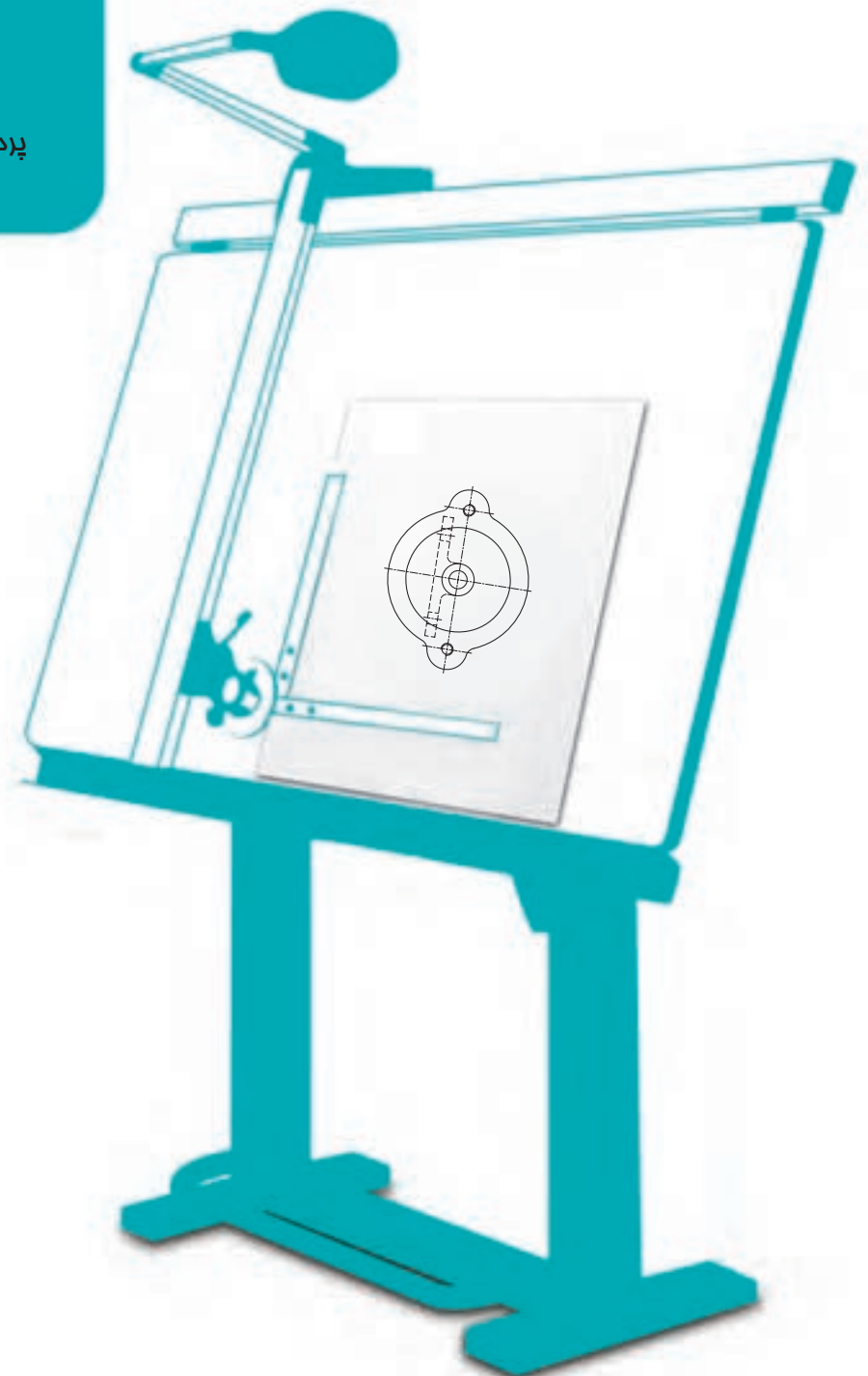


# فصل دوم پردازش سطح

پردازش مناسب سطح، نقش مهمی  
در کاربرد آن دارد.



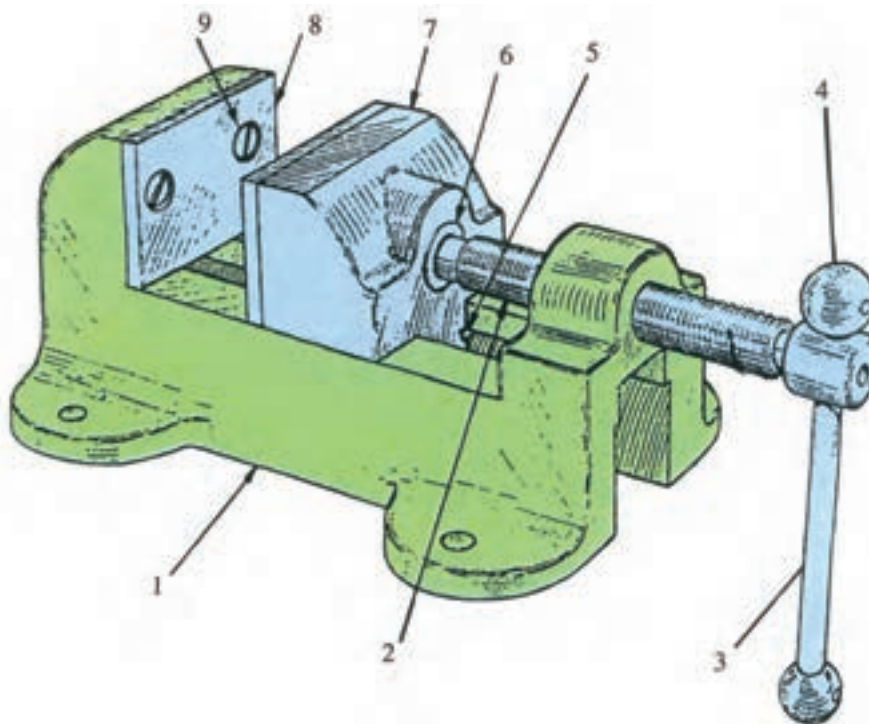
### پرداخت سطح

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می‌تواند :

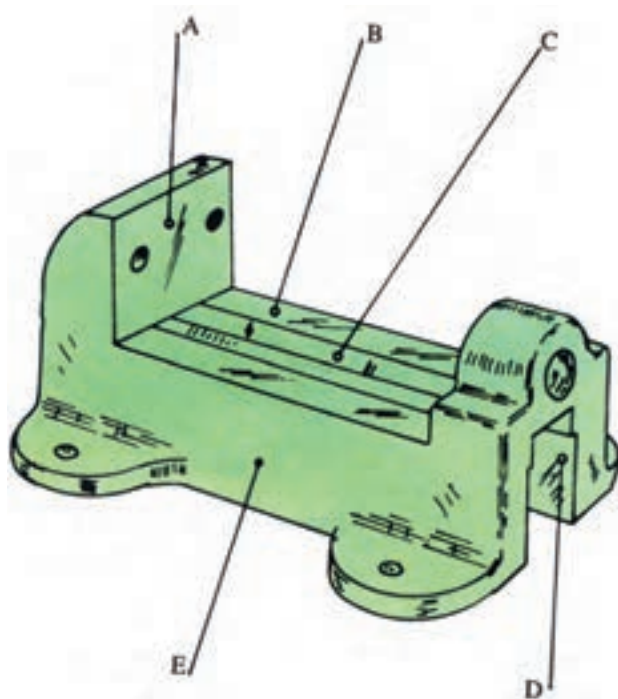
- ۱- پرداخت سطح را تعریف کند.
- ۲- سنجه‌های پرداخت سطح را نام ببرد.
- ۳- مفهوم نشانه‌های Ra و Rz را بیان کند.
- ۴- نشانه‌های Ra را در نقشه به کار برد.
- ۵- روش‌های تعیین پرداخت موجود یک سطح را توضیح دهد.

#### ۱-۲- پیشگفتار

به شکل ۱-۲ نگاه کنید. در این شکل یک گیره رومیزی دیده می‌شود.



شکل ۱-۲- گیره



شکل ۲-۲- بدنه

این گیره دارای چند قطعه مانند پیچ، اهرم، فک لغزنده، بدنه و... است. هریک از این قطعه‌ها به روش ویژه خود ساخته می‌شود. برای نمونه:

– شماره ۱ یا بدنه، ریخته‌گری و بعد کارهای دیگر روی آن انجام می‌شود.

شماره ۲ تراش کاری و حدیده کاری می‌شود.

شکل ۲-۲ را نگاه کنید.

در این شکل بدنه گیره به تنهایی دیده می‌شود. برای ساخت آن ابتدا از روش ریخته‌گری استفاده شده و سپس با انجام ماشین کاری روی آن، تکمیل و آماده شده است. روشن است که این بدنه پس از پایان مراحل ساخت، دارای سطوح گوناگونی است.

برخی از آن‌ها در کارکرد آینده مؤثر هستند و برخی دیگر نه. سازنده کوشش می‌کند که هر یک از این سطوح تا آنجا که لازم است صاف و تمیز باشد ولی روشن است که نیاز نیست این

صافی و پرداختی برای همه یکسان باشد. برای نمونه سطح B باید از E بهتر باشد، چرا؟ زیرا در کارکرد گیره تأثیر دارد.

آیا صاف و پرداخت کردن هزینه دارد؟ بله، قسمتی از قیمت قطعه مربوط به پرداخت کاری است. بنابراین، برای متعادل بودن هزینه‌ها هر سطح باید به آن اندازه پرداخت شود که وسیله بتواند کار خود را به خوبی انجام دهد. اینک کمی قطعه را بررسی کنیم:

– سطح A نیاز به ماشین کاری دارد، زیرا باید نسبت به سطح B گونیا شود البته نیاز به پرداخت زیادی ندارد، چون قسمت آج خورده فک روی آن سوار می‌شود.

– سطح B باید پرداخت خوب داشته باشد تا فک لغزنده به راحتی بلغزد.

– سطح C به علت آنکه یک سطح راهنما است، نیاز به ماشین کاری و پرداخت خوب دارد.

