مهم در هر حال این است که طول سوزن را کوتاه ببندیم تا از انحراف آن جلوگیری شود.



سوزن خطکش پایه دار

### ۴- کولیس پایه دار:

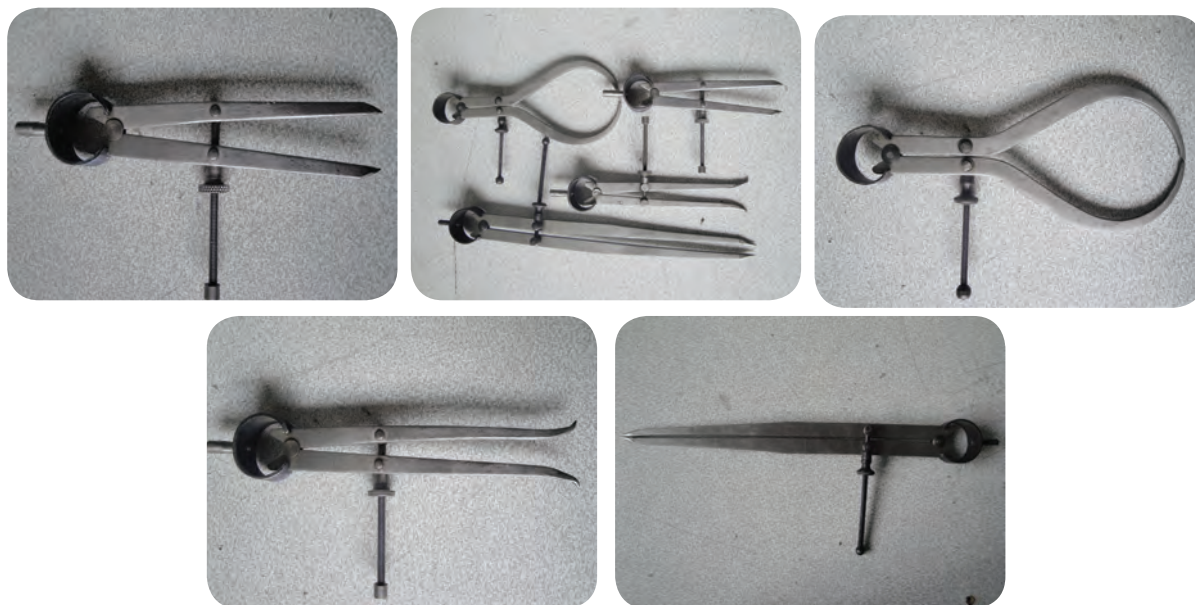
همانند سوزن خطکش پایه‌دار این نوع کولیس هم برای رسم خطوط موازی با صفحه صافی استفاده می‌شود. دقت در این وسیله به مراتب بالاتر از نوع قبل است.



کولیس پایه دار

## ۵- پرگار:

از پرگار برای نقل اندازه یا رسم منحنی و دایره استفاده می‌شود. جنس آن‌ها از فولاد ابزار است.



انواع پرگار

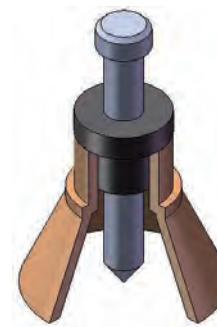
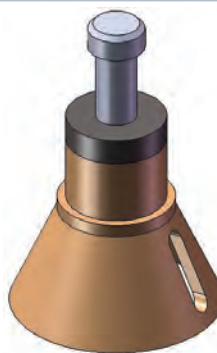
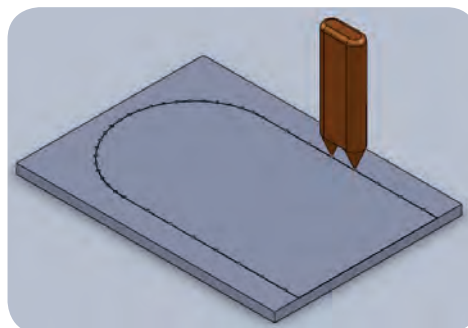
## ۶- سنبه نشان:

وسیله‌ای برای علامت زدن محل مرکز سوراخ‌ها و استقرار پایه پرگار است. جنس آن‌ها از فولاد ابزار بوده و زاویه‌ای بین ۳۰ تا ۶۰ درجه می‌باشد. نوع ۳۰ درجه برای تثبیت خط و نوع ۶۰ درجه برای نشانه گذاری استفاده می‌شود.



سنبه نشان ۳۰ و ۶۰ درجه

سنجه نشان دوتایی (دوقلو) برای تثبیت خط و مرکز یاب هم از انواع دیگر سنجه ها است.



مرکز یاب

## ۷- وسایل کمکی:

برای تسهیل و تسریع در خط کشی از ابزارهایی مانند منشورهای V شکل، گونیای ساده و مرکب، صفحه گونیا و..... استفاده می شود.



منشور



گونیاى مرکب



روش ترسیم خط به کمک گونیاى ساده و سوزن خطکش



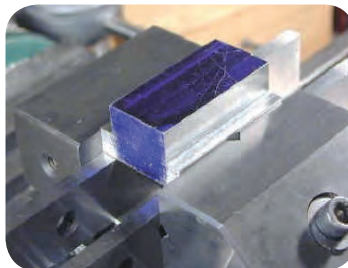
صفحه گونیاىی

### ۳- شناسایی اصول خط کشی قطعات طبق نقشه

خط کشی صحیح و دقیق باید بر اساس اصول زیر صورت گیرد:

#### الف- آماده کردن قطعه کار:

رنگ کردن سطح قطعه کار به وضوح خطوط ترسیمی کمک می کند به همین منظور می توان در قطعات یا سطح زیر نظیر قطعات ریختگی از دوغ آب گچ و در قطعات براق از کات کبود یا رنگ استفاده کرد.



رنگ کردن سطح قطعه کار برای وضوح بیشتر خطوط ترسیمی

#### ب- انتقال اندازه:

در انتقال اندازه از روی نقشه باید از وسیله مناسب استفاده کرد و در نهایت بهتر است محل نشانه گذاری را با علامت ۸ نشان داد تا خطا در نشانه گذاری به حداقل برسد.



