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 فرزکاری سطوح تخت

استاندارد عملکرد

فرزکاری سطوح تخت با استفاده از دستگاه فرز FP4M مطابق تولرانس تعیین‌شده در نقشه.

پیش‌نیاز

نقشه‌خوانی
کار با ابزارهای اندازه‌گیری

فرزکاری سطوح تخت

شکل ۱

مقدمه

فرایندهای شکل‌دهی مواد(قطعات) به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- فرایندهای تغییر شکل بدون براده‌برداری، که در آن حجم مواد ثابت است و شکل‌دهی به‌روش نوردکاری، آهنگری، کشش عمیق و... انجام می‌شود.
- فرایندهای براده‌برداری که حجم مواد در آن ثابت نیست و شکل‌دهی به روش براده‌برداری انجام می‌شود مانند: تراشکاری، فرزکاری، سنگ‌زنی و ... می‌باشد.
- **انواع روش‌های ماشین‌کاری.**

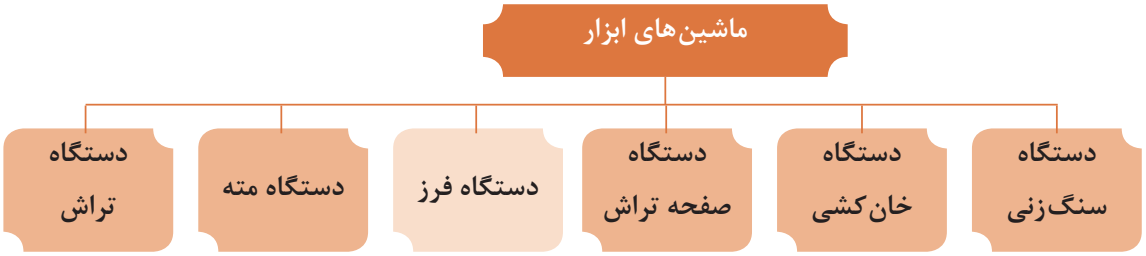
به شکل روبه‌رو دقت کنید و بگویید این قطعات با چه روش‌هایی ساخته می‌شود؟

ماشین‌کاری (براده‌برداری)

معمولاً ماشین‌کاری برای تولید قطعاتی با تولرانس ابعادی دقیق و با پرداخت سطحی خوب به کار می‌رود. در خیلی از موارد از ماشین‌کاری به‌عنوان عملیات تکمیلی روی قطعاتی که قبلاً با شیوه‌هایی مثل ریخته‌گری یا نوردکاری و... تولید شده‌اند نیز استفاده می‌شود. بیشتر قطعاتی که‌ساخته می‌شوند باید قبل از مونتاژ ماشین‌کاری شوند. تنوع فرایندهای ماشین‌کاری و ماشین‌های ابزاری که در صنعت به‌کار می‌روند زیاد است. ماشین‌کاری به موازات صنعتی شدن رشد چشم‌گیری داشته است و در بیشتر عملیات ماشین‌کاری از انرژی مکانیکی به‌عنوان یک نیروی محرک ابزار یا قطعه کار استفاده می‌شود. عمل براده‌برداری از طریق تماس ابزار با قطعه‌کار است و ماشین‌هایی که برای این‌منظور به‌کار می‌روند معمولاً به ماشین‌های ابزار معروف هستند (شکل ۲).

شکل ۲

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



به تصاویر زیر دقت کنید به نظر شما روش مناسب برای ماشین‌کاری این قطعات کدام است؟ (شکل۳)

شکل ۳

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، دستگاه‌هایی مانند تراش و مته 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 لبهٔ در حال دوران، به نام تیغه فرز. در این روش مانند سوراخ کاری ابزار حرکت دورانی دارد، قطعه کار با روش مناسب روی میز ماشین بسته شده و می‌توان عمل براده‌برداری روی قطعه کار را انجام داد (شکل۴).

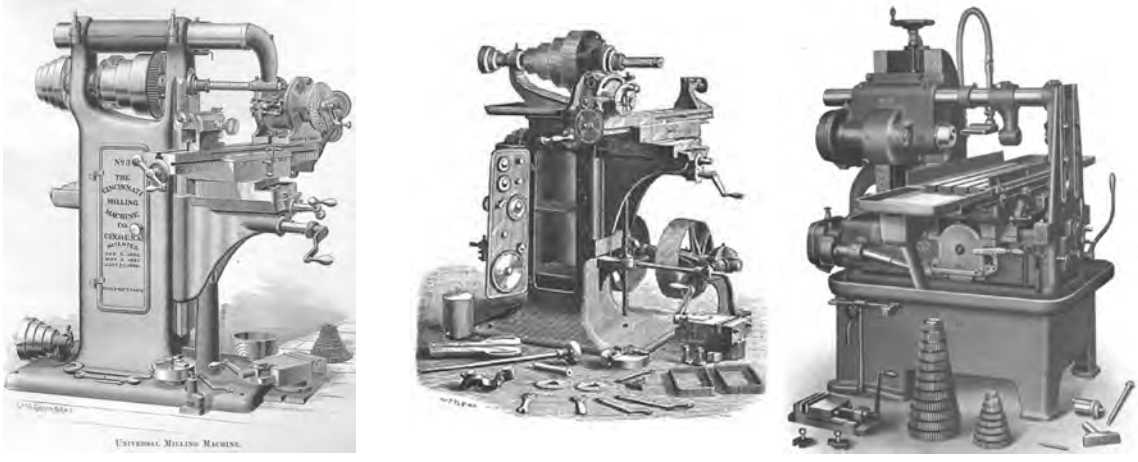
شکل ۴

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 (شکل۵).

شکل۵

تاریخچه فرزکاری

از آنجایی که همهٔ قطعات تولیدی دارای سطوح دوّار 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 (شکل۶).



شکل۶

فعالیت تحقیقی

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

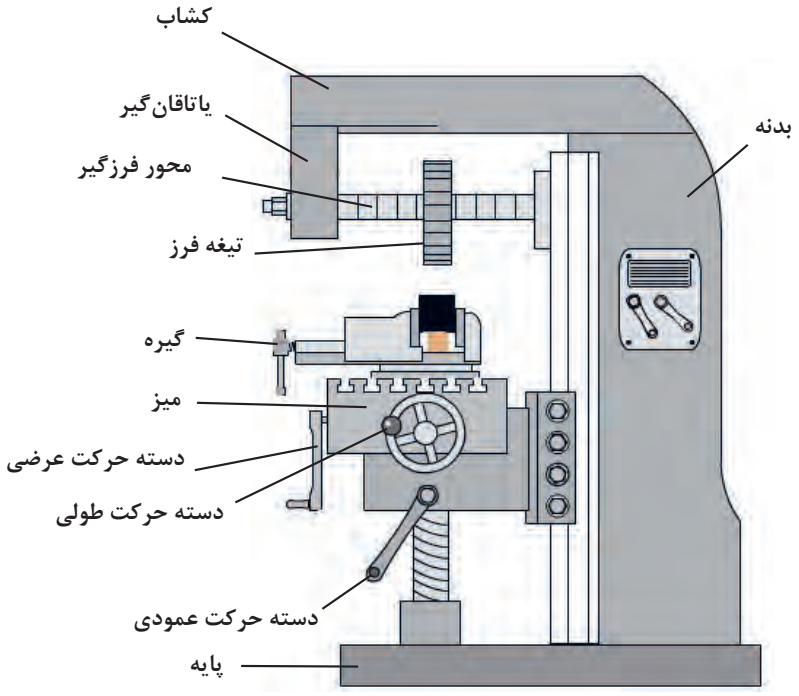
ردیف	نام شرکت سازنده	نام کشور سازنده	مدل	تصویر در صورت امکان
۱	ZAVOD MUSSON,OAO	روسیه	۶ N۸۰ SH	
۲				
۳				
۴				

انواع دستگاه فرز

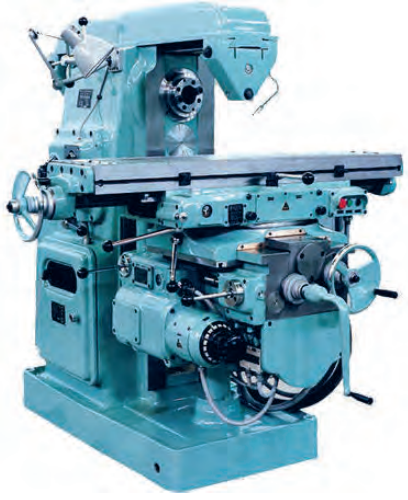
دستگاه فرز افقی: مهم‌ترین مشخصه این نوع دستگاه افقی بودن محور ابزار گیر این دستگاه است و به این ترتیب قادر به ماشین‌کاری قطعات مختلفی هستند که در زیر چند نمونه از آنها را مشاهده می‌کنید (شکل۷).

شکل۷

برای تنظیم عده دوران تیغه‌فرز 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 امکان‌پذیر است.

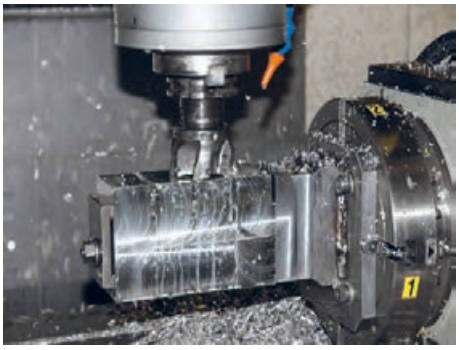


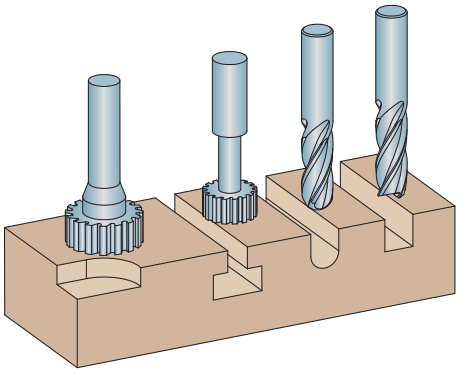
شکل۸



شکل ۹

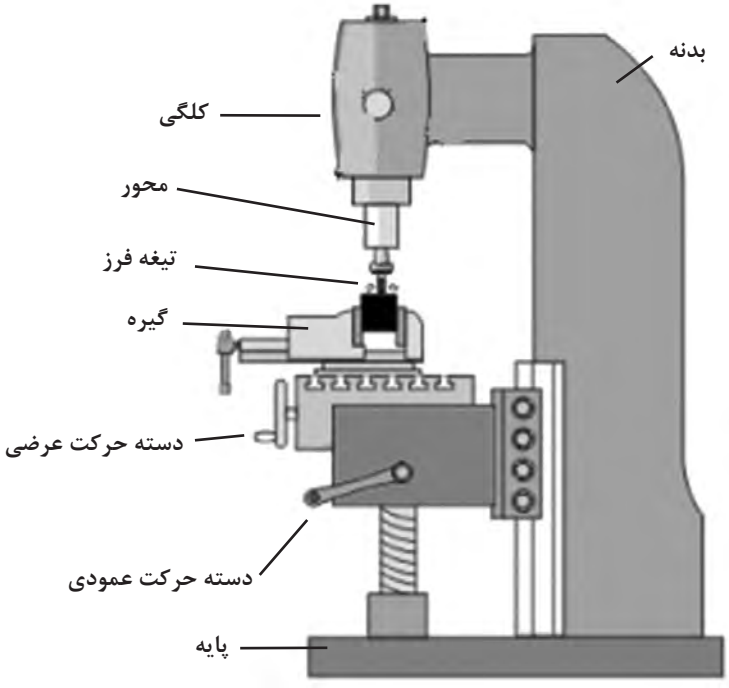
ـ **ماشین فرز عمودی:** با توجه به این‌که محور ابزارگیر این دستگاه‌ها به‌صورت عمودی است به دستگاه‌های فرز عمودی معروف هستند. به این ترتیب این نوع دستگاه قادر به ماشین‌کاری قطعات مختلفی هستند که در زیر چند نمونه از آنها را مشاهده می‌کنید (شکل ۱۰).





