

# پودمان ۱

## فرزکاری سطوح تخت



سطوح تخت، به سطوح بدون انحنا گفته می‌شود که در بسیاری از قطعات صنعتی مشاهده می‌شود. مهارت در فرزکاری این سطوح یکی از اصلی‌ترین کارهای فرزکاری است.

## واحد یادگیری فرز کاری سطوح تخت

### استاندارد عملکرد

فرز کاری سطوح تخت با استفاده از دستگاه فرز FP4M مطابق تolerانس تعیین شده در نقشه.

### پیش نیاز

نقشه خوانی  
کار با ابزارهای اندازه گیری

## فرزکاری سطوح تخت

### مقدمه

فرایندهای شکل دهی مواد (قطععات) به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

- فرایندهای تغییر شکل بدون براده برداری، که در آن حجم مواد ثابت است و شکل دهی به روش نوردکاری، آهنگری، کشش عمیق و... انجام می شود.
- فرایندهای براده برداری که حجم مواد در آن ثابت نیست و شکل دهی به روش براده برداری انجام می شود مانند: تراشکاری، فرزکاری، سنگزنی و ... می باشد.

### ■ انواع روش های ماشین کاری.

به شکل روبه رو دقت کنید و بگویید این قطععات با چه روش هایی ساخته می شود؟



شکل ۱

## ماشین کاری (براده برداری)

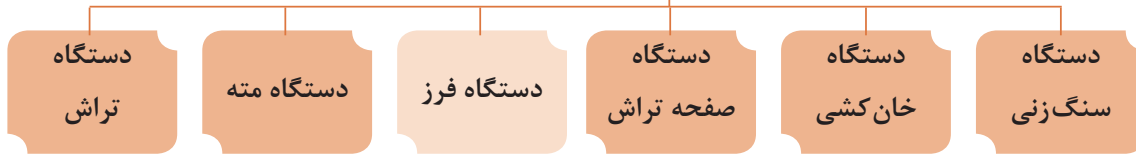
معمولاً ماشین کاری برای تولید قطععاتی با تolerانس ابعادی دقیق و با پرداخت سطحی خوب به کار می رود. در خیلی از موارد از ماشین کاری به عنوان عملیات تکمیلی روی قطععاتی که قبلاً با شیوه هایی مثل ریخته گری یا نوردکاری و... تولید شده اند نیز استفاده می شود. بیشتر قطععاتی که ساخته می شوند باید قبل از مونتاژ ماشین کاری شوند. تنوع فرایندهای ماشین کاری و ماشین های ابزاری که در صنعت به کار می روند زیاد است. ماشین کاری به موازات صنعتی شدن رشد چشم گیری داشته است و در بیشتر عملیات ماشین کاری از انرژی مکانیکی به عنوان یک نیروی محرک ابزار یا قطعه کار استفاده می شود. عمل براده برداری از طریق تماس ابزار با قطعه کار است و ماشین هایی که برای این منظور به کار می روند معمولاً به ماشین های ابزار معروف هستند (شکل ۲).



شکل ۲

از آنجایی که قطععات ساخته شده دارای شکل متفاوت هستند و ممکن است دارای سطوح تخت، استوانه ای، منحنی و ... باشند، لازم است که برحسب نیاز از ماشینی استفاده شود که حرکات لازم برای ایجاد سطوح مورد نظر را با سرعت و دقت کافی تأمین نماید و از نظر اقتصادی تولید قطععات مقرون به صرفه باشد. برای نشان دادن این تنوع، در زیر به چند عنوان از آنها اشاره شده است:

## ماشین‌های ابزار



به تصاویر زیر دقت کنید به نظر شما روش مناسب برای ماشین‌کاری این قطعات کدام است؟ (شکل ۳)



شکل ۳

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، دستگاه‌هایی مانند تراش و منته برای ساخت این قطعات کافی نبوده و لازم است از دستگاه‌های دیگری مانند فرز و ... استفاده شود.

## فرزکاری

فرزکاری عبارت است از براده‌برداری سطوح قطعه کار، توسط ابزار چند لبه در حال دوران، به نام تیغه فرز. در این روش مانند سوراخ‌کاری ابزار حرکت دورانی دارد، قطعه کار با روش مناسب روی میز ماشین بسته شده و می‌توان عمل براده‌برداری روی قطعه کار را انجام داد (شکل ۴).



شکل ۴

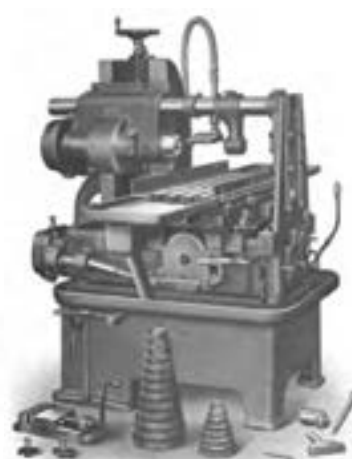
یکی از ماشین‌هایی که برای تولید سطوح مستوی، افقی و عمودی، مایل و فرم‌دار استفاده می‌شود، دستگاه فرز می‌باشد. همچنین شیارهای مستقیم و مارپیچ و چرخ‌دنده‌ها نیز با این دستگاه‌ها قابل ساخت هستند. دستگاه فرز در انواع گوناگون ساخته می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵

### تاریخچه فرزکاری

از آنجایی که همهٔ قطعات تولیدی دارای سطوح دوار نیستند که بتوان با روش تراشکاری تولید کرد، ضرورت استفاده از قطعات با هندسه متفاوت و دارای سطوح مستقیم شیب‌دار و فرم دار و... در صنعت، انسان را بر آن داشت تا به فکر روشی باشد که بتواند براده‌برداری سطوح مورد نظر را انجام دهد. این احساس نیاز منجر به ساخت اولین ماشین فرز گردید (شکل ۶).



شکل ۶



با استفاده از منابع در دسترس مدل‌های مختلف ماشین فرز را جستجو کرده به همراه عکس جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	نام شرکت سازنده	نام کشور سازنده	مدل	تصویر در صورت امکان
۱	ZAVOD MUSSON, OAO	روسیه	۶ N۸۰ SH	
۲				
۳				
۴				

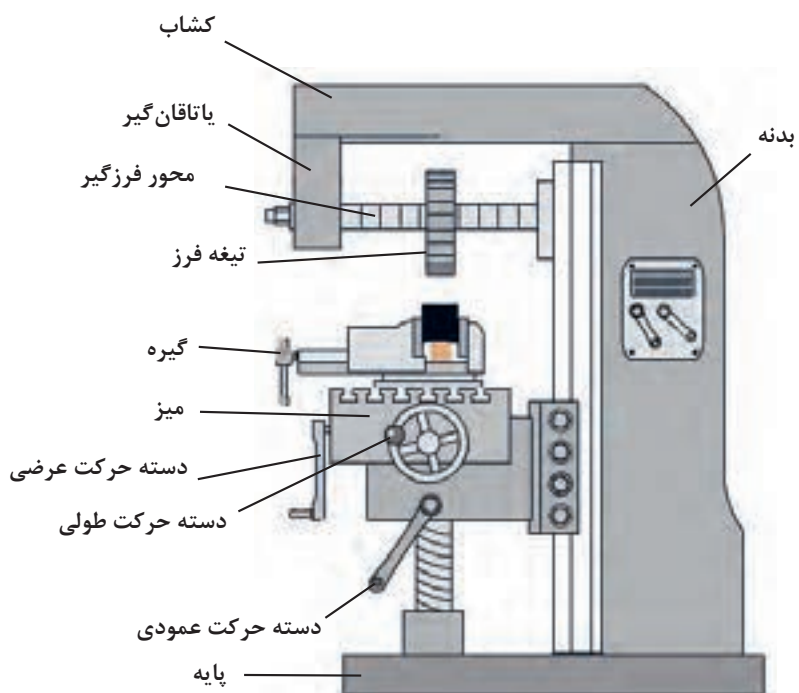
### انواع دستگاه فرز

دستگاه فرز افقی: مهم‌ترین مشخصه این نوع دستگاه افقی بودن محور ابزار گیر این دستگاه است و به این ترتیب قادر به ماشین‌کاری قطعات مختلفی هستند که در زیر چند نمونه از آنها را مشاهده می‌کنید (شکل ۷).



شکل ۷

برای تنظیم عده دوران تیغه فرز و در نتیجه تأمین سرعت برش مناسب، دستگاه دارای جعبه‌دنده اصلی است که حرکت خود را از یک الکتروموتور دریافت می‌کند. قسمت‌های مختلف ماشین فرز افقی در شکل دیده می‌شود. (شکل ۸ و ۹). مکانیزم حرکت طولی، عرضی و عمودی میز به وسیله پیچ و مهره و همچنین به صورت خودکار امکان پذیر است.

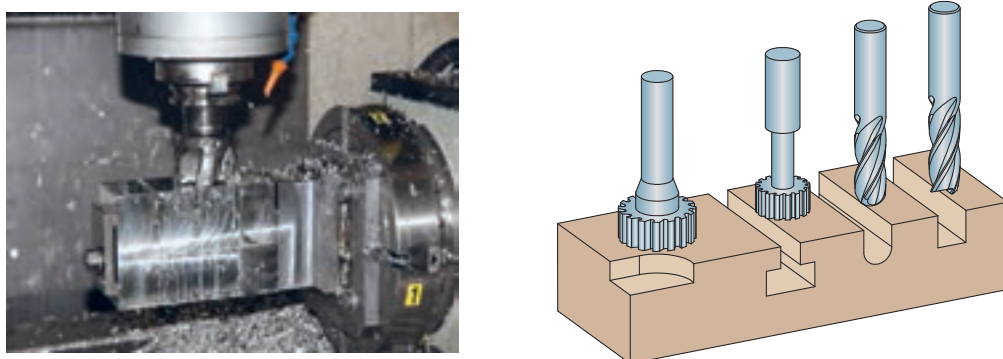


شکل ۸



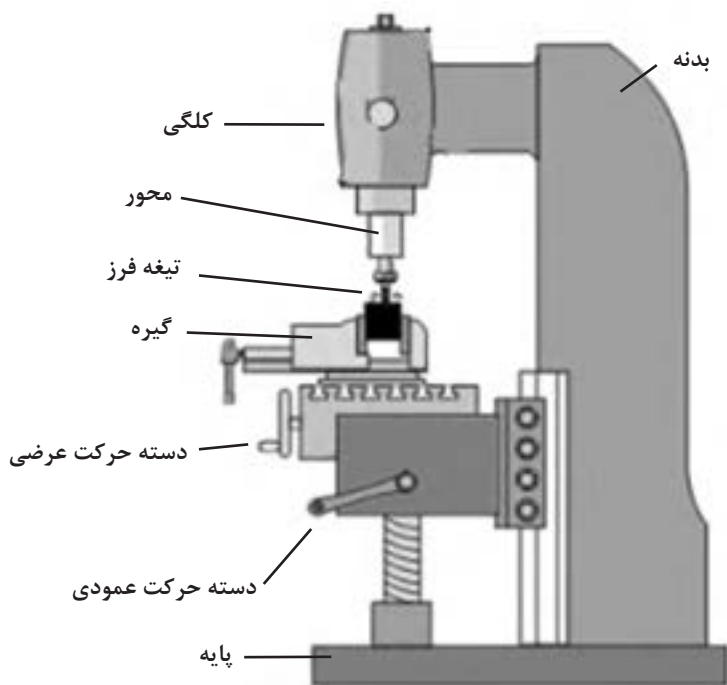
شکل ۹

– ماشین فرز عمودی: با توجه به این که محور ابزارگیر این دستگاه‌ها به صورت عمودی است به دستگاه‌های فرز عمودی معروف هستند. به این ترتیب این نوع دستگاه قادر به ماشین کاری قطعات مختلفی هستند که در زیر چند نمونه از آنها را مشاهده می کنید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰

قسمت‌های مختلف آن شبیه ماشین فرز افقی است. محور فرزگیر در داخل قسمتی به نام کلگی دستگاه سوار می شود که البته در بعضی از انواع آن و در صورت نیاز می تواند تحت زاویه قرار داده شود و در برخی دستگاه‌ها می توان با تعویض بعضی قسمت‌ها، آن را به نوع افقی تبدیل کرد. باید در نظر داشت که امتداد محور فرزگیر باید همواره بر سطح تراش عمود باشد. به کمک این ماشین می توان کارهایی مثل پیشانی تراشی، شیار تراشی، سطوح زاویه دار و... را انجام داد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱

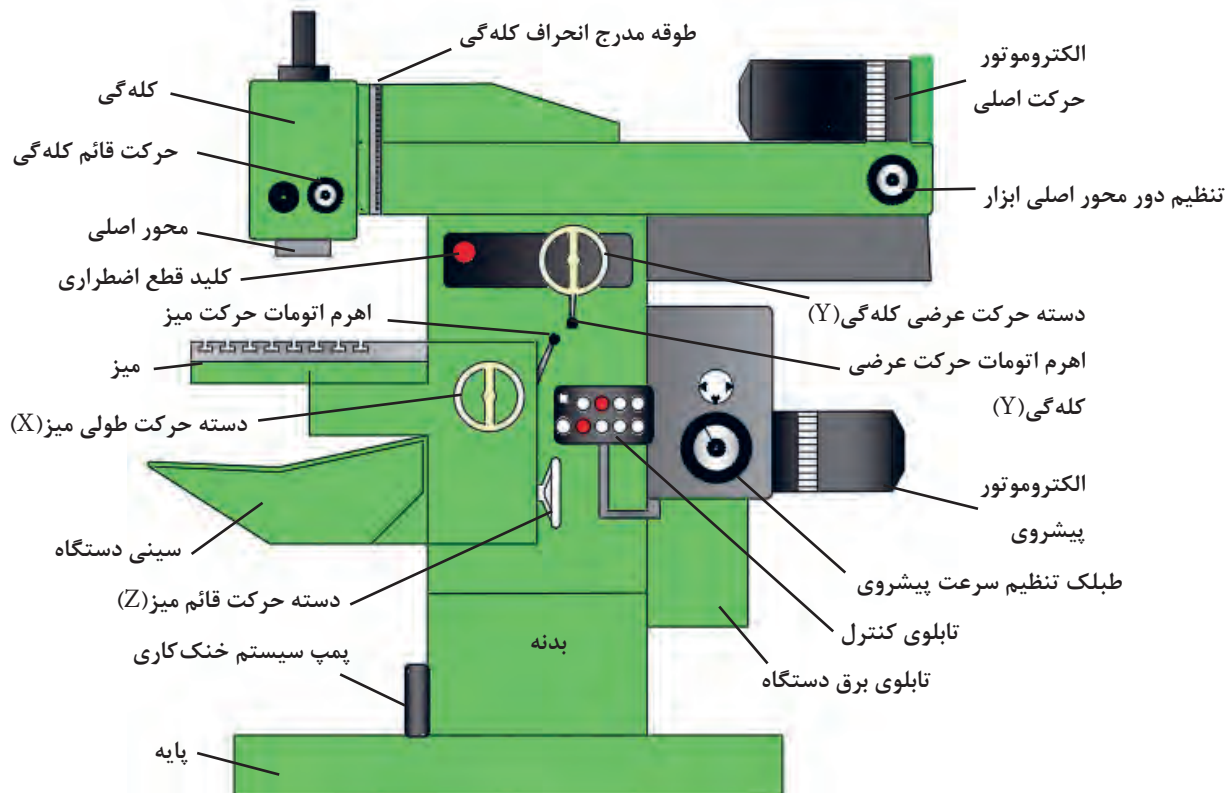




شکل ۱۲

ماشین فرز اونیورسال: این دستگاه‌ها دارای محور کار عمودی و افقی بوده و ساختمان آن شبیه به ماشین فرز افقی است و معمولاً میز این دستگاه‌ها حدود ۴۰ درجه به چپ و راست قابل انحراف می‌باشد. در این نوع دستگاه حرکت میله هادی میز از طریق چرخ دنده‌های تعویضی به دستگاه تقسیم منتقل شده و حرکت دورانی قطعه کار را به طور هم‌زمان امکان پذیر می‌سازد. بدین ترتیب علاوه بر کارهای معمولی، شیارها، چرخ دنده، تیغه‌فرزها و برقوهای مارپیچ و همچنین دنده‌های حلزونی به کمک آنها قابل ساخت است. ماشین فرز FP4M از نوع فرز اونیورسال است (این دستگاه دارای میز اونیورسال و قابل انحراف بوده که می‌تواند جایگزین میز معمولی گردد) (شکل ۱۲).

با توجه به اینکه مبنای آموزش، دستگاه فرز مدل FP4M ساخت تبریز می‌باشد، در زیر به توضیح در مورد بعضی از قسمت‌های آن می‌پردازیم (شکل ۱۳):



شکل ۱۳

## اجزای ماشین فرز

۱- **بدنه دستگاه:** معمولاً از جنس چدن و به روش ریخته‌گری تهیه می‌شود و قسمت‌های مختلف ماشین روی آن سوار می‌شود.  
 ۲- **جعبه‌دنده:** این ماشین دارای دو جعبه‌دنده مجزا، به شرح زیر می‌باشد:



شکل ۱۴

**الف)** جعبه‌دنده مخصوص دوران محور اصلی با ۱۸ دور مختلف با ترمز مغناطیسی، برای تنظیم دور ابتدا فلکه میانی را به سمت عقب کشیده و سپس طبلک تنظیم دور را بچرخانید تا در قسمت بالا قرار بگیرد. سپس حلقه میانی را رها کنید. علامت فلش دور تنظیمی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵

**ب)** جعبه‌دنده مخصوص سرعت پیشروی طولی، عرضی، ارتفاع به همراه حرکت خرگوشی (سریع).

برای تنظیم سرعت پیشروی، حلقه را به طرف عقب بکشید و سپس طبلک تنظیم‌کننده را بچرخانید تا عدد مورد نظر در قسمت بالا قرار بگیرد. عدد روبه‌روی شاخص، مقدار پیشروی تنظیمی است (شکل ۱۴ و ۱۵).