اگر بخواهیم به کمک ابزارهای خط کشی بر روی قطعه انتقال اندازه را انجام دهیم باید چند مورد را در نظر بگیریم.

۱- از دقیق بودن این کار مطمئن شویم چرا که دقت در خط کشی سبب می شود که انجام فرایندهای بعدی بر روی قطعه هم دقیق تر صورت بگیرد.

۲- ضخامت خطوط اندازه در حداقل باشد بنابراین رسم خطوط با ماژیک، گچ و مداد پیشنهاد نمی شود.

۳- خطوط ترسیمی بر روی قطعه مبنای انجام کارهای بعدی خواهد بود بنابراین باید از ثبات لازم برخوردار باشند و در حین کار پاک نشوند.

بر

خط‌کشی بر مبنای نقشه می‌تواند با ابزارهایی نظیر کولیس، خط‌کش و روی قطعه انجام شود که دارای دقت بالاتری در مقایسه با انتقال اندازه از روی

### ج- خط‌کشی:

پس از انتقال اندازه و نشانه‌گذاری با استفاده از خط‌کش و سوزن خط‌کش خطوط را ترسیم می‌کنیم.

به منظور جلوگیری از خطای خط‌کشی بهتر است موارد زیر را رعایت کنیم:

۱- زاویه تمایل سوزن خط‌کش نسبت به لبه خط‌کش به نحوی باشد که راس آن روی قطعه کار و در کنار خط‌کش قرار گیرید. در شکل زیر این زاویه مقدار ۱۵ درجه را دارد.



رعایت زاوایی تمایل سوزن خط‌کش

۲- علاوه بر زاویه  $15^\circ$ ، سوزن خط‌کش باید یک زاویه تمایل هم در جهت حرکت خود داشته باشد تا در هنگام حرکت به راحتی و بدون مکث یا وقفه خط مورد نظر را ترسیم نماییم. داشتن این دو زاویه به صورت هم زمان لازم است.



صحیح گرفتن سوزن خط‌کش

در رسم منحنی‌ها با پرگار این زاویه در هر لحظه تغییر می‌کند.

#### د- سنبه نشان زدن:

در استفاده از سنبه نشان مراحل زیر را در نظر بگیریم:

- ۱- انتخاب سنبه نشان با زاویه راس مناسب.
- ۲- استقرار نوک سنبه نشان در محل مناسب به طوریکه قابل دید باشد.



قابل دید بودن نوک سنبه نشان در محل مناسب

- ۳- قائم بودن امتداد سنبه نشان نسبت به سطح کار.



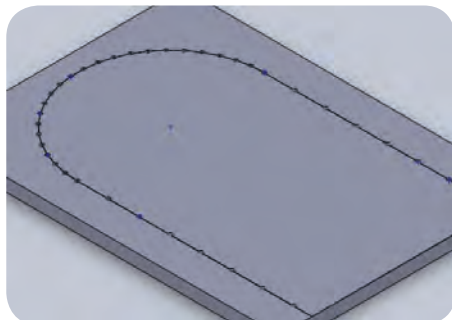
طرز صحیح گرفتن سنبه نشان نسبت به سطح قطعه کار

- ۴- ضربه زدن به انتهای سنبه نشان به طور صحیح.



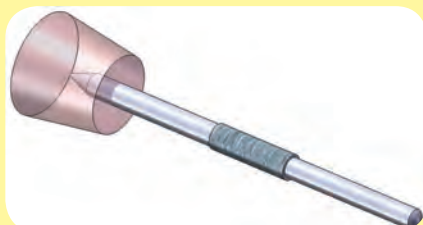
ضربه زدن به انتهای سنبه نشان

۵- در قسمت‌هایی که خطوط به صورت منحنی می‌باشند و یا تغییر مسیر می‌دهند باید محل سنبه نشان‌ها را نزدیک به هم و با فاصله کمتری زد.



نزدیک شدن نقاط سنبه نشان در قسمت‌های انحنادار خطوط

برای محافظت از نوک وسایل نوک تیز خط‌کشی مثل سوزن خط‌کش و پرگار و همچنین برای جلوگیری از بروز سانحه، پس از استفاده نوک آن‌ها چوب پنبه قرار دهید.



#### ۴- آشنایی با انتخاب مته و مته مرغک مناسب

در انتخاب مته و مته مرغک همان‌طور که پیش از این گفته شد باید جنس قطعه کار را در نظر گرفت. از جهتی در زدن سوراخ‌های بزرگ باید سوراخ‌کاری را با افزایش تعداد مته‌ها انجام داد. به مته‌هایی که قبل از مته اصلی زده می‌شود پیش مته می‌گویند. توجه داشته باشیم که هر چه قطر مته یا مته مرغک کوچک تر باشد باید عده دوران را بیشتری انتخاب کرد.

**نکاتی که در سوراخ‌کاری باید رعایت شود:**

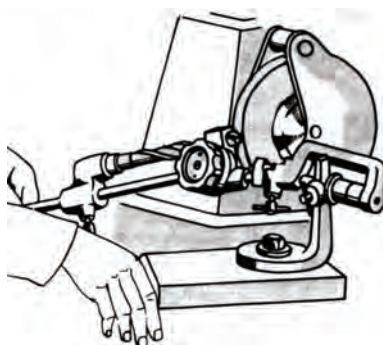
- ۱- مته را بر اساس جنس قطعه کار انتخاب کنیم.
- ۲- تمیز کردن زیر قطعه و پاک کردن سطح گیره مانع از کج شدن راستای سوراخ، یا انحراف و شکستگی مته خواهد شد.
- ۳- قبل از استفاده مته قطر را کنترل کنیم و از تیز بودن لبه‌ها اطمینان حاصل کنیم. لبه کند موجب ایجاد پلیسه و خارج از دور شدن سوراخ می‌شود.