شکل ۱۰

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

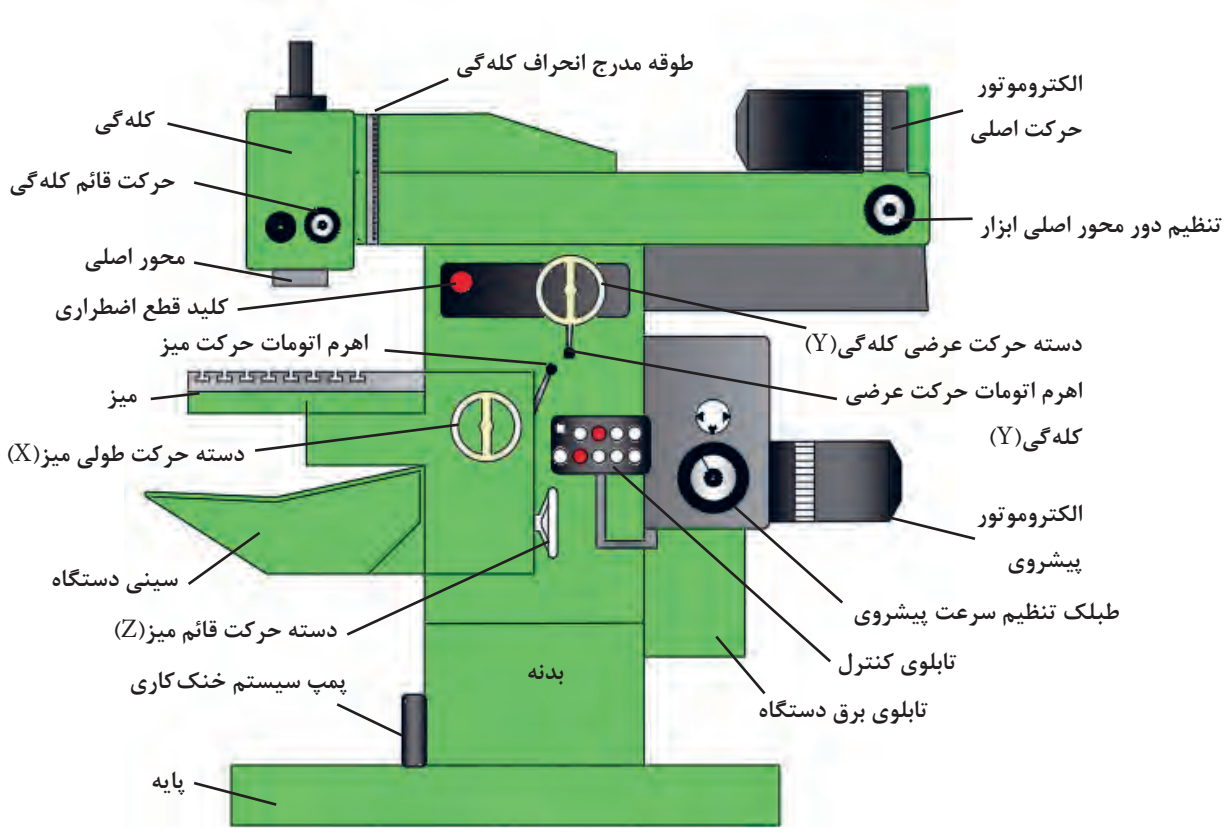


شکل ۱۱

شکل ۱۲

ماشین فرز اونیورسال: این دستگاه‌ها دارای محور کارعمودی 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 چرخ‌دنده‌های تعویضی به دستگاه تقسیم منتقل شده و حرکت دورانی قطعه کار را به‌طور هم‌زمان امکان‌پذیر می‌سازد. بدین ترتیب علاوه برکارهای معمولی، شیارها، چرخ‌دنده، 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) (شکل۱۲).

با توجه به اینکه مبنای آموزش، دستگاه فرز مدل FP4M ساخت تبریز می‌باشد، در زیر به توضیح در مورد بعضی از قسمت‌های آن می‌پردازیم (شکل۱۳):



شکل ۱۳

اجزای ماشین فرز

۱ـ بدنه دستگاه: معمولاً از جنس چدن وبه روش ریخته‌گری تهیه می‌شود و قسمت‌های مختلف ماشین روی آن سوار می‌شود.

۲ـجعبه‌دنده: این ماشین دارای دو جعبه‌دنده مجزا، به شرح زیر می‌باشد:

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 ۱۴

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 (شکل۱۴و ۱۵).

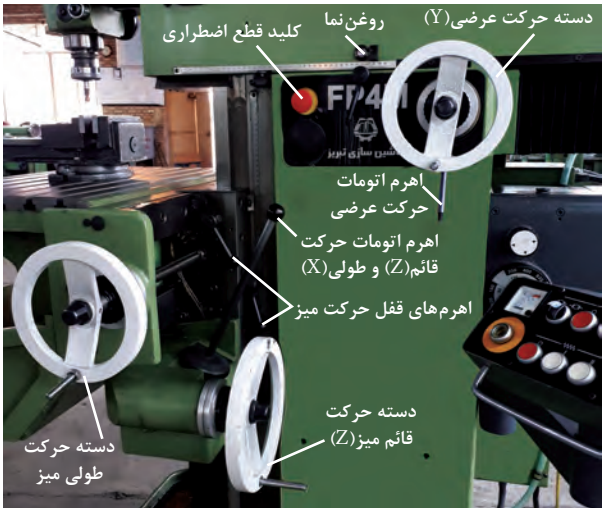
نکته

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

هشدار

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

۳ـ 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 به‌صورت 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 به‌صورت دستی تأمین می‌کند (شکل۱۶).



شکل ۱۶

- این ماشین فرز دارای تجهیزات جانبی از قبیل دستگاه تقسیم، میز گردان، میز ساده، میز اونیورسال، کلگی (قابل دوران حول محور افق) به‌صورت اونیورسال، درن‌های کوتاه و بلند، چرخ‌دنده‌های تعویضی، در بعضی موارد خط‌کش دیجیتال X , y, z (نمایش وضعیت رقمی) و... است.
- محدودهٔ حرکت طولی میز ۵۰۰ mm
- محدودهٔ حرکت قائم میز (ارتفاع) ۴۰۰ mm
- محدودهٔ حرکت عرضی ابزارگیر ۴۰۰mm
- محدودهٔ حرکت ارتفاعی محور داخلی کلگی ۹۰ mm

شکل ۱۷

۴ـ کلگی دستگاه: محور فرزگیر عمودی روی آن بسته می‌شود. کلگی قابلیت دوران حول محور افقی را دارد که امکان فرزکاری سطوح شیب‌دار را فراهم می‌سازد.
ضمناً محور فرزگیر توسط دسته حرکت عمودی به اندازه ۹۰ میلی‌متر جابه‌جا می‌شود.

۵ـ سیستم روانکاری

الف) به‌صورت مرکزی و اتومات قابل تنظیم است که طی سیستم‌های کنترلی از تابلو برق جهت کلگی صورت می‌پذیرد و تغذیه روغن آن از گیربکس اصلی می‌باشد.

ب) به‌صورت دستی مرکزی: توسط تلمبه دستی برای ریل‌های طولی و ارتفاع صورت می‌گیرد، روغن آن توسط مخزنی که در کنار دستگاه نصب شده تغذیه می‌شود.

شکل ۱۸

در مورد سرویس و روغن‌کاری دستگاه به نکات ذیل توجه نمایید:

- ماشین را پیوسته روغن‌کاری نمایید. ماشین‌کاری در مدت زمان طولانی، تعمیر و سرویس بیشتری لازم دارد.
- فقط از روغن‌های مناسب استفاده کنید (با توجه به توصیه کارخانه)
- در صورت تعویض روغن، لوله‌ها و محفظه‌های روغن را تمیز نمایید.
- همواره از پارچه‌های بدون پُرز استفاده نمایید (شکل ۱۸).

نکته

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

هشدار

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

۶ـ سیستم خنک‌کاری: سیستم خنک‌کاری 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.

۷ـ تابلو کنترل: توسط این تابلو می‌توان حرکت‌های برشی، اتومات کند و سریع، ترمز مغناطیسی، سیستم خنک‌کاری را کنترل نمود این تابلو مجهز به نمایشگر شدت جریان مصرفی است (شکل۱۹).

شکل۱۹

- 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 محورکه باعث نگه داشتن محور فرزگیر در هنگام خاموش کردن دستگاه می‌شود. در صورتی‌که 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 استپ پیشروی می‌توان پیشروی دستگاه را به‌طور موقت قطع کرد.

هشدار

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

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.

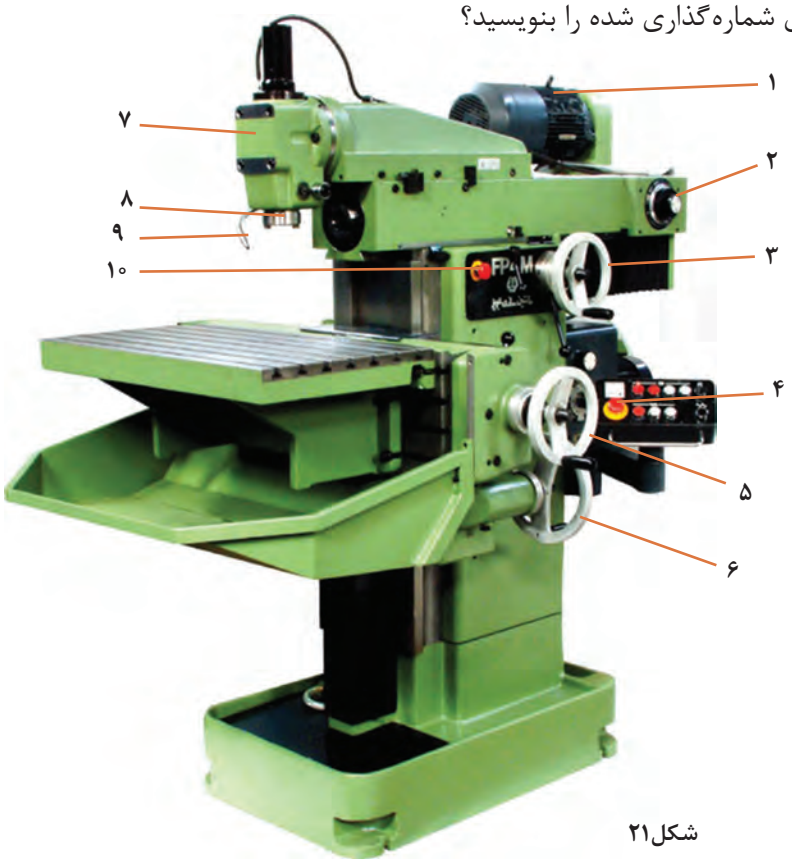
شکل ۲۰

نکته

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

ارزشیابی:

■ نام قسمت‌های شماره‌گذاری شده را بنویسید؟



شکل۲۱

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

فعالیت تحقیقی

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

فعالیت کارگاهی

راه‌اندازی دستگاه

وسایل مورد نیاز:

- دستگاه فرز

نکات ایمنی

- 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 صورتی‌که قطعه کار روی دستگاه بسته شده است از محکم بودن آن اطمینان حاصل کنید.
- در صورتی‌که محور افقی بلند روی دستگاه نصب گردیده است، هیچ‌گاه آن را بدون نصب یاتاقان جلوی دستگاه راه‌اندازی نکنید.

توجه

درصورتی‌که دستگاه دارای نشتی 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.

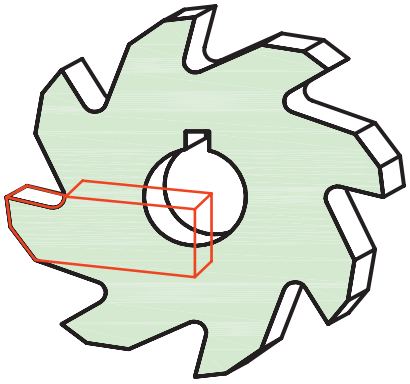
شکل ۲۲

پرسش

درصورتی‌که 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.

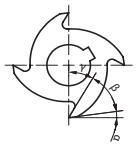
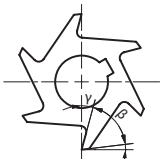
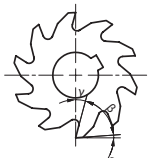


شکل ۲۳

طبقه‌بندی تیغه فرزها:

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

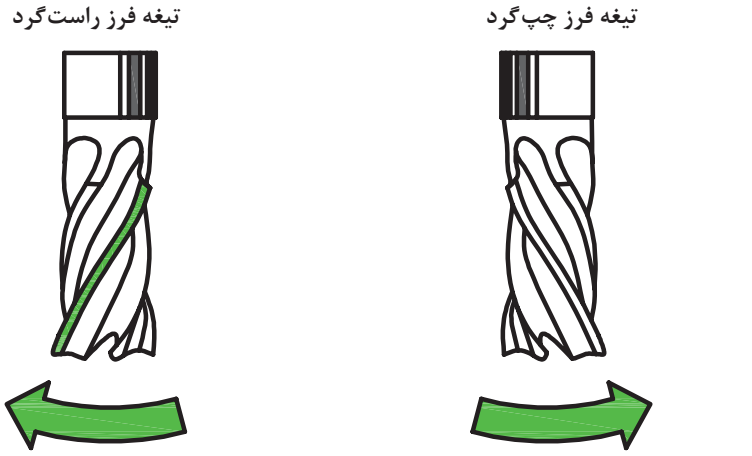
کاربرد	زاویه آزاد (α)	تعداد دندانه	شکل مقطع تیغه فرز غلتکی	تیپ
فلزات نرم مثل آلومینیوم و مس	۸°	۸ ـ ۴		W
فولاد ساختمانی، چدن و فلزات غیر آهنی	۷°	۱۰ ـ ۶		N
فولادهای سخت	۴°	۱۶ ـ ۱۰		H

نکته

با توجه به جدول، تیپ تیغه فرزها با تعداد دندانهٔ بیشتر (دنده ریزتر) برای فلزات سخت‌تر به‌کار می‌روند.