– سطح D نیز به صورت اولیه، حاصل از ریخته‌گری، باقی خواهد ماند.

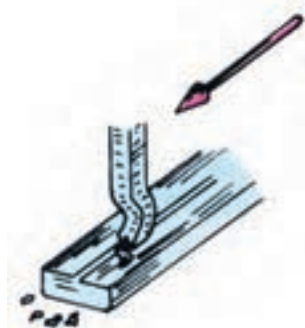
– سطح E هم به همان صورت به دست آمده از ریخته‌گری باقی می‌ماند.

به این ترتیب در صنعت معمول است که برای سطوح گوناگون، درجه‌های معینی از زبری در نظر می‌گیرند تا بتوانند آن‌ها را از نظر صافی و پرداختی با هم بسنجند.

در شکل ۲-۳، قطعه‌ای را می‌بینید که در آن سطح A به روش صفحه تراشی تولید شده است. در این روش براده‌برداری به وسیله یک رنده که حرکت طولی مستقیم دارد انجام می‌شود. پس خراش‌های ایجاد شده تقریباً موازی هستند.

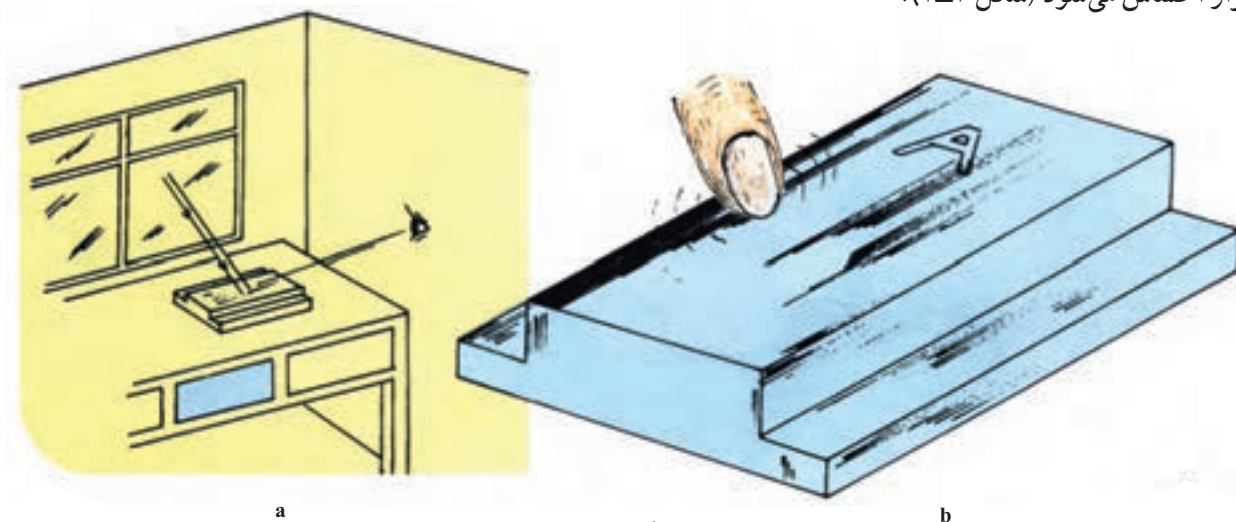
پیکان، جهت براده‌برداری را نشان می‌دهد. شیارهای بسیار ظریف به‌جا مانده از کار رنده را «خواب ابزار» می‌نامند. که در حقیقت همان جهت تولید است.

اگر برای ساخت این سطح بهترین شرایط را در نظر بگیریم، باز هم خواب ابزار را می‌توان با چشم دید به علاوه، اگر ناخن انگشت کوچک را به آرامی روی سطح بکشیم، خواب

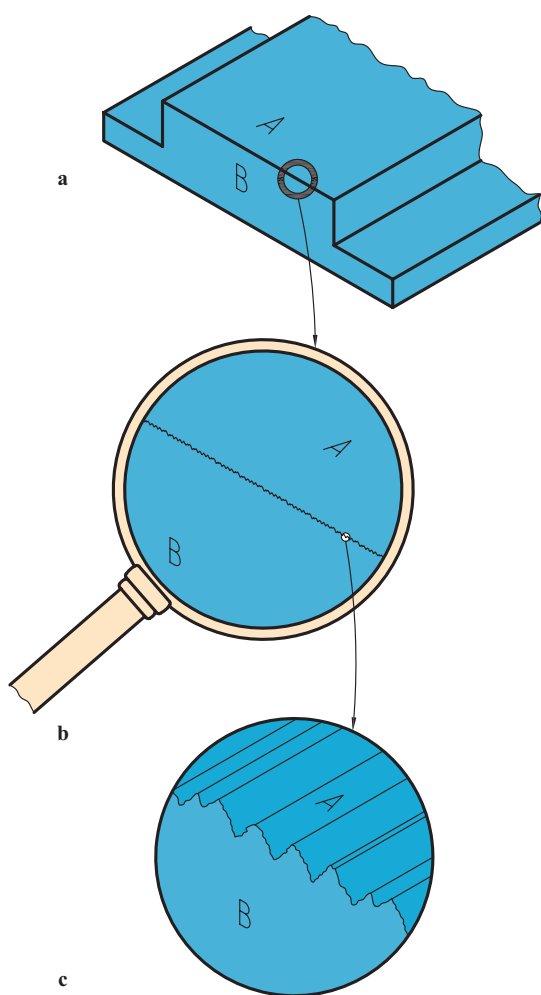


شکل ۲-۳

ابزار احساس می‌شود (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴



شکل ۲-۵

۱-۱-۲- تعریف: پرداخت کاری یعنی کندن ذرات بسیار ریز از سطح به منظور صاف و هموار کردن آن. پس به وجود آمدن پستی و بلندی اجتناب‌ناپذیر است. البته این پستی و بلندی‌ها با کوچکتر شدن اندازه ذرات کمتر خواهد شد. اما به هر حال، حتی زمانی که براده‌ها آن قدر ریز باشند که با چشم دیده نشوند، باز هم پستی و بلندی وجود خواهد داشت. به گفته‌ای ساده، به دست آوردن سطح مطلقاً صاف امکان ندارد. اگر به کمک ذره‌بین، پستی و بلندی‌های موجود را حدود  $20^\circ$  برابر بزرگ کنیم، تصویری مانند شکل ۲-۵-ب دیده خواهد شد. اگر بزرگ‌نمایی با کمک میکروسکوپ و حدود  $50^\circ$  برابر انجام شود، شکل ۲-۵-ج را خواهیم داشت. به این ترتیب دیده می‌شود که یک سطح به ظاهر صاف و پرداخت، تا چه اندازه ممکن است دارای ناهمواری باشد.



شکل ۲-۶

در این جا به یک نکته مهم توجه کنید که انتخاب مقطع برای بزرگ‌نمایی، عمود بر جهت تولید صورت گرفته است. شکل ۲-۶، نمای روبه‌روی تصویر بزرگ شده را نشان می‌دهد.

۲-۱-۲- نمونه: اکنون باید دید که چگونه میزان پرداخت

سطح را مشخص می‌کنیم، یعنی در نقشه نمایش می‌دهیم. استاندارد

ISO، سطوح گوناگون را به ۱۲ مرحله اصلی تقسیم می‌کند. برای تعیین این مراحل باید نمونه‌ای از سطح را عمود بر جهت خواب ابزار یا جهت تولید انتخاب کنیم و سنجش را بر اساس آن انجام دهیم. هرچه پرداخت ظریف‌تر باشد باید از نمونه کوچک‌تر استفاده کرد. جدول ۲-۱، اندازه‌های استانداردهای استاندارد نمونه را معرفی می‌کند.

جدول ۲-۱- اندازه‌های استاندارد شده نمونه

L طول نمونه آزمایش بر حسب میلی‌متر	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۸	۲/۵	۸
------------------------------------	------	------	-----	-----	---

## ۲-۲- سنج‌های زبری سطح

معیارهای زبری سطح گوناگون هستند ولی دو مورد از آن‌ها امروزه در مقیاس وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۲-۱- میانگین زبری سطح: این سنجه با نشانه Ra مشخص می‌شود.

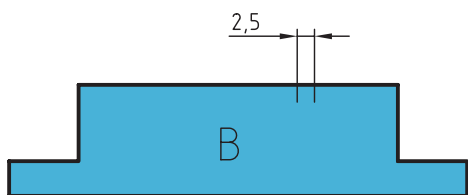
۲-۲-۲- میانگین بلندترین ارتفاع‌های زبری: این سنجه با علامت Rz معرفی می‌شود.

۲-۲-۳- تعریف زبری سطح Ra: عبارت است از میانگین ارتفاعات زبری سطح.

برای روشن شدن مطلب به شکل ۲-۷ نگاه کنید.

در این شکل نمونه‌ای دیده می‌شود که طول آن ۲/۵ میلی‌متر می‌باشد.

بنابراین چه که پیش از این گفته شد، سطح انتخابی خشن است. چرا؟ چون طول نمونه بزرگ‌تری را در نظر گرفته‌ایم. به هر حال، نمونه را به کمک میکروسکوپ قوی بزرگ‌نمایی می‌کنیم. شکل ۲-۸ را خواهیم داشت.