دور تند و کند دستگاه با حالت I و II مشخص شده است.

نکته

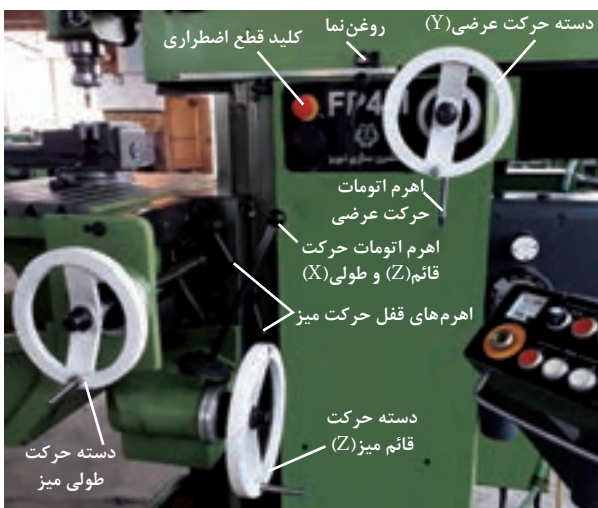


هشدار



هنگامی که دستگاه روشن است هیچگاه اقدام به تنظیم دور و پیشروی دستگاه نکنید.

۳- **میز:** میز دستگاه دارای جابه‌جایی طولی، عمودی است و جابه‌جایی عرضی توسط کشابی که در قسمت بالای دستگاه است، محور ابزار را جابه‌جا می‌کند. حرکت‌های طولی، عرضی و عمودی به صورت دستی و حرکت خودکار در دو جهت X و Z امکان‌پذیر است. در ضمن علاوه بر حرکت عمودی میز، محور ابزار نیز دارای حرکت عمودی در فاصله‌های کوتاه می‌باشد که امکان سوراخ‌کاری را مانند دریل ستونی به صورت دستی تأمین می‌کند (شکل ۱۶).



شکل ۱۶

این ماشین فرز دارای تجهیزات جانبی از قبیل دستگاه تقسیم، میز گردان، میز ساده، میز اونیورسال، کلگی (قابل دوران حول محور افق) به صورت اونیورسال، درن های کوتاه و بلند، چرخ دنده های تعویضی، در بعضی موارد خط کش دیجیتال X, Y, Z (نمایش وضعیت رقمی) و... است.

محدوده حرکت طولی میز ۵۰۰ mm

محدوده حرکت قائم میز (ارتفاع) ۴۰۰ mm

محدوده حرکت عرضی ابزارگیر ۴۰۰ mm

محدوده حرکت ارتفاعی محور داخلی کلگی ۹۰ mm



پیچ های تنظیم  
انحراف کلگی

محل قرارگیری  
محور ابزارگیر

شکل ۱۷

**۴- کلگی دستگاه:** محور فرزگیر عمودی روی آن بسته می شود. کلگی قابلیت دوران حول محور افقی را دارد که امکان فرزکاری سطوح شیب دار را فراهم می سازد. ضمناً محور فرزگیر توسط دسته حرکت عمودی به اندازه ۹۰ میلی متر جابه جا می شود.

## ۵- سیستم روانکاری

**الف)** به صورت مرکزی و اتومات قابل تنظیم است که طی سیستم های کنترلی از تابلو برق جهت کلگی صورت می پذیرد و تغذیه روغن آن از گیربکس اصلی می باشد.

**ب)** به صورت دستی مرکزی: توسط تلمبه دستی برای ریل های طولی و ارتفاع صورت می گیرد، روغن آن توسط مخزنی که در کنار دستگاه نصب شده تغذیه می شود.

در مورد سرویس و روغن کاری دستگاه به نکات ذیل توجه نمایید:

ماشین را پیوسته روغن کاری نمایید. ماشین کاری در مدت زمان طولانی، تعمیر و سرویس بیشتری لازم دارد.

فقط از روغن های مناسب استفاده کنید (با توجه به توصیه کارخانه)

در صورت تعویض روغن، لوله ها و محفظه های روغن را تمیز نمایید.

همواره از پارچه های بدون پرز استفاده نمایید (شکل ۱۸).



شکل ۱۸

جهت اطمینان از مقدار روغن سیستم روانکاری، شاخص چشمی روغن در حالت خاموشی دستگاه به اندازه نصف پر باشد.

نکته



هشدار



برای نصب گیره و لوازم الحاقی سنگین بر روی میز از جرثقیل کارگاهی کمک بگیرید.



شکل ۱۹

## ۶- سیستم خنک کاری: سیستم

خنک کاری که مخزن آن در کف و پایه دستگاه پیش‌بینی شده است و توسط پمپ و شیلنگ به محل براده‌برداری انتقال می‌یابد و با شیر تنظیم می‌توان مقدار مصرف آن را کنترل نمود.

## ۷- تابلو کنترل: توسط این تابلو می‌توان

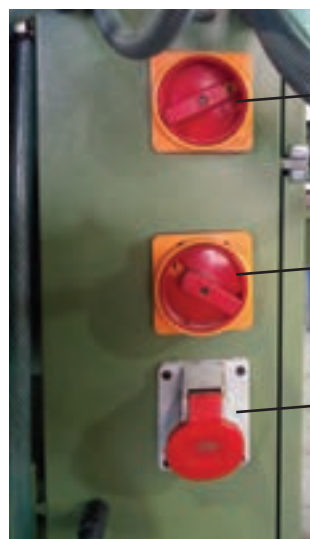
حرکت‌های برشی، اتومات کند و سریع، ترمز مغناطیسی، سیستم خنک کاری را کنترل نمود این تابلو مجهز به نمایشگر شدت جریان مصرفی است (شکل ۱۹).

- مایع خنک کاری توسط کلید قابل کنترل است.
- با استفاده از کلید در دو حالت کند (|) و تند (||) می‌توان دورهای مختلف را برای محور کار تنظیم نمود.
- کلید ترمز محور که باعث ننگ داشتن محور فرزگیر در هنگام خاموش کردن دستگاه می‌شود. در صورتی که کلید در وضعیت خاموش باشد، دستگاه روشن نمی‌گردد.
- برای انتقال سریع در زمان حرکت بدون بار از کلید حرکت سریع (خرگوشی) استفاده می‌شود.
- حرکت پیشروی به کمک کلیدهای تعبیه شده به صورت کند و تند میسر می‌باشد، و به کمک کلید استاپ پیشروی می‌توان پیشروی دستگاه را به‌طور موقت قطع کرد.

هشدار



هیچ‌گاه در حین براده‌برداری از کلید حرکت سریع پیشروی استفاده نشود.



شکل ۲۰

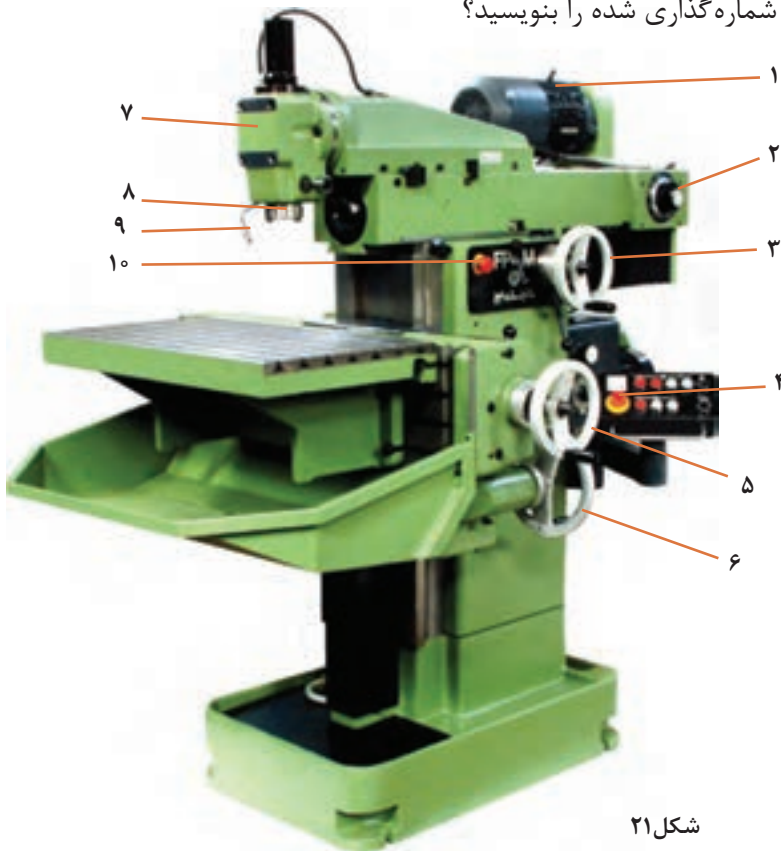
## کلیدهای پشت تابلو برق دستگاه:

- کلید قطع اضطراری که روی تابلو کنترل نصب شده است، برق دستگاه را خاموش می‌کند و حرکت دستگاه متوقف می‌شود و تا زمانی که وصل نشود دستگاه راه‌اندازی نخواهد شد. روی بدنه دستگاه نیز یک کلید اضطراری دیگر تعبیه شده است (شکل ۲۰).
- تابلو برق: وظیفه تقسیم برق به قسمت‌های مختلف را به عهده دارد
- کلید برق اصلی: برق کل دستگاه را قطع و یا وصل می‌کند.
- کلید چپ‌گرد و راست‌گرد برای تغییر جهت دوران: محور دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همواره به خاطر داشته باشیم که کابل اتصال زمین (ارت) سالم باشد.

ارزشیابی:

نام قسمت‌های شماره گذاری شده را بنویسید؟



شکل ۲۱

شماره	نام	کاربرد
۱	الکتروموتور	تأمین نیروی لازم جهت حرکت محور اصلی دستگاه
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		
۹		
۱۰		



با استفاده از منابع مختلف در دسترس در مورد انواع دستگاه‌های فرز تحقیق کرده و در کلاس ارائه نمایید.

## راه‌اندازی دستگاه

### وسایل مورد نیاز:

■ دستگاه فرز

- قبل از روشن کردن دستگاه از درگیر نبودن ابزار با قطعه کار و گیره مطمئن شوید.
- ابزار و وسایل اضافی را از روی میز دستگاه دور کنید.
- در صورتی که قطعه کار روی دستگاه بسته شده است از محکم بودن آن اطمینان حاصل کنید.
- در صورتی که محور افقی بلند روی دستگاه نصب گردیده است، هیچ‌گاه آن را بدون نصب یاتاقان جلوی دستگاه راه‌اندازی نکنید.

در صورتی که دستگاه دارای نشستی روغن است مسئول کارگاه را مطلع نمایید.

## مراحل انجام کار:

- بعد از پوشیدن لباس کار و کفش ایمنی مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز انجام دهید.
- ۱ چشمی روغن (روغن نما) جعبه‌دنده‌های اصلی و پیشروی دستگاه را کنترل نمایید. (سطح روغن چشمی باید تا شاخص تعیین شده باشد).
- ۲ سیستم روغن‌کاری مرکزی (روغن‌کاری ریل‌ها) را بررسی کنید که از شاخص مینیمم کمتر نباشد. (توجه روغن این مخزن مصرفی است هر چند روز یک بار بایستی پر شود).
- ۳ قبل از شروع به کار، جهت روغن‌کاری دستگاه اهرم پمپ دستی را چند بار حرکت دهید.
- ۴ اهرم حرکت خودکار دستگاه را در وضعیت خلاص قرار دهید.
- ۵ پس از حصول اطمینان از عدم برخورد تیغه فرز با قطعه کار و یا گیره، کلید برق اصلی را وصل و دستگاه را روشن کنید.



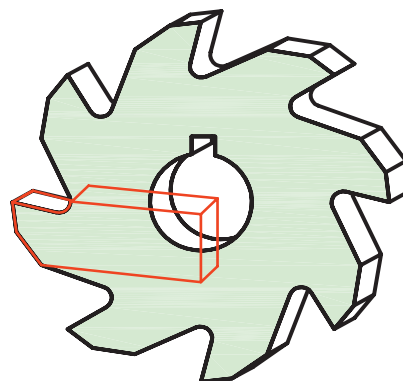
شکل ۲۲



در صورتی که قسمتی از دستگاه آسیب ببیند چه اقدامی انجام می‌دهید؟  
 الف) به هنرآموز اطلاع می‌دهم.  
 ب) بدون اطلاع هنرآموز به کار ادامه می‌دهم.  
 ج) دستگاه را خاموش کرده و سعی در برطرف کردن عیب دستگاه می‌کنم.

## تیغه‌فرزها

برای براده‌برداری در ماشین‌های فرز از تیغه‌فرز استفاده می‌شود. این ابزارها دارای تعدادی لبه‌های برنده هستند که با حرکت دورانی عمل براده‌برداری از روی قطعه کار را انجام می‌دهند. فرم اصلی هر لبه برنده را یک گوه تشکیل داده که زوایای اصلی را می‌توان روی آنها تشخیص داد.



شکل ۲۳

### طبقه‌بندی تیغه‌فرزها:

تیغه‌فرزها از نظر شکل و لبه‌های برنده با هم متفاوت هستند. تعداد دندانه و زوایای تیغه‌فرزها به جنس قطعه کار و قطر آنها بستگی دارد که از این نظر تیغه‌فرزهای غلتکی در سه گروه معرفی شده‌اند (جدول ۱).

جدول ۱

تیپ	شکل مقطع تیغه فرز غلتکی	تعداد دندانه	زاویه آزاد ( $\alpha$ )	کاربرد
W		۸ - ۴	$8^\circ$	فلزات نرم مثل آلومینیوم و مس
N		۱۰ - ۶	$7^\circ$	فولاد ساختمانی، چدن و فلزات غیر آهنی
H		۱۶ - ۱۰	$4^\circ$	فولادهای سخت

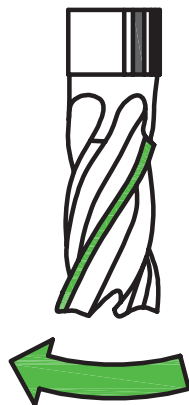
با توجه به جدول، تیپ تیغه فرزها با تعداد دندانه بیشتر (دنده ریزتر) برای فلزات سخت تر به کار می‌روند.



### انواع تیغه فرزها از نظر جهت پیچش (شکل ۲۴)

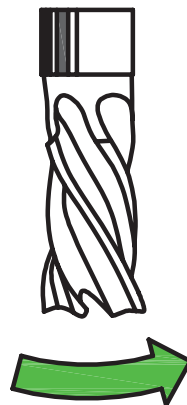
برای شناسایی بهتر جهت مارپیچ باید بدانیم که تیغه راست گرد علامت «ر» فارسی را تداعی می‌کند.

تیغه فرز راست گرد



گردش محور در جهت عقربه ساعت

تیغه فرز چپ گرد



گردش محور در جهت خلاف عقربه ساعت

شکل ۲۴

قبل از شروع به کار با تیغه فرز انگشتی و یا غلتکی حتماً به جهت گردش محور دقت کنید.



**جنس و شکل تیغه فرزها:** جنس تیغه فرزها متناسب با جنس قطعه کار انتخاب می‌شود که در زیر به بعضی از ویژگی‌های آنها اشاره شده است: (جدول ۲ و ۳)

جدول ۲

ردیف	جنس تیغه فرزها	خصوصیات و کاربرد آنها
۱	فولاد ابزار سازی	در مصارف محدود و تا دمای ۳۰۰ درجه سانتی گراد از آنها استفاده می‌شود.
۲	فولاد ابزار آلیاژی	متداول ترین نوع تیغه فرزها هستند و تا ۶۰۰ درجه سانتی گراد مقاومت خود را حفظ می‌کنند. آنها را با علامت SS و HSS نشان می‌دهند.
۳	کاربیدهای سمانته شده (فلزات سخت)	بهترین شرایط برای براده برداری را دارند و قابلیت خود را تا ۹۰۰ درجه سانتی گراد حفظ می‌نمایند و در تولید تیغه فرزهای تیغچه دار استفاده می‌شوند.
۴	سرامیکها	مقاومت سرامیکها در مقابل سایش و حرارت بسیار زیاد است و تا ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد سختی خود را حفظ می‌نمایند و برای براده برداری فولادهای سخت مناسب هستند.



جدول ۳- انواع تیغه فرز با توجه به شکل و سطح تیغه ها

ردیف	نام تیغه فرز	شکل	شماره	نام تیغه فرز	شکل
۱	انگشتی		۴	غلطکی	
	تیغچه دار		۵	غلطکی پیشانی	
۲	تی شکل		۶	شیار تراش	
				برش	
۳	فرم تراش		۷	جناق	
	مدولی		۸	دم چلچله	

نکته

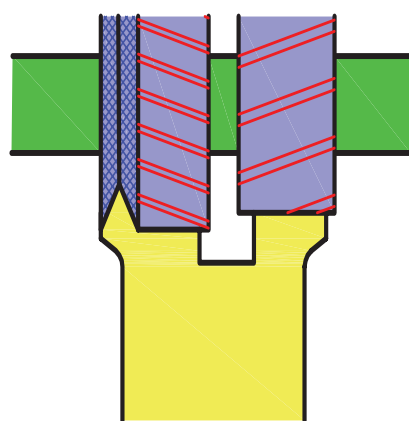
در پرداخت کاری از تیغچه های (اینسرت) با تعداد و لبه کمتر (مثلث، لوزی) درخشن کاری که نیاز به استحکام بیشتر است از اینسرت های با لبه بیشتر یا مقاطع گرد استفاده می شود.