- ۴- پس از بستن مته، لنگی آن را کنترل کنیم.
- ۵- مته‌های دنباله مخروطی را هرگز در سه نظام نبندیم.
- ۶- قبل بستن مته‌ها داخل سه نظام یا کلاهک را تمیز کنیم.
- ۷- در مواردی که قطر سوراخ بزرگ‌تر است از مته‌های با قطر کمتر (پیش مته) سوراخ کاری را شروع کنیم تا حجم براده‌برداری به چند مرحله تقسیم شود.

برای محافظت از سطح گیره‌ها در زیر قطعات از زیرکاری فلزی و یا چوبی استفاده کنید.

#### ۵- نحوه تیز کردن مته با سنگ دو طرفه

سایش و سوختگی ابزار امری اجتناب ناپذیر است و معمولاً ابزارها را با دستگاه سنگ ابزار تیزکن تیز می‌کنند، اما مته را می‌توان با سنگ دو طرفه نیز تیز کرد.



نحوه تیز کردن مته با سنگ ابزار تیز کن

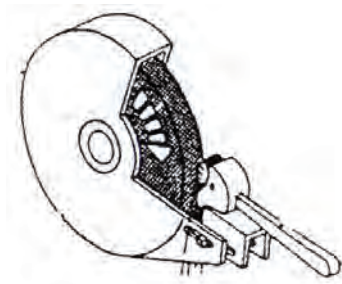


تیز کردن مته با دست و سنگ دو طرفه

## تیز کردن مته با دست و سنگ دوطرفه

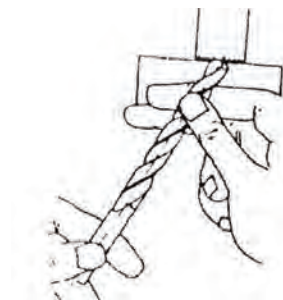
برای تیز کردن مته مراحل زیر را دنبال کنید:

- در ابتدا پس از بازرسی سنگ و اطمینان از سالم بودن آن دستگاه را روشن کرده و به وسیله قرقره سنگ صاف کن پیشانی آن را یکنواخت نموده و برای کار بدون عیب آماده کنید.



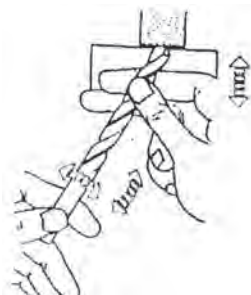
استفاده از قرقره سنگ صاف کن برای یکنواخت نمودن پیشانی سنگ

مته را در دست به گونه ای نگهدارید که دو انگشت اشاره و سبابه از زیر و شست از رو آن را در بر بگیرند و با دست دیگر دنباله مته را بگیریم. حال با زاویه ی مته که حدود ۶۰ درجه است آن را به سنگ نزدیک می کنیم. با حرکت از بالا به پایین و چرخشی و فشار یکنواخت سطح آزاد مته را سنگ بزنید. (لبه برنده آن را به پیشانی سنگ مماس کنید به طوری که سنگ از لبه مته براده برداری کند).



نحوه صحیح در دست گرفتن مته برای تیز کردن

این عمل را با تغییر زاویه به اندازه ۱۸۰ درجه تکرار می کنیم.

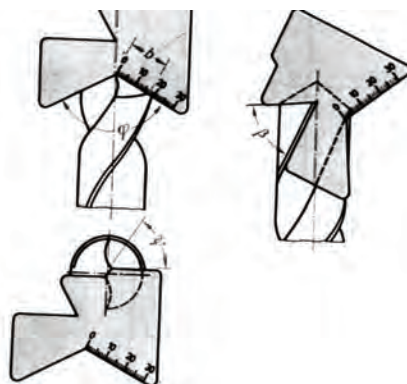
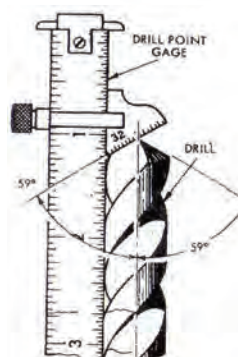


نحوه حرکت دادن صحیح مته برای تیز کردن

در این روش تیز کردن مته به وسیله دست آزاد و بدون استفاده از تکیه گاه سنگ انجام می شود.

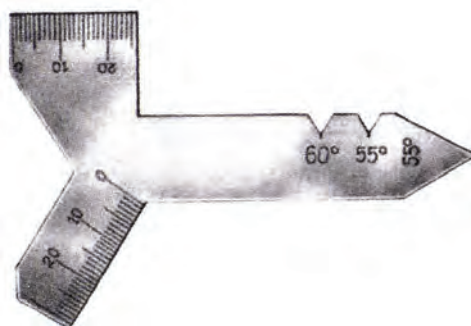
در هنگام تیز کردن مته بایستی توجه داشت که زوایا برحسب نوع مته و جنس کار به نحو صحیحی انتخاب شده و با دقت کامل بوجود آیند.

جهت کنترل زاویه نوک مته می توان از شابلن های زاویه و یا زاویه سنج استفاده کرد.



## عیوب تیز کردن مته

| پیامد                                                                                                                                                                         | شکل | اشتباهات تیز کردن مته                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| الف- سطح مقطع براده ها نا مساوی بوده و باعث کم شدن دوام ابزار و در بعضی مواقع شکستن آن می شود.<br>ب- قطر سوراخ بزرگتر از اندازه اسمی مته می شود.                              |     | طول لبه های برنده نامساوی،<br>زوایای لبه برنده نسبت به محور<br>مساوی، راس مته در مرکز                |
| الف- فقط یکی از لبه های برنده عمل براده برداری را انجام می دهد، این حالت باعث کند شدن زود تر مته شده و ممکن است مته بشکند.<br>ب- مقطع سوراخ کامل گرد نخواهد شد.               |     | زوایای لبه برنده نسبت به محور<br>مساوی، راس مته خارج از مرکز                                         |
| الف- اختلاف سطح مقطع براده ها در این حالت زیاد تر بوده و نیروهای وارد بر لبه نا متعادل می باشد.<br>ب- قطر سوراخ بزرگتر از اندازه اسمی مته می شود.                             |     | زوایای لبه برنده نسبت به محور نا<br>مساوی و طول لبه های برنده نیز<br>نامساوی<br>راس مته خارج از مرکز |
| این عمل باعث ازدیاد زاویه گوه و کاهش زاویه لبه برنده عرضی مته شده و نیروی لازم برای براده برداری را افزایش می دهد. زمان سوراخ کاری افزایش و احتمال شکستن مته هم بیشتر می شود. |     | زاویه آزاد کوچک                                                                                      |
| این عمل باعث کاهش زاویه گوه و افزایش زاویه لبه برنده عرضی مته شده سرعت کند شدن مته افزایش می یابد. در هنگام سوراخ کاری احتمال قلاب کردن و شکستن مته در کار افزایش می یابد.    |     | زاویه آزاد بزرگ                                                                                      |
| مته بدون ارتعاش کار کرده و قطر سوراخ دقیق و اقتصادی انجام می شود.                                                                                                             |     | مته بدون اشتباه تیز شده است                                                                          |