انواع تیغه فرزها ازنظر جهت پیچش (شکل۲۴)

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



شکل۲۴

نکته

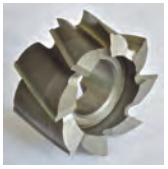
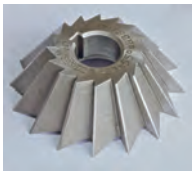
قبل از شروع به کار با تیغه فرز انگشتی و یا غلتکی حتماً به جهت گردش محور دقت کنید.

جنس و شکل تیغه‌فرزها: جنس تیغه‌فرزها متناسب با جنس قطعه کار انتخاب می‌شود که در زیر به بعضی از ویژگی‌های آنها اشاره شده است: (جدول۲ و ۳)

جدول ۲

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

جدول ۳ـ انواع تیغه‌فرز با توجه به شکل و سطح تیغه‌ها

ردیف	نام تیغه فرز		شکل	ردیف	نام تیغه فرز	شکل
۱	غلتکی	غلتکی		۴	انگشتی	
		غلتکی پیشانی		۵	تیغچه‌دار	
۲	پولکی	شیارتراش		۶	تی‌شکل	
		برش				
۳	زاویه تراش	جناقی		۷	فرم‌تراش	
		دم‌چلچله		۸	مدولی	

نکته

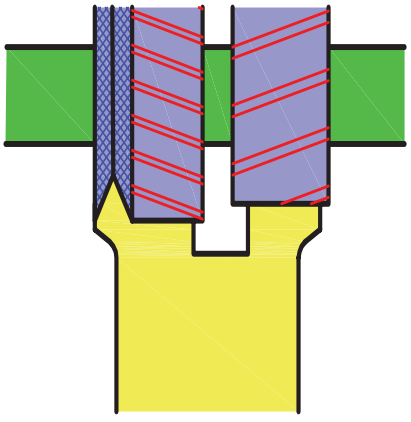
در پرداخت‌کاری از تیغچه‌های (اینسرت) با تعداد و لبه کمتر (مثلث، لوزی) درخشن‌کاری که نیاز به استحکام بیشتر است از اینسرت‌های با لبه بیشتر یا مقاطع گرد استفاده می‌شود.

تیغه‌فرزهای غلتکی: این تیغه‌فرزها لبه برنده محیطی به‌صورت مستقیم یا مارپیچ دارند و برای فرزکاری سطوح تخت مورد استفاده قرار می‌گیرند. تیغه فرزهای 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).

نوع	شکل	تصویر کاربردی
غلتکی محیطی		

شکل ۲۵

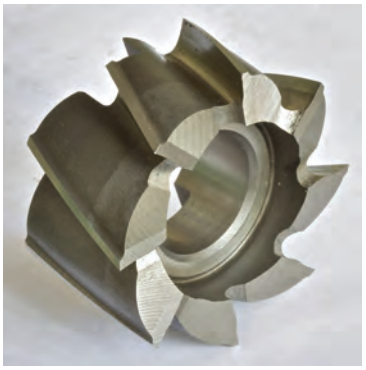
توجه به جهت گردش تیغه فرز در هنگام نصب



کوپل کردن تیغه فرزهای غلتکی

شکل۲۶

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

نوع	شکل	تصویر کاربردی
غلتکی پیشانی		

شکل ۲۷

زوایای تیغه فرزها

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

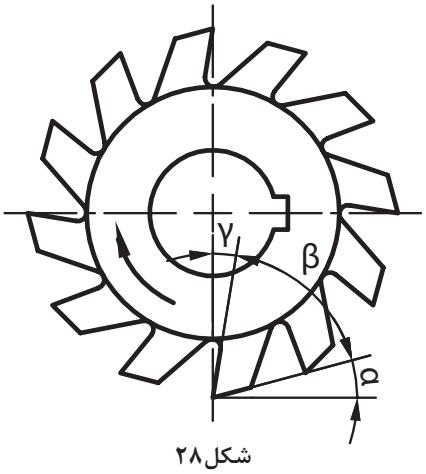
α ـ زاویه آزاد: زاویه بین سطح آزاد تیغه فرز و سطح مماس بر سطح قطعه کار را گویند که مقدار آن معمولاً بین ۴ تا ۱۴ درجه است.

β ـ 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 ـ زاویه براده: زاویه بین سطح براده و سطح قائم را گویند و مقدار تقریبی آن بین ۵° تا ۳۰° است.

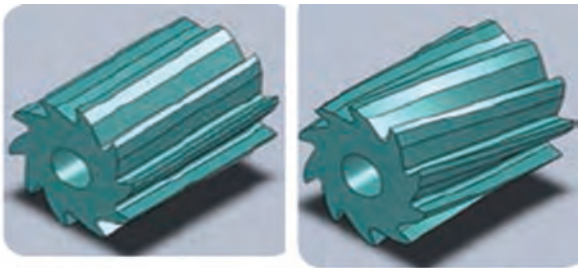
σ ـ زاویه برش: به مجموع زوایای آزاد و زاویه گوه گویند.

λ ـ زاویه مارپیچ: تیغه فرز ممکن است دارای لبه‌های برنده مستقیم (موازی محورفرز) 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).



شکل ۲۸

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

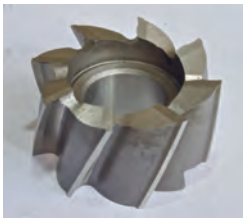
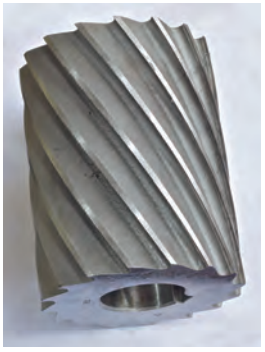


تیغه فرز دارای لبه‌های برنده مارپیچ تیغه فرز دارای لبه برنده مستقیم

شکل ۲۹

فعالیت کلاسی

۱ نام تیغه فرزهای جدول را بنویسید.

۱	۵
۲ 	۶
۳ 	۷
۴	۸

۱ـ تیغه فرز.....
۲ـ تیغه فرز.....
۳ـ تیغه فرز.....
۴ـ تیغه فرز.....
۵ـ تیغه فرز.....
۶ـ تیغه فرز.....
۷ـ تیغه فرز.....
۸ـ 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 درسوراخ 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 (غلتکی، پولکی، اره‌ای، مدولی و...) روی ماشین فرز افقی به کار می‌رود. میله فرزگیر را با قطرهای مختلفی می‌سازند که در سیستم متریک معمولاً دارای قطر۱۶ـ۲۲ـ۲۷ـ۳۲ 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

شکل ۳۱

■ **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 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 گلویی دستگاه جا زده شده و به وسیله یک‌پیچ بلند از پشت دستگاه محکم بسته می‌شود (شکل ۳۲).

فعالیت کارگاهی

نصب تیغه فرز پیشانی تراش

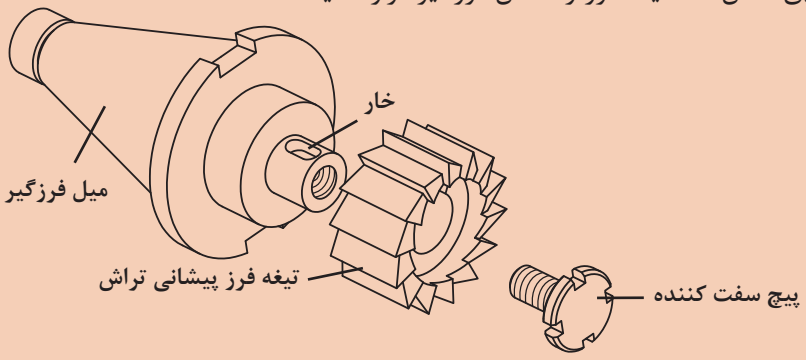
وسایل مورد نیاز:

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

مراحل انجام کار:

پس از پوشیدن لباس‌کار، 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

نکته

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

شکل ۳۴

نکته کلیدی

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

شکل۳۵

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.

هشدار

هیچ‌گاه آچار روی دستگاه باقی نماند.

شکل ۳۶

شکل ۳۷

فعالیت کارگاهی

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

نکات ایمنی

- 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 لباس‌کار، 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) (شکل۳۸ الف).
- مهره سر میله را کمی محکم کنید(شکل۳۸ ب).
- تکیه‌گاه متحرک را در محل مناسب قرار داده و پیچ آن را محکم کنید (شکل۳۸ ج)..
- پیچ انتهای میله فرزگیر را محکم کنید.

شکل۳۸ـ الف

شکل۳۸ـ ب

هشدار

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.

شکل۳۸ـ ج

ساعت اندازه‌گیری

پرسش

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

یکی از وسایل اندازه‌گیری که هم می‌تواند عمل اندازه‌گیری و هم کار کنترل را انجام دهد ساعت اندازه‌گیری است. ساعت اندازه‌گیری به یک صفحه مدرج عقربه‌دار مجهز است که می‌تواند اندازه و یا انحراف از اندازه‌های کوچک را به وسیله عقربه با بزرگ‌نمایی نشان دهد (شکل۳۹).

شکل۳۹

ساعت‌های اندازه‌گیری برحسب کاربرد در شکل‌های متنوع و با تفکیک‌پذیری و گستره اندازه‌گیری مختلف ساخته می‌شوند (شکل ۴۰).

شکل ۴۰

ساعت اندازه‌گیری دارای ویژگی‌هایی است که باعث استفاده زیاد آن در صنعت گردیده است از جمله:

- قابلیت بزرگنمایی ۱۰۰:۱ تا ۱۰۰۰:۱ را داراست.
- نیروی دست و همچنین حرارت دست اندازه‌گیر در مقدار اندازه تأثیری ندارد.
- خطای چشمی کم بوده و خواندن اندازه راحت‌تر است.
- در برابر تغییرات اندازه حساس است.

محدودیت‌های ساعت اندازه‌گیری:

- دربرابر ضربه بسیار حساس و آسیب‌پذیر است.
- گستره اندازه‌گیری آن محدود است.

اجزای ساعت اندازه گیری (شکل ۴۱):

۱ میله لمس‌کننده وظیفه انتقال اندازه به چرخ‌دنده‌های داخلی را به عهده دارد.

۲ نوک میله لمس‌کننده که به شکل عدسی، کروی، مخروطی ساخته می‌شود. چرا؟

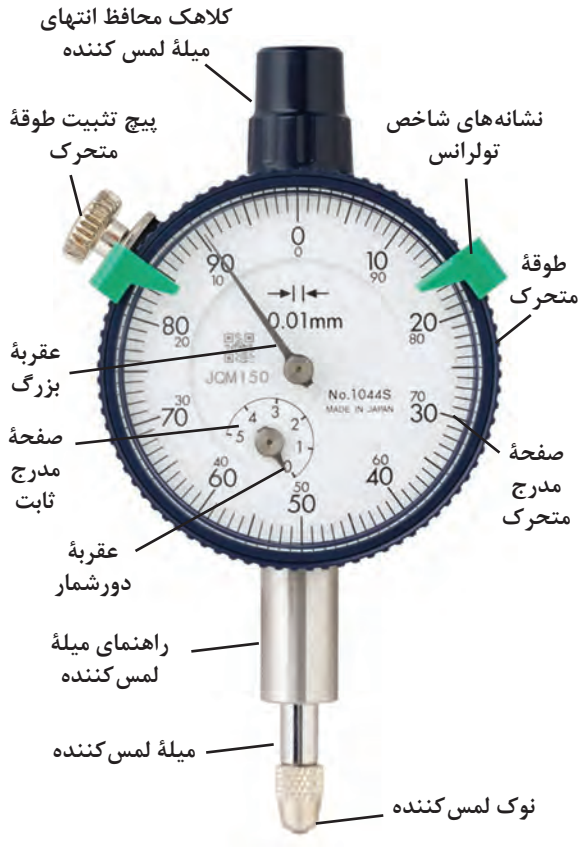
۳ طوقه متحرک به صفحه ساعت متصل بوده و برای تنظیم ساعت در ابتدای کار به کار می‌رود.