تیغه‌فرزهای غلتکی: این تیغه‌فرزها لبه برنده محیطی به صورت مستقیم یا مارپیچ دارند و برای فرزکاری سطوح تخت مورد استفاده قرار می‌گیرند. تیغه‌فرزهای با شیار مارپیچ در مقایسه با تیغه‌های با شیار مستقیم آرام‌تر کار می‌کنند ولی عیب آنها در ایجاد نیروی محوری است لذا در هنگام سوار کردن روی میله فرزگیر دستگاه، بایستی آن را به نحوی قرار داد که امتداد نیروی محوری در جهت بدنه دستگاه فرز باشد، در غیر این صورت ممکن است یاتاقان فرزگیر از محور خارج شده، ایجاد صدمه کند (شکل ۲۵ و ۲۶).

تصویر کاربردی	شکل	نوع
		<p>غلتکی محیطی</p>

شکل ۲۵



کوپل کردن تیغه‌فرزهای غلتکی



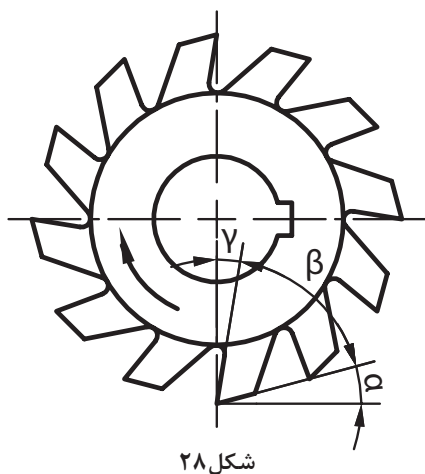
توجه به جهت گردش تیغه فرز در هنگام نصب

شکل ۲۶

■ تیغه‌فرزهای غلتکی پیشانی: این تیغه‌فرزها علاوه بر لبه‌های برنده محیطی، در پیشانی آنها نیز لبه برنده ایجاد شده و برای فرزکاری سطوح تخت و پله‌دار مناسب هستند. فرزکاری سطوح مستوی با این تیغه‌فرزها سطح صاف‌تری را نسبت به تیغه‌فرزهای غلتکی ایجاد می‌کند (شکل ۲۷).

تصویر کاربردی	شکل	نوع
		<p>غلطکی پیشانی</p>

شکل ۲۷



شکل ۲۸

جداول مربوط به زوایای تیغه فرز در کتاب همراه هنرجو آمده است.

### زوایای تیغه فرزا

لبه برنده تیغه فرزا مانند رنده‌های تراشکاری دارای زوایایی است که مقدار آنها با توجه به نوع و جنس تیغه فرز و جنس قطعه کار و همچنین روش براده برداری متفاوت است (شکل ۲۸).

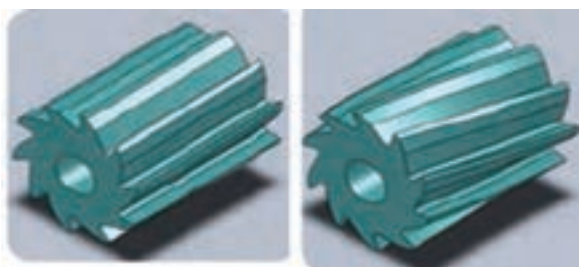
**α - زاویه آزاد:** زاویه بین سطح آزاد تیغه فرز و سطح مماس بر سطح قطعه کار را گویند که مقدار آن معمولاً بین ۴ تا ۱۴ درجه است.

**β - زاویه گوه:** زاویه بین سطح آزاد و سطح براده را گویند و معمولاً بین ۵۵° تا ۸۰° انتخاب می‌شود. هرچه جنس قطعه سخت‌تر باشد مقدار زاویه گوه بیشتر و برای قطعات نرم‌تر زاویه گوه کمتر انتخاب می‌شود.

**γ - زاویه براده:** زاویه بین سطح براده و سطح قائم را گویند و مقدار تقریبی آن بین ۵° تا ۳۰° است.

**σ - زاویه برش:** به مجموع زوایای آزاد و زاویه گوه گویند.

**λ - زاویه مارپیچ:** تیغه فرز ممکن است دارای لبه‌های برنده مستقیم (موازی محور فرز) و یا لبه برنده مارپیچ باشد. مقدار این زاویه به گام مارپیچ بستگی داشته و مقدار آن برای اجسام سخت در حدود ۱۰° تا ۳۵° درجه و برای اجسام نرم مقدار آن در حدود ۲۵° تا ۴۵° است (شکل ۲۹).



تیغه فرز دارای لبه برنده مستقیم      تیغه فرز دارای لبه‌های برنده مارپیچ

شکل ۲۹



۱ نام تیغه فرزهای جدول را بنویسید.

 <p>۵</p>	 <p>۱</p>
 <p>۶</p>	 <p>۲</p>
 <p>۷</p>	 <p>۳</p>
 <p>۸</p>	 <p>۴</p>

۱- تیغه فرز.....

۲- تیغه فرز.....

۳- تیغه فرز.....

۴- تیغه فرز.....

۱- تیغه فرز.....

۲- تیغه فرز.....

۳- تیغه فرز.....

۴- تیغه فرز.....

۲ در مورد اعداد حک شده روی تیغه فرزها تحقیق کرده و در کلاس ارائه نمایید.

### وسایل بستن تیغه فرز

برای بستن محکم، مطمئن و بدون لنگی تیغه فرز، از انواع میله فرزگیر و کُلت استفاده می‌شود. دنباله میله فرزگیرها را به منظور سوار کردن در سوراخ مخروطی محور اصلی دستگاه فرز، به فرم مخروطی می‌سازند. دنباله مخروطی میله فرزگیرها در دو نوع با نسبت مخروطی زیاد و با نسبت مخروطی کم ساخته می‌شوند.

میله فرزگیرها را به‌طور کلی به دو نوع دوطرفه (بلند) و یک طرفه (کوتاه) تقسیم می‌کنند.

■ **میله فرزگیرهای دو طرفه (بلند):** برای بستن تیغه فرزهای سوراخ‌دار مثل (غلطکی، پولکی، اره‌ای، مدولی و...) روی ماشین فرز افقی به کار می‌رود. میله فرزگیر را با قطرهای مختلفی می‌سازند که در سیستم متریک معمولاً دارای قطر ۱۶-۲۲-۲۷-۳۲ میلی‌متر می‌باشند. بر روی میله فرزگیر بوش‌هایی در نظر گرفته شده است که توسط آن می‌توان تیغه فرز را در موقعیت مناسبی از میله فرزگیر تنظیم کرد. روی میله فرزگیر جای خاری به منظور اتصال موقت تیغه فرز و میله فرزگیر تعبیه شده است.



شکل ۳۰



■ **میله فرزگیر یک طرفه (کوتاه):** میله فرزگیر یک طرفه معمولاً برای بستن تیغه فرز سوراخ‌دار بر روی محور ماشین‌های فرز عمودی و افقی به کار می‌رود. این میله فرزگیرها دارای خار طولی یا عرضی (پیشانی) می‌باشند که برحسب نوع جای خار تیغه فرز، مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۳۱).

شکل ۳۱



شکل ۳۲

■ **فرزگیر (کُلت):** تیغه فرزهای پیشانی تراش، انگشتی و هر نوع دیگری که دارای دنباله استوانه‌ای هستند را در کُلت می‌بندند. کُلت درون سوراخ مخروطی گلوبی دستگاه جا زده شده و به وسیله یک پیچ بلند از پشت دستگاه محکم بسته می‌شود (شکل ۳۲).



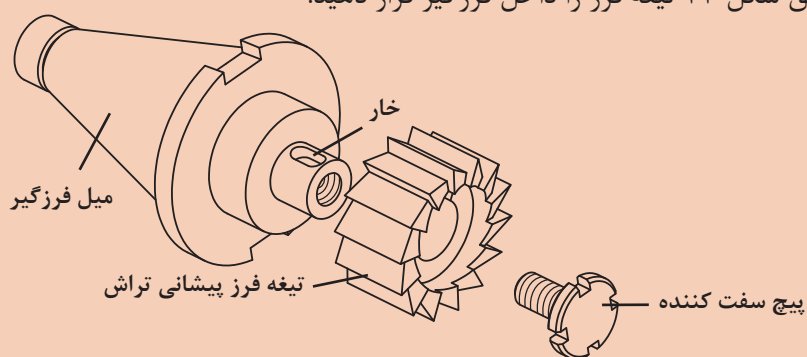
## نصب تیغه فرز پیشانی تراش وسایل مورد نیاز:

- ۱ دستگاه فرز عمودی
- ۲ آچار مخصوص بستن فرزگیر
- ۳ فرزگیر (کولت)
- ۴ تیغه فرز پیشانی تراش

### مراحل انجام کار:

پس از پوشیدن لباس کار، کفش ایمنی و دستکش (فقط برای بستن) وسایل مورد نیاز را تحویل بگیرید و ضمن رعایت نکات ایمنی مراحل انجام کار را به ترتیب بعد از توضیحات هنرآموز و با نظارت او انجام دهید.

- ۱ بررسی کنید دستگاه و ابزارها سالم و تمیز باشند. (در صورت لزوم تمیز و تعویض نمایید).
- ۲ مطابق شکل ۳۳ تیغه فرز را داخل فرزگیر قرار دهید.



شکل ۳۳

برای بستن می‌توان، از دستگاه کمکی بستن تیغه فرز روی فرزگیر مطابق شکل ۳۴ اقدام کرد.

نکته



شکل ۳۴



۱ دقت شود خار روی فرزگیر، متناسب با شیار تیغه فرز باشد.



شکل ۳۵

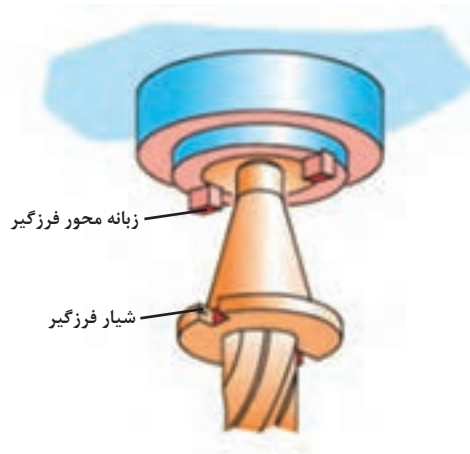
۲ دستگاه را خاموش کرده و روی دور کم تنظیم کنید.

۳ فرزگیر را تمیز کرده و داخل گلویی دستگاه طوری قرار دهید که زبانه محور فرزگیر داخل شیار فرزگیر قرار گرفته و آن را با آچار مخصوص سفت کنید. (باید در نظر داشته باشیم که گاهی فرزگیر از قبل بر روی محور ماشین نصب شده است که در این صورت می‌توانیم فقط تیغه فرز را تعویض کنیم)

۴ آچار را از روی محور فرزگیر بردارید.



هیچ گاه آچار روی دستگاه باقی نماند.



شکل ۳۶



شکل ۳۷





### نصب تیغه فرز غلتکی روی میله فرزگیر بلند

#### وسایل مورد نیاز:

- ۱ دستگاه فرز افقی
- ۲ آچار بستن فرزگیر
- ۳ فرزگیر بلند
- ۴ تیغه فرز غلتکی



- کلید برق اصلی دستگاه را در حالت خاموش قرار دهید.
- هنگام باز و بست پیچ‌ها از آچار مناسب استفاده شود.
- در هنگام جابه‌جایی و بستن تیغه فرز از پارچه استفاده شود.
- از ضربه زدن به محور و تیغه فرز خودداری کنید.

#### مراحل انجام کار:

- پس از پوشیدن لباس کار، کفش ایمنی: وسایل مورد نیاز را تحویل بگیرید و ضمن رعایت نکات ایمنی مراحل انجام کار را به ترتیب بعد از توضیحات هنر آموز و با نظارت او انجام دهید.
- تیغه فرز غلتکی و آچار مناسب را تحویل بگیرید.
  - ابتدا مهره سر میله فرزگیر بلند را شل کنید.
  - پیچ یاتاقان متحرک را شل کرده و آن را به آرامی از دستگاه جدا کنید (یاتاقان متحرک دارای وزن زیادی است).
  - جهت تنظیم فاصله تیغه فرز ابتدا چند بوش را روی میله قرار دهید و سپس تیغه فرز را روی میله قرار داده، خار آن را جا بزنید (بهتر است در صورت امکان تمام طول میله دارای خار باشد) (شکل ۳۸ الف).
  - مهره سر میله را کمی محکم کنید (شکل ۳۸ ب).
  - تکیه‌گاه متحرک را در محل مناسب قرار داده و پیچ آن را محکم کنید (شکل ۳۸ ج).
  - پیچ انتهایی میله فرزگیر را محکم کنید.



شکل ۳۸- الف



شکل ۳۸- ب



- ۱ هیچ‌گاه بدون قراردادن یاتاقان اقدام به باز یا بستن مهره نکنید.
- ۲ استفاده از آچار فرانسه و چکش برای باز و بسته کردن مهره ممنوع است.



شکل ۳۸- ج



به شکل با دقت نگاه کنید، ساعت نصب شده روی دستگاه فرز چه عملی را انجام می دهد؟



شکل ۳۹

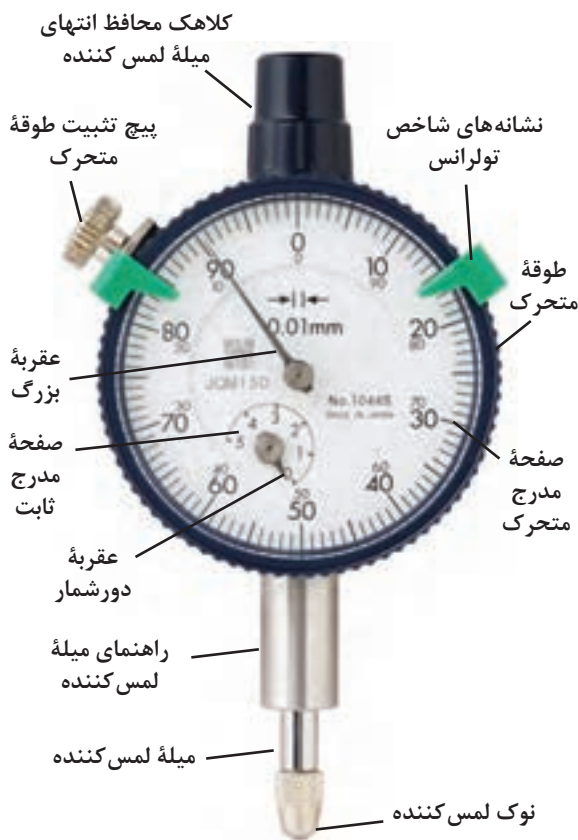
یکی از وسایل اندازه گیری که هم می تواند عمل اندازه گیری و هم کار کنترل را انجام دهد ساعت اندازه گیری است. ساعت اندازه گیری به یک صفحه مدرج عقربه دار مجهز است که می تواند اندازه و یا انحراف از اندازه های کوچک را به وسیله عقربه با بزرگ نمایی نشان دهد (شکل ۳۹).

ساعت های اندازه گیری برحسب کاربرد در شکل های متنوع و با تفکیک پذیری و گستره اندازه گیری مختلف ساخته می شوند (شکل ۴۰).



شکل ۴۰

- ساعت اندازه گیری دارای ویژگی هایی است که باعث استفاده زیاد آن در صنعت گردیده است از جمله:
- قابلیت بزرگنمایی ۱:۱۰۰ تا ۱:۱۰۰۰ را داراست.
- نیروی دست و همچنین حرارت دست اندازه گیر در مقدار اندازه تأثیری ندارد.
- خطای چشمی کم بوده و خواندن اندازه راحت تر است.
- در برابر تغییرات اندازه حساس است.
- محدودیت های ساعت اندازه گیری:
- در برابر ضربه بسیار حساس و آسیب پذیر است.
- گستره اندازه گیری آن محدود است.



شکل ۴۱

### اجزای ساعت اندازه گیری (شکل ۴۱):

- ۱ میله لمس کننده وظیفه انتقال اندازه به چرخ دنده‌های داخلی را به عهده دارد.
- ۲ نوک میله لمس کننده که به شکل عدسی، کروی، مخروطی ساخته می‌شود. چرا؟
- ۳ طوقه متحرک به صفحه ساعت متصل بوده و برای تنظیم ساعت در ابتدای کار به کار می‌رود.
- ۴ شاخک‌های تولرانسی که روی طوقه متحرک نصب شده و برای نشان دادن محدوده تولرانس اندازه قطعه به کار می‌رود.
- ۵ صفحه مدرج بزرگ که برای نشان دادن اندازه‌های کوچک (اعشاری) است و با عقربه بزرگ کار می‌کند.
- ۶ عقربه بزرگ برای نشان دادن اندازه‌های کوچک (اعشاری) به کار می‌رود که با صفحه بزرگ کار می‌کند.
- ۷ پیچ و زبانه قفل کننده طوقه متحرک که پس از تنظیم ساعت، پیچ آن محکم می‌شود.