شابلن کنترل زاویه راس مته

چنانچه شابلن مته در دسترس نباشد برای کنترل زاویه راس مته می توان از زاویه سنج و یا نقاله استفاده نمود.

#### ۶- نکات ایمنی در تیز کردن مته

در هنگام تیز کردن مته موارد زیر را مد نظر داشته باشیم:

- ۱- از عینک استفاده کنیم.
- ۲- از سالم بودن سنگ اطمینان حاصل کنیم.
- ۳- انگشتان دست به عنوان تکیه گاه مته هستند، بنابراین مراقب باشیم مته به داخل سنگ کشیده نشود.
- ۴- از سطح پیرامون سنگ استفاده کنیم نه سطح پیشانی آن.
- ۵- در هر لحظه که ابزار را از سنگ جدا می کنیم آن را خنک کنیم.



در تیز کردن مته قسمت‌های زیر را باید کنترل کرد:

- ۱- برابری لبه‌های مته
- ۲- برابری زاویه‌های نوک مته
- ۳- مناسب بودن زاویه آزاد

## ۷- مراحل سوراخ‌کاری دقیق و خزینه کاری بر روی ماشین فرز

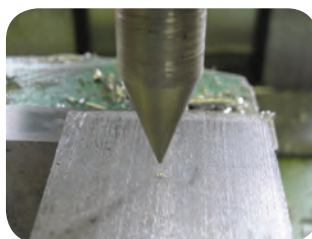
با ماشین فرز عمودی می‌توان فرایند سوراخ‌کاری، خزینه‌کاری و برقو کاری را توسط مته، برقو و یا تیغه فرز انگشتی انجام داد. در بعضی دستگاه‌ها این ویژگی وجود دارد که باردهی توسط گلویی (ابزار) انجام می‌شود و در شرایط دیگر این کار بایستی با میز دستگاه و حرکت آن به سوی بالا انجام شود. مزیت استفاده از ماشین فرز برای سوراخکاری آن است که به کمک ورنیه‌های تعبیه شده بر روی پیچ‌های حرکتی میز دستگاه می‌توان با دقت بالایی محل سوراخکاری را مشخص کرد.

نکته مهم در سوراخکاری با ماشین فرز آن است که پس از تنظیم مته یا تیغه فرز انگشتی در محل مشخص شده بر روی قطعه کار تمام اهرم‌های حرکتی طولی و عرضی را باید قفل کرد تا از حرکت‌های ناخواسته در این دو جهت خودداری شود.



جابجایی دقیق میز ماشین فرز به کمک ورنیه ها

به کمک یک میله که در گلویی دستگاه بسته شده نیز می توان محل دقیق سوراخکاری را مشخص کرد. در نحوه حرکت مته بر روی قطعه کار می توان اینگونه عمل کرد که اول میله را در گلویی دستگاه بسته و آن را با سطح جانبی قطعه مماس کنیم. سپس جابجای آن را با در نظر گرفتن مقدار شعاع آن انجام دهیم. به طور قطع با خط کشی و سنبه زدن محل سوراخ می توان از محل فرود آمدن مته مطمئن شد.



مشخص کردن محل دقیق سوراخ کاری به کمک یک میله راهنما

### نحوه بستن مته بر روی ماشین فرز عمودی:

مته ها را همانند دستگاه دریل به دو صورت می توان در گلویی دستگاه بست:

- ۱- استفاده از سه نظام یا کلت برای مته های دنباله استوانه ای
- ۲- استفاده از کلاhek (مورس) برای مته های دنباله مخروطی

### سوراخ کاری تحت زاویه:

از مزایای سوراخ کاری با ماشین فرز این است که می توانیم به کمک زاویه دار کردن کله گی و یا گیره انیورسال سوراخ های تحت زاویه را نیز در قطعه ایجاد کرد.

### انتخاب عده دوران و پیشروی در سوراخ کاری:

بر اساس جنس قطعه کار، جنس ابزار، توان دستگاه، سطح مقطع براده، وجود مایع خنک کننده و سرعت برش از جداول استخراج و پس از آن عده دوران مناسب بر روی دستگاه تنظیم می شود.

| مایع خنک کننده | جنس مته    |           |          | جنس کار                                                |
|----------------|------------|-----------|----------|--------------------------------------------------------|
|                | HM         | SS        | WS       |                                                        |
|                | قطر        |           |          |                                                        |
| آب صابون       | ۵۰ تا ۳۰   | ۳۵ تا ۲۵  | ۱۵ تا ۱۰ | فولاد تا استحکام<br>۵۰۰ N /mm <sup>۲</sup>             |
| اب صابون       | ۴۰ تا ۳۰   | ۲۵ تا ۱۵  | ۱۰ تا ۵  | فولاد با استحکام<br>بیشتر از ۵۰۰<br>N /mm <sup>۲</sup> |
| خشک            | ۹۰ تا ۶۰   | ۲۵ تا ۱۵  | ۱۲ تا ۸  | چدن خاکستری                                            |
| خشک            | ۱۰۰ تا ۸۰  | ۳۵ تا ۲۵  | ۲۵ تا ۱۵ | برنج، برنز                                             |
| خشک            | ۲۰۰ تا ۱۰۰ | ۸۰ تا ۶۰  | ۳۵ تا ۳۰ | مس                                                     |
| خشک            | ۲۰۰ تا ۱۰۰ | ۱۰۰ تا ۹۰ | ۸۰ تا ۶۰ | فلزات سبک                                              |
| خشک            | ۱۰۰ تا ۸۰۲ | ۴۰ تا ۳۰  | ۱۵ تا ۱۰ | مواد مصنوعی پرس<br>شده                                 |