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.



شکل۴۱

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).

تفکیک‌پذیری و گستره اندازه‌گیری ساعت‌های اندازه‌گیری:

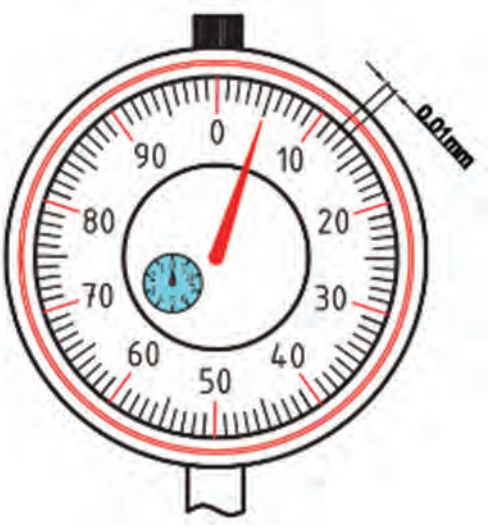
از مشخصات عمده و مهم هر وسیله اندازه‌گیری، تفکیک‌پذیری و گستره اندازه‌گیری است که در مورد ساعت اندازه‌گیری به یکدیگر بستگی دارند.

توجه

معمولاً ساعت با گستره اندازه‌گیری پایین دارای تفکیک‌پذیری بالا می‌باشد و بر عکس ساعت با گستره اندازه‌گیری بالا دارای تفکیک‌پذیری پایین می‌باشد.

ساعت‌های اندازه‌گیری در سیستم متریک و سیستم اینچی ساخته می‌شوند که در اینجا فقط به یک نوع ساعت اندازه‌گیری میلی‌متری پرداخته می‌شود:

ساعت اندازه‌گیری میلی‌متری با تفکیک‌پذیری ۰/۰۱ میلی‌متر وگستره اندازه‌گیری ۱۰ میلی‌متر:
صفحه بزرگ ساعت ۱۰۰ قسمتی است، به‌ازای یک میلی‌متر جابه‌جایی میله لمس‌کننده عقربه بزرگ یک دور کامل می‌چرخد بنابراین هر قسمت آن ۰/۰۱ میلی‌متراست. بنابراین هر دور کامل عقربه بزرگ ساعت، معادل ۱mm=۱۰۰×۰/۰۱ است.
صفحه کوچک ۱۰ قسمت است وبه ازای هر دور کامل عقربه بزرگ، عقربه کوچک یک واحد روی صفحه کوچک جابه‌جا می‌شود، پس هرواحد صفحه کوچک معادل ۱ میلی‌متر است و گستره اندازه‌گیری ساعت ۱۰ mm=۱۰×۱ است (شکل ۴۲).



شکل ۴۲

مثال: در ساعت اندازه‌گیری نشان داده شده اگر عقربه بزرگ روی فاصله ۴۷ از صفحه بزرگ قرار داشته باشد و عقربه کوچک دور شمار هم کمی جلوتر از عدد ۵ باشد، مقدار اندازه چند میلی‌متراست؟ (شکل ۴۳).

اندازه برابر است با ۵/۴۷ میلی‌متر ←
- صفحه کوچک = ۵ mm
- صفحه بزرگ = ۴۷×۰/۰۱=۰/۴۷ mm

شکل ۴۳

پرسش

۱ در ساعت اندازه‌گیری اگر عقربه بزرگ روی فاصله ۸۳ از صفحه بزرگ قرار داشته باشد و عقربه کوچک دور شمار هم کمی جلوتر از عدد ۲ باشد، مقدار اندازه چند میلی‌متر است؟
۲ در ساعت اندازه‌گیری با تفکیک‌پذیری ۰/۰۱ و گستره اندازه‌گیری ۱۰ میلی‌متر، اگر میله لمس‌کننده ۷/۳۳ میلی‌متر جابه‌جا شده باشد وضعیت عقربه‌های بزرگ و کوچک چگونه است.

فعالیت کلاسی

جدول زیر را کامل کنید.

ساعت (۱۰ـ۰/۰۱ mm)		
اندازه نشان داده شده	**عقربه بزرگ**	**عقربه دورشمار**
۷/۶۷ mm	.....	۷
.....	۲۴	۳
۸/۳۷ mm	.....	.....

ساعت اندازه‌گیری به تنهایی قابل استفاده نیست و باید آن را روی نگهدارنده مناسبی (پایه) سوار کرد. پایه‌های ساعت در انواع مختلفی عرضه می‌شوند که در زیر به شرح یک نمونه از آنها می‌پردازیم:

نگهدارنده میله‌ای با پایه آهن‌ربایی: این پایه دارای محل استقرار آهن ربایی است که به راحتی می‌توان 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 (شکل۴۵).

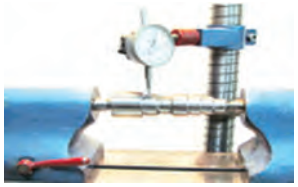
ساعت با پایه شیاردار

ساعت مجهز به صفحه صافی

ساعت با نگهدارنده میله و پایه چدنی

ساعت با نگهدارنده مفصلی و پایه چدنی

شکل۴۵

بعضی از کاربردهای ساعت اندازه‌گیری					
ردیف	شرح	شکل	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 دومرغک 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	

تحقیق

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

فعلیت‌عملی

کنترل صحت ساعت اندازه‌گیری

وسایل موردنیاز:

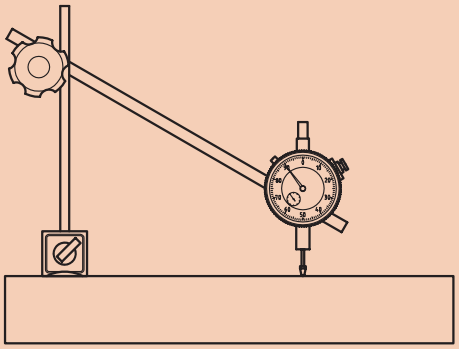
۱ ساعت (۱۰mm ـ ۰/۰۱) میلی‌متر
۲ پایه میله‌ای
۳ صفحه صافی
۴ بلوک سنجه

نکات ایمنی

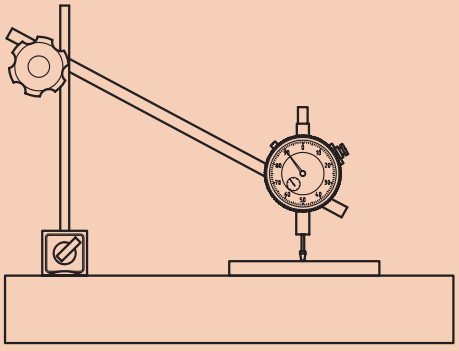
- ساعت‌های اندازه‌گیری در مقابل ضربه حساس هستند از افتادن و ضربه خوردن آنها جلوگیری کنید.
- هنگام تحویل ساعت از سالم بودن ساعت و پایه مغناطیس اطمینان حاصل کنید.
- قبل از نصب، محل قرارگیری پایه ساعت را با پارچه تمیز کنید.
- چنانچه ساعت روی پایه نگهداری می‌شود، دقت شود که نوک میله لمس‌کننده رو به پایین و موازی میله نگه‌دارنده باشد.
- اگر ساعت بدون پایه است حتماً پس از اتمام کار در جعبه مخصوص نگهداری شود.
- از دست‌کاری و تعمیر ساعت توسط افراد غیر مسئول خودداری گردد.
- پیچ‌های اتصال و تثبیت را به اندازه مناسب سفت کنید.

مراحل انجام کار:

۱ ساعت اندازه‌گیری را روی نگه‌دارنده مناسب سوار کنید و مجموعه را روی صفحه صافی قرار دهید و کلید مغناطیس را فعال کنید.
۲ سر میلهٔ لمس‌کننده را به‌طور عمود بر صفحهٔ صافی مماس کرده و عقربه بزرگ را به اندازه حدود یک چهارم دور تحت فشردگی قرار دهید (شکل ۴۶).
۳ با استفاده از طوقه متحرک، صفر ساعت را زیر عقربه بزرگ تنظیم کنید.
۴ بلوک سنجه را زیر میله لمس‌کننده قرار دهید و اندازه نشان داده شده را بخوانید. (شکل ۴۷).
نکته: با توجه به شرایط کنترل لازم است ساعت اندازه‌گیری حدود یک چهارم گستره اندازه‌گیری‌اش فشرده شود.
۵ موقعیت عقربه کوچک را یادداشت کنید.
۶ عدد نشان‌داده‌شده توسط عقربه باید عدد روی بلوک سنجه باشد.
۷ میزان خطای ساعت را تعیین کنید.



شکل ۴۶



شکل ۴۷

نکته

نکات مهم در ارتباط با ساعت اندازه‌گیری

- 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 تاحرکت 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:

ـ 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 (شکل۴۸). 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 ساده

گیره مدرج (پایه گردان)

شکل ۴۸

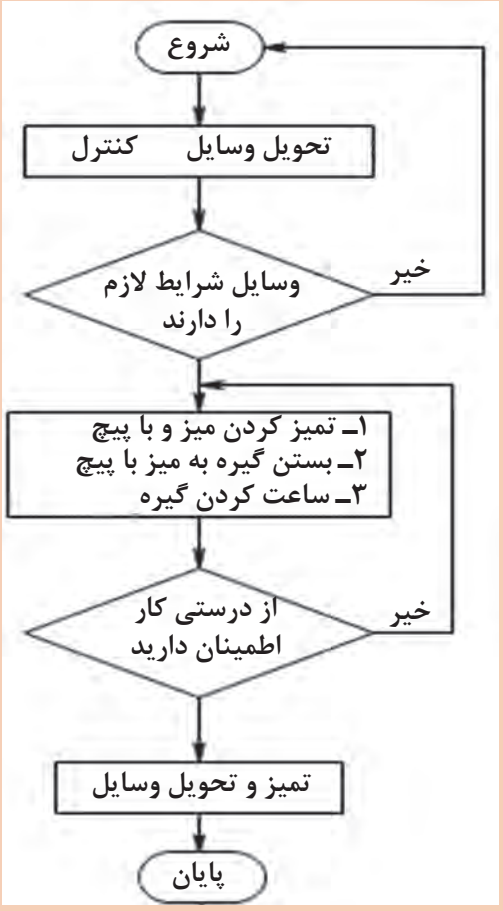
فعالیت‌عملی

بستن گیره و ساعت کردن آن

وسایل و تجهیزات مورد نیاز

۱ گیره
۲ ساعت‌اندازه‌گیری و پایه
۳ چکش لاستیکی
۴ آچار مناسب
۵ شمش سنگ خورده
۶ گونیا

روند نمای انجام کار

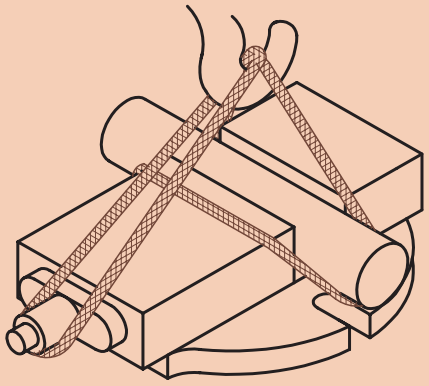


نکات ایمنی

- برای حمل گیره حتماً از وسایل حمل مثل جرثقیل و یا میز چرخ‌دار 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

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

شکل ۵۰

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 ساعت‌کردن گیره استفاده کرد.

۶ با حرکت میز به طرفین میزان انحراف ساعت را خوانده و در صورت انحراف گیره، به‌اندازه 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.

شکل ۵۱

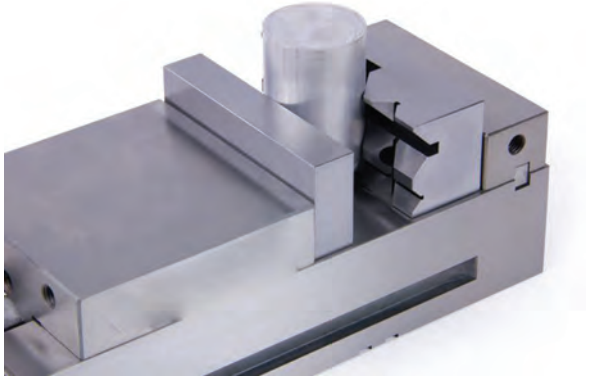
نکته

هرگز برای سفت کردن پیچ‌ها از اهرم استفاده نکنید.

۹ در صورت نیاز از راهنمایی هنرآموز کمک بگیرید.