۸ صفحه مدرج کوچک (دورشمار) که اندازه‌های بزرگ را نشان می‌دهد. این صفحه ثابت است.

۹ عقربه کوچک که همراه با صفحه کوچک ساعت از آن استفاده می‌شود (دور شمار).

### تفکیک پذیری و گستره اندازه گیری ساعت های اندازه گیری:

از مشخصات عمده و مهم هر وسیله اندازه گیری، تفکیک پذیری و گستره اندازه گیری است که در مورد ساعت اندازه گیری به یکدیگر بستگی دارند.

معمولاً ساعت با گستره اندازه گیری پایین دارای تفکیک پذیری بالا می‌باشد و بر عکس ساعت با گستره اندازه گیری بالا دارای تفکیک پذیری پایین می‌باشد.

توجه



ساعت‌های اندازه گیری در سیستم متریک و سیستم اینچی ساخته می‌شوند که در اینجا فقط به یک نوع ساعت اندازه گیری میلی متری پرداخته می‌شود:



شکل ۴۲

ساعت اندازه‌گیری میلی‌متری با تفکیک‌پذیری  $0/01$  میلی‌متر و گستره اندازه‌گیری  $10$  میلی‌متر: صفحه بزرگ ساعت  $100$  قسمتی است، به ازای یک میلی‌متر جابه‌جایی میله لمس‌کننده عقربه بزرگ یک دور کامل می‌چرخد بنابراین هر قسمت آن  $0/01$  میلی‌متر است. بنابراین هر دور کامل عقربه بزرگ ساعت، معادل  $1\text{mm} = 100 \times 0/01$  است.

صفحه کوچک  $10$  قسمت است و به ازای هر دور کامل عقربه بزرگ، عقربه کوچک یک واحد روی صفحه کوچک جابه‌جا می‌شود، پس هر واحد صفحه کوچک معادل  $1$  میلی‌متر است و گستره اندازه‌گیری ساعت  $10\text{mm} = 10 \times 1$  است (شکل ۴۲).

مثال: در ساعت اندازه‌گیری نشان داده شده اگر عقربه بزرگ روی فاصله  $47$  از صفحه بزرگ قرار داشته باشد و عقربه کوچک دور شمار هم کمی جلوتر از عدد  $5$  باشد، مقدار اندازه چند میلی‌متر است؟ (شکل ۴۳).



شکل ۴۳

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{صفحه کوچک} = 5\text{ mm} \\ \text{صفحه بزرگ} = 47 \times 0/01 = 0/47\text{ mm} \end{array} \right. \leftarrow \text{اندازه برابر است با } 5/47\text{ میلی‌متر}$$

پرسش



- ۱ در ساعت اندازه‌گیری اگر عقربه بزرگ روی فاصله  $83$  از صفحه بزرگ قرار داشته باشد و عقربه کوچک دور شمار هم کمی جلوتر از عدد  $2$  باشد، مقدار اندازه چند میلی‌متر است؟
- ۲ در ساعت اندازه‌گیری با تفکیک‌پذیری  $0/01$  و گستره اندازه‌گیری  $10$  میلی‌متر، اگر میله لمس‌کننده  $7/33$  میلی‌متر جابه‌جا شده باشد وضعیت عقربه‌های بزرگ و کوچک چگونه است.



جدول زیر را کامل کنید.

ساعت (mm ۱۰-۰/۰۱)		
عقره دور شمار	عقره بزرگ	اندازه نشان داده شده
۷	.....	۷/۶۷ mm
۳	۲۴	.....
.....	.....	۸/۳۷ mm

ساعت اندازه گیری به تنهایی قابل استفاده نیست و باید آن را روی نگهدارنده مناسبی (پایه) سوار کرد. پایه های ساعت در انواع مختلفی عرضه می شوند که در زیر به شرح یک نمونه از آنها می پردازیم:  
نگهدارنده میله ای با پایه آهن ربایی: این پایه دارای محل استقرار آهن ربایی است که به راحتی می توان آن را روی سطوح راهنمای دستگاه و یا هر محل دیگری، نصب کرد (شکل ۴۴).



شکل ۴۴

### کاربردهای ساعت اندازه‌گیری در صنعت:

اندازه‌گیری: اندازه‌گیری طولی قطعات با دقت ۰/۱ تا ۰/۰۱ میلی‌متر و گستره اندازه‌گیری بین ۱ تا ۱۰۰ میلی‌متر امکان‌پذیر است.

کنترل: یکی از کاربردهای خاص ساعت‌های اندازه‌گیری کنترل تولرانس‌های ابعادی و بعضی از تولرانس‌های هندسی قطعات صنعتی است. بعضی از ساعت‌های کنترلی روی پایه‌های مختلف در شکل زیر نشان داده شده است (شکل ۴۵).



ساعت مجهز به صفحه صافی



ساعت با پایه شیاردار



ساعت با نگهدارنده مفصلی و پایه چدنی



ساعت با نگهدارنده میله و پایه چدنی



شکل ۴۵

بعضی از کاربردهای ساعت اندازه‌گیری

ردیف	شرح	شکل	ردیف	ردیف	شرح
۱	کنترل تختی (پستی و بلندی) سطح با ساعت اندازه‌گیر مجهز به صفحه‌صافی		۱	کنترل گردی داخلی استوانه توسط ساعت با پایه شیاردار	
۲	کنترل تختی پیشانی توسط ساعت با پایه شیاردار		۲	تعیین زاویه مخروط، با حرکت ساعت روی مخروطی که بین دو مرغک بسته شده	
۳	کنترل گردی میله بسته شده بین دو مرغک توسط ساعت		۳	کنترل لنگی با ساعت اندازه‌گیری روی قطعه بسته شده بین دو مرغک	
۴	کنترل گردی میله توسط ساعت با کمک قطعه جناقی		۴	کنترل تختی پیشانی طوقه با ساعت اندازه‌گیری مجهز به صفحه صافی	

با جستجو در اینترنت و منابع دیگر در مورد انواع ساعت و کاربردهای آن تحقیق و به هنرآموز خود گزارش کنید.

تحقیق





## کنترل صحت ساعت اندازه گیری

### وسایل مورد نیاز:

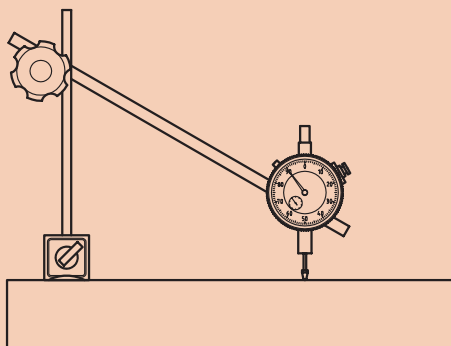
- ۱ ساعت (mm ۱۰ - ۰/۰۱) میلی متر
- ۲ پایه میله ای
- ۳ صفحه صافی
- ۴ بلوک سنج



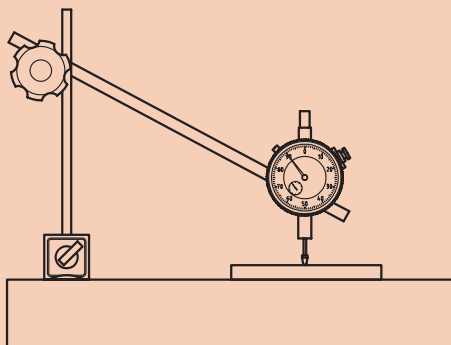
- ساعت های اندازه گیری در مقابل ضربه حساس هستند از افتادن و ضربه خوردن آنها جلوگیری کنید.
- هنگام تحویل ساعت از سالم بودن ساعت و پایه مغناطیس اطمینان حاصل کنید.
- قبل از نصب، محل قرارگیری پایه ساعت را با پارچه تمیز کنید.
- چنانچه ساعت روی پایه نگهداری می شود، دقت شود که نوک میله لمس کننده رو به پایین و موازی میله نگه دارنده باشد.
- اگر ساعت بدون پایه است حتماً پس از اتمام کار در جعبه مخصوص نگهداری شود.
- از دست کاری و تعمیر ساعت توسط افراد غیر مسئول خودداری گردد.
- پیچ های اتصال و تثبیت را به اندازه مناسب سفت کنید.

### مراحل انجام کار:

- ۱ ساعت اندازه گیری را روی نگه دارنده مناسب سوار کنید و مجموعه را روی صفحه صافی قرار دهید و کلید مغناطیس را فعال کنید.
- ۲ سر میله لمس کننده را به طور عمود بر صفحه صافی تماس کرده و عقربه بزرگ را به اندازه حدود یک چهارم دور تحت فشاردهی قرار دهید (شکل ۴۶).
- ۳ با استفاده از طوقه متحرک، صفر ساعت را زیر عقربه بزرگ تنظیم کنید.
- ۴ بلوک سنج را زیر میله لمس کننده قرار دهید و اندازه نشان داده شده را بخوانید. (شکل ۴۷).
- نکته: با توجه به شرایط کنترل لازم است ساعت اندازه گیری حدود یک چهارم گستره اندازه گیری اش فشرده شود.
- ۵ موقعیت عقربه کوچک را یادداشت کنید.
- ۶ عدد نشان داده شده توسط عقربه باید عدد روی بلوک سنج باشد.
- ۷ میزان خطای ساعت را تعیین کنید.



شکل ۴۶



شکل ۴۷





### نکات مهم در ارتباط با ساعت اندازه گیری

- با توجه به ابعاد قطعه کار از نگهدارنده مناسب استفاده شود. از سالم بودن مکانیزم آهنربای پایه نگهدارنده و بستها اطمینان حاصل شود.
- با توجه به اینکه ساعت‌های اندازه‌گیری با تفکیک‌پذیری زیاد، دارای گستره اندازه‌گیری کم هستند و فاقد دورشمارند، لذا باید در خواندن آن دقت نمود تا در تعداد دور اشتباهی رخ ندهد.
- مقادیر صحیح را از روی صفحه کوچک (دورشمار) و اندازه‌های اعشاری (کوچک) را از روی صفحه بزرگ ساعت بخوانید.
- برای اندازه‌گیری و یا کنترل سطوح شیب‌دار، نوک میله لمس‌کننده در بالاترین نقطه سطح شیب‌دار تنظیم و فشرده شود تا حرکت آن سیر نزولی داشته و از احتمال فشرده شدن زیاد آن در طول مسیر اندازه‌گیری یا کنترل جلوگیری شود.

## متعلقات دستگاه فرز

با توجه به کارهای متنوع دستگاه فرز از وسایل و متعلقاتی استفاده می‌شود که در ادامه به توضیح برخی از آنها می‌پردازیم:

### – وسایل بستن قطعه کار:

قطعات کار باید به طور مطمئن و محکم بسته شوند، در غیر این صورت در حین کار قطعه لرزش می‌کند و تغییر مکان پیدا می‌نماید و حتی ممکن است از جا کنده شود و خطرات غیرقابل پیش‌بینی را باعث گردد. قطعات روی میز ممکن است به سه حالت موازی با سطح میز، عمود بر سطح میز و یا تحت زاویه نسبت به سطح میز قرار گیرند. برای نگهداری قطعات از وسایل و تجهیزاتی استفاده می‌شود که عبارت‌اند از:

■ انواع گیره

■ بست‌ها (روبنده‌ها)

■ صفحات گونیایی و زاویه‌دار

■ وسایل مخصوص (فیکسچر)

**گیره:** گیره متداول‌ترین وسیله برای بستن قطعه کار است که به کمک پیچ و مهره روی میز دستگاه فرز بسته می‌شود. دامنه کارگیری آنها معمولاً زیاد نیست (شکل ۴۸). با توجه به شرایط ممکن است که گیره طوری نصب شود که فک‌های آن موازی میز و یا عمود بر میز باشد.

**گیره ساده (موازی):** سطح فک‌ها در این گیره موازی است.



گیره مدرج (پایه گردان)



گیره ساده

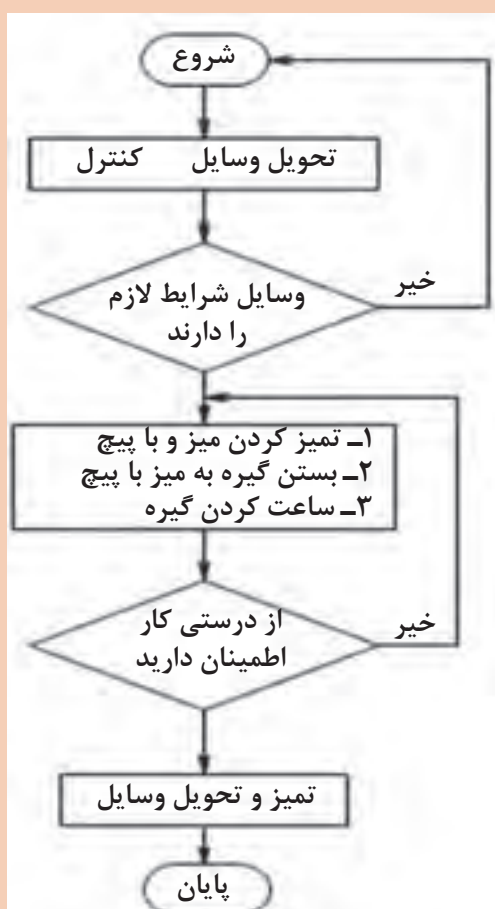
شکل ۴۸



## بستن گیره و ساعت کردن آن وسایل و تجهیزات مورد نیاز

- ۱ گیره
- ۲ ساعت اندازه گیری و پایه
- ۳ چکش لاستیکی
- ۴ آچار مناسب
- ۵ شمش سنگ خورده
- ۶ گونیا

### روند نمای انجام کار

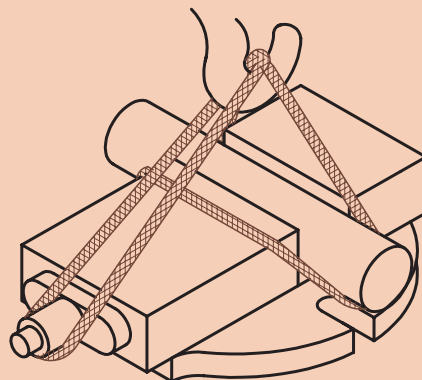


- برای حمل گیره حتماً از وسایل حمل مثل جرثقیل و یا میز چرخ دار استفاده کنید (شکل ۴۹).
- برای نصب از پیچ T شکل و آچار مناسب استفاده کنید.
- با توجه به ابعاد قطعه از گیره مناسب استفاده شود.



### مراحل انجام کار

- ۱ سطوح میز و کف گیره را تمیز نمایید و سپس گیره را روی میز قرار دهید.
- ۲ پیچ‌های گیره را درشیار میز قرار داده، آنها را کمی سفت کنید.



شکل ۴۹

#### نکته



شکل ۵۰

از گونیا نیز مطابق شکل می‌توان برای تنظیم مقدماتی بهره برد. البته باید خاطر نشان کرد که در گیره‌های با پایه دوار این اقدام کافی نیست و باید فلک‌ها با ساعت کنترل گردد.

- ۳ شاخص درجه‌بندی گیره را روی عدد صفر قرار داده و پیچ مربوط به آن را کمی محکم کنید (شکل ۵۰).
- ۴ پایه ساعت‌اندازه‌گیری را روی سطوح راهنما نصب کنید.
- ۵ نوک میله لمس‌کننده را با لبه فک ثابت گیره طوری مماس کنید که کمی فشرده شود.

نکته



چنانچه فک‌های گیره صیقلی نباشد می‌توان از شمش سنگ‌زده مطابق شکل برای ساعت کردن گیره استفاده کرد.



شکل ۵۱



۶ با حرکت میز به طرفین میزان انحراف ساعت را خوانده و در صورت انحراف گیره، به اندازه نصف آن مقدار، گیره را در جهت مخالف تنظیم کنید. ۷ این عمل را تا آنجا تکرار کنید که مقدار انحراف ساعت در حد تولرانس مجاز شود (شکل ۵۱). ۸ پیچ‌های گیره را به آرامی محکم نمایید.

نکته



هرگز برای سفت کردن پیچ‌ها از اهرم استفاده نکنید.

۹ در صورت نیاز از راهنمایی هنرآموز کمک بگیرید.

نکته



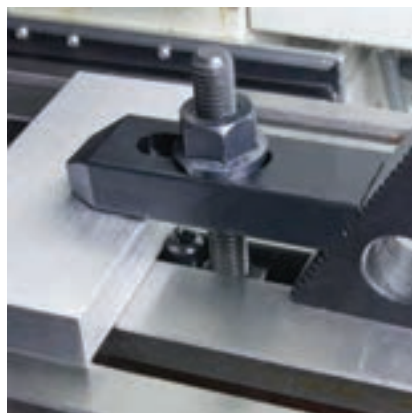
برای قطعات گرد باید از گیره‌بندی مناسب مطابق شکل استفاده نمایید.