شکل ۲-۷



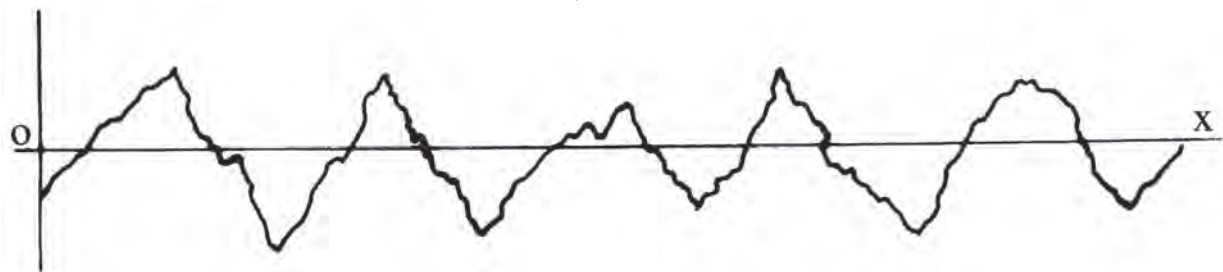
شکل ۲-۸

در این شکل می‌توان خطی فرضی را تقریباً موازی با جهت عمومی سطح در نظر گرفت. این خط چنان رسم می‌شود که در حد

۱- Roughness زبری

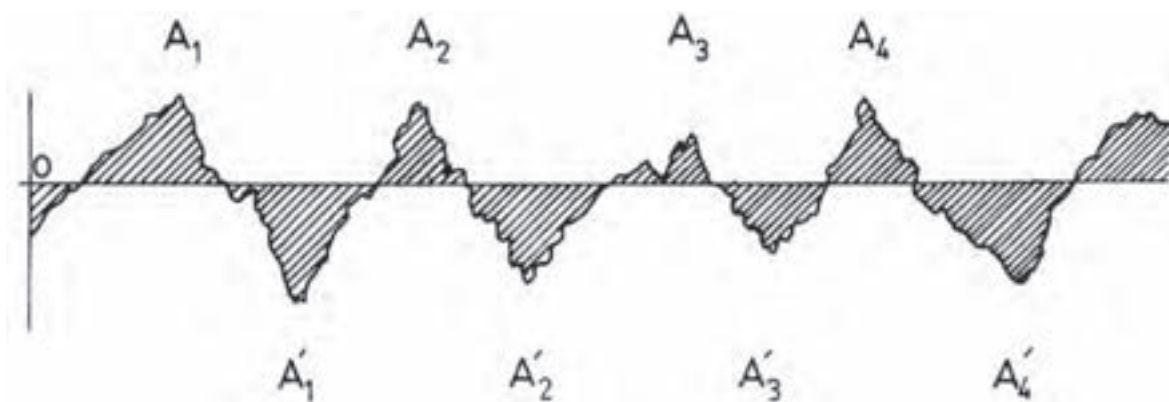
۲- Roughness Average

متوسط پستی و بلندی‌ها قرار گیرد. در شکل ۲-۹، این خط با  $OX$  نام‌گذاری شد.



شکل ۲-۹

اضافه می‌شود که  $OX$  چنان رسم شده است که جمع کل سطوح هاشورخورده بالای خط با سطوح هاشورخورده زیر خط تقریباً برابر باشد (شکل ۲-۱۰).

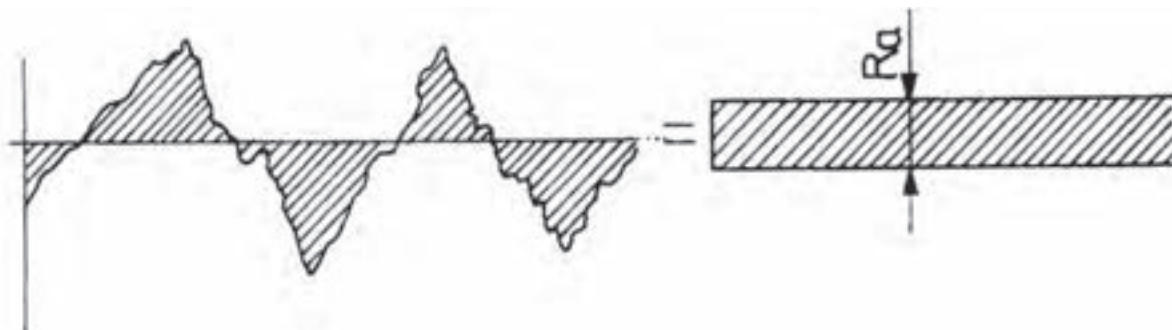


شکل ۲-۱۰

پس می‌توان نوشت:  $A_1 + A_2 + A_3 + \dots = A'_1 + A'_2 + A'_3 + \dots$

اگر مجموعه سطوح  $A_n$  و  $A'_n$  را با  $A$  نشان دهیم داریم:  $A = A_1 + A_2 + \dots = A'_1 + A'_2 + \dots$

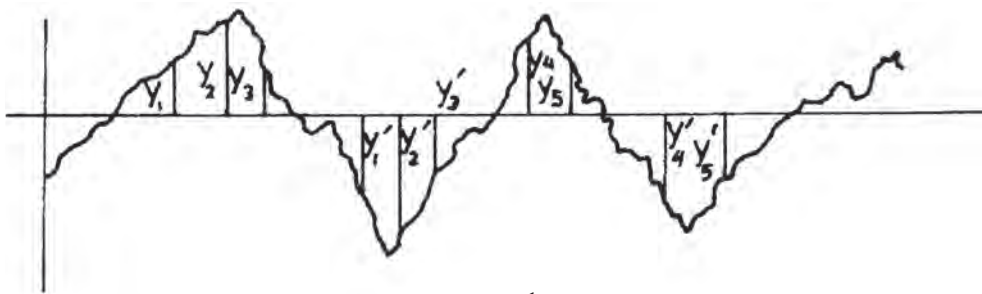
در این صورت می‌توان  $A$  را سطح نواری به طول  $OX$  و عرض یک نواخت دانست (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱

با کمی دقت، نتیجه می‌گیریم که عرض این نوار مستطیلی باید برابر  $Ra$  یا متوسط ارتفاع زبری باشد. البته متوجه هستیم که به

دلیل کوچکی Ra، باید آن را با واحدی مناسب اندازه گیری کنیم یکای مناسب میکرون متر یا یک میلیونیم متر خواهد بود. آیا عرض این نوار فرضی می تواند نشان دهنده میزان زبری سطح باشد؟ بله، زیرا هر چه عرض آن کمتر باشد، سطح پرداخت تر خواهد بود. این موضوع را با زبان ریاضی هم می توان بیان نمود. به شکل ۲-۱۲ نگاه کنید.



شکل ۲-۱۲

به شمار بلندی های مثبت یعنی  $y_1, y_2, y_3, \dots$  و بلندی های منفی، مانند  $y'_1, y'_2, y'_3, \dots$  اندازه گیری می شود. آنگاه میانگین حسابی آن ها بدون در نظر گرفتن علامت منفی برای  $y'_1, y'_2, \dots$  به دست می آید. این معدل حسابی همان Ra خواهد بود. یعنی:

$$\frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y'_1 + y'_2 + y'_3 + \dots}{2n}$$

در رابطه بالا،  $n$  تعداد بلندی های مثبت یا منفی است. برای محاسبه دقیق تر می توان کل مساحت ها را در یک طول معین  $L$  یا همان نمونه اندازه گیری و بر  $L$  تقسیم کرد تا متوسط عرض به دست آید.

پرسش نمونه: جمع سطوح اندازه گیری شده در یک آزمایش، برابر  $27500 \mu\text{m}^2$  در طول  $2/5$  می باشد. Ra چیست؟

$$\text{Ra} = \frac{\text{مجموع سطوح}}{L} = \frac{27500}{2500} = 11 \mu\text{m} \quad \text{عرض نوار} \quad \text{حل:}$$

۲-۲-۴- تعریف زبری سطح Rz - Rz عبارت است از میانگین بلندترین ارتفاع های زبری که آن را به کمک نمودار و به صورت های گوناگون می توان معین کرد. به شکل ۲-۱۳ نگاه کنید.



شکل ۲-۱۳

$$1 \mu\text{m} = \frac{1}{1000} \text{ m}$$

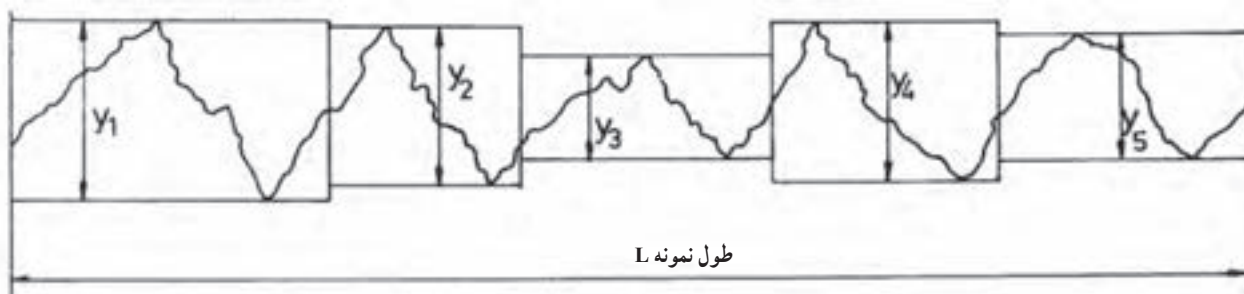
۲- دستگاه های زبری سنج مقدار Ra و Rz و دیگر موارد را به طور خودکار اندازه گیری می کنند. گونه معمولی آن ها بر اساس حرکت سوزنی بسیار ظریف در پستی و بلندی ها

کار می کند.