نکته

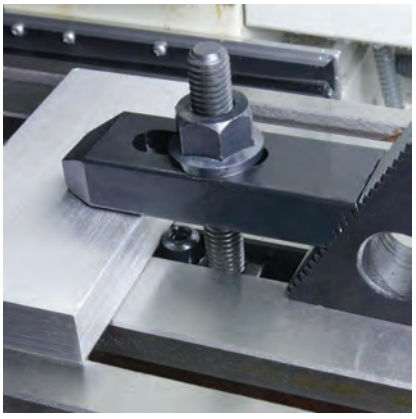
برای قطعات گرد باید از گیره‌بندی مناسب مطابق شکل استفاده نمایید.



شکل ۵۲

بست‌ها (روبنده‌ها):

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 درطرف دیگر روبنده از زیرسری مناسبی استفاده گردد. این زیر سری‌ها در فرم‌های منشوری، منشوری پله‌دار و قابل تنظیم ساخته می‌شوند (شکل۵۳).



شکل۵۳

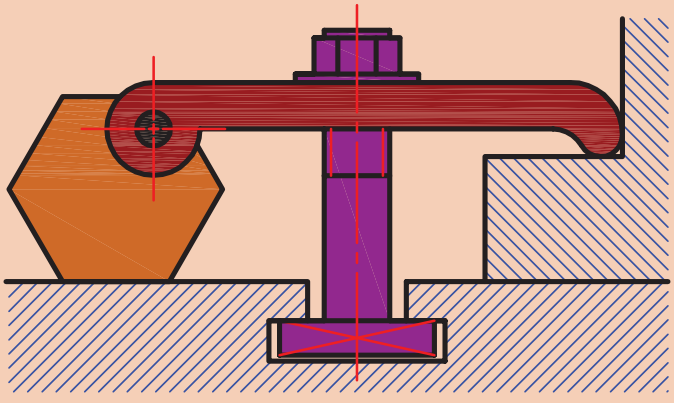
فعالیت‌عملی

بستن قطعه کار به وسیله روبنده

روند نمای انجام کار را ترسیم نمایید.

وسایل و تجهیزات مورد نیاز

۱ روبنده ساده و روبنده قابل تنظیم
۲ قطعه کار با ابعاد مناسب
۳ چکش لاستیکی
۴ آچار مناسب



شکل۵۴

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.

مراحل انجام کار

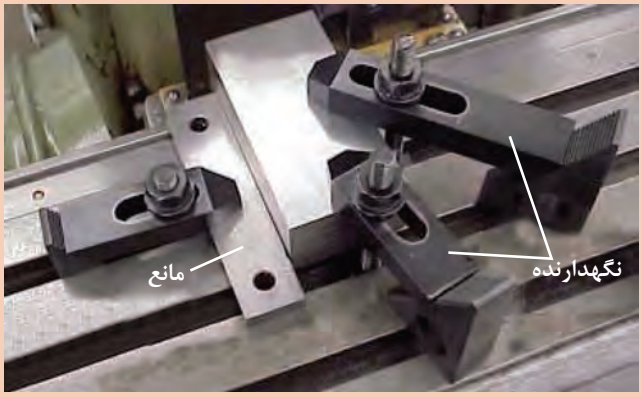
۱ سطح میز وشیارهای میز را تمیز کنید.

۲ قطعه را تمیز کرده و روی میز قرار دهید.

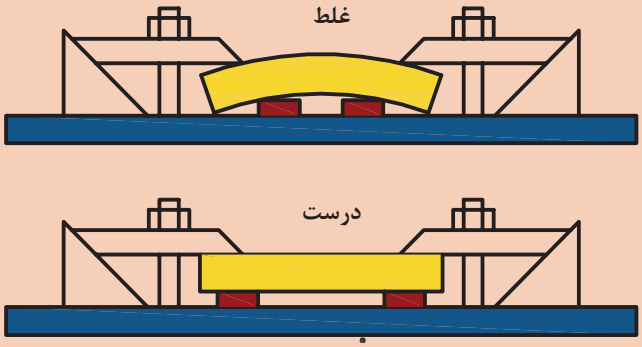
۳ قطعات روبنده با پیچ مناسب را روی قطعه قرار دهید (ارتفاع دو طرف قطعه کار و زیرسری حتی‌الامکان یکی باشد) و به کمک آچار محکم کنید. در کار با زمان طولانی، به تناوب پیچ‌ها را آچارکِشی کنید.

۴ در صورت استفاده از زیرکاری برای جلوگیری از خمیدگی، زیرکاری را در لبه‌های قطعه قرار دهید.

۵ قبل از شروع به براده‌برداری از عدم برخورد پیچ‌ها به ابزار، اطمینان حاصل کنید.



شکل ۵۵



شکل ۵۶

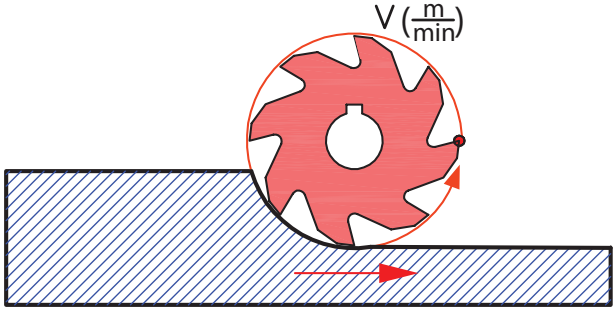
توجه

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

سرعت برشی، عده دوران و سرعت پیشروی

مقدمه:

از عوامل مؤثر در کیفیت سطح و زمان انجام کار و همچنین قیمت تمام‌شده 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

ـ سرعت برش (v):

مسافتی که لبه برنده تیغه‌فرز روی قطعه کار در یک دقیقه طی می‌کند را سرعت برش می‌گویند.

سرعت برش سرعتی است که با آن عمل براده‌برداری انجام می‌شود. 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 تیغه‌فرز دریک دور حرکت به‌اندازه محیط دایره پیرامون تیغه‌فرز حرکت می‌کند بنابراین:

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

$\pi \times d \times ۲$ = مسافت پیموده شده همان نقطه در ۲ دور

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

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

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

d = قطر تیغه‌فرز mm

n = تعداد دور تیغه‌فرز RPM

از آنجا که واحد سرعت برش متر بر دقیقه است و قطر تیغه فرز به میلی‌متر بیان می‌شود در تبدیل واحد کافی است که قطر تیغه‌فرز را به عدد ۱۰۰۰ تقسیم کنیم و فرمول نهایی سرعت برش چنین به دست می‌آید:

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰}$$

ـ عوامل تأثیرگذار بر سرعت برش در فرزکاری

- **جنس قطعه کار:** یکی از عواملی که در انتخاب سرعت برش تأثیر به‌سزایی دارد جنس قطعه کاراست. اصولاً هرچه جنس قطعه کار سخت‌تر باشد سرعت برش کمتری انتخاب می‌شود.
- **جنس تیغه‌فرز (ابزار):** انتخاب سرعت برش با جنس تیغه‌فرز ارتباط مستقیم دارد و معمولاً با انتخاب تیغه‌فرزهای با جنس سخت‌تر امکان انتخاب سرعت برش بیشتر وجود دارد.
- **مایع خنک‌کننده:** مایع خنک‌کننده گرمای ناشی از تماس ابزار و قطعه کار را کاهش می‌دهد و به فرایند بهتر براده برداری و افزایش سرعت برش کمک می‌کند.
- **سطح مقطع براده:** درخشن تراشی سطح مقطع براده زیاد و سرعت برش کم و در پرداخت‌کاری سطح مقطع براده کم و سرعت برش زیاد را می‌توان انتخاب کرد.
- **توان ماشین:** با ماشین دارای ساختمان قوی‌تر و توان بیشتر می‌توان با سرعت برشی بیشتر ماشین‌کاری کرد.
- **دوام ابزار:** فاصله زمانی تیز کردن تا کند شدن ابزار را دوام ابزار می‌گویند. انتخاب سرعت مناسب باعث افزایش دوام ابزار می‌شود. در صورت کُند بودن تیغه فرز باید سرعت پیشروی از حد معمول کمتر انتخاب شود. (البته کار با تیغه فرز کند توصیه نمی‌شود).

ب) استفاده از جدول سرعت برش: کارخانه‌های تولید ماشین‌های ابزار، سرعت برش راباتوجه به عوامل مؤثر بر سرعت برش و از طریق تحقیق و آزمایش و تجربه به‌صورت جدول‌هایی ارائه می‌نمایند که در محیط کار استفاده می‌شود (جدول۴ـ۱).

جدول ۴ـ۱ـ سرعت برش و سرعت پیشروی در فرزکاری

جنس قطعه کار (استحکام کشش) $(\sigma \frac{N}{m^2})$	(سرعت برش $\frac{m}{min}$)						fz مقدار پیشروی میز به ازای یک دندانه تیغه فرز بر حسب میلی‌متر mm				
	تیغه فرزهای ss			تیغه فرزهای تیغچه‌دار			ss			تیغچه دار	
							تیغه فرزهای غلتکی	پیشانی تراش	پولکی، انگشتی و فرم تراش		
فولاد با استحکام	سطوح خشن	سطوح صاف	سطوح خیلی صاف	سطوح خشن	سطوح صاف	سطوح خیلی صاف				سطوح خشن	سطوح صاف
$\frac{N}{m^2}$ ۶۰۰ تا	۱۶	۲۵	۳۲	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۴	۰/۰۸
$\frac{N}{m^2}$ ۷۰۰ تا ۶۰۰	۱۸	۲۲	۲۸	۱۱۰	۱۴۰	۱۸۰	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۸
$\frac{N}{m^2}$ ۸۰۰ تا ۷۰۰	۱۳	۲۰	۲۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۶۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۸
$\frac{N}{m^2}$ 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 تیغه‌فرز مقدار عده دوران از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

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

دوران به‌دست آمده ممکن است روی دستگاه قابل تنظیم نباشد که در چنین مواردی از نزدیک‌ترین عدد دوران موجود در جدول (ترجیحاً عدد کوچک‌تر) استفاده می‌شود.

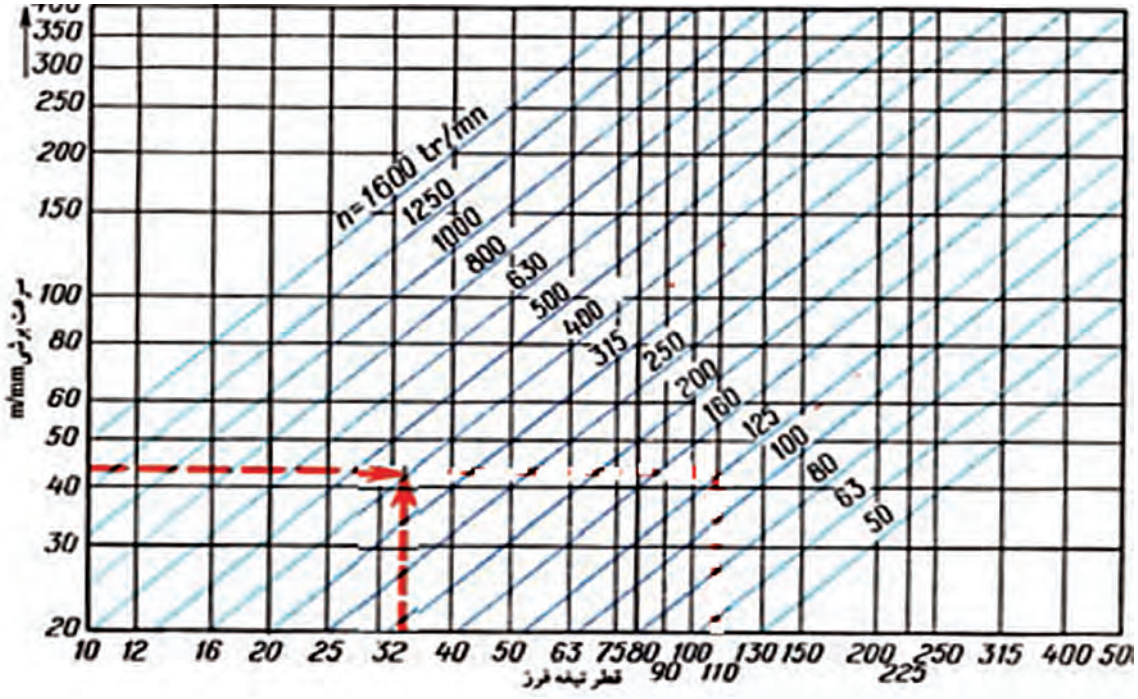
مثال ۱: با تیغه‌فرز انگشتی به قطر $d = 32mm$ قطعه‌ای از جنس چدن را فرزکاری خواهیم کرد. مطلوب است عده دوران تنظیمی ماشین درصورتی‌که جنس تیغه‌فرز از نوع تیغچه‌دار و مقدار سرعت برش ۴۰ متر بر دقیقه (از جدول سرعت برش) باشد:

$$n = \frac{v \times 1000}{d \times \pi} = \frac{40 \times 1000}{32 \times 3/14} = 398\,RPM$$

البته با توجه به دورهای قابل تنظیم، عده دوران ۴۰۰ دور در هر دقیقه را تنظیم می‌کنیم.