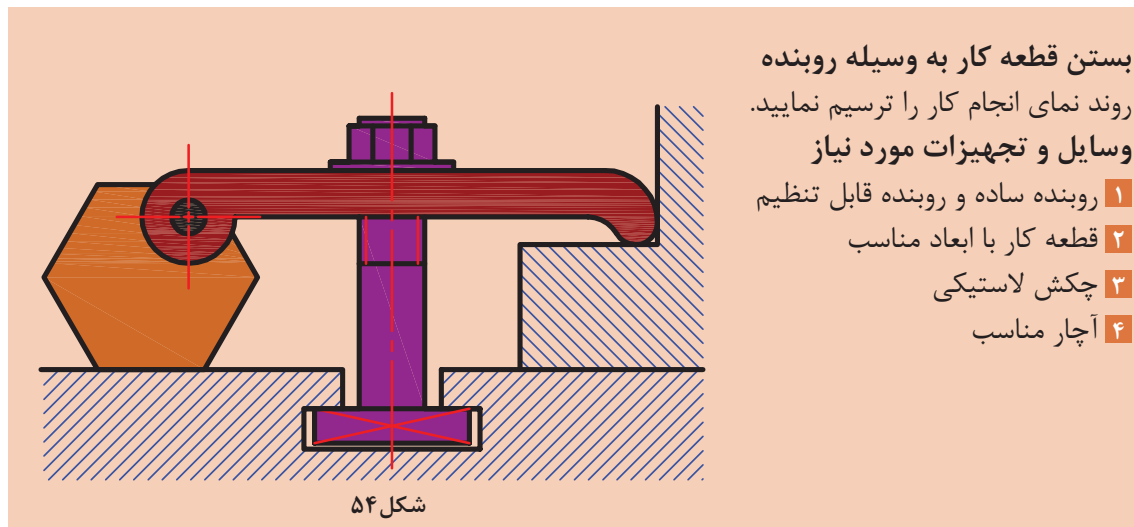
شکل ۵۲

### بست‌ها (روبندها):

قطعاتی را که نمی‌توان به گیره بست آنها را به کمک روبنده روی میز دستگاه محکم می‌کنند. برای این منظور و بر حسب مورد، از روبندهای متنوعی استفاده می‌شود. برای آن که سطح تماس روبنده با سطح کار موازی باشد و اتصال مطمئنی را به وجود آورد لازم است که در طرف دیگر روبنده از زیرسری مناسبی استفاده گردد. این زیر سری‌ها در فرم‌های منشوری، منشوری پله‌دار و قابل تنظیم ساخته می‌شوند (شکل ۵۳).



شکل ۵۳



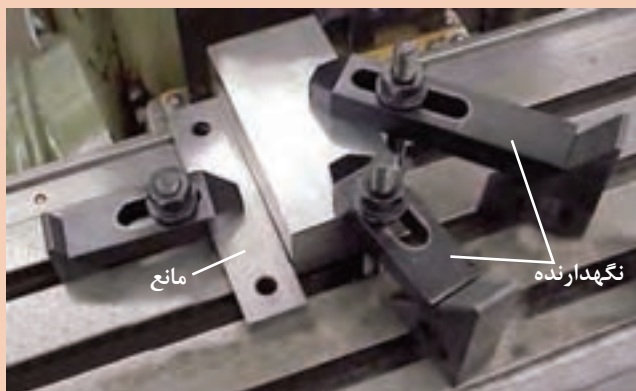
فعالیت عملی



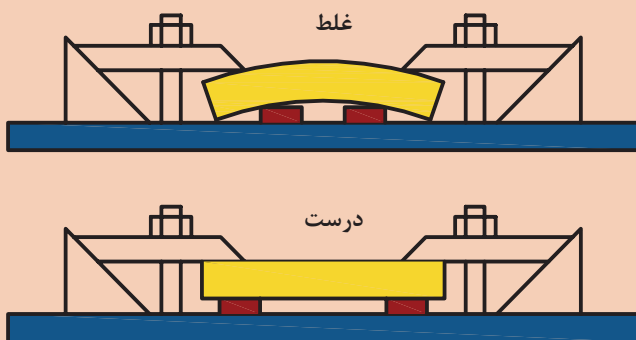
نکات ایمنی



- پیچ و مهره روبنده تا حد امکان نزدیک به قطعه کار باشد.
- برای نصب از پیچ و آچار مناسب استفاده کنید.
- برای نصب از پیچ T شکل استفاده شود.
- ارتفاع تکیه‌گاه با ضخامت قطعه کار برابر باشد.
- از سفت کردن بیش از حد پیچ‌ها خودداری شود.



شکل ۵۵



شکل ۵۶

### مراحل انجام کار

- ۱ سطح میز و شیارهای میز را تمیز کنید.
- ۲ قطعه را تمیز کرده و روی میز قرار دهید.
- ۳ قطعات رو بنده با پیچ مناسب را روی قطعه قرار دهید (ارتفاع دو طرف قطعه کار و زیرسری حتی الامکان یکی باشد) و به کمک آچار محکم کنید. در کار با زمان طولانی، به تناوب پیچ‌ها را آچارکشی کنید.
- ۴ در صورت استفاده از زیرکاری برای جلوگیری از خمیدگی، زیرکاری را در لبه‌های قطعه قرار دهید.
- ۵ قبل از شروع به براده برداری از عدم برخورد پیچ‌ها به ابزار، اطمینان حاصل کنید.

گاهی اوقات از رو بنده به عنوان تکیه‌گاه قطعه برای جلوگیری از حرکت قطعه نیز استفاده می‌شود (شکل ۵۵).

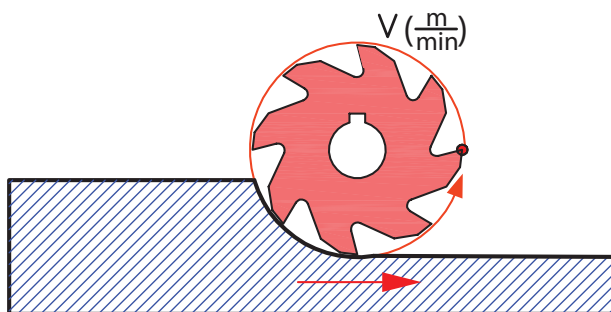
توجه



## سرعت برشی، عده دوران و سرعت پیشروی

مقدمه:

از عوامل مؤثر در کیفیت سطح و زمان انجام کار و همچنین قیمت تمام شده قطعات تولیدی، انتخاب سرعت برش، عده دوران و سرعت پیشروی مجاز می‌باشد. لذا شایسته است با توجه به اهمیت این موضوع نسبت به انتخاب صحیح مقدار سرعت برش و با توجه به عوامل تأثیرگذار روی آن و سفارش شرکت‌های سازنده ماشین‌های ابزار اقدام شود (شکل ۵۷).



شکل ۵۷

**– سرعت برش (v):**

مسافتی که لبه برنده تیغه فرز روی قطعه کار در یک دقیقه طی می کند را سرعت برش می گویند. سرعت برش سرعتی است که با آن عمل براده برداری انجام می شود. واحد سرعت برش در فرزکاری متر بر دقیقه ( $\frac{m}{min}$ ) است.

**الف) محاسبه سرعت برش (v):** با توجه به شکل ۵۷ نقطه واقع بر محیط تیغه فرز در یک دور حرکت به اندازه محیط دایره پیرامون تیغه فرز حرکت می کند بنابراین:

$$d \times \pi = \text{مسافت پیموده شده یک نقطه در یک دور برابر با محیط دایره پیرامون تیغه فرز (شکل ۵۷)}$$

$$2 \times \pi \times d = \text{مسافت پیموده شده همان نقطه در ۲ دور}$$

$$n \times \pi \times d = \text{مسافت پیموده شده همان نقطه در n دور}$$

$$v = d \times \pi \times n$$

$$v = \text{سرعت متر بر دقیقه } \left( \frac{m}{min} \right)$$

$$d = \text{قطر تیغه فرز mm}$$

$$n = \text{تعداد دور تیغه فرز RPM}$$

از آنجا که واحد سرعت برش متر بر دقیقه است و قطر تیغه فرز به میلی متر بیان می شود در تبدیل واحد کافی است که قطر تیغه فرز را به عدد ۱۰۰۰ تقسیم کنیم و فرمول نهایی سرعت برش چنین به دست می آید:

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

**– عوامل تأثیرگذار بر سرعت برش در فرزکاری**

- **جنس قطعه کار:** یکی از عواملی که در انتخاب سرعت برش تأثیر به سزایی دارد جنس قطعه کار است. اصولاً هرچه جنس قطعه کار سخت تر باشد سرعت برش کمتری انتخاب می شود.
- **جنس تیغه فرز (ابزار):** انتخاب سرعت برش با جنس تیغه فرز ارتباط مستقیم دارد و معمولاً با انتخاب تیغه فرزهای با جنس سخت تر امکان انتخاب سرعت برش بیشتر وجود دارد.
- **مایع خنک کننده:** مایع خنک کننده گرمای ناشی از تماس ابزار و قطعه کار را کاهش می دهد و به فرایند بهتر براده برداری و افزایش سرعت برش کمک می کند.
- **سطح مقطع براده:** درخشن تراشی سطح مقطع براده زیاد و سرعت برش کم و در پرداخت کاری سطح مقطع براده کم و سرعت برش زیاد را می توان انتخاب کرد.
- **توان ماشین:** با ماشین دارای ساختمان قوی تر و توان بیشتر می توان با سرعت برشی بیشتر ماشین کاری کرد.
- **دوام ابزار:** فاصله زمانی تیز کردن تا کند شدن ابزار را دوام ابزار می گویند. انتخاب سرعت مناسب باعث افزایش دوام ابزار می شود. در صورت کند بودن تیغه فرز باید سرعت پیشروی از حد معمول کمتر انتخاب شود. (البته کار با تیغه فرز کند توصیه نمی شود).
- ب) استفاده از جدول سرعت برش:** کارخانه های تولید ماشین های ابزار، سرعت برش را با توجه به عوامل مؤثر بر سرعت برش و از طریق تحقیق و آزمایش و تجربه به صورت جدول هایی ارائه می نمایند که در محیط کار استفاده می شود (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱- سرعت برش و سرعت پیشروی در فرزکاری

جنس قطعه کار (استحکام کششی) $(\sigma \frac{N}{m^2})$	(سرعت برش $\frac{m}{min}$ )						Z مقدار پیشروی میز به ازای یک دندان تیغه فرز بر حسب میلی متر mm				
	تیغه فرزهای SS			تیغه فرزهای تیغه دار			SS			تیغه دار	
	سطوح خشن	سطوح صاف	سطوح خیلی صاف	سطوح خشن	سطوح صاف	سطوح خیلی صاف	تیغه فرزهای غلطکی	پیشانی تراش	پولکی، انگشتی و فرم تراش	سطوح خشن	سطوح صاف
$\frac{N}{m^2}$ تا ۶۰۰	۱۶	۲۵	۳۲	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۴	۰/۰۸
$\frac{N}{m^2}$ تا ۷۰۰ تا ۶۰۰	۱۸	۲۲	۲۸	۱۱۰	۱۴۰	۱۸۰	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۸
$\frac{N}{m^2}$ تا ۸۰۰ تا ۷۰۰	۱۳	۲۰	۲۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۶۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۸
$\frac{N}{m^2}$ تا ۱۱۰۰ تا ۸۰۰	۱۰	۱۶	۲۰	۵۰	۸۰	۱۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۲	۰/۰۸
بیشتر از $\frac{N}{m^2}$ ۱۱۰۰	۱۰	۱۲	۱۴	۵۰	۷۰	۹۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۸
چدن ۱۵	۱۳	۲۰	۲۵	۵۰	۶۳	۸۰	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۵	۰/۱
چدن ۲۵	۱۰	۱۶	۲۰	۴۰	۵۰	۶۳	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۴	۰/۱
آلیاژهای مس و روی	۳۲	۴۰	۵۰	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۰/۲	۰/۲	۰/۰۷	۰/۵	۰/۰۷
فلزات سبک	۲۰۰	۳۱۵	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۳۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۲	۰/۱



## تعیین عده دوران مناسب در فرزکاری

با انتخاب سرعت برش مجاز و داشتن قطر تیغه فرز مقدار عده دوران از رابطه زیر به دست می آید:

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000} \Rightarrow n = \frac{v \times 1000}{d \times \pi}$$

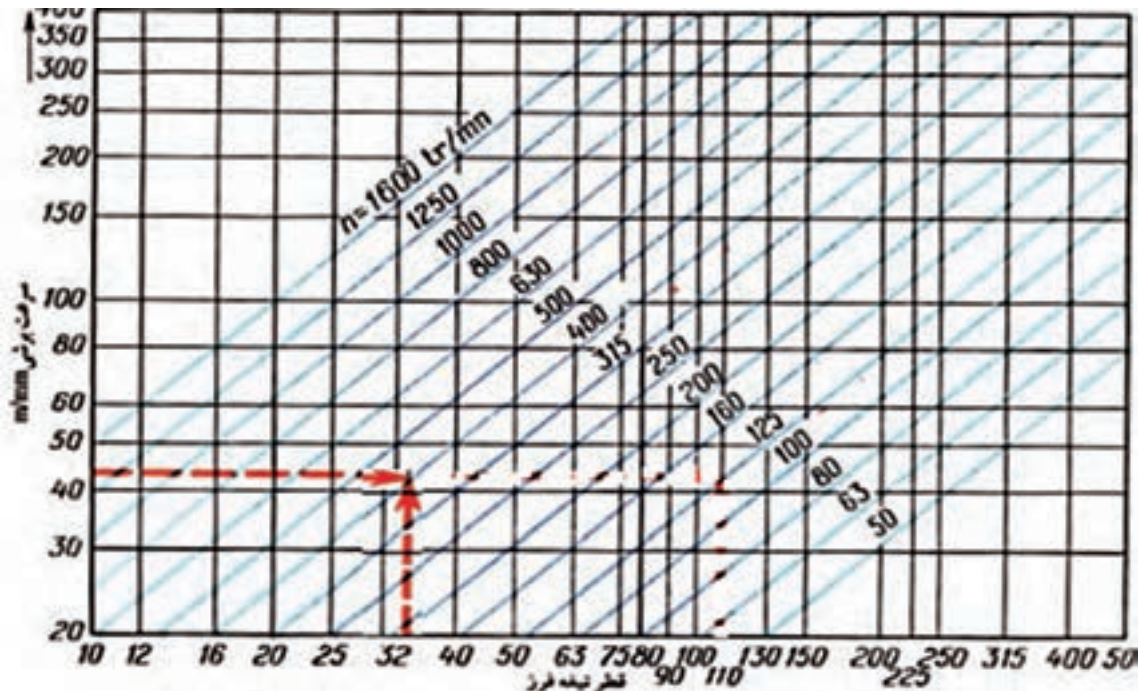
دوران به دست آمده ممکن است روی دستگاه قابل تنظیم نباشد که در چنین مواردی از نزدیک ترین عدد دوران موجود در جدول (ترجیحاً عدد کوچک تر) استفاده می شود.

مثال ۱: با تیغه فرز انگشتی به قطر  $d = 32\text{mm}$  قطعه ای از جنس چدن را فرزکاری خواهیم کرد. مطلوب است عده دوران تنظیمی ماشین در صورتی که جنس تیغه فرز از نوع تیغه دار و مقدار سرعت برش  $40$  متر بر دقیقه (از جدول سرعت برش) باشد:

$$n = \frac{v \times 1000}{d \times \pi} = \frac{40 \times 1000}{32 \times 3.14} = 398 \text{ RPM}$$

البته با توجه به دورهای قابل تنظیم، عده دوران  $400$  دور در هر دقیقه را تنظیم می کنیم. با داشتن قطر تیغه فرز و سرعت برش عده دوران ابزار را می توان از نمودار هم انتخاب کرد.

### نمودار تعیین عده دوران





دستگاه را بر روی عده دوران  $160^\circ$  دور در دقیقه تنظیم نمایید.

- تنظیم دور ، فقط در حالت خاموشی دستگاه انجام شود.
- در صورت عدم درگیری دنده‌ها، از اعمال نیروی زیاد خودداری کرده و محور فرزگیر را کمی با دست بچرخانید.

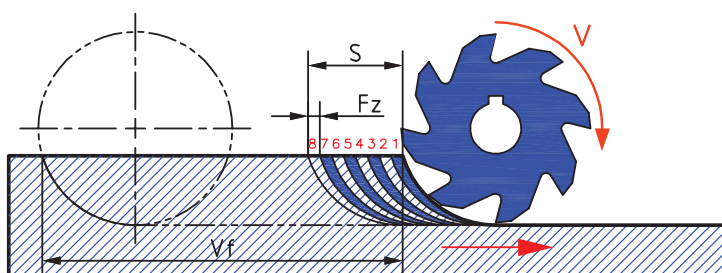
### مراحل انجام کار



شکل ۵۸

- ۱ پس از پوشیدن لباس کار و کفش ایمنی و تحویل دستگاه، میز را به اندازه کافی از محور ابزارگیر دور کنید.
- ۲ دستگاه را در حالت خاموشی قرار دهید.
- ۳ با رعایت نکات ایمنی حلقه داخلی را به عقب کشیده، سپس حلقه بزرگ را بچرخانید به طوری که عده دوران مورد نظر در قسمت بالا قرار گیرد. سپس حلقه داخلی را چرخانیده تا در محل خود قرار گیرد. شکل مقابل  $1250$  دور و یا  $2500$  دور را نمایش می‌دهد. برای تنظیم دور  $2000$  باید حلقه داخلی را چرخاند تا علامت سمت راست روبه‌روی عده دوران مورد نظر قرار بگیرد.
- ۴ فلش روی حلقه کوچک روبه‌روی هر کدام از دورها قرار بگیرد، همان دور ایجاد می‌شود.
- ۵ اگر از کلید استارت I استفاده شود دورهای کم و اگر از استارت II استفاده گردد دور زیاد ایجاد می‌شود.