با در نظر گرفتن خط OX در طول نمونه می توان ۵ بلندی  $y'_1, y'_2, \dots$  یا بلندی نسبت به OX و پنج گودی  $y_1, y_2, \dots$  را اندازه گیری کرد و میانگین آن ها را به ترتیب زیر به دست آورد. روشن است که باز هم علامت منفی را در نظر نمی گیریم:

$$Rz = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 + y'_5}{5}$$

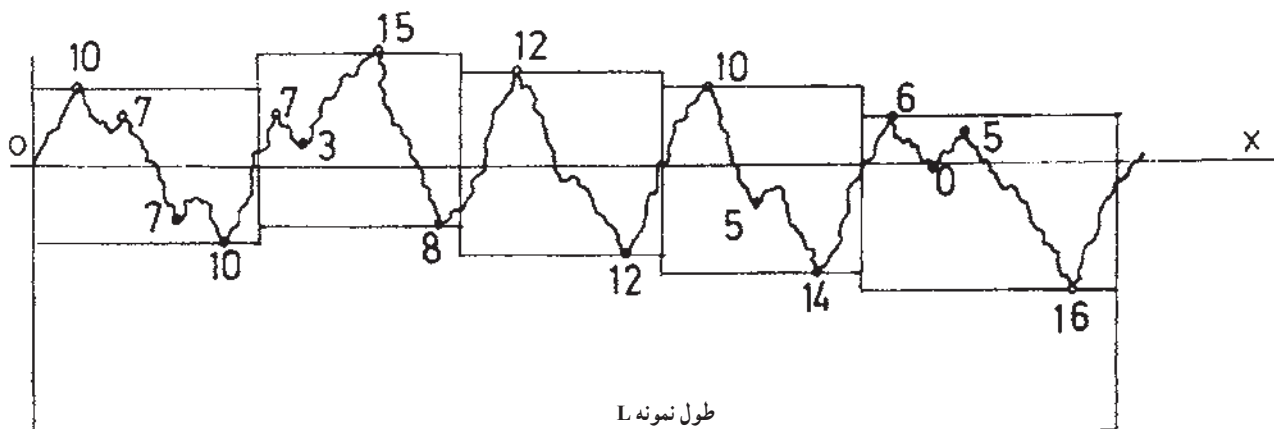
در این جا توجه کنید که نیاز نیست خط OX حتماً در وسط قرار گیرد. تنها کافی است که موازی با جهت عمومی سطح باشد. نکته دیگر آنکه از پستی و بلندی های موجود در یک نمونه، بلندترین به تعداد ۱۰ برگزیده می شود که شامل ۵ بلندی و ۵ پستی یا گودی خواهد بود. شکل ۱۴-۲ همین مفهوم را به صورتی دیگر بیان می کند.



شکل ۱۴-۲

پس داریم: 
$$Rz = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{5}$$

پرسش نمونه: با توجه به نمودار دیده شده زیر میکروسکوپ، Rz چیست؟ (شکل ۱۵-۲).



شکل ۱۵-۲

عددهای داده شده در این نمودار، برحسب میکرون از خط مبناى X است که همه را مثبت در نظر می گیریم. پس داریم:

$$Rz = \frac{20 + 23 + 24 + 24 + 22}{5} = 22.6 \mu m$$

در ضمن دیده می شود که در هر مورد بیشترین عدد انتخاب شد و از آن ها که کم تر بودند صرف نظر شد.<sup>۱</sup>

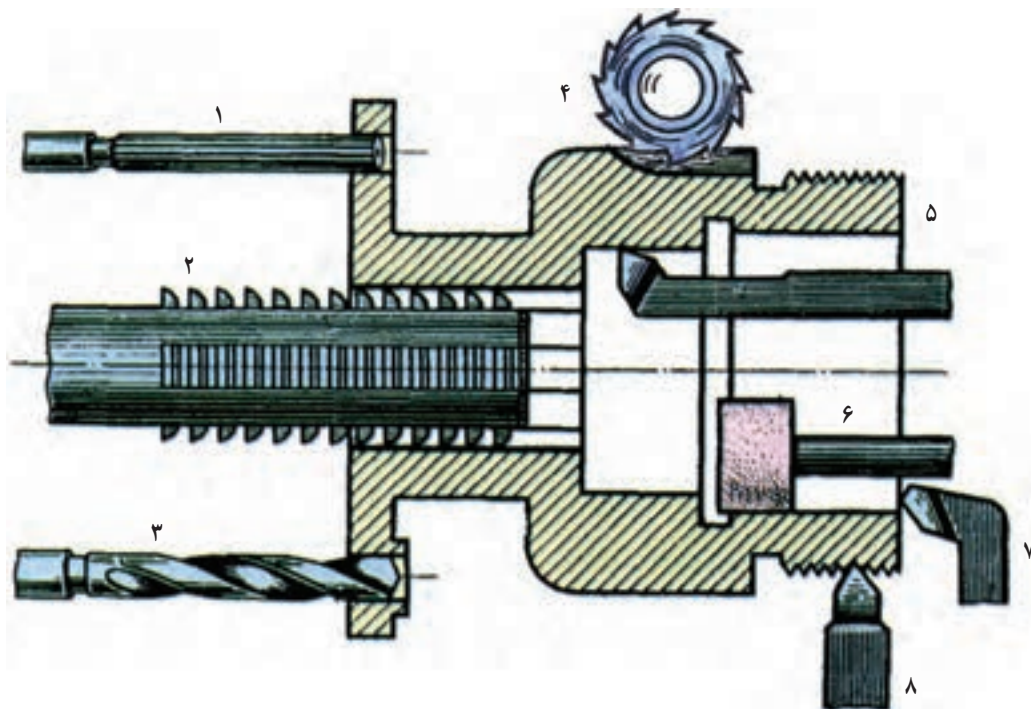
۱- می توان بیشترین عدد یعنی ۲۴ را، R<sub>max</sub> ماکزیم نامید، یعنی R<sub>max</sub>.



به این ترتیب روشن است که رابطه‌ای ریاضی بین Ra و Rz وجود ندارد.

### ۲-۳- نشانه‌های کیفیت سطح در نقشه

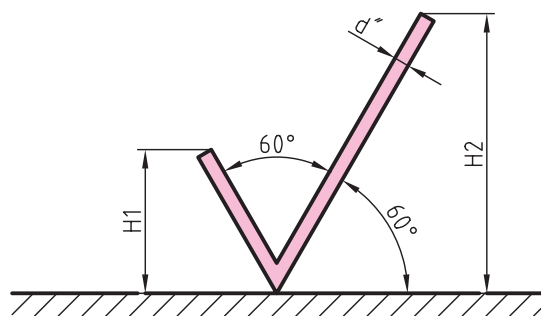
سطوح مربوط به یک قطعه، به روش‌های گوناگونی در کارگاه ساخته و آماده می‌شود. این روش‌ها بسیار متنوع هستند. ریخته‌گری، تراشکاری، سوهان کاری و ... برای نمونه قسمت‌های مختلف یک قطعه ریخته‌گری را که با کارهای براده برداری کامل می‌شود، در شکل ۲-۱۶ ببینید.



۱- برقوقاری، ۲- خان‌کنسی، ۳- مته‌کاری، ۴- فرزکاری، ۵- تراشکاری داخلی، ۶- سنگزنی، ۷- پیشانی تراشی، ۸- پیچ‌بری  
شکل ۲-۱۶

### ۱-۲-۳- معرفی نشانه‌ها و مشخصات ۱: برای معرفی پرداخت باید نشانه‌های مناسب را به کاربرد. برای نشانه پایه در

پرداخت سطح از علامتی مانند شکل ۲-۱۷ استفاده می‌شود.



شکل ۲-۱۷

- این نشانه از دو بازوی مورب ساخته می‌شود.

- زاویه این بازوها و نیز نسبت به سطح مورد نظر  $60^\circ$  درجه است.

- طول بازوی سمت راست کمی بیش از دو برابر بازوی سمت

چپ است.

- بلندی نشانه یعنی  $H_1$  با توجه به بلندی شماره‌های به کاربرده

شده برای اندازه‌گذاری به دست می‌آید. جدول ۲-۲، اطلاعات بیشتری

می‌دهد.

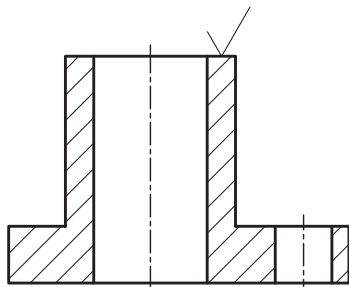
۱- مطالب این فصل براساس استاندارد ISO ۱۳۰۲ می‌بایند.

جدول ۲-۲

d پهنای خط اصلی نقشه	۰/۳۵	۰/۵	۰/۷	۱	۱/۴	۲
h بلندی اعداد و حروف بزرگ	۱/۸	۲/۵	۳/۵	۵	۷	۱۰
d'' پهنای خط برای نشانه‌ها و نوشتن	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۵	۰/۷	۱
H <sub>۱</sub> بلندی	۲/۵	۳/۵	۵	۷	۱۰	۱۴
H <sub>۲</sub> بلندی	۵/۵	۷/۵	۱۰/۵	۱۵	۲۱	۳۰

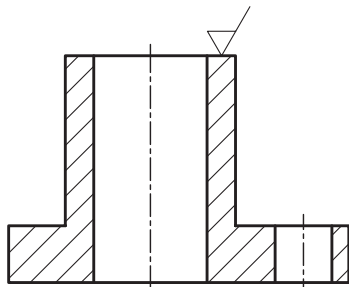
به کار بردن اندازه‌های داده شده در جدول بسیار ساده است. برای نمونه گروه خط ۰/۵ را در نظر می‌گیریم. در این گروه پهنای خط اصلی ۰/۵، خط چین ۰/۳۵ و خط نازک ۰/۲۵ است، پس بلندی حروف و اعداد ۲/۵ و پهنای قلم برای نوشتن اعداد و رسم علائم ۰/۲۵ می‌باشد. بلندی H<sub>۱</sub> و H<sub>۲</sub> هم به ترتیب ۳/۵ و ۷/۵ خواهد بود.

به طور معمول علامت داده شده در شکل ۲-۱۷ مفهومی ندارد، مگر آنکه برای آن مفهومی تعریف شود. چگونگی کاربرد این علامت را روی جسمی می‌بینید (شکل ۲-۱۸).



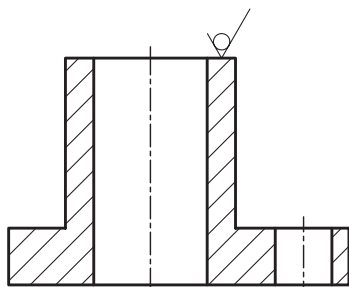
شکل ۲-۱۸

اگر براده برداری با روش ماشینی مورد نظر باشد، به این علامت یک پاره خط اضافه خواهد شد (شکل ۲-۱۹).



شکل ۲-۱۹

اگر براده برداری مجاز نباشد به علامت مبنای یک دایره اضافه می‌شود (شکل ۲-۲۰).



شکل ۲-۲۰

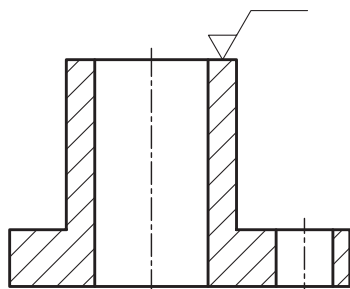
۱- نشانه‌های پرداخت سطح با اندازه‌های دقیق، روی شابلون هم هست.