با داشتن قطر تیغه‌فرز و سرعت برش عده دوران ابزار را می‌توان از نمودار هم انتخاب کرد.

نمودار تعیین عده دوران



فعالیت کارگاهی

دستگاه را بر روی عده دوران ۱۶۰ دور در دقیقه تنظیم نمایید.

نکات ایمنی

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

مراحل انجام کار

۱ پس از پوشیدن لباس کار و کفش ایمنی و تحویل دستگاه، میز را به‌اندازه 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 به‌طوری که عده دوران مورد نظر در قسمت بالا قرار گیرد. سپس حلقه داخلی را چرخانیده تا در محل خود قرار گیرد. شکل مقابل ۱۲۵۰ دور و یا ۲۵۰۰ دور را نمایش می‌دهد. برای تنظیم دور ۲۰۰۰ 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.

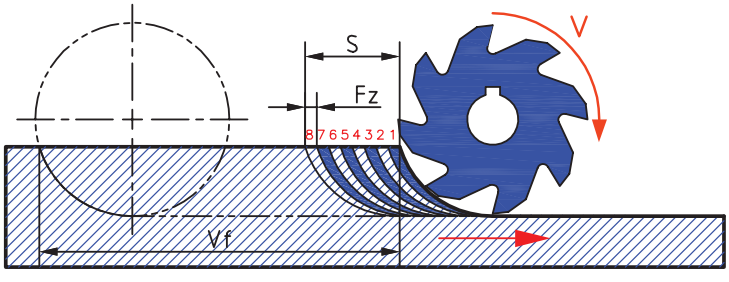
۵ اگر از کلید استارت I استفاده شود دورهای کم و اگر از استارت II استفاده گردد دور زیاد ایجاد می‌شود.

شکل۵۸

هشدار

موقع تعویض دور مطمئن شوید که آچار روی محور فرز گیر نباشد.

ـ **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



شکل۵۹

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

الف ـ محاسبه سرعت پیشروی

$V_F = s \times n$

f_z = مقدار پیشروی میز به ازای هر دندانه تیغه‌فرز

$S = f_z \times z$

S = مقدار پیشروی به ازای یک دور تیغه فرز

$V_F = f_z \times z \times n$

V_F= سرعت پیشروی میز برحسب میلی‌متر بر دقیقه

z = تعداد دندانه تیغه‌فرز

n = عده دوران تیغه‌فرز در یک دقیقه

مثال: سرعت پیشروی میز ماشین فرزی برای فرزکاری با انگشتی به قطر ۱۶ میلی‌متر که ۴ دندانه دارد اگر مقدار $F_z = ۰/۰۵mm$ و تعداد دوران ۱۲۵ دور در هر دقیقه باشد را محاسبه کنید.

$$V_F = f_z \times z \times n \rightarrow V_F = ۰/۰۵ \times ۴ \times ۱۲۵ = ۲۵ \frac{mm}{min}$$

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 به‌صورت پیوسته و به آرامی انجام گیرد.

شکل ۶۰

فعالیت کلاسی

۱ برای فرزکاری قطعه‌ای ازتیغه فرز غلتکی با قطر ۳۰ میلی‌متر استفاده می‌شود. در صورتی که سرعت برش ۱۵ متر بر دقیقه باشد، تعداد دوران قابل تنظیم چقدر است؟ (دورهای موجود دستگاه عبارت‌اند 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؟

فعلیت‌عملی

تنظیم عده دوران و سرعت پیشروی دستگاه فرز

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

۱ دستگاه فرز

۲ قلم وکاغذ برای ثبت نتایج

روند نمای انجام کار

نکات ایمنی

- تنظیم دور، فقط در حالت خاموشی دستگاه انجام گردد.
- درصورت 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 تحویل 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.

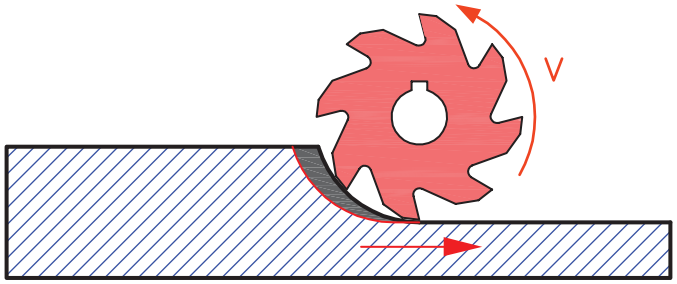
روش‌های فرزکاری (همراه ـ معکوس)

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 براده برداری عبارت‌اند از:

۱ـ براده‌برداری همراه:

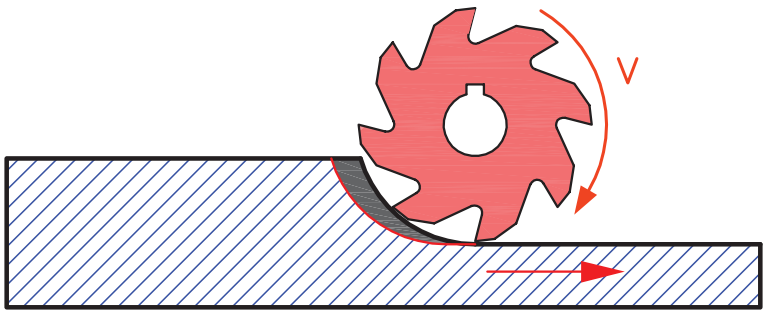
در این روش براده‌برداری، جهت دوران تیغه فرز و جهت پیشروی میز در نقطه تماس موافق و هم جهت می‌باشد و هر دندانه عمل برش را از حداکثر ضخامت براده شروع کرده و بدین جهت نیروی برش از حداکثرشروع شده و به حداقل می‌رسد. از محاسن این روش فشرده شدن قطعه کار به میز و نیاز به نیروی گیره‌بندی کمتر است و امکان ماشین‌کاری قطعات نازک‌تر می‌باشد و از معایب آن این است که قطعه کار همراه با این نیرو به‌اندازه 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 ـ ۶۱).



شکل الف ۶۱

۲ـ 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 هریک از دندانه‌ها قبل از درگیری با کار، روی سطح کار کمی سر خورده و سپس با آن درگیر می‌شودکه این عمل باعث کند شدن سریع تیغه فرز است و سطح موج‌دار می‌شود. اِشکال 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 ـ ۶۱).

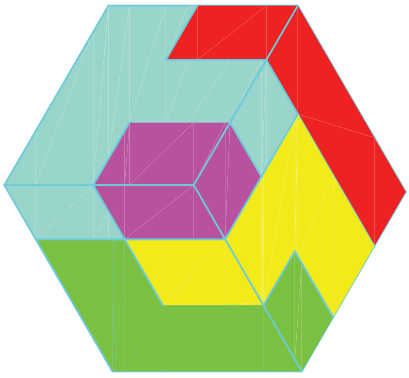


شکل ب ۶۱

نکات ایمنی

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

گونیا کردن سطوح در فرزکاری



شکل ۶۲

درشکل مقابل برای اینکه اجزای قطعه به‌طور صحیح کنار هم قرار گیرند چه شاخصه مهمی باید داشته باشند؟

از آنجا که قطعات تولیدی در فرزکاری 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 تولرانس‌های 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 وکنترل تعامد، تختی و مستقیمی سطوح و ... در کارگاه و آزمایشگاه استفاده می‌شود (شکل ۶۳).

گونیا با تیغه مدرج

گونیای دقیق (مویی)

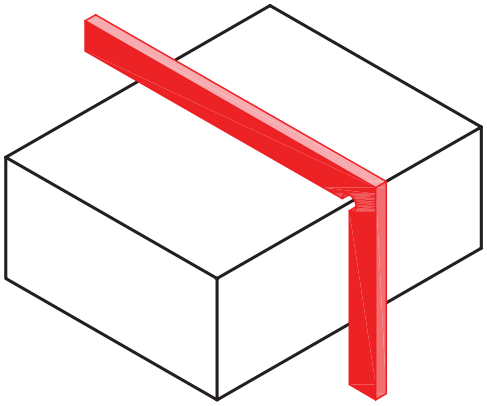
شکل ۶۳

توجه

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

روش کنترل با گونیا

هنگام کار با گونیا توجه شود که دو ضلع گونیا برسطح کار عمود قرار گیرند (شکل ۶۴).

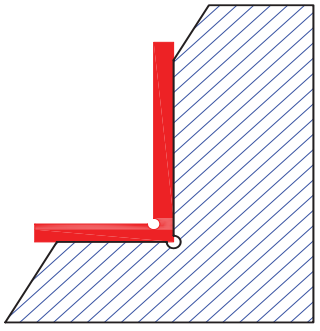


شکل ۶۴

کنترل گونیایی بودن زاویه خارجی قطعه کار، دو ضلع گونیا را عمود برسطح مورد نظر به نحوی که در مقابل چشم باشد قرار دهید و از طریق میزان عبور نور سطح را کنترل کنید (شکل۶۵).

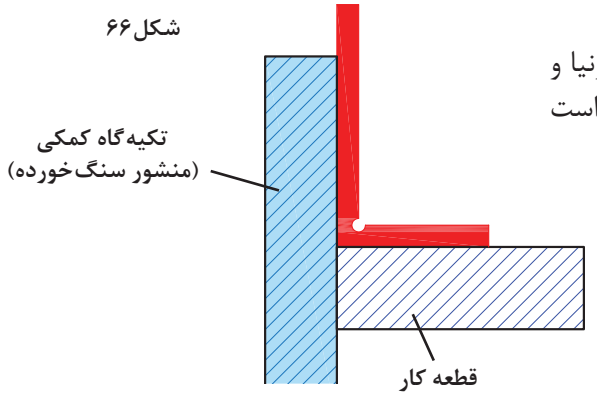
شکل ۶۵

برای کنترل زوایای داخلی، پایه گونیا را روی سطح افقی قرار دهید و سپس آن را به سطح عمودی نزدیک کنید (شکل۶۶).



شکل ۶۶

کنترل تعامد دوسطح یک قطعه، با استفاده از گونیا و تکیه‌گاه کمکی (منشور استاندارد) نیز امکان‌پذیر است (شکل۶۷).



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.

فعالیت‌عملی

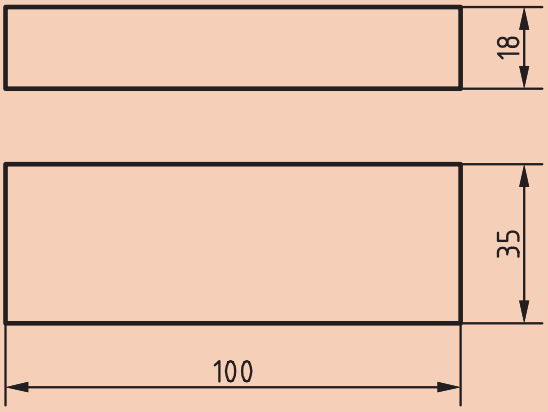
نام قطعه: روبنده

جنس: st۳۷

ابعاد مواد اولیه: ۱۰۴×۳۸×۲۰ 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 قطعه‌کار

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 ۱۰۴×۳۸×۲۰ 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 قطعه‌کار و تیغه‌فرز 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 یاتاقان‌ها باید روغن‌کاری شوند.

مراحل انجام کار

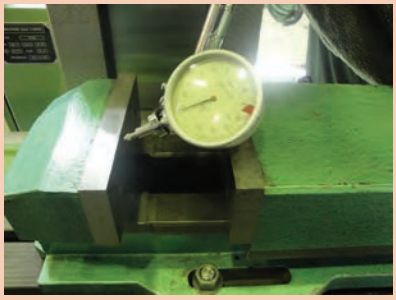
۱ پس از انتخاب دستگاه فرز، تیغه فرز مناسب روی دستگاه نصب کنید.

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 ۶۸

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 ۶۹

۵ سطح کوچک‌تر و صاف‌تر 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.

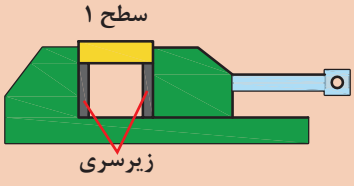
برای اطمینان از چسبیدن قطعه به زیرکاری در هنگام محکم کردن قطعه از چکش پلاستیکی استفاده نمایید (شکل ۷۰).