مقدار پیشروی نیز به عنوان عامل مهم بعد از سرعت برش بوده و در حرکت باردهی اتومات یا حرکت با دست باید به آن توجه داشت. مبنای انتخاب آن جنس ابزار و جنس قطعه کار است.

| قطر مته بر حسب میلی متر                                                  |              |             |        | جنس کار                                               |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------|-------------------------------------------------------|
| مقدار پیشروی                                                             |              |             |        |                                                       |
| ۲۱-۴۰                                                                    | ۱۰-۲۰        | ۶-۱۰        | >۵     |                                                       |
| ۰/۳ تا ۰/۴                                                               | ۰/۲ تا ۰/۳   | ۰/۱ تا ۰/۱۵ | با دست | فولاد تا استحکام<br>۵۰۰ N/mm <sup>۲</sup>             |
| ۰/۲ تا ۰/۳                                                               | ۰/۲ تا ۰/۱۵  | ۰/۱ تا ۰/۱۲ | با دست | فولاد با استحکام<br>بیشتر از ۵۰۰<br>N/mm <sup>۲</sup> |
| ۰/۳ تا ۰/۵                                                               | ۰/۲ تا ۰/۳   | ۰/۲ تا ۰/۱۵ | با دست | چدن خاکستری                                           |
| ۰/۲۵ تا ۰/۳۵                                                             | ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ | ۰/۱ تا ۰/۲  | با دست | برنج، برنز                                            |
| ۰/۳ تا ۰/۴                                                               | ۰/۲ تا ۰/۳   | ۰/۱ تا ۰/۱۵ | با دست | مس                                                    |
| ۰/۳ تا ۰/۵                                                               | ۰/۲ تا ۰/۳   | ۰/۱ تا ۰/۲  | با دست | فلزات سبک                                             |
| مقدار پیشروی با دست معمولاً ۰/۲ تا ۰/۳ میلی متر در هر دور انتخاب می شود. |              |             |        |                                                       |

### کنترل لبه های برنده مته قبل از سوراخ کاری:

همان طور که می دانیم قسمتی از سر مخروطی مته که هنگام سوراخ کاری عملاً قطعه کار را می تراشد، لبه برنده مته نامیده می شود. باید توجه داشت که در هنگام سنگ زدن، این لبه ها باید با هم برابر باشد.

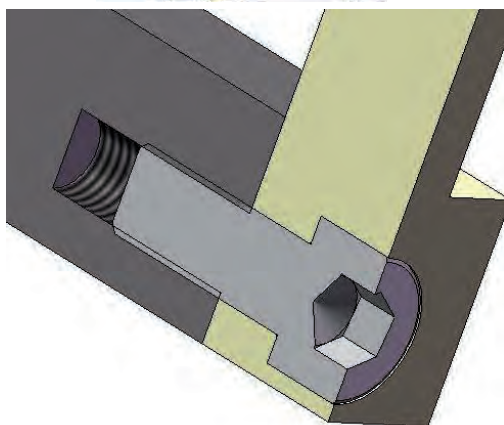
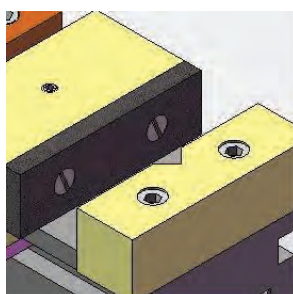
در صورتی که لبه های برنده و یا زوایای آن ها با هم برابر نباشد سوراخ ایجاد شده بزرگ تر از اندازه قطر مته خواهد شد

### خزینه کاری بر روی ماشین فرز

خزینه کاری یک روش براده برداری است که به یکی از دلایل زیر استفاده می شود:

- ۱- پلیسه‌گیری از لبه سوراخ‌ها
- ۲- جاسازی سر پیچ‌ها و میخ‌ها
- ۳- پخ زدن سر سوراخ مهره‌ها
- ۴- آسان نمودن جای گذاری قلاویزها
- ۵- بزرگ کردن قطر سوراخ‌ها

در مواردی لازم است این سر پیچ با سطح کار هم سطح و یکنواخت شود و در عمل هیچ برجستگی در سطح مشاهده نشود بنابراین با تعبیه فضایی به عنوان نشیمن‌گاه سر پیچ می‌توان به این خواسته رسید.



ایجاد خزینه مخروطی<sup>۱</sup> با مته خزینه یا با مته با قطر بزرگ‌تر امکان پذیر است. برای پلیسه‌گیری زاویه مخروط ۶۰ درجه، سر میخ پرچ‌ها ۷۵ یا ۹۰ درجه و میخ پرچ‌های ورق کاری ۱۲۰ درجه می‌باشد. برای جلوگیری از ناهموار (مضرس) بودن محل خزینه‌ها فاصله لبه‌های برنده مته خزینه‌ها را نا مساوی انتخاب می‌کنند. قطر مته خزینه‌ها از ۸ تا ۸۰ میلی‌متر بوده و دنباله آن‌ها را مشابه مته‌ها استوانه‌ای و مخروطی می‌سازند.

<sup>۱</sup>-counter sinking



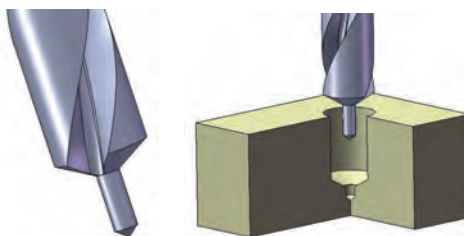
مته خزینه زبانه دار استوانه ای



برای ایجاد خزینه راست گوشه<sup>۱</sup> از ابزارهای زیر می توان استفاده کرد.