این نشانه بسیار مهم است. این علامت در حقیقت معرف سطح کار موجود است و می‌گوید که سطح باید، به همان گونه‌ای که از مراحل ساخت به دست می‌آید، باقی بماند. پس سطح به هر روشی که تولید شده باشد، با براده‌برداری یا بدون براده‌برداری، دیگر روی آن پرداختی صورت نمی‌گیرد. به‌طور خلاصه مفاهیم زیر از این نشانه درک می‌شود:

– روی سطح هیچ‌گونه پرداختی انجام نخواهد شد.

– سطح باید با بهترین کیفیت از روش‌های ساخت به دست آید.<sup>۱</sup>

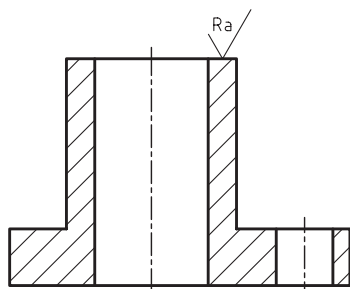
اکنون اگر بخواهیم مشخصات خاصی از سطح را یادآور شویم، به علامت مبنا پاره خطی افقی اضافه می‌کنیم (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۱

۲-۳-۲ – نشانه‌های اضافی و تکمیلی: همان‌گونه که گفته شد، پرداخت یک

سطح را با نماد Ra معین می‌کنند. این مقدار می‌تواند به هر کدام از نشانه‌های گفته شده، افزوده شود. به شکل ۲-۲۲ توجه کنید.

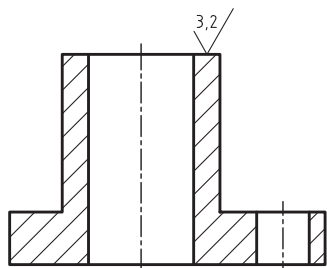


شکل ۲-۲۲

به این مفهوم که این سطح ممکن است به هر روشی تولید شود در پایان کار باید پرداخت

آن Ra مثلاً  $3/2 \mu\text{m}$  باشد (شکل ۲-۲۳).

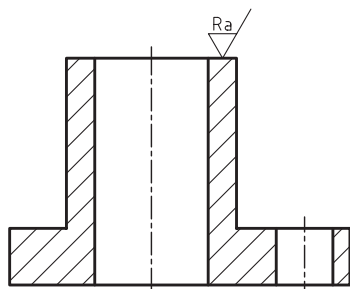
توجه دارید که در این جا، تنها عدد  $3/2$  نوشته شد و دیگر نیازی به Ra نیست.



شکل ۲-۲۳

اگر سطح با براده‌برداری ماشین‌ساخته می‌شود، به علامت مبنا یک پاره خط کوچک

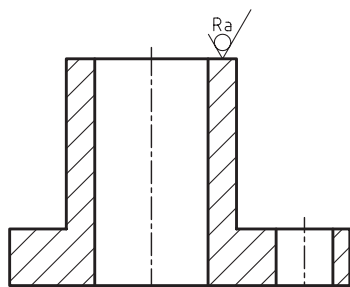
اضافه می‌شود (شکل ۲-۲۴).



شکل ۲-۲۴

۱- برای نمونه اگر سطح از ریخته‌گری به دست می‌آید، ریخته‌گر می‌فهمد که باید بهترین سطح را تولید کند و اگر از تراشکاری حاصل می‌شود، تراشکار موظف است بهترین تراش را انجام دهد و اگر نجار از تخته آماده استفاده می‌کند باید توجه کند که سطح میز ساخته شده کوچکترین صدمه‌ای در حین کار نبیند.

پس هنگامی که مثلث کامل است، مفهوم براده برداری ماشینی را دارد.  
به شکل ۲-۲۵ نگاه کنید.

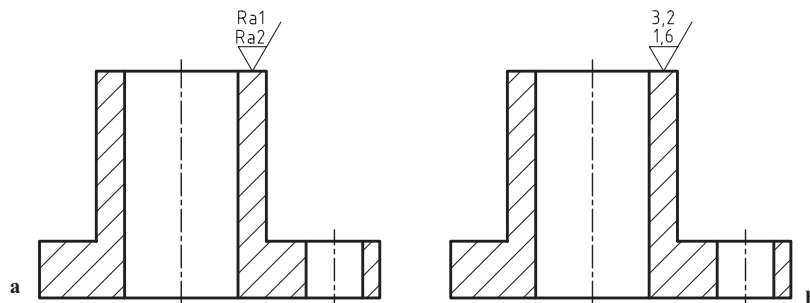


شکل ۲-۲۵

مفهوم نشانه موجود این است که هیچ گونه پرداخت کاری انجام نخواهد شد، ولی سطح تمام شده باید دارای پرداخت نوشته شده باشد.

اگر لازم باشد که حداقل و حداکثر پرداخت داده شود، می توان بیشترین حد را در بالا و کمترین حد را در پایین نوشت (شکل ۲۶-۲-a)

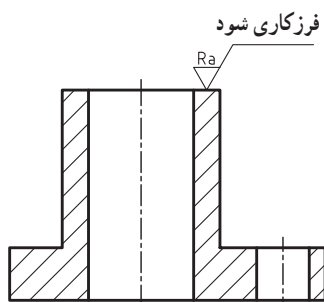
در شکل ۲۶-۲-b یک نمونه عددی داده شده است.



شکل ۲-۲۶

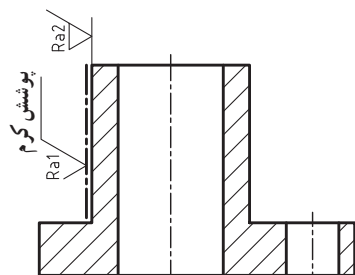
## ۲-۴- مشخصات ویژه کیفیت سطح

در بسیاری اوقات روی سطح، کارهای اضافی مانند آب کاری فلزی، سخت کاری، رنگ کاری انجام می شود و یا باید با روش های ویژه ای تولید شود. در این صورت، در بالای خط اضافه شده به بازوی بلند و با زبانی ساده نوشته می شود. شکل ۲۷-۲ نمونه ای را نشان می دهد.



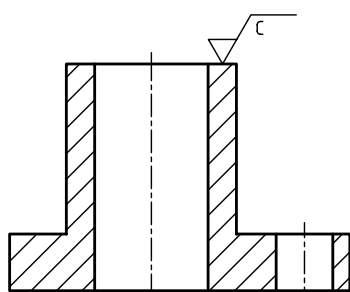
شکل ۲-۲۷

اگر مشخص کردن چگونگی سطح، قبل و بعد از عملیات، ضروری باشد، می توان مانند شکل ۲۸-۲ رفتار کرد.



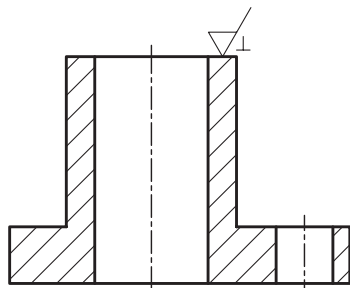
شکل ۲-۲۸

۱-۴-۲- طول نمونه: اگر یادآوری طول نمونه مورد آزمایش لازم باشد، آن را در زیر رادیکال، گوشه بالا سمت چپ می نویسند (شکل ۲-۲۹).



شکل ۲-۲۹

اگر نیاز به کنترل با توجه به جهت تولید باشد، این امر با نشانه ای مناسب به علامت کیفیت سطح اضافه می شود (شکل ۲-۳۰).



شکل ۲-۳۰

علامت های اضافی و نیز توضیحات مربوطه برای حالتی که ابزار براده برداری، حرکتی ساده دارد، در جدول ۲-۳ داده شده است.

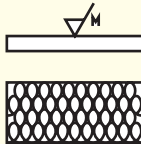
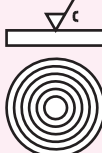

جدول ۲-۳- خواب های ساده ابزار

شرح	نشانه	نمایش تصویری
علامت جهت تولید برای حالتی که جهت تولید موازی با سطحی است که علامت برای آن به کار رفته است.	=	
برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطحی است که علامت برای آن گذاشته شده است.	⊥	
برای حالتی که جهت تولید نسبت به سطحی که علامت برای آن به کار رفته است حالت ضربدری دارد.	X	

۱- جهت تولید به صورت جهت کنترل، خواب ابزار و جهت شیار هم گفته می شود.

جدول ۲-۴ مواردی را که ابزار براده برداری حرکتی پیچیده و ترکیبی دارد، نشان می‌دهد.

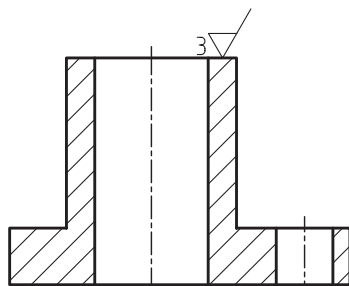
جدول ۲-۴- خواب‌های چند جهته ابزار

شرح	نشانه	نمایش تصویری
جهت چندتایی است یعنی سطح در جهات مختلف تولید می‌شود و به عبارت دیگر وسیله براده برداری حرکتی مرکب دارد.	M	
جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً دایره‌ای دارد.	C	
جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً شعاعی دارد.	R	

اضافه می‌شود که جهت تولید سطح، همان خواب ابزار یا شیارهای موجود از کارکرد ابزار بر سطح است که به روش تولید بستگی دارد. پس جهت تولید یا خواب ابزار همان نقش‌هایی است که روی سطح وجود دارد که ممکن است با چشم هم دیده شود.

۲-۴-۲ مقدار مجاز ماشین‌کاری: به ضخامت اضافه‌ای که باید از سطح

تراشیده شود مقدار مجاز ماشین‌کاری گویند. اگر بخواهیم آن را مشخص کنیم، مطابق شکل ۲-۳۱ رفتار می‌کنیم.