شکل ۷۰

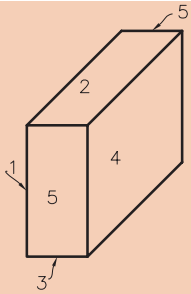
هشدار

جهت محکم کردن گیره و تیغه‌فرز از چکش و اهرم استفاده نشود.

۶ با رعایت اصول ایمنی و بااطمینان از فاصله مناسب تیغه فرز و قطعه کار، دستگاه را روشن کنید و پس از مماس کردن و تنظیم حلقهٔ میز عمودی دستگاه به آرامی شروع به براده‌برداری 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 نشان‌دهنده تماس ابزار با قطعه کار است.



شکل ۷۱

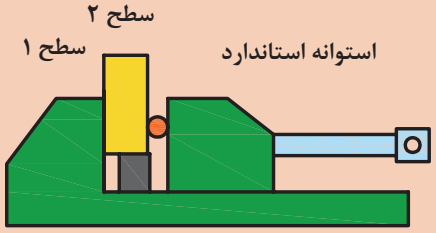


شکل ۷۲

توضیح

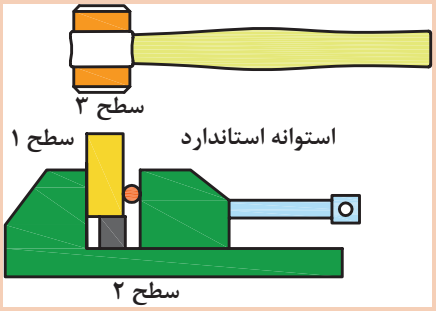
در مرحله خشن‌کاری ابعاد قطعه تا اندازه ۰/۴ میلی‌متر بزرگ‌تر از اندازه قطعه نهایی در نظر گرفته شود.

۷ قطعه را چرخانیده به گونه‌ای که سطح براده‌برداری 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 فرزکاری 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 ۷۳

۸ سطح تراشیده شده در مرحله قبل (سطح شماره ۲) را به زیرکاری تکیه داده وگیره را محکم کنید و سطح شماره۳ را ماشین کاری نمایید. برای اطمینان از چسبیدن قطعه به زیرکاری در هنگام محکم کردن قطعه از چکش پلاستیکی استفاده نمائید (شکل ۷۴) .

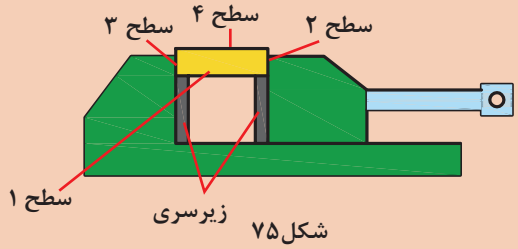


شکل ۷۴

نکته

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

۹ در این مرحله سطح تراشیده شده (سطح شماره۳) را به فک ثابت گیره تکیه داده و همانند مراحل قبل سطح شماره ۴ را ماشین‌کاری نمایید. لازم به ذکر است در این مرحله نیازی به استفاده از میله استوانه‌ای نیست.

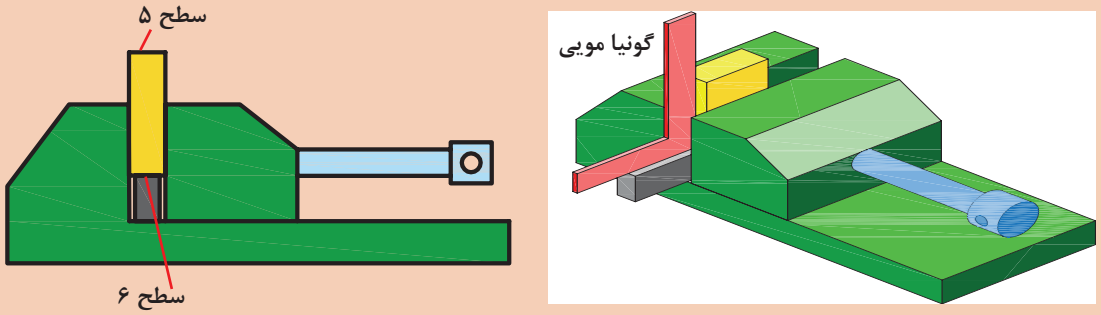


شکل ۷۵

پرسش

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

۱۰ برای تنظیم سطح شماره ۵ از گونیای 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(شکل۷۶).



شکل۷۶

۱۱ برای ماشین‌کاری سطح آخر قطعه (سطح شماره۶) به همان روش سطح شماره ۵ عمل می‌شود، البته استفاده از گونیا جهت تنظیم در این مرحله لازم نیست.

توجه

در صورت بلند بودن طول قطعه کار نسبت به ابعاد گیره، بهتر است برای فرزکاری سطوح ۵ و ۶ مطابق شکل عمل کنید (شکل۷۷).

شکل۷۷

پرسش

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

۱۲ **پرداخت کاری–** ماشین‌کاری‌های مرحله اول برای خشن کاری انجام شد و برای ایجاد اندازه نهایی با دقت مورد نظر، یک مرحله دیگر ماشین‌کاری 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 هم بیندیشیم

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

تمیز کردن دستگاه:

پس از پایان ماشین‌کاری باید براده و مواد خنک‌کننده باقیمانده روی دستگاه را به‌طور مناسب تمیز کرد. برای این منظور از پارچه‌های تنظیف که برای این کار مناسب هستند استفاده نمایید. ابتدا براده‌های درشت را به وسیله قلم‌مو از روی دستگاه پاک کنید و سپس به کمک پارچه سطوح را کاملاً از براده و مواد خنک‌کننده پاک نمایید. مطمئن شوید که هیچ‌گونه مواد خنک‌کننده روی دستگاه و بین سوپرت‌ها باقی نماند، چرا که باعث تخریب سطوح دستگاه می‌شوند. در پایان سطوح لغزنده دستگاه را به وسیله روغن چرب کاری کنید و در انتها اطراف دستگاه را تمیز و براده‌ها را به محل تعیین‌شده در کارگاه منتقل کنید.

هشدار

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

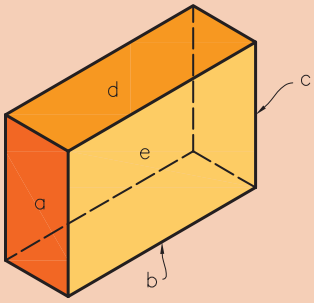
تحقیق

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 قطعه‌ای که ساخته‌اید (مطابق شکل روبه‌رو) کامل کنید.



شکل ۷۸

کنترل گونیایی قطعه نسبت به نقشه با گونیای مویی

سطح a نسبت به سطح d	نیاز به اصلاح دارد: ☐ نیاز به اصلاح ندارد: ☐	شرح اصلاح:
سطح c نسبت به سطح b	نیاز به اصلاح دارد: ☐ نیاز به اصلاح ندارد: ☐	شرح اصلاح:
سطح e نسبت به سطح a	نیاز به اصلاح دارد: ☐ نیاز به اصلاح ندارد: ☐	شرح اصلاح:
سطح e نسبت به سطح b	نیاز به اصلاح دارد: ☐ نیاز به اصلاح ندارد: ☐	شرح اصلاح:

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

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

طول قطعه= اندازه نقشه=	نیاز به اصلاح دارد: ☐ نیاز به اصلاح ندارد: ☐	شرح اصلاح:
عرض قطعه= اندازه نقشه=	نیاز به اصلاح دارد: ☐ نیاز به اصلاح ندارد: ☐	شرح اصلاح:
ارتفاع قطعه= اندازه نقشه=	نیاز به اصلاح دارد: ☐ نیاز به اصلاح ندارد: ☐	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

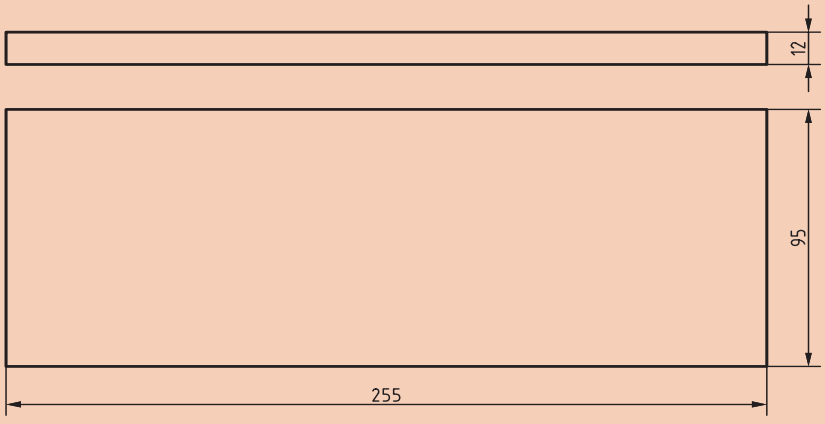
۳ زیرکاری مناسب

۴ گونیای مویی

۵ کولیس

۶ چکش پلاستیکی

۷ سوهان تخت جهت پلیسه‌گیری



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 قطعه‌کار 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 سیم اتصال زمین (ارت) باشد.

مراحل انجام کار

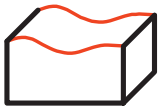
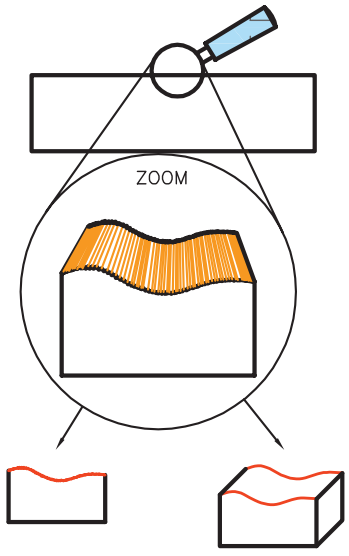
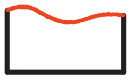
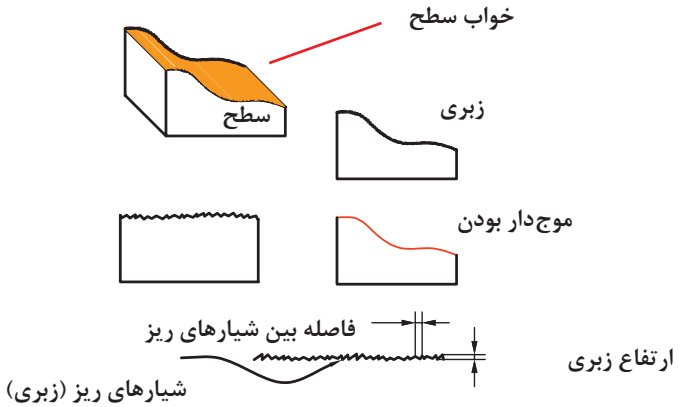
۱ قطعه‌کار را خط‌کشی کرده و سپس به گیره ببندید.
۲ تیغه فرز پیشانی تراش را روی دستگاه نصب کنید و عده دوران و سرعت پیشروی مناسب را تنظیم نمایید.
۳ با رعایت موارد ایمنی دستگاه را روشن نمایید.
۴ تیغه فرز را با کار مماس کنید و حلقه تنظیم حرکت عمودی را روی صفر تنظیم کنید.
۵ عمق بار را تنظیم و براده‌برداری را تاپایان کار ادامه دهید و سپس دستگاه را خاموش نمایید.
۶ اندازه و کیفیت سطوح تولیدشده 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 پایین‌تری است و حتی بدون عملیات ماشین‌کاری قابل استفاده است در حالی که سطوحی که در تماس با یکدیگرند دارای کیفیت سطح بالاتری می‌باشند. بنابراین در صنعت هر سطح تا آن‌اندازه پرداخت می‌شود که بتواند وظیفه محوله را با دقت لازم انجام دهد. جهت جلوگیری از پرداخت‌کاری بیش از حد یک قطعه، میزان کیفیت سطح قطعه به وسیله نمادهایی در روی نقشه نمایش داده می‌شود.

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

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

شکل ۷۹

پرسش

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

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 خنک کاری (مایع برش) :** استفاده از مایع خنک‌کاری باعث افزایش کیفیت سطح، سرعت برش و عمر ابزار می‌شود.

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

جدول ۵ـ۱ـ رابطه بین زبری سطح با سرعت برش

ردیف	سرعت برش v متر بر دقیقه	مقدار پیشروی (....) (میلی‌متر در هر دور) mm	شعاع نوک ابزار برش r میلی‌متر (mm)	ارتفاع زبری µm	خروجی دستگاه زبری‌سنج
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	۴	

شکل ۸۰

برای اندازه‌گیری و کنترل کیفیت سطح از زبری‌سنج 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 زبری‌سنج گویند.