### ۱- مته خزینه زبانه دار استوانه ای

این نوع مته ها را در دو نوع سر تخت و سر مخروطی می سازند. برای هدایت بهتر و دقیق تر خزینه با سوراخ در قسمت سر آن ها زبانه استوانه ای وجود دارد که در دو نوع ثابت و قابل تعویض می سازند. مزیت نوع زبانه قابل تعویض این است که برای انواع بیشتری از سوراخ ها که دارای قطر مختلف هستند قابل استفاده خواهند بود.



مته خزینه زبانه دار استوانه ای

### ۲- تیغه فرز انگشتی

به کمک تیغه فرز انگشتی با قطر بزرگ تر از سوراخ ایجاد شده می توان خزینه راست گوشه را به راحتی ایجاد کرد.

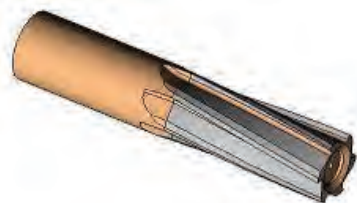


مته خزینه زبانه دار استوانه ای

<sup>۱</sup>-counter boaring

### ۳- مته خزینه مارپیچ

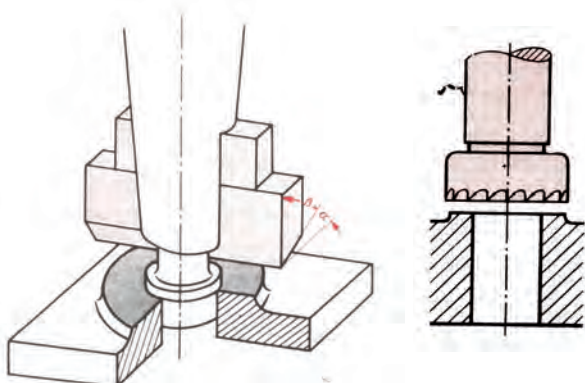
این مته‌ها شبیه به مته‌های معمولی می‌باشند که قسمت سر آن‌ها کاملاً تخت می‌باشد و بیشتر از دو لبه برنده دارند. به دلیل تخت بودن سر این مته‌ها قطر سوراخ اولیه نباید از  $0/7$  قطر خارجی مته خزینه کوچکتر باشد.



مته خزینه مارپیچ

### ۴- مته خزینه تخت

از این مته‌ها برای مسطح کردن تکیه‌گاه پیچ‌ها، مهره‌ها، واشرها و قطعات دیگری که باید روی سوراخ‌ها به طور صاف قرار گیرند استفاده می‌شوند. این مته خزینه‌ها را در دو نوع یک پارچه و تیغه‌های قابل تعویض می‌سازند.



مته خزینه تخت

سرعت برش در خزینه‌کاری کمتر از سوراخ‌کاری است. بنابراین در قطر برابر مته و مته خزینه باید عده دوران مته خزینه را کمتر انتخاب کرد.

| مقادیر سرعت برش و پیشروی در خزینه کاری |            |                |            |                                             |
|----------------------------------------|------------|----------------|------------|---------------------------------------------|
| جنس مته خزینه                          |            |                |            | جنس کار                                     |
| فولاد تندبر SS                         |            | فولاد ابزار WS |            |                                             |
| s<br>mm/u                              | v<br>m/min | s<br>mm/u      | v<br>m/min |                                             |
| 0/۷ تا 0/۱۵                            | ۳۰ تا ۴۰   | 0/۴ تا 0/۱     | ۸ تا ۱۲    | چدن خاکستری تا استحکام $180 \frac{N}{mm^2}$ |
| 0/۴ تا 0/۱                             | ۲۰ تا ۳۰   | 0/۴ تا 0/۱     | ۳ تا ۶     | چدن خاکستری تا استحکام $200 \frac{N}{mm^2}$ |
| 0/۶۵ تا 0/۱                            | ۲۵ تا ۳۵   | 0/۳ تا 0/۱     | ۱۲ تا ۱۴   | فولاد تا استحکام $500 \frac{N}{mm^2}$       |
| 0/۵۵ تا 0/۱                            | ۳۰ تا ۴۰   | 0/۳ تا 0/۱     | ۸ تا ۱۰    | فولاد تا استحکام $700 \frac{N}{mm^2}$       |

## ۸- نحوه کنترل سوراخ‌ها

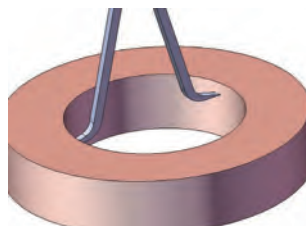
سوراخ‌های ایجاد شده در قطعه را از دو بُعد می‌توان کنترل کرد. یکی از نظر قطر و دیگری از نظر عمق. ابزارهای اندازه‌گیری قطر سوراخ می‌تواند کولیس، میکرومتر، پرگار پاشنه‌ای و فرمان‌های برو و نرو باشد.



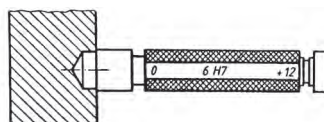
کنترل عمق سوراخ با استفاده از کولیس



کنترل عمق سوراخ با استفاده از میکرومتر



انتقال اندازه قطر سوراخ با پرگار پاشنه



کنترل قطر سوراخ با فرمان برو و نرو

## ۹- نکات ایمنی در سوراخ کاری و خزینه کاری با ماشین فرز

۱. روش مناسبی برای بستن قطعه کار انتخاب کنیم و آن را طوری روی میز قرار دهیم که هنگام سوراخ کاری به میز آسیبی نرسد. مثلاً استفاده از زیرکاری جهت خروج مطمئن مته از قطعه کار و یا قرار دادن تکه چوب در محلی که قرار است مته از قطعه خارج شود.

۲. از عینک ایمنی استفاده کنیم.