شکل ۲-۳۱

## ۲-۵ جایگاه نشانه‌ها

جایگاه نشانه‌ها نسبت به علامت کلی مطابق شکل ۲-۳۲ خواهد بود.

a - مقدار Ra.

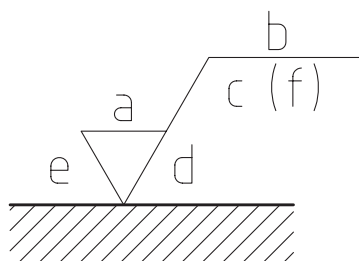
b - روش تولید، نوع پوشش، عملیات دیگر.

c - طول نمونه.

d - جهت تولید، خواب ابزار.

e - مقدار مجاز ماشین‌کاری، مقدار کل براده برداری.

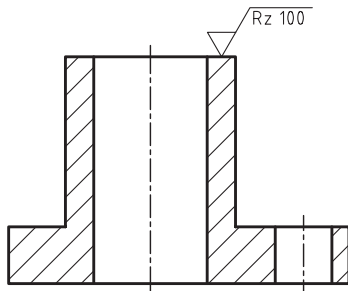
f - مقدارهای دیگر زبری سطح که می‌تواند داخل پرانتز نوشته شود.



شکل ۲-۳۲

در شکل ۲-۳۳ نمونه‌ای دیده می‌شود.

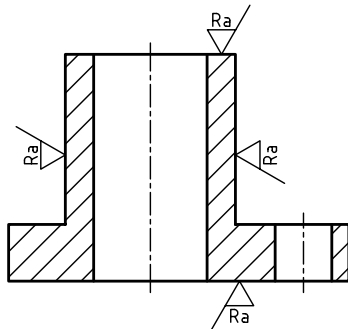
همه اعداد و حروف و نشانه‌های مورد استفاده، مطابق قانون اندازه‌گذاری باید از سمت پایین یا راست خوانده شوند.



شکل ۲-۳۳

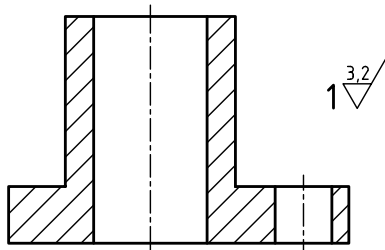
## ۲-۶ کاربرد نشانه‌ها

علامت‌ها را روی هر سطحی و بنابر نیاز می‌توان به کاربرد. شکل ۲-۳۴ وضعیت علامت‌ها را در چهار سطح نشان می‌دهد.



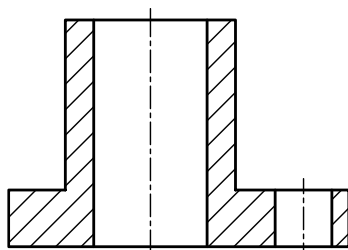
شکل ۲-۳۴

اگر پرداخت برای همه سطوح یک قطعه یکسان باشد، در کنار شکل و در جای مناسب، آن را می‌گذاریم. در صورت معین بودن شماره قطعه، شماره هم اضافه می‌شود (شکل ۲-۳۵).



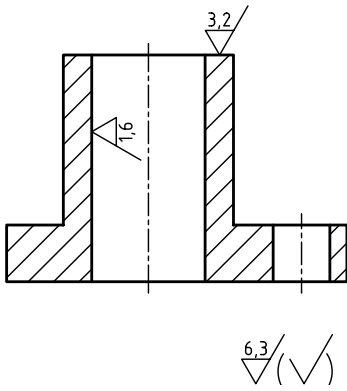
شکل ۲-۳۵

اگر به‌دلیلی از شماره قطعه استفاده نشود، می‌توان مانند شکل ۲-۳۶ کار کرد.



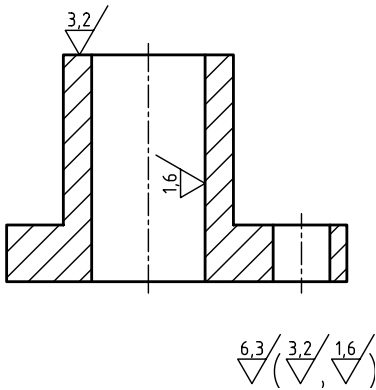
شکل ۲-۳۶

در صورت مختلف بودن پرداخت‌ها برای سطوح، پرداخت هر سطح روی خودش و برای آن‌ها که دارای اکثریت‌اند در بیرون گذاشته می‌شود. به دو شکل اساسی توجه کنید. در شکل ۲-۳۷، علائم سطوح اقلیت روی آن‌ها گذاشته شده است.



شکل ۲-۳۷

در بیرون شکل و در کنار شماره قطعه علامت اکثریت گذاشته شده است. در یک پراتز یک علامت مینا قرار داده شده است. مفهوم علامت مینای داده شده در پراتز آن است که برای سطوح اقلیت یا خاص به نقشه مراجعه کنید. (ب) در روش رایج‌تر، همه نشانه‌های پرداخت موجود در نقشه را داخل پراتز می‌گذارند (شکل ۲-۳۸).



شکل ۲-۳۸

به شکل ۲-۳۹ نگاه کنید.

در مورد آن چند نکته مهم وجود دارد:

– طبق اصول اندازه‌گذاری، پرداخت برای هر سطح، تنها یک بار داده می‌شود.

– بهترین موقعیت را برای معرفی آن در نظر می‌گیریم.

– نوک مثلثی علامت باید روی سطح را نشان دهد نه پشت آن

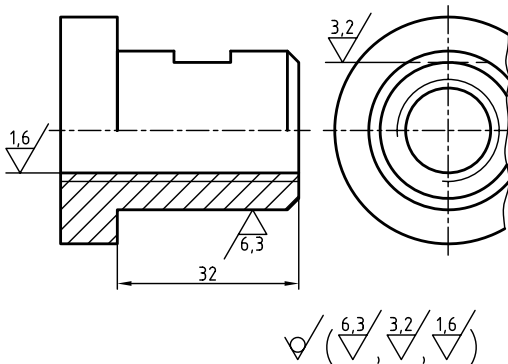
را.

– علامت می‌تواند روی خود سطح یا خط نازکی که امتداد آن را

مشخص می‌کند گذاشته شود.

– خط رابط می‌تواند به خاطر علامت، بریده شود.

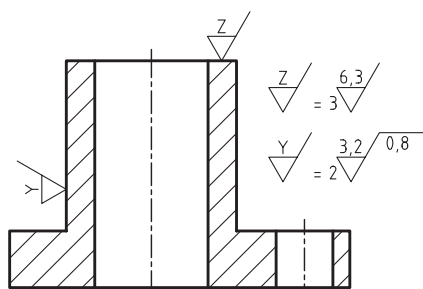
– در صورت نیاز، علامت می‌تواند روی خط چین یا خط نازک امتداد آن گذاشته شود.



شکل ۲-۳۹

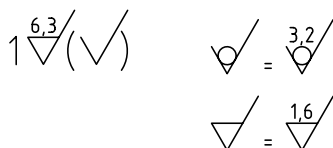
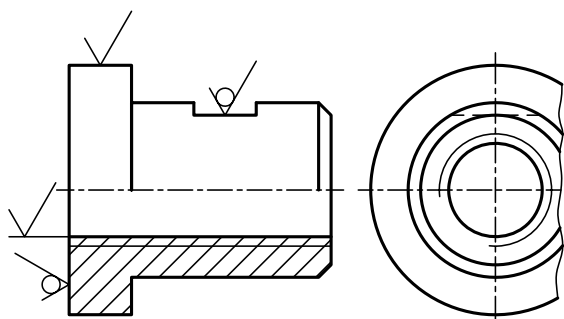


اگر علائم مفصل باشند، می‌توان برای جلوگیری از شلوغی، روی نقشه علامت ساده‌ای گذاشت و بعد در کنار نقشه آن را تعریف کرد (شکل ۲-۴۰).



شکل ۲-۴۰

شکل ۲-۴۱، نمونه دیگری را معرفی می‌کند.