روش‌های تعیین زبری سطح

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

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 (∇) : اکنون کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تعیین زبری به روش مثلث: در استانداردهای قدیمی استفاده از علایم مثلثی رایج بوده است که در چهار گروه دسته بندی می‌شد (∇ ∇ ∇ ∇، ∇ ∇ ∇، ∇ ∇، ∇)

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

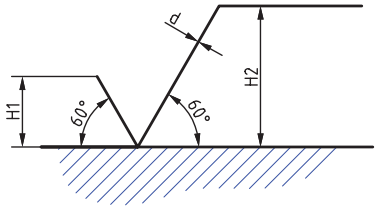
جدول ۶ـ۱ـ مقایسهٔ روش‌های زبری سطح و درجه زبری

کیفیت سطح	سطح خام	خشن‌تراشی			پرداخت‌کاری			پرداخت ظریف			پرداخت خیلی ظریف		
روش‌های تولید	نوردکاری ریخته‌گری دقیق (دایکاست)	تراشکاری و فرزکاری غیر دقیق و اره‌کاری			تراشکاری و فرزکاری دقیق و سوراخکاری			سنگ‌زنی 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		
مثال‌ها روش													
روش Ra (µm)		۵۰	۲۵	۱۲.۵	۶.۳	۳.۵	۱.۶	۰.۸	۰.۴	۰.۲	۰.۱	۰.۰۵	۰.۰۲۵
روش Rz (µm)		Rz۱۶۰	Rz۱۰	Rz۴۰	Rz۲۵	Rz۱۲/۵	Rz۶/۳	Rz۳/۱۵	Rz۱/۶	Rz۰/۱	Rz۰/۴	Rz۰/۲	Rz۰/۱۶
N	—	N۱۲	N۱۱	N۱۰	N۹	N۸	N۷	N۶	N۵	N۴	N۳	N۲	N۱

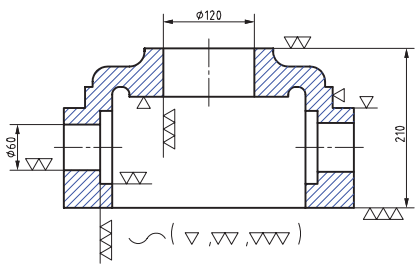
در استاندارد ایزو می‌توان به جای مقادیر Ra از مراحل دوازده گانه N۱ تا N۱۲ مطابق جدول بالا استفاده کرد.

روش استفاده از علائم روی نقشه

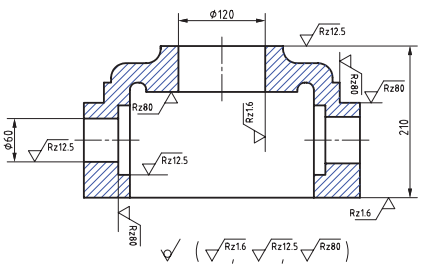
	ارتفاع حروف h به mm						
	2/5	3/5	5	7	10	14	20
d	0/25	0/35	0/5	0/7	1/0	1/4	2/0
H_1	3/5	5	7	10	14	20	28
H_2	8	11	15	21	30	42	60



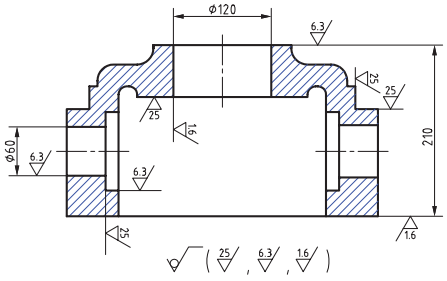
شکل ۸۱



شکل ۸۲



شکل ۸۳



شکل ۸۴

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

پرسش

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

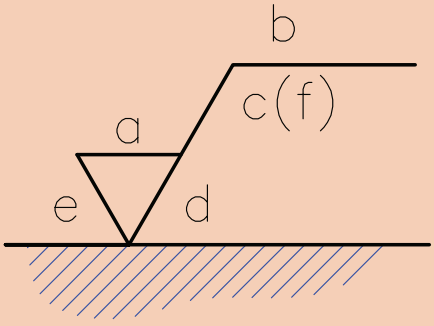
فعالیت کارگاهی

در کارگاه کیفیت سطح چند قطعه تولید شده را به‌صورت 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 مقایسهٔ چشمی سطح مورد نظر ؛با سطوح موجود در نمونه، میزان زبری مشخص می‌شود (شکل۸۵).

شکل۸۵

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



شکل۸۶

a) مقدار زبری سطح Ra بر حسب µm (یا عدد درجه زبری)

b) روش تولید، نوع پوشش و. . .

c) طول نمونه

d) جهت شیار (جهت تولید یا خواب ابزار)

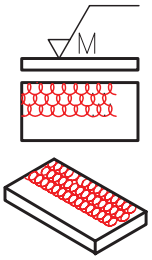
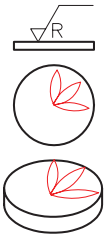
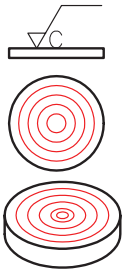
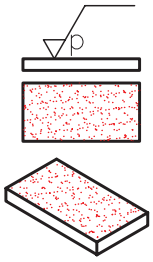
e) اضافه تراش (مقدار مجاز ماشین کاری)

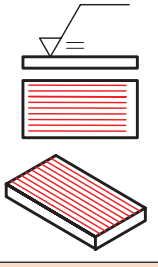
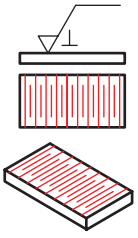
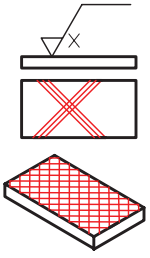
f) سایر مقادیر کیفیت سطح که داخل پرانتز نوشته می‌شود (مانند Rz)

جهت شیارها (جهت تولید یا خواب ابزار)

نقش و طرح باقیمانده روی سطح قطعه کار بر اثر ماشین‌کاری 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.

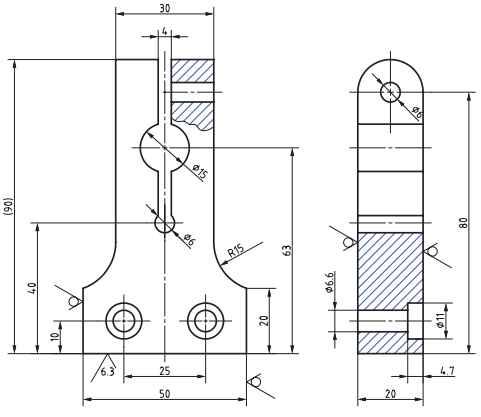
خواب‌های چند جهته ابزار			
			
M جهت تولید چند تایی یعنی سطح در جهات مختلف تولید می‌شود مانند فرزکاری با پیشانی تیغه فرز.	R برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز قطعه حالت شعاعی دارد مانند سنگ زنی با پیشانی سنگ بدون حرکت پیشروی.	C برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز حالت دایره‌ای دارد مانند پیشانی تراشی روی ماشین تراش.	P برای حالتی که سطح تولید شده فاقد شیار و جهت است مانند اسپارک.

خواب‌های ساده ابزار		
		
= برای حالتی که جهت تولید موازی با سطح علامت‌گذاری شده است مانند سنگ زنی قطعات تخت و صفحه تراشی.	⊥ برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطح علامت‌گذاری شده است مانند سنگ‌زنی قطعات تخت و صفحه تراشی.	X برای حالتی که جهت تولید نسبت به سطح علامت‌گذاری شده حالت ضربدری دارد. مانند شابرکاری.

پرسش

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

۲ تفاوت روش‌های زبری سطح را بنویسید.



شکل ۸۷

فعالیت کلاسی

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

.....

.....

.....

.....

فعالیت کلاسی

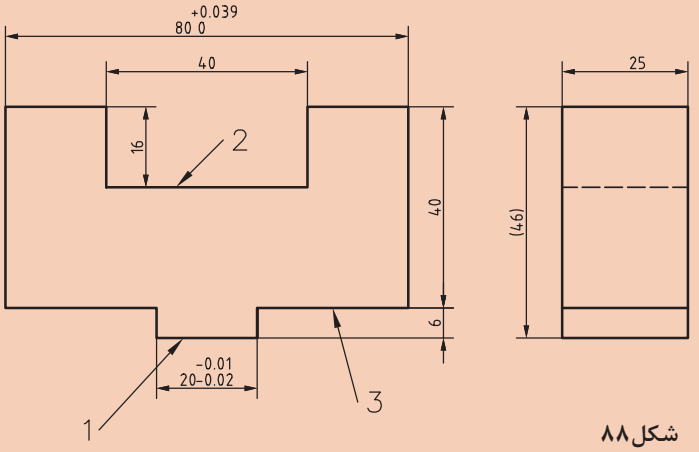
موارد خواسته شده را روی نقشه داده شده انجام دهید:

۱ کیفیت سطح قسمت شماره ۱ برابر ۲/۳ = Ra میکرومتر

۲ کیفیت سطح قسمت شماره ۲ برابر ۳/۶ = Ra میکرومتر

۳ کیفیت سطح شماره۳ برابر ۳/۶ = Ra میکرومتر

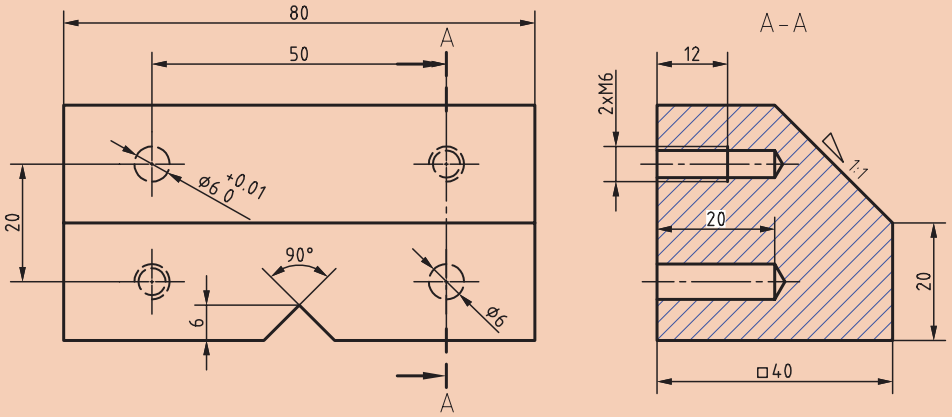
۴ کیفیت سطح سایر سطوح برابر ۵/۱۲ = Ra میکرومتر



شکل۸۸

فعالیت کلاسی

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



شکل۸۹

ارزشیابی هنرجو در واحد یادگیری : سنگ‌زنی سطوح تخت

نقشه کار: سنگ‌زنی سطوح تخت

سنگ‌زنی قطعات با دستگاه سنگ تخت مطابق نقشه

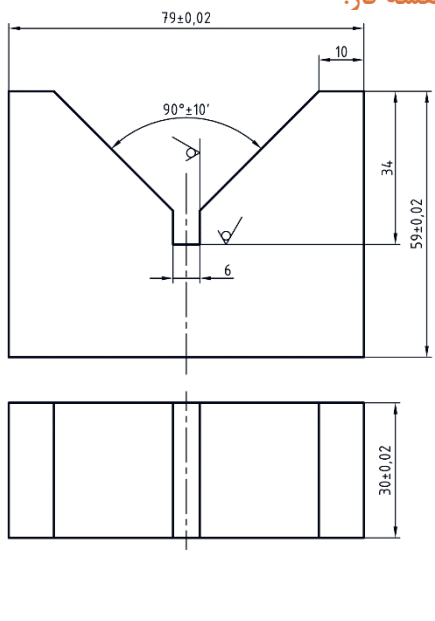
شاخص عملکرد: ۱- ابعاد مطابق نقشه ۲- کیفت سطح مطابق نقشه

شرایط انجام کار: ۱- در محیط کارگاه ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس ۳- تهویه استاندارد و دمای ۲۰°c ± ۳ ° 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 خط‌کش‌پایه‌دار و معمولی- سنبه‌نشان- چکش- گیره موازی- میزکار- کات کبود- وسایل تمیزکاری- قطعه کار- نقشه کار- زبری سنج مقایسه‌ای – وسایل کمکی برای بستن قطعه کار

- نمونه و نقشه کار:



معیارشایستگی:

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	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ـ مسئولیت‌پذیری N۷۲ L۲ ۳ـ مدیریت مواد و تجهیزات N۶۶ L۲ ۴ـ استفاده از لباس‌کار و کفش ایمنی و عینک محافظ ۵ـ تمیزکردن وسایل و محیط کار ۶ـ پایبندی به الزامات نقشه	۲	
	میانگین نمرات *		

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