۳. در حین کار انگشت خود را به مته یا تیغه فرز در حال گردش نزدیک نکنیم.

۴. براده های پیوسته ای که از قطعه خارج می شود را با انبر یا سیم یا برس از محل کار دور کنیم نه با انگشت.

۵. در صورتی که طول سوراخ زیاد باشد به دفعات مته را از کار خارج نموده تا براده برداری از سوراخ خارج شده و مته هم زیاد گرم نشود.

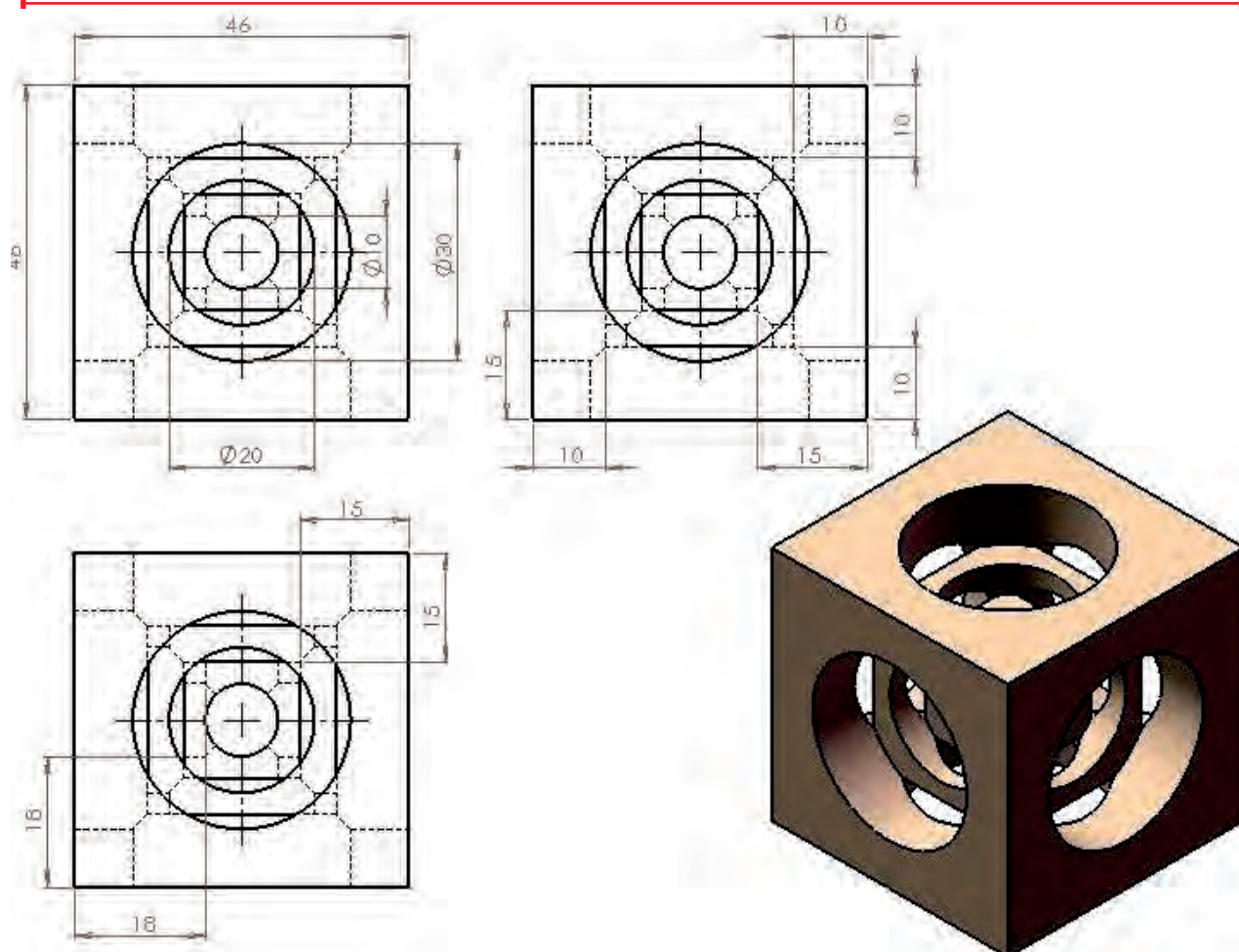
۶. از آنجا که لازم است سوراخ کاری را به تناوب ادامه دهیم بنابراین پیشنهاد می شود از حرکت اتومات استفاده نشود تا کنترل فرایند توسط فرد قابل انجام باشد.

۷. در سوراخ کاری سراسری (راه به در) حتماً از زیرکاری مناسب (شمش های موازی) استفاده شود تا به میز یا گیره آسیبی نرسد.

۸. در بستن قطعات به منظور خزینه کاری به لبه های تیز و همراه با پلیسه سوراخ ها دقت کنید.

۹. قبل از خزینه کاری از هم راستا بودن سوراخ و مته خزینه اطمینان حاصل کنید.

## سه مکعب درون هم



| درجه<br>تولرانس | اندازه | از 0.5 تا 3 | از 3 تا 6  | از 6 تا 30 | از 30 تا 120 | از 210 تا 400 |
|-----------------|--------|-------------|------------|------------|--------------|---------------|
| f (ظریف)        |        | $\pm 0.05$  | $\pm 0.05$ | $\pm 0.1$  | $\pm 0.15$   | $\pm 0.2$     |
| m (متوسط)       |        | $\pm 0.1$   | $\pm 0.1$  | $\pm 0.2$  | $\pm 0.3$    | $\pm 0.5$     |
| g (خشن)         |        | $\pm 0.15$  | $\pm 0.2$  | $\pm 0.5$  | $\pm 0.8$    | $\pm 1.2$     |