شکل ۲-۴۱

جدول ۲-۵

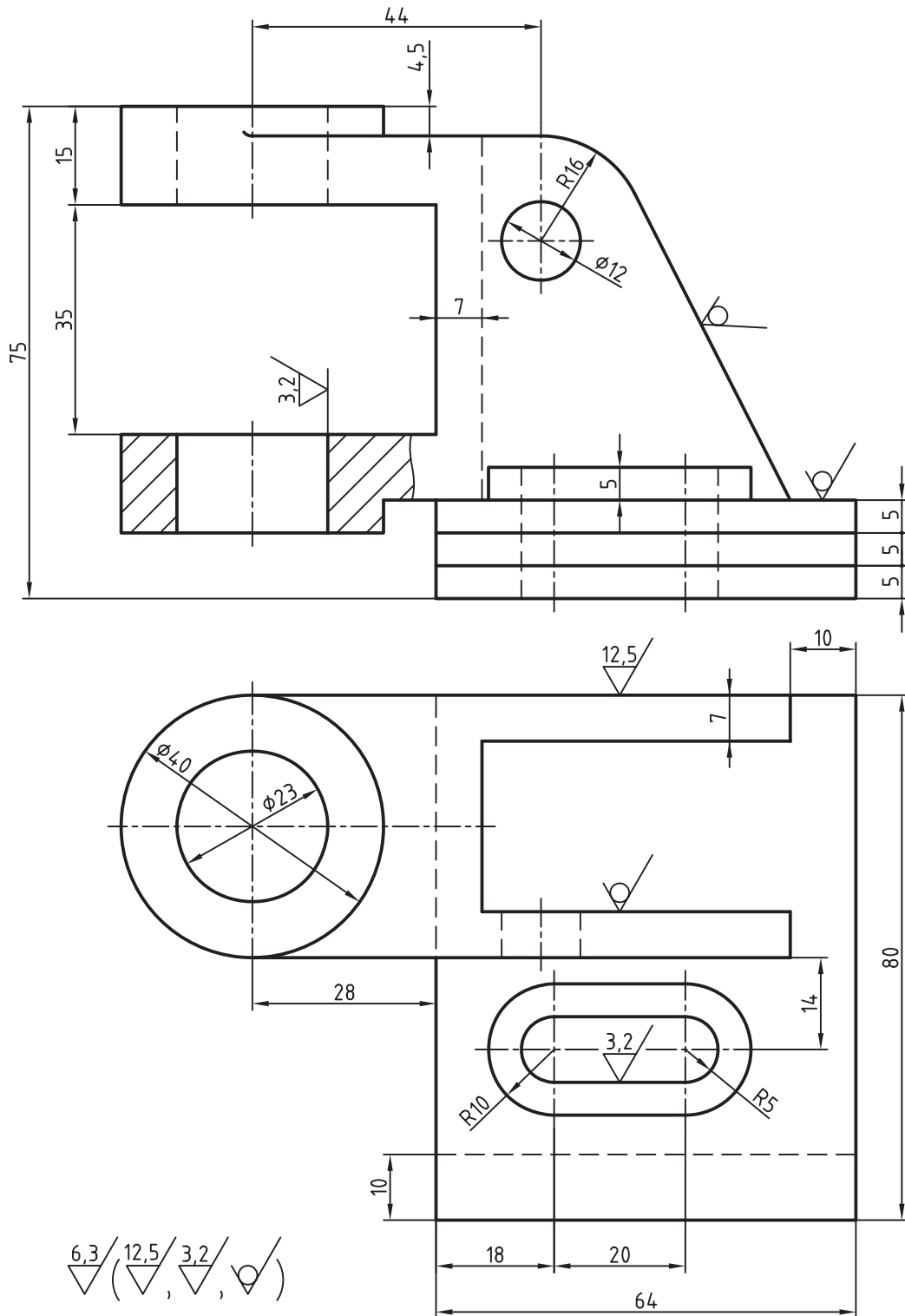
مقدار ریزی Ra		عدد درجه ریزی
میکرون اینچ μ"	میکرون متر μm	
۲۰۰۰	۵۰	N12
۱۰۰۰	۲۵	N11
۵۰۰	۱۲٫۵	N10
۲۵۰	۶٫۳	N9
۱۲۵	۳٫۲	N8
۶۳	۱٫۶	N7
۳۲	۰٫۸	N6
۱۶	۰٫۴	N5
۸	۰٫۲	N4
۴	۰٫۱	N3
۲	۰٫۰۵	N2
۱	۰٫۰۲۵	N1

## ۲-۷- جدول استاندارد مقادیر زبری

گفته شد که Ra یا میانگین زبری می‌تواند معرف نوع پرداخت سطح باشد. در نگاه اول روشن است که Ra هر عددی را می‌تواند داشته باشد. این موضوع در عمل اتفاق می‌افتد، اما استاندارد برای سامان‌دهی، دوازده عدد یا مرحله را پیشنهاد کرده است. این اعداد با شماره ۱ تا ۱۲ یا مقادیر میلی‌متری و اینچی مشخص شده‌اند (جدول ۲-۵).

هنگامی که در نقشه عددی برای پرداخت نوشته می‌شود (مانند Ra ۳/۲)، مفهوم آن پرداختی است بین Ra ۱/۶ و Ra ۳/۲. به عبارت دیگر زبری سطح نباید از Ra ۳/۲ بیشتر شود ولی می‌تواند کمتر از آن باشد. حتی به Ra ۱/۶ خیلی نزدیک شود.

شکل ۲-۴۲، نقشه نمونه‌ای را نشان می‌دهد. مفهوم علامت زیر آن یکسان بودن پرداخت برای همه سطوح است، غیر از آن‌ها که در پراتز داده شده‌اند.



۲-۴۲ پایه چدنی

## ۸-۲- تعیین مقدار زبری یک سطح موجود

در موقع نقشه برداری از قطعات صنعتی، یکی از مواردی که باید مشخص شود، میزان پرداخت سطوح قطعه است. به سخنی کوتاه می‌توان سه روش برای این کار برشمرد:

۱- روش حسّی: با این روش می‌توان یک برداشت ساده از پرداخت را به دست آورد. یعنی اگر زبری سطحی با دست حس شود و با چشم دیده شود می‌گوییم سطح کمی پرداخت شده است. اگر زبری با دست حس نشود ولی با چشم دیده شود می‌گوییم پرداخت خوب است ولی اگر با چشم هم زبری یا خراش‌های سطح دیده نشد می‌گوییم پرداخت بسیار خوب است.

۲- روش مقایسه‌ای: برای هر روش تولید می‌توان یک سطوح مقایسه فراهم کرد. برای نمونه می‌توان پرداخت‌های ممکن از روش تراشکاری را به صورت تکه‌های آماده روی یک صفحه قرار داد. <sup>۱</sup> زیر هر تکه مقدار پرداخت آن قید شده است. اینک ما سطح موجود قطعه را، به شرط آنکه بدانیم از روش تراشکاری تهیه می‌شود می‌توانیم با آن تکه‌ها مقایسه و تعیین پرداخت کنیم. <sup>۲</sup> صفحه‌های مقایسه برای روش‌های تولید ساده موجود است.

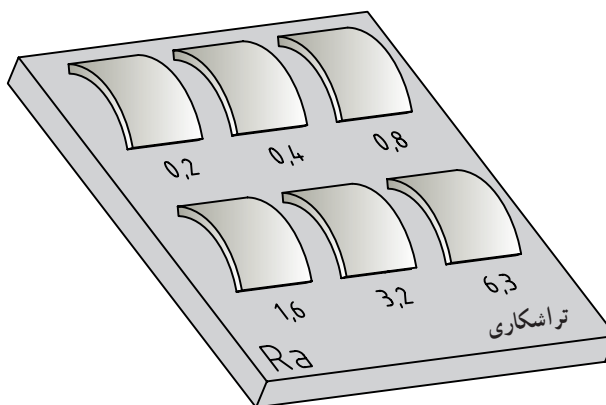
۳- روش آزمایشگاهی: این اندازه‌گیری به کمک دستگاه زبری سنج انجام می‌شود.

در این‌جا هم دانستن روش تولید یعنی خواب ابزار اهمیت دارد.

در پایان نکته قابل توجه دیگر آن است که به دلیل رواج علامت پرداخت Ra در اکثر کشورهای جهان و از جمله در ایران، این علامت را به کار بردیم. برای علامت‌های دیگر مانند Rz که بیشتر در سوئد و آلمان به کار می‌رود می‌توانید به کتاب‌های دیگر مراجعه کنید. در دو جدول خیلی مهم، توانایی ماشین‌ها و روش‌های ساخت در ایجاد پرداخت‌های مختلف داده شده است که بررسی دقیق آن‌ها توصیه می‌شود.



b - زبری سنج در حال اندازه‌گیری زبری













a - صفحه مقایسه برای تراشکاری

شکل ۴۳-۲

۱- صفحه مقایسه در آزمایشگاه اندازه‌گیری دقیق موجود است.

۲- از استادان گرامی خواهشمند است در این مورد توضیح بیشتری بدهند.

روش‌های تولید	Ra								روش‌های تولید	Ra											
	۰.۲۵	۰.۵	۱	۱.۲	۱.۴	۱.۶	۳.۲	۶.۳		۱۲.۵	۲۵	۵۰	۰.۲۵	۰.۵	۱	۱.۲	۱.۴	۱.۶	۳.۲	۶.۳	۱۲.۵
 نوردکاری									 خان‌کشی												
 صفحه‌تراشی									 برقوکاری												
 مته‌کاری									با الماس  ظریف خشن تراشکاری												
 فرزکاری									 سنگ زنی خارجی (یا داخلی)												
 داخل تراشی									 هونینگ، گونه‌ای از سنگزنی با برداخت عالی												

جدول ۲-۷

Ra											روش‌های تولید					
۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳	۳۲	۱۶	۸	۴	۲		۱	μm			
۵۰	۲۵	۱۲/۵	۶/۳	۳/۲	۱/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵		۰/۰۲۵	μm			
																پردازش با ابزار نرم پردازش عالی
																صیقل دادن جلا دادن با پارچه جلا دادن الکترولیتیک
																سنگزنی دقیق صاف کردن با ابزار غلتان تحت فشار
																سنگ سنباده سنگزنی خارج از مرکز سنگزنی قائم سنگزنی افقی
																تراشکاری داخلی برای پرداخت خان‌کشی برق‌کاری
																ساییدن با جرقه شابرکاری
																تراشکاری با الماس با فولاد کاربید ظریف خشن
																فرزکاری فرزکاری شیمیایی
																صفحه تراشی ظریف خشن
																کنشیدن از داخل یک قید
																نورد سرد گرم
																ریخته‌گری پلاستیک فلزات
																مته‌کاری تمیزکاری با ذرات شن سوهان‌کاری
																ریخته‌گری در قالب پخته در بوته در ماسه
																اره‌کاری آهن‌گری برش با شعله