موقع تعویض دور مطمئن شوید که آچار روی محور فرزگیر نباشد.



شکل ۵۹

- **سرعت پیشروی:** مقدار مسافتی که قطعه کار (بسته شده روی میز ماشین) در زمان یک دقیقه طی می‌کند را سرعت پیشروی گویند. مقدار پیشروی را می‌توان از طریق محاسبه و هم از جداول شرکت‌های سازنده ماشین ابزار

استخراج نمود. باید توجه شود که عوامل مؤثر بر سرعت برش در سرعت پیشروی هم می‌تواند تأثیرگذار باشد (شکل ۵۹).

### الف- محاسبه سرعت پیشروی

$$V_F = s \times n$$

$f_z =$  مقدار پیشروی میز به ازای هر دندانه تیغه فرز

$S =$  مقدار پیشروی به ازای یک دور تیغه فرز

$V_F =$  سرعت پیشروی میز برحسب میلی‌متر بر دقیقه

$$S = f_z \times z$$

$Z =$  تعداد دندانه تیغه فرز

$n =$  عده دوران تیغه فرز در یک دقیقه

$$V_F = f_z \times z \times n$$



شکل ۶۰

مثال: سرعت پیشروی میز ماشین فرزی برای فرزکاری با انگشتی به قطر ۱۶ میلی‌متر که ۴ دندانه دارد اگر مقدار  $F_z = 0.05 \text{ mm}$  و تعداد دوران ۱۲۵ دور در هر دقیقه باشد را محاسبه کنید.

$$V_F = f_z \times z \times n \rightarrow V_F = 0.05 \times 4 \times 125 = 25 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

حرکات طولی و عرضی و باردهی می‌تواند به دو صورت دستی و ماشینی (خودکار) تأمین گردد که در حالت دستی، با چرخش فلکه حرکت میز تأمین می‌شود که البته باید به صورت پیوسته و به آرامی انجام گیرد.

۱ برای فرزکاری قطعه‌ای از تیغه فرز غلتکی با قطر ۳۰ میلی‌متر استفاده می‌شود. در صورتی که سرعت برش ۱۵ متر بر دقیقه باشد، تعداد دوران قابل تنظیم چقدر است؟ (دوره‌های موجود دستگاه عبارتند از ۱۰۰۰، ۸۰۰، ۶۰۰، ۴۰۰، ۳۰۰، ۱۸۰، ۱۲۰، ۶۰، ۳۰) در صورت امکان روی دستگاه موجود در کارگاه تنظیم شود (با راهنمایی هنرآموز محترم و یا استادکار محترم).

۲ برای فرزکاری قطعه‌ای با عده دوران ۲۰۰ دور در دقیقه اگر مقدار پیشروی ۰/۸ میلی‌متر در هر دور باشد سرعت پیشروی چند میلی‌متر در دقیقه خواهد بود؟



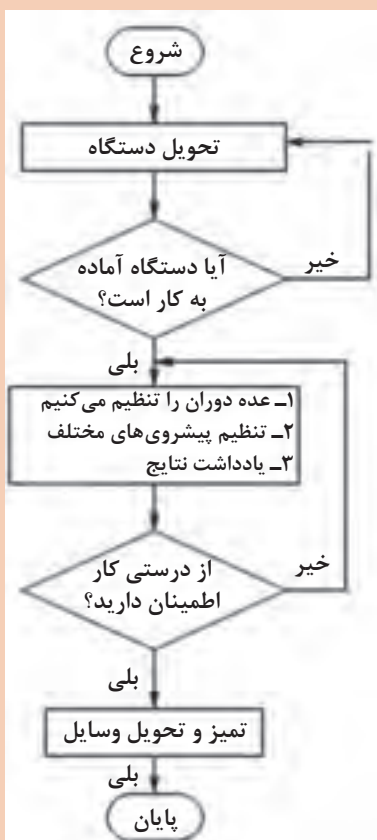


## تنظیم عده دوران و سرعت پیشروی دستگاه فرز وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

۱ دستگاه فرز

۲ قلم و کاغذ برای ثبت نتایج

### روند نمای انجام کار



- تنظیم دور، فقط در حالت خاموشی دستگاه انجام گردد.
- در صورت عدم درگیری دنده‌ها، از اعمال نیروی زیاد خودداری کرده و از فلکه‌ای که در بالای الکتروموتور قرار دارد استفاده کنید.

### مراحل انجام کار

- ۱ دستگاه فرز را تحويل بگیرید.
- ۲ پس از کنترل دستگاه برق دستگاه را وصل کنید.
- ۳ عده دوران‌های مختلف را با دقت در وضعیت قرارگیری فلکه تنظیم دور، تنظیم و یادداشت نمایید.
- ۴ پیشروی‌های مختلف را با دقت در وضعیت قرارگیری فلکه تنظیم پیشروی، تنظیم و یادداشت کنید.

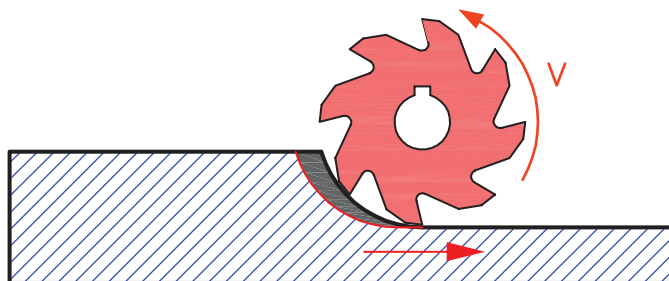
## روش‌های فرزکاری (همراه - معکوس)

در حین انجام عملیات فرزکاری ضربه‌های پی‌درپی به قطعه وارد می‌شود که ممکن است باعث ایجاد خسارت در ابزار و باعث ناصافی سطح کار گردد. یکی از علل ضربه‌های پی‌درپی چند لبه بودن ابزار برنده است که غیر قابل اجتناب است و یکی دیگر از عوامل بروز این مشکل، لقی پیچ هادی ماشین می‌باشد که مقدار این لقی به

وسیله گوه‌های مخصوص که روی میز تعبیه گردیده است قابل تنظیم می‌باشد. به دلیل وجود همین لقی در هنگام کار با ماشین‌های فرز و استفاده از ابزارهایی که لبه برنده آنها در محیط قرار گرفته است، دو روش عمده براده‌برداری تعریف شده است که با توجه به شرایط کار و دستگاه باید از روش مناسب‌تر آن استفاده کرد. این دو روش براده‌برداری عبارت‌اند از:

### ۱- براده‌برداری همراه:

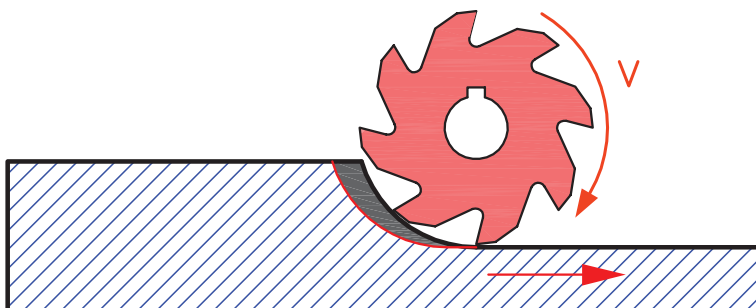
در این روش براده‌برداری، جهت دوران تیغه فرز و جهت پیشروی میز در نقطه تماس موافق و هم جهت می‌باشد و هر دندان عمل برش را از حداکثر ضخامت براده شروع کرده و بدین جهت نیروی برش از حداکثر شروع شده و به حداقل می‌رسد. از محاسن این روش فشرده شدن قطعه کار به میز و نیاز به نیروی گیره‌بندی کمتر است و امکان ماشین‌کاری قطعات نازک‌تر می‌باشد و از معایب آن این است که قطعه کار همراه با این نیرو به اندازه لقی بین دندانه پیچ و مهره میز به جلو رانده می‌شود و ایجاد نیروی ضربه‌ای می‌کند که می‌تواند باعث شکستن تیغه فرز گردد. به همین دلیل سعی می‌شود که از روش براده‌برداری همراه استفاده نشود مگر در ماشین‌هایی که برای براده‌برداری موافق طراحی شده‌اند (شکل الف - ۶۱).



شکل الف ۶۱

### ۲- روش براده‌برداری معکوس:

در این روش براده‌برداری جهت دوران تیغه فرز و جهت پیشروی میز ماشین در نقطه تماس بر خلاف یکدیگر می‌باشد. در این حالت دندانه تیغه فرز ابتدا از حداقل ضخامت براده شروع کرده و ضمن دوران تیغه فرز و پیشروی میز مقدار بار به حداکثر می‌رسد. بنابراین هر یک از دندانه‌ها قبل از درگیری با کار، روی سطح کار کمی سر خورده و سپس با آن درگیر می‌شود که این عمل باعث کند شدن سریع تیغه فرز است و سطح موج‌دار می‌شود. اشکال دیگر این روش این است که نیروی برش سعی در جدا کردن قطعه کار از سطح میز ماشین را دارد. بنابراین قطعه کار باید کاملاً مطمئن و محکم به میز بسته شود. از محاسن این روش این است که نیروی برش قطعه کار را در جهت مخالف فشار داده و در نتیجه لقی پیچ میز ماشین گرفته می‌شود. به همین دلیل در ماشین‌های معمولی (که دارای پیچ‌های حرکتی معمولی هستند) این روش بهتر است (شکل ب - ۶۱).

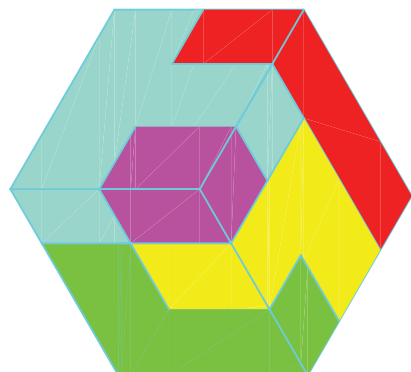


شکل ب ۶۱



- در موقع کار با ماشین فرز معمولی بهتر است از روش براده برداری معکوس استفاده کنیم.
- در هنگام شروع براده برداری از جهت دوران صحیح تیغه فرز مطمئن شوید.

## گونیا کردن سطوح در فرز کاری



شکل ۶۲

در شکل مقابل برای اینکه اجزای قطعه به طور صحیح کنار هم قرار گیرند چه شاخصه مهمی باید داشته باشند؟ از آنجا که قطعات تولیدی در فرز کاری بیشتر به فرم مکعبی می‌باشند و دارای سطوح موازی و متعامد هستند لازم است که حتماً این قطعات به عنوان قطعه مبنا گونیاکاری شوند تا در مراحل بعد موضوعاتی نظیر ایجاد شیار، سوراخ و غیره در بحث تolerانس‌های هندسی نسبت به سطوح مبنا دچار اشکال نشوند (شکل ۶۲).

### تعامد (گونیا بودن دوسطح)

برای کنترل زوایای یک قطعه می‌توان از وسایل ثابت و یا متغیر اندازه‌گیری زوایا استفاده کرد. یکی از وسایل اندازه‌گیر ثابت گونیاها و از وسایل اندازه‌گیر متغیر زاویه‌سنج‌ها را می‌توان نام برد. گونیا وسیله‌ای است که از آن برای عملیات خط‌کشی، کنترل زوایا و بعضاً اندازه‌گیری طول و کنترل تعامد، تختی و مستقیمی سطوح و ... در کارگاه و آزمایشگاه استفاده می‌شود (شکل ۶۳).



گونیا ی دقیق (مویی)

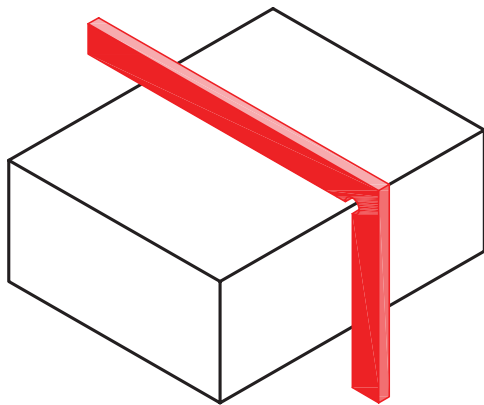


گونیا با تیغه مدرج

شکل ۶۳

قبل از استفاده کردن گونیا لازم است از کالیبره بودن آن اطمینان حاصل شود.





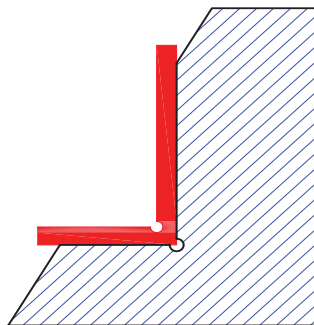
شکل ۶۴

**روش کنترل با گونیا**  
هنگام کار با گونیا توجه شود که دو ضلع گونیا بر سطح کار عمود قرار گیرند (شکل ۶۴).

کنترل گونیایی بودن زاویه خارجی قطعه کار، دو ضلع گونیا را عمود بر سطح مورد نظر به نظر به نحوی که در مقابل چشم باشد قرار دهید و از طریق میزان عبور نور سطح را کنترل کنید (شکل ۶۵).



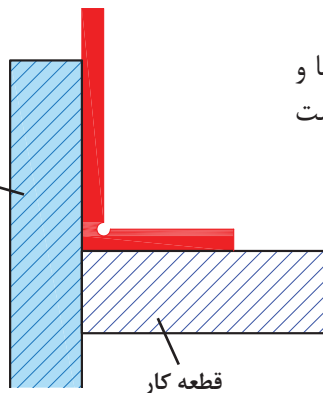
شکل ۶۵



شکل ۶۶

برای کنترل زوایای داخلی، پایه گونیا را روی سطح افقی قرار دهید و سپس آن را به سطح عمودی نزدیک کنید (شکل ۶۶).

تکیه گاه کمکی  
(منشور سنگ خورده)



شکل ۶۷

کنترل تعامد دو سطح یک قطعه، با استفاده از گونیا و تکیه گاه کمکی (منشور استاندارد) نیز امکان پذیر است (شکل ۶۷).

## تعریف گونیاکاری:

گونیا کردن قطعه به مجموعه عملیات فرزکاری گفته می‌شود که به منظور عمود کردن تمام یا بعضی از وجوه یک بلوکه مکعب مستطیل انجام می‌گیرد.

فعالیت عملی



### نام قطعه: روبنده

جنس: St37

ابعاد مواد اولیه:  $104 \times 38 \times 20$  mm

تولرانس: ISO ۲۷۶۸ -f

کیفیت سطوح: Ra = ۶/۳

### تجهیزات و ابزارهای مورد نیاز:

- ۱ دستگاه فرز با امکانات لازم جهت بستن تیغه فرز و قطعه کار
- ۲ تیغه فرز مناسب
- ۳ زیرکاری
- ۴ گونیای مویی
- ۵ کولیس
- ۶ چکش پلاستیکی
- ۷ سوهان تخت جهت پلیسه‌گیری

قطعه مکعب مستطیلی به ابعاد اولیه  $104 \times 38 \times 20$  mm را فرزکاری نمایید.

نکات ایمنی



- ۱ از عینک ایمنی و لباس کار مناسب استفاده نمایید.
- ۲ وضعیت دستگاه را کنترل نمایید و در صورت کمبود روغن یا وجود مشکلی دیگر، دستگاه را خاموش و به هنرآموز محترم اطلاع دهید.
- ۳ قبل از راه‌اندازی از محکم بودن قطعه کار و تیغه فرز اطمینان حاصل کنید.
- ۴ تنظیم اهرم‌های تغییر دور و پیشروی در حالت خاموش بودن دستگاه انجام شود.
- ۵ باز و بسته کردن و کنترل ابعاد قطعه در زمان خاموش بودن دستگاه صورت گیرد.
- ۶ دستگاه روشن و در حال انجام کار را رها ننمایید.
- ۷ از مایع خنک‌کننده مناسب استفاده نمایید.
- ۸ دستگاه مجهز به اتصال زمین ارتینگ (Earthing) باشد.
- ۹ در صورت استفاده از فرز افقی یا تاقان‌ها باید روغن کاری شوند.

### مراحل انجام کار

- ۱ پس از انتخاب دستگاه فرز، تیغه فرز مناسب روی دستگاه نصب کنید.





شکل ۶۸

۲ تعداد دور و سرعت پیشروی مناسب را محاسبه و تنظیم نمایید.  
 ۳ گیره مناسب انتخاب و پس از تمیز نمودن سطح میز دستگاه و گیره آن را روی میز دستگاه نصب و سپس به وسیله ساعت اندازه‌گیری آن را با میز تنظیم کنید (شکل ۶۹).



شکل ۶۹

۴ قطعه را به طور مطمئن در گیره محکم کنید. برای جلوگیری از انحراف قطعه در حین کار و پر کردن زیر قطعه از زیرکاری مناسب (قطعات استاندارد پرداخت شده) استفاده کنید (شکل ۷۱).