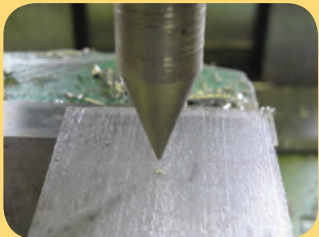
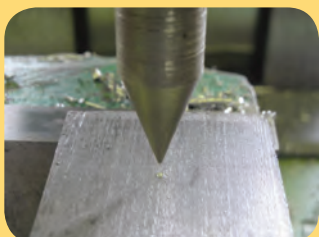
| شماره کار عملی     | شماره واحد کار  | جنس ماده‌ی اولیه | اندازه ماده اولیه | مشخصات قطعه | تعداد | شماره |
|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------|-------|-------|
| ۱                  | ۱۲              | st۳۷             | ۵۰×۵۰×۵۰          |             | ۱     |       |
| زمان: ۶ ساعت       | هدف آموزشی:     |                  | مقیاس: ۱:۱        |             |       |       |
| درجه تولرانس:<br>f | سه مکعب درون هم |                  | استاندارد: ISO    |             |       |       |

جدول تجهیزات و ابزار

| تعداد | مشخصات فنی                       | ابزارهای لازم      |
|-------|----------------------------------|--------------------|
| ۱     | عمودی یا انیورسال                | ۱- دستگاه فرز      |
| ۱     | نوک مخروطی قطر ۱۰ میلیمتر        | ۲- میله استوانه‌ای |
| ۱     | ۴ یا ۶                           | ۳- مته مرغک        |
| ۱     | انگشتی به قطرهای ۲۰ و ۳۰ میلیمتر | ۴- تیغه فرز        |
| ۱     | به قطر ۱۰ میلیمتر                | ۵- مته             |

مراحل انجام کار

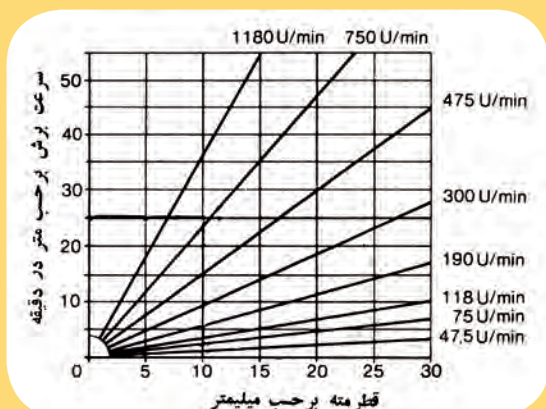
| ردیف | شرح مراحل کار                                                                                  | شکل                                                                                 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | بستن گیره (گیره‌ی مناسبی انتخاب کرده و در روی میز ماشین فرز ببندید و تنظیم کنید).              |  |
| ۲    | قطعه کار را به گیره یا روبندهای مناسب بسته و تنظیم کنید. از موازی بودن قطعه با میز مطمئن شوید. |  |
| ۳    | میله مناسبی انتخاب کرده و به گیره فشنگی ببندید.                                                |  |

|                                                                                     |                                                                                                                  |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|    | <p>ضمن مماس کردن میله تنظیم با دو طرف قطعه کار ورنیه‌ها را در جهت طولی و عرضی روی صفر قرار دهید.</p>             | <p>۴</p> |
|    | <p>میله تنظیم را از کار دور کنید.</p>                                                                            | <p>۵</p> |
|   | <p>از روی نقشه اندازه‌های لازم را یادداشت کنید. با احتساب شعاع میله آن را در مرکز سوراخ کاری قطعه قرار دهید.</p> | <p>۶</p> |
|  | <p>در این لحظه مرکز میله باید از محل خط‌کشی شده یا سنبه نشان زده شده منطبق باشد.</p>                             | <p>۷</p> |
|  | <p>یک مته مرغک مناسب انتخاب کنید و به سه نظام یا فشنگی ببندید.</p>                                               | <p>۸</p> |



دستگاه را در دور و پیشروی مناسب مته مرغک قرار دهید. موقعیت مته مرغک را کنترل کنید.

۹



می توانید برای پیدا کردن دور مناسب از جدول روبرو استفاده کنید. در قسمت افقی جدول قطر مته و در قسمت عمودی جدول سرعت برش مشخص شده است.

۱۰



برای حرکت مته مرغک به سمت قطعه کار دستگاه را روشن کرده و از اهرم دستی و یا حرکت میز استفاده کنید. موقعیت اثر مته مرغک را به وسیله اندازه گیر مناسب کنترل کنید. معایب احتمالی را بر طرف کنید.

۱۱



به یاد داشته باشید که در طول مدت براده برداری از آب صابون استفاده کنید و به وسیله اهرم دستی بار بدهید تا مته مرغک قطعه کار را کمی سوراخ نماید. اهرم دستی را بالا بیاورید و براده ها را از کار دور کنید. سوراخ کاری را ادامه دهید تا اثر مته مرغک به عمق لازم برسد.

۱۲



۱۳  
مته مناسبی جهت سوراخ کاری انتخاب کرده و قطر مته را قبل از سوراخ کاری کنترل کنید.



۱۴  
دنباله مته را به سه نظام ویا گیره فشنگی ببندید. در صورتی که دنباله مته مخروطی باشد کلاهک مناسبی انتخاب کرده و دنباله مته را در آن قرار داده و محکم کنید. بنابراین قسمت مخروطی کلاهک و مخروط محور میل فرز را کاملاً تمیز کنید و کلاهک را در قسمت مخروطی جا بزنید.



۱۵  
دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.

|                                                                                     |                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|    | <p>دستگاه را روشن و موقعیت مته را از نظر لنگ نبودن کنترل کنید. به وسیله‌ی اهرم دستی مته را آن قدر پایین بیاورید تا نوک آن داخل سوراخ ایجاد شده توسط مته مرغک قرار گیرد.</p> | ۱۶ |
|    | <p>هنگام براده‌برداری حتماً از مواد خنک کننده استفاده کنید.</p>                                                                                                             | ۱۷ |
|   | <p>در صورت نیاز عملیات خزینه‌کاری نیز مشابه سوراخ‌کاری انجام می‌شود.</p>                                                                                                    | ۱۸ |
|  | <p>در طول انجام کار مقررات ایمنی را رعایت کنید.</p>                                                                                                                         | ۱۹ |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                             |    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                             |    |