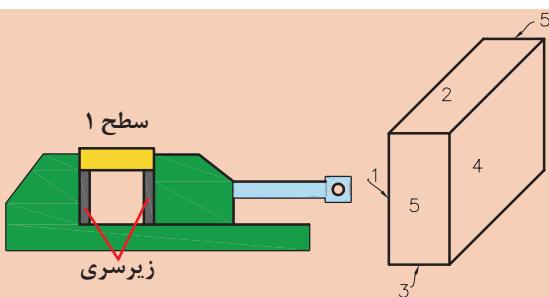


شکل ۷۰

۵ سطح کوچک تر و صاف تر از قطعه مورد نظر را به وسط فک ثابت گیره تکیه داده و گیره را کمی محکم نموده و ضمن کنترل افقی بودن قطعه آن را محکم کنید.  
 برای اطمینان از چسبیدن قطعه به زیرکاری در هنگام محکم کردن قطعه از چکش پلاستیکی استفاده نمایید (شکل ۷۰).

جهت محکم کردن گیره و تیغه فرز از چکش و اهرم استفاده نشود.

هشدار



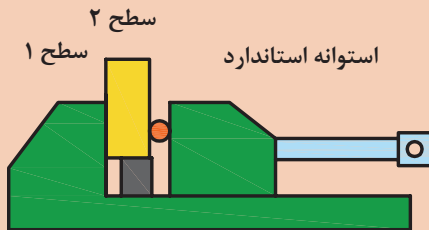
شکل ۷۱

شکل ۷۲

۶ با رعایت اصول ایمنی و با اطمینان از فاصله مناسب تیغه فرز و قطعه کار، دستگاه را روشن کنید و پس از مماس کردن و تنظیم حلقه میز عمودی دستگاه به آرامی شروع به براده برداری کنید (سطح شماره ۱). برای مماس کردن دستگاه را روشن کنید و به قطعه نزدیک کنید. کاغذ نازک و بلند را بین تیغه فرز و قطعه کار قرار داده و تیغه فرز را به آرامی به طرف قطعه حرکت دهید تا کاغذ حرکت کند، که نشان دهنده تماس ابزار با قطعه کار است.

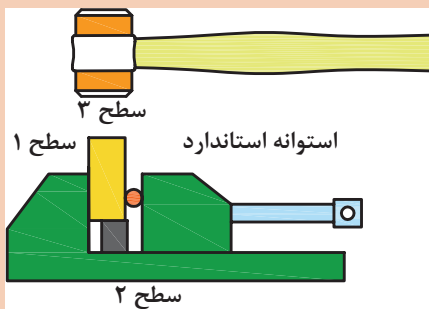


در مرحله خشن کاری ابعاد قطعه تا اندازه ۰/۴ میلی متر بزرگ تر از اندازه قطعه نهایی در نظر گرفته شود.



شکل ۷۳

۷ قطعه را چرخانیده به گونه‌ای که سطح براده برداری شده (سطح شماره ۱) به فک ثابت گیره تکیه داده شود و در طرف مقابل بین قطعه و فک متحرک گیره یک میله استوانه‌ای استاندارد قرار دهید و سپس آن را محکم کنید و سطح شماره ۲ را فرز کاری نمایید. (افقی بودن قطعه کنترل شود) استفاده از میله استاندارد می‌تواند خطای ناشی از لقی فک متحرک گیره و ناصافی قطعه را به حداقل برساند، البته با توجه به کاهش سطح گیره‌بندی باید مقدار عمق براده کمتر انتخاب گردد (شکل ۷۳).



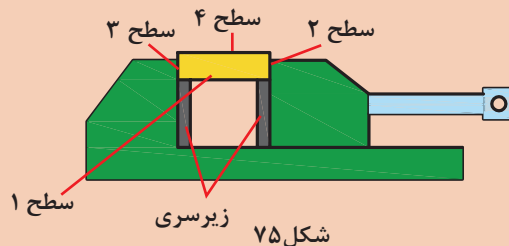
شکل ۷۴

۸ سطح تراشیده شده در مرحله قبل (سطح شماره ۲) را به زیرکاری تکیه داده و گیره را محکم کنید و سطح شماره ۳ را ماشین کاری نمایید. برای اطمینان از چسبیدن قطعه به زیرکاری در هنگام محکم کردن قطعه از چکش پلاستیکی استفاده نمائید (شکل ۷۴).



در هر مرحله در صورت نیاز، به کمک سوهان قطعه را پلیسه‌گیری نمایید.

۹ در این مرحله سطح تراشیده شده (سطح شماره ۳) را به فک ثابت گیره تکیه داده و همانند مراحل قبل سطح شماره ۴ را ماشین کاری نمایید. لازم به ذکر است در این مرحله نیازی به استفاده از میله استوانه‌ای نیست.

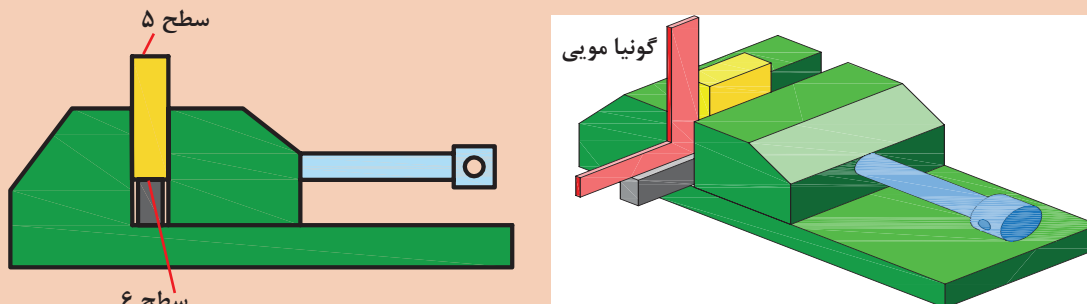


شکل ۷۵

به نظر شما چرا در بعضی از مراحل بستن قطعه کار از میله استوانه‌ای استفاده نشده است؟



۱۰ برای تنظیم سطح شماره ۵ از گونیا مویی استفاده می‌شود. یک تیغه گونیا را به بدنه قطعه تکیه داده و پایه آن را روی سطح زیرکاری گذاشته و قطعه را به آرامی محکم کنید (شکل ۷۶).



شکل ۷۶

۱۱ برای ماشین کاری سطح آخر قطعه (سطح شماره ۶) به همان روش سطح شماره ۵ عمل می‌شود، البته استفاده از گونیا جهت تنظیم در این مرحله لازم نیست.



در صورت بلند بودن طول قطعه کار نسبت به ابعاد گیره، بهتر است برای فرزکاری سطوح ۵ و ۶ مطابق شکل عمل کنید (شکل ۷۷).

شکل ۷۷

توجه



علت استفاده نکردن از گونیا در تنظیم قطعه برای ماشین کاری سطح شماره ۶ چیست؟

پرسش



۱۲ پرداخت کاری- ماشین کاری‌های مرحله اول برای خشن کاری انجام شد و برای ایجاد اندازه نهایی با دقت مورد نظر، یک مرحله دیگر ماشین کاری دقیق بر روی تمام سطوح صورت می‌گیرد.

۱۳ قطعه کار را باز کرده پس از پلیسه‌گیری کنترل نمایید.

۱۴ قطعه کار و گزارش کار را به هنر آموز ارائه نمایید.



با مشورت با سایر هنرجویان مراحل پرداخت کاری قطعه را نوشته و در صورت تأیید هنرآموز محترم اجرا نمایید.

### تمیز کردن دستگاه:

پس از پایان ماشین کاری باید براده و مواد خنک کننده باقیمانده روی دستگاه را به طور مناسب تمیز کرد. برای این منظور از پارچه های نظیف که برای این کار مناسب هستند استفاده نمایید. ابتدا براده های درشت را به وسیله قلم مو از روی دستگاه پاک کنید و سپس به کمک پارچه سطوح را کاملاً از براده و مواد خنک کننده پاک نمایید. مطمئن شوید که هیچ گونه مواد خنک کننده روی دستگاه و بین سوپرت ها باقی نماند، چرا که باعث تخریب سطوح دستگاه می شوند. در پایان سطوح لغزنده دستگاه را به وسیله روغن چرب کاری کنید و در انتها اطراف دستگاه را تمیز و براده ها را به محل تعیین شده در کارگاه منتقل کنید.

هیچ گاه در موقع روشن بودن دستگاه فرز اقدام به نظافت آن نکنید.

هشدار



تحقیق



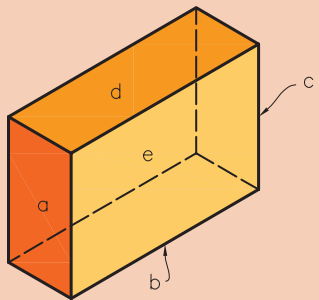
اهمیت گونیا کاری و موارد کاربرد آن را بررسی و نتیجه را در کلاس ارائه نمایید.

فعالیت  
کارگاهی



### کنترل قطعه با گونیای مویی

جدول زیر را با توجه به قطعه ای که ساخته اید (مطابق شکل روبه رو) کامل کنید.



شکل ۷۸

### کنترل گونیایی قطعه نسبت به نقشه با گونیای مویی

شرح اصلاح:	<input type="checkbox"/> نیاز به اصلاح دارد: <input type="checkbox"/> نیاز به اصلاح ندارد:	سطح a نسبت به سطح d
شرح اصلاح:	<input type="checkbox"/> نیاز به اصلاح دارد: <input type="checkbox"/> نیاز به اصلاح ندارد:	سطح c نسبت به سطح b
شرح اصلاح:	<input type="checkbox"/> نیاز به اصلاح دارد: <input type="checkbox"/> نیاز به اصلاح ندارد:	سطح e نسبت به سطح a
شرح اصلاح:	<input type="checkbox"/> نیاز به اصلاح دارد: <input type="checkbox"/> نیاز به اصلاح ندارد:	سطح e نسبت به سطح b

به کمک کولیس ۰/۰۵mm، قطعه ساخته شده را کنترل کنید و جدول را کامل کنید.

کنترل ابعادی قطعه نسبت به تolerانس‌های داده شده در نقشه با کولیس ۰/۰۵ میلی‌متر

طول قطعه = اندازه نقشه =	نیاز به اصلاح دارد: <input type="checkbox"/>	نیاز به اصلاح ندارد: <input type="checkbox"/>	شرح اصلاح:
عرض قطعه = اندازه نقشه =	نیاز به اصلاح دارد: <input type="checkbox"/>	نیاز به اصلاح ندارد: <input type="checkbox"/>	شرح اصلاح:
ارتفاع قطعه = اندازه نقشه =	نیاز به اصلاح دارد: <input type="checkbox"/>	نیاز به اصلاح ندارد: <input type="checkbox"/>	شرح اصلاح:

فعالیت عملی



### گونیاکاری قطعه شماره ۱ گیره:

جنس: st۳۷

ابعاد مواد اولیه: ۱۵×۱۰۰×۲۵۵ mm

تولرانس: ISO ۲۷۶۸ -f

تجهیزات و ابزارهای مورد نیاز:

۱ دستگاه فرز با امکانات لازم جهت بستن تیغه‌فرز و قطعه‌کار

۲ تیغه‌فرز پیشانی تراش

۳ زیرکاری مناسب

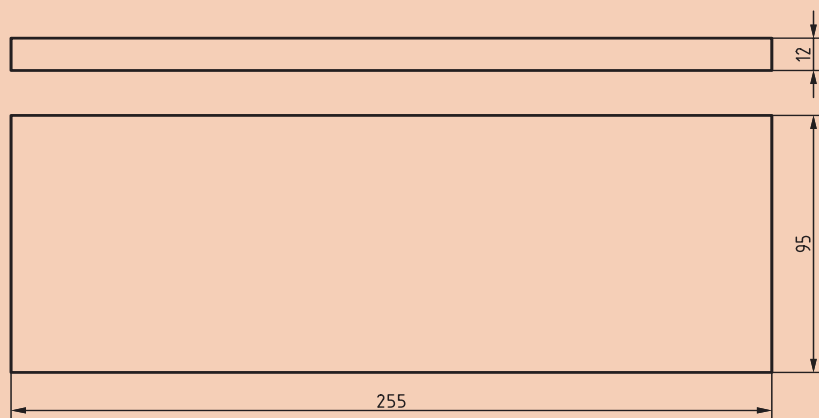
۴ گونیا مویی

۵ کولیس

۶ چکش پلاستیکی

۷ سوهان تخت جهت

پلیسه‌گیری





- ۱ از عینک ایمنی و لباس کار مناسب استفاده نمایید.
- ۲ وضعیت دستگاه را کنترل نمایید و در صورت کمبود روغن یا وجود مشکلی دیگر، دستگاه را خاموش و به هنرآموز محترم اطلاع دهید.
- ۳ قبل از راه اندازی از محکم بودن قطعه کار و تیغه فرز اطمینان حاصل کنید.
- ۴ تنظیم اهرم‌های تغییر دور و پیشروی در حالت خاموش بودن دستگاه انجام شود.
- ۵ باز و بسته کردن و کنترل ابعاد قطعه در زمان خاموش بودن دستگاه صورت گیرد.
- ۶ دستگاه روشن و در حال انجام کار را رها ننمایید.
- ۷ از مایع خنک کننده مناسب استفاده نمایید.
- ۸ دستگاه مجهز به سیم اتصال زمین (ارت) باشد.

### مراحل انجام کار

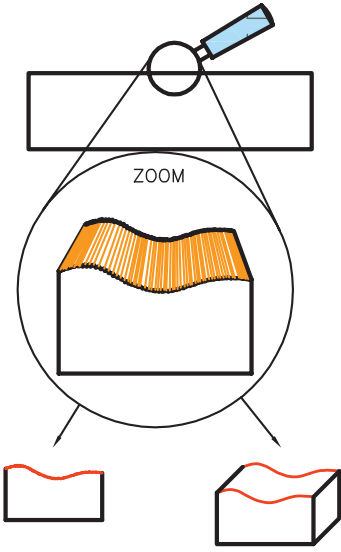
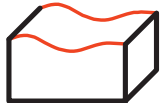
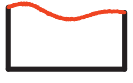

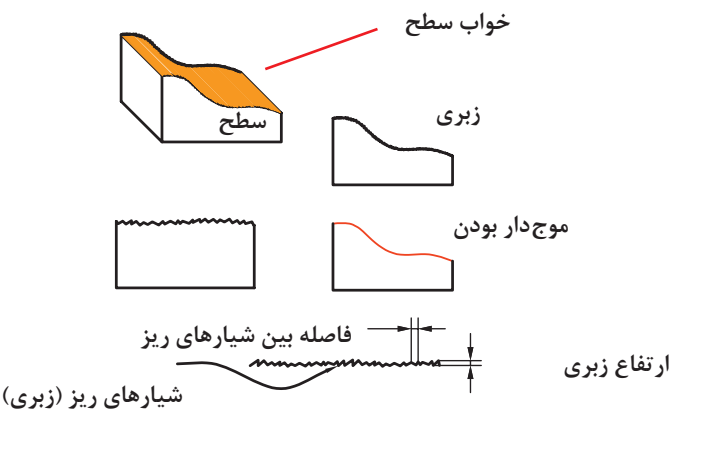
- ۱ قطعه کار را خط کشی کرده و سپس به گیره ببندید.
- ۲ تیغه فرز پیشانی تراش را روی دستگاه نصب کنید و عده دوران و سرعت پیشروی مناسب را تنظیم نمایید.
- ۳ با رعایت موارد ایمنی دستگاه را روشن نمایید.
- ۴ تیغه فرز را با کار مماس کنید و حلقه تنظیم حرکت عمودی را روی صفر تنظیم کنید.
- ۵ عمق بار را تنظیم و براده برداری را تا پایان کار ادامه دهید و سپس دستگاه را خاموش نمایید.
- ۶ اندازه و کیفیت سطوح تولید شده را کنترل نمایید.
- ۷ دستگاه را تمیز کنید و لوازم را تحویل دهید و گزارش کار و قطعه را به هنرآموز تحویل نمایید.

### نقشه خوانی و علائم کیفیت سطح

یکی از عوامل مهم در تولید قطعات، کیفیت سطح است. با توجه به استفاده از دستگاه‌های مختلف برای تولید قطعه، محصول تولید شده دارای کیفیت سطح متفاوت می‌باشد.

اغلب قطعات صنعتی به کیفیت سطح مناسبی نیاز دارند تا به نحوی مطلوب کار کنند، ولی ایجاد کیفیت سطح بیش از حد مورد نیاز، باعث افزایش هزینه تولید می‌شود. معمولاً سطوح آزاد قطعه (سطحی که با قسمت مجاور در تماس نیست) دارای کیفیت سطح پایین تری است و حتی بدون عملیات ماشین کاری قابل استفاده است در حالی که سطوحی که در تماس با یکدیگرند دارای کیفیت سطح بالاتری می‌باشند. بنابراین در صنعت هر سطح تا آن اندازه پرداخت می‌شود که بتواند وظیفه محوله را با دقت لازم انجام دهد. جهت جلوگیری از پرداخت کاری بیش از حد یک قطعه، میزان کیفیت سطح قطعه به وسیله نمادهایی در روی نقشه نمایش داده می‌شود.

می‌دانیم علی‌رغم اینکه سطوح تولید شده در بعضی از فرایندهای ماشین کاری از کیفیت بسیار بالایی برخوردارند، ولی به‌طور مطلق صاف نیستند و نسبت به سطح ایده‌آل دارای انحرافات مثل اعوجاج (موج‌دار بودن) و یا شیارهای ریز، ناشی از حرکت ابزار (خواب ابزار) می‌باشد (شکل ۷۹).

	شکل	معایب سطح	علت
		ایجاد سطح موج‌دار موج‌دار بودن	ارتعاش قطعه کار و یا ماشین. خطا در بستن قطعه کار
		ایجاد شیارهای ریز (زبری)	تشکیل نوع براده نامناسب انتخاب مقدار پیش‌روی و عمق بار نامناسب فرم نامناسب لبه برنده ابزار
			

شکل ۷۹

به نظر شما عوامل مؤثر در زبری سطح قطعه کدام هستند؟

پرسش



### ارتفاع زبری سطح

ارتفاع زبری سطح عبارت است از ارتفاع بلندترین نقطه زبری تا پایین‌ترین نقطه آن در یک طول معین و محدود (طول نمونه). زبری سطح به عوامل زیر بستگی دارد:

- **سرعت پیشروی:** سرعت پیشروی کمتر باعث کاهش زبری سطح می‌شود و سطح صاف‌تر خواهد بود.
- **شعاع نوک ابزار:** هرچه شعاع گردی نوک رنده بیشتر انتخاب شود، زبری سطح کمتر و صافی سطح بیشتر می‌شود.
- **سرعت برش:** سرعت برش بیشتر، سطح صاف‌تری را ایجاد می‌کند.
- **مایع خنک‌کاری (مایع برش):** استفاده از مایع خنک‌کاری باعث افزایش کیفیت سطح، سرعت برش و عمر ابزار می‌شود.

جدول زیر رابطه ارتفاع زبری با سرعت برش، مقدار پیشروی و شعاع نوک ابزار را نشان می‌دهد:

جدول ۵-۱- رابطه بین زبری سطح با سرعت برش

ردیف	سرعت برش $V$ متر بر دقیقه .....	مقدار پیشروی (.....) (میلی متر در هر دور) mm	شعاع نوک ابزار برش $r$ میلی متر (mm)	ارتفاع زبری $\mu m$	خروجی دستگاه زبری سنج
۱	۱۵۰	۰/۴	۰/۸	۲۴	
۲	۱۵۰	۰/۲	۰/۸	۱۵	
۳	۲۱۰	۰/۱	۰/۸	۱۰	
۴	۱۰	۰/۰۵	۰/۸	۴	
۵	۱۵۰	۰/۴	۱/۶	۱۵	
۶	۱۵۰	۰/۲	۱	۱۲	
۷	۲۱۰	۰/۱	۱/۶	۸	
۸	۳۱۰	۰/۰۵	۱/۶	۶	



شکل ۸۰

برای اندازه‌گیری و کنترل کیفیت سطح از زبری سنج مقایسه‌ای و تجهیزات الکترونیکی استفاده می‌شود. در نوع الکتریکی یک میله لمس‌کننده بر روی سطح قطعه به حرکت درمی‌آید و زبری سطح را حس کرده و پس از پردازش، مقدار آن بر حسب میکرومتر قابل مشاهده و چاپ است (شکل ۸۰). به این وسیله زبری سنج گویند.

### روش‌های تعیین زبری سطح

سه روش متداول برای تعیین زبری سطح عبارت‌اند از:  $Ra$  و  $Rz$  و مثلث ( $\nabla$ )

**روش  $Ra$** : عبارت است از میانگین ارتفاعات زبری سطح.

**روش  $Rz$** : عبارت است از میانگین بلندترین قله‌های (ارتفاعات) زبری به تعداد ۵، در طول نمونه.

**روش مثلث ( $\nabla$ )**: اکنون کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**تعیین زبری به روش مثلث**: در استانداردهای قدیمی استفاده از علائم مثلثی رایج بوده است که در چهار گروه دسته بندی می‌شد ( $\nabla$ ,  $\nabla \nabla$ ,  $\nabla \nabla \nabla$ ,  $\nabla \nabla \nabla \nabla$ )

در هنگام براده‌برداری خواه ناخواه خطوطی روی کار باقی می‌ماند. در جدول با توجه به عمق ناصافی اعدادی داده شده است.

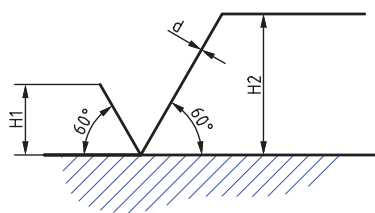


جدول ۱-۶- مقایسه روش‌های زبری سطح و درجه زبری

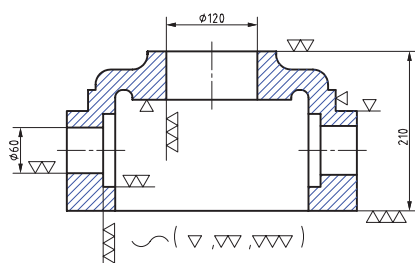
کیفیت سطح	سطح خام	خشن تراشی	پرداخت کاری	پرداخت ظریف	پرداخت خیلی ظریف
روش‌های تولید	نوردکاری ریخته‌گری دقیق (دایکاست)	تراشکاری و فرزکاری غیر دقیق و اره کاری	تراشکاری و فرزکاری دقیق و سوراخکاری	سنگ زنی و برقوکاری	سایش با پارچه هونن و لپن
		سطح زبر، با چشم غیرمسلح دیده می‌شود و با دست لمس می‌شود	سطح پرداخت، با چشم غیرمسلح دیده می‌شود و با دست لمس نمی‌شود	سطح پرداخت ظریف، شیارها با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند	سطح پرداخت خیلی ظریف
مثلث‌ها	~	▽	▽	▽	▽
Ra (μm)	✓	12.5 / 25 / 50	6.3 / 3.5 / 1.6	0.8 / 0.4 / 0.2	0.1 / 0.05 / 0.025
Rz (μm)	✓	Rz40 / Rz10 / Rz160	Rz25 / Rz12.5 / Rz6.3	Rz31.5 / Rz16 / Rz0.1	Rz0.16 / Rz0.2 / Rz0.4
N	—	N10 / N11 / N12	N7 / N8 / N9	N4 / N5 / N6	N1 / N2 / N3

در استاندارد ایزو می‌توان به جای مقادیر Ra از مراحل دوازده گانه N1 تا N12 مطابق جدول بالا استفاده کرد. روش استفاده از علائم روی نقشه

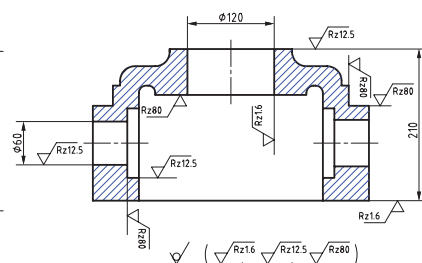
ارتفاع حروف h به mm	ارتفاع حروف h به mm						
	2/5	3/5	5	7	10	14	20
d	0/25	0/35	0/5	0/7	1/0	1/4	2/0
H <sub>1</sub>	3/5	5	7	10	14	20	28
H <sub>2</sub>	8	11	15	21	30	42	60



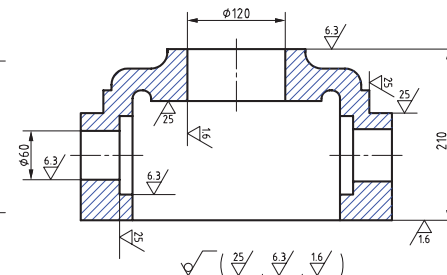
شکل ۸۱



شکل ۸۲



شکل ۸۳



شکل ۸۴

در پای نقشه علائمی را مشاهده می‌کنید. علامت داخل پرانتز معرف کیفیت سطح به کار رفته در سطوح قطعه می‌باشد و علامت خارج پرانتز کیفیت بقیه سطوح قطعه که دارای علامت نیستند را نشان می‌دهد.



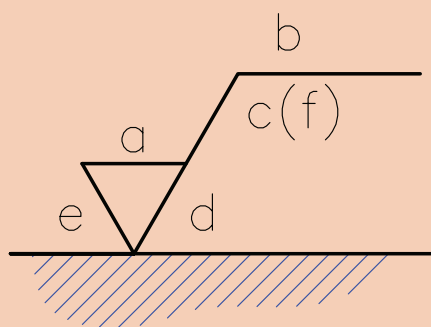
آیا استفاده از روش درجه‌بندی مثلثی برای کیفیت سطح از دقت لازم برخوردار است؟

در کارگاه کیفیت سطح چند قطعه تولید شده را به صورت چشمی و همچنین با لمس کردن بررسی و نتایج را با هنرآموز به بحث بگذارید.

زبری سنج مقایسه‌ای: ساده‌ترین وسیله اندازه‌گیری زبری سطوح، مقایسه زبری سطح قطعه کار با سطح نمونه‌های موجودی می‌باشد که دارای ارتفاع زبری معینی می‌باشند، در این روش به کمک مقایسه چشمی سطح مورد نظر؛ با سطوح موجود در نمونه، میزان زبری مشخص می‌شود (شکل ۸۵).



شکل ۸۵



شکل ۸۶

جایگاه نشانه‌ها نسبت به علامت کلی نماد مطابق شکل زیر است:

(a) مقدار زبری سطح Ra بر حسب  $\mu\text{m}$  (یا عدد درجه زبری)

(b) روش تولید، نوع پوشش و ...

(c) طول نمونه

(d) جهت شیار (جهت تولید یا خواب ابزار)

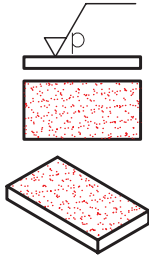
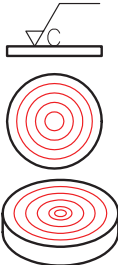
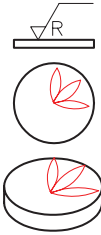
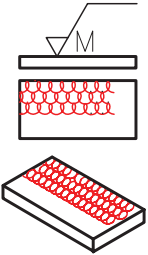
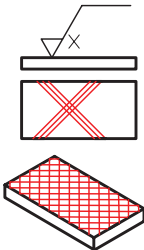
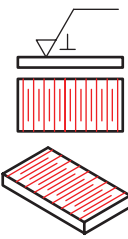
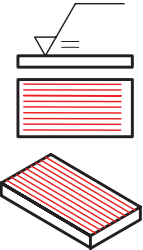
(e) اضافه تراش (مقدار مجاز ماشین کاری)

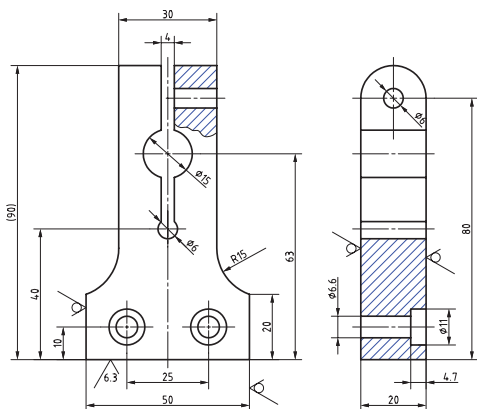
(f) سایر مقادیر کیفیت سطح که داخل پرانتز نوشته می‌شود (مانند Rz)

**جهت شیارها (جهت تولید یا خواب ابزار)**

نقش و طرح باقیمانده روی سطح قطعه کار بر اثر ماشین کاری را جهت تولید یا خواب ابزار می‌گویند.

امتداد و جهت شیار ناشی از حرکت ابزار توسط نمادهای زیر معرفی می‌گردند، این شیارها (خواب) روی نیروی اصطکاک قطعات مونتاژکاری که روی هم حرکت می‌کنند تأثیر دارند.

خواب‌های چند جهته ابزار			
			
<p>P برای حالتی که سطح تولید شده فاقد شیار و جهت است. مانند اسپارک.</p>	<p>C برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز حالت دایره‌ای دارد مانند پیشانی تراشی روی ماشین تراش.</p>	<p>R برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز قطعه حالت شعاعی دارد مانند سنگ زنی با پیشانی سنگ بدون حرکت پیشروی.</p>	<p>M جهت تولید چند تایی یعنی سطح در جهات مختلف تولید می‌شود مانند فرزکاری با پیشانی تیغه فرز.</p>
خواب‌های ساده ابزار			
			
<p>X برای حالتی که جهت تولید نسبت به سطح علامت‌گذاری شده حالت ضربدری دارد. مانند شابرکاری.</p>	<p>⊥ برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطح علامت‌گذاری شده است مانند سنگ‌زنی قطعات تخت و صفحه تراشی.</p>	<p>= برای حالتی که جهت تولید موازی با سطح علامت‌گذاری شده است مانند سنگ‌زنی قطعات تخت و صفحه تراشی.</p>	



شکل ۸۷  $(\sqrt{12.5}, \sqrt{6.3})$

پرسش



۱ در نقشه سمت چپ به جای مقادیر Ra از چه درجه زبری می‌توان استفاده کرد؟

۲ تفاوت روش‌های زبری سطح را بنویسید.

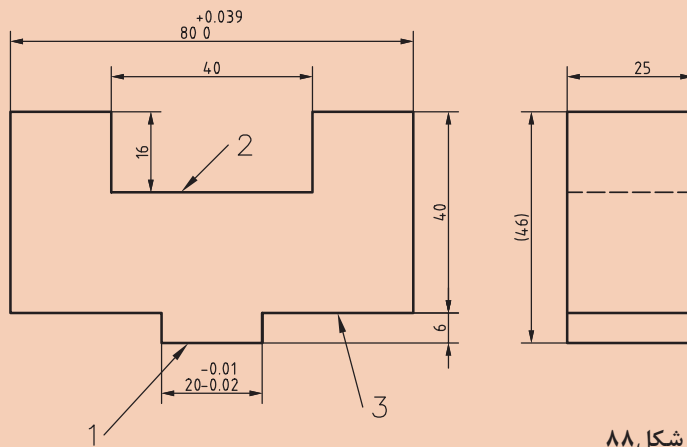


علائم کیفیت سطح روی نقشه و پای نقشه را شرح دهید.



موارد خواسته شده را روی نقشه داده شده انجام دهید:

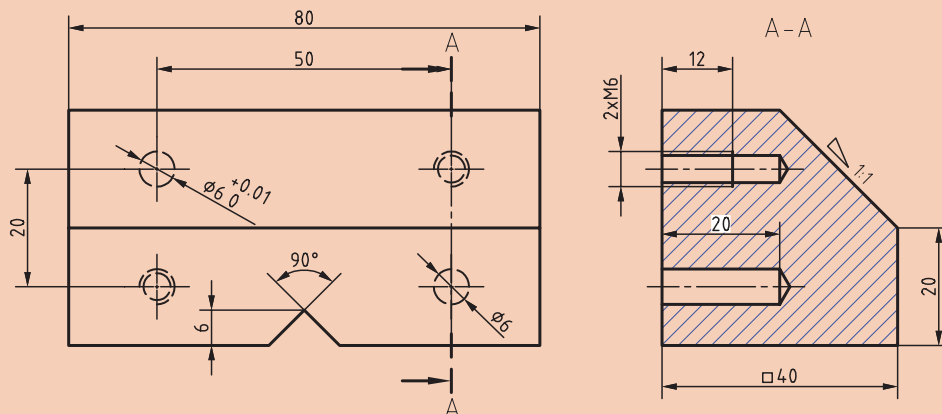
- ۱ کیفیت سطح قسمت شماره ۱ برابر  $Ra = 2/3$  میکرومتر
- ۲ کیفیت سطح قسمت شماره ۲ برابر  $Ra = 3/6$  میکرومتر
- ۳ کیفیت سطح شماره ۳ برابر  $Ra = 3/6$  میکرومتر
- ۴ کیفیت سطح سایر سطوح برابر  $Ra = 5/12$  میکرومتر



شکل ۸۸



سه نمای قطعه را ترسیم و علائم کیفیت سطح به یکی از روش‌های ( $Ra$  و  $Rz$ ) را روی آن قرارداده و علائم پای نقشه را بنویسید.



شکل ۸۹

## ارزشیابی هنرجو در واحد یادگیری: سنگزنی سطوح تخت

**نقشه کار: سنگزنی سطوح تخت**

سنگزنی قطعات با دستگاه سنگ تخت مطابق نقشه  
**شاخص عملکرد:** ۱- ابعاد مطابق نقشه ۲- کیفیت سطح مطابق نقشه  
**شرایط انجام کار:** ۱- در محیط کارگاه ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس  
 ۳- تهویه استاندارد و دمای  $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}$  ۴- ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵- وسایل ایمنی استاندارد ۶- زمان ۸ ساعت

**مواد مصرفی:** جنس قطعه از فولاد st۳۷  
**ابزار و تجهیزات:** دستگاه سنگ تخت و متعلقات- کولیس ۰/۰۵ با گستره اندازه‌گیری ۱۵۰ میلی‌متر- کمان اره - سوزن خط‌کش پایه‌دار و معمولی- سنبه‌نشان- چکش- گیره موازی- میز کار- کات کبود- وسایل تمیزکاری- قطعه کار- نقشه کار- زبری سنج مقایسه‌ای - وسایل کمکی برای بستن قطعه کار

**- نمونه و نقشه کار:**

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی قطعه کار اولیه	۱	
۲	آماده‌سازی قطعه کار	۱	
۳	آماده‌سازی دستگاه	۱	
۴	بستن قطعه کار	۱	
۵	انجام عملیات فرزکاری	۲	
	<b>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</b> ۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲- مسئولیت پذیری L۲ N۷۲ ۳- مدیریت مواد و تجهیزات L۲ N۶۶ ۴- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی و عینک محافظ ۵- تمیز کردن وسایل و محیط کار ۶- پایبندی به الزامات نقشه		
میانگین نمرات *			

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