## خلاصه مطالب مهم



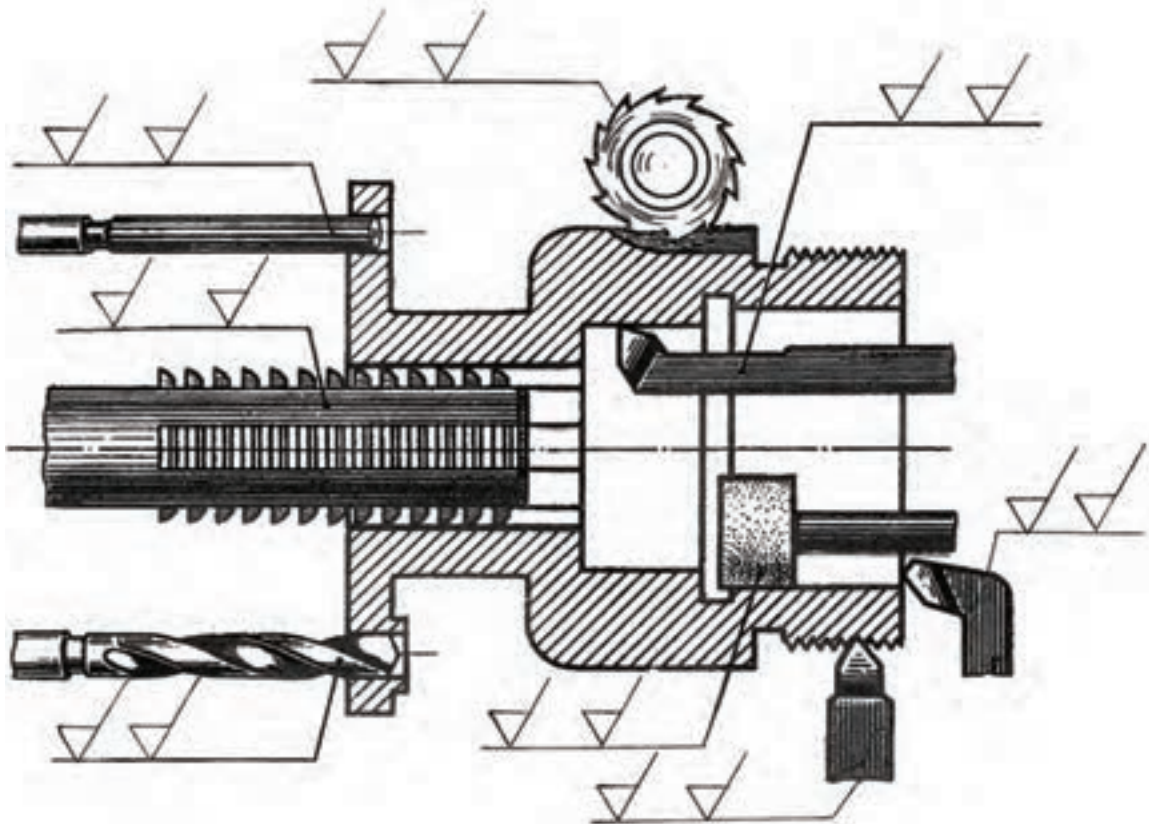
- ۱- هر سطح باید به آن اندازه پرداخت شود که بتواند کار خود را به خوبی انجام دهد.
- ۲- پرداخت کاری یعنی کندن ذرات بسیار ریز از سطح، به منظور صاف و هموار کردن آن.
- ۳- نمونه، طولی از سطح است عمود بر خواب ابزار با پنج اندازه استاندارد.
- ۴- مهم ترین سنجه های پرداخت سطح، Ra و Rz است.
- ۵- میانگین ارتفاعات زبری و Rz میانگین بلندترین ارتفاعات زبری به تعداد ۵ در طول نمونه است.
- ۶- Ra معیار نمایش زبری رایج تر است که واحد آن  $\mu\text{m}$  است.
- ۷- علامت پایه برای نمایش پرداخت سطح دو خط مورب با زاویه  $60^\circ$  درجه است.
- ۸- کلیه علائم و نشانه ها با خط نازک رسم می شوند.
- ۹- برای نوشتن مشخصات ویژه کیفیت سطح، یک خط اضافی به بازوی بلندتر وصل می شود.
- ۱۰- خواندن علائم و نشانه ها مطابق قانون اندازه گذاری است.
- ۱۱- استاندارد، پرداخت را به ۱۲ مرحله از  $25 \mu\text{m}$  تا  $5 \mu\text{m}$  تقسیم کرده است.

## خود را بیازمایید



- ۱- هر سطح به چه میزان پرداخت می شود؟
- ۲- پرداخت کاری را تعریف کنید.
- ۳- خواب ابزار چیست؟
- ۴- نمونه چیست و با چه طول هایی قابل انتخاب است؟
- ۵- Ra و Rz را تعریف کنید.
- ۶- با رسم نمودار، چگونگی به دست آوردن Ra را توضیح دهید.
- ۷- با رسم نمودار، چگونگی به دست آوردن Rz را توضیح دهید.
- ۸- در مورد نشانه مبنا و چگونگی ترسیم آن دقیقاً توضیح دهید.
- ۹- مفهوم نشانه  $\sqrt[3/2]{\quad}$  دقیقاً چیست؟
- ۱۰- مفهوم نشانه  $\sqrt[1/6]{\quad}$  چیست؟
- ۱۱- در مورد نشانه  $\sqrt[3/2]{\quad}$  دقیقاً توضیح دهید.
- ۱۲- مفهوم نشانه  $\sqrt[3/2]{\quad} / \sqrt[1/6]{\quad}$  چیست؟
- ۱۳- اگر بلندی اعداد ۳/۵ باشد، مقادیر پهنای خط رسم نشانه ها،  $H_1$  و  $H_2$  چیست؟
- ۱۴- برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطح باشد، علامت چیست؟ برای جهت چندتایی؟
- ۱۵- اگر علائمی مفصل باشد و در نقشه برای آن ها جای کافی نباشد چه باید کرد؟
- ۱۶- هر چه در مورد جدول زبری Ra می دانید بنویسید.
- ۱۷- با توجه کامل به شکل ۴۴-۲، کارهای زیر را انجام دهید :
- الف) عملیات مختلف براده برداری چه هستند؟ آن ها را نام ببرید و در نقشه بنویسید.

ب) با مراجعه به جدول ۲-۶ حدود دقت‌های پرداخت سطح را استخراج کنید و در جای پیش‌بینی شده، روی علامت‌ها بنویسید.



شکل ۲-۴۴

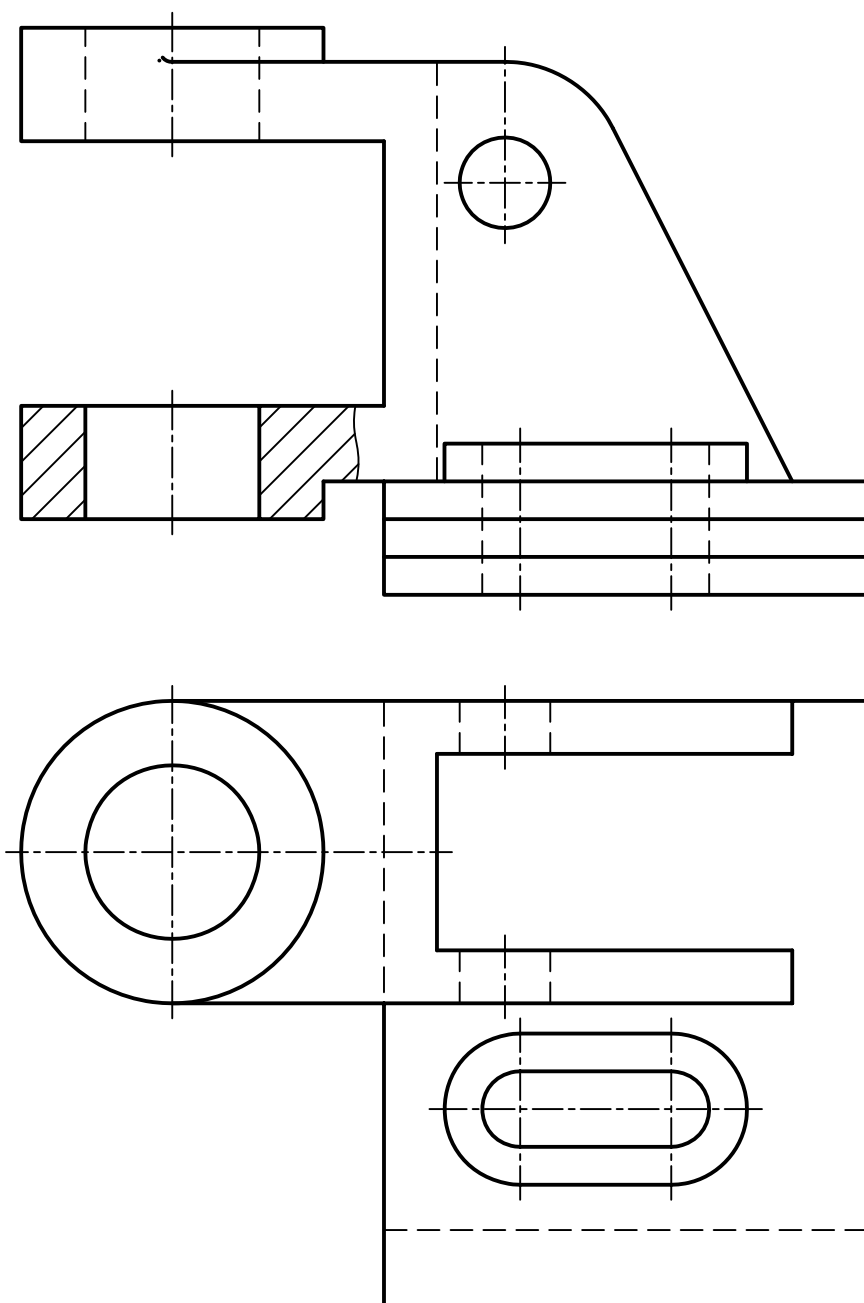
- ۱۸- مقدار عددی  $Ra$  معادل  $N_8$  چیست؟ مقدار اینچی آن چه قدر؟
- ۱۹- پرداخت کلیه سطوح یک قطعه یکسان است، با رسم شکل چگونگی بیان آن را توضیح دهید.
- ۲۰- یک گره فولادی به قطر  $4^\circ$ ، که روی آن مهره  $M12$  به عمق  $24$  ایجاد شده است باید آب گرم داده شود. اما پیش از آن باید سطح گره با  $Ra \ 1/6$  پرداخت شود. پرداخت آب گرم هم  $Ra \ 0/8$  خواهد بود. شکل و خواسته‌ها را نمایش دهید.

### ارزشیابی عملی



- ۱- شکل‌های ۲-۱۷ تا ۲-۴۱ را به‌طور دقیق روی کاغذ  $A_4$  رسم کنید.
- قبل از انجام کار باید از شکل‌های ۲-۴۵ تا ۲-۵۱ کپی روی کاغذ  $A_4$  تهیه و کارهای خواسته شده روی آنها انجام شود.
- ۲- همه نشانه‌های موجود روی شکل ۲-۴۲ را روی شکل ۲-۴۵ مجدداً رسم کنید. اگر می‌خواهید جای علامتی را تغییر دهید، با استاد مشورت کنید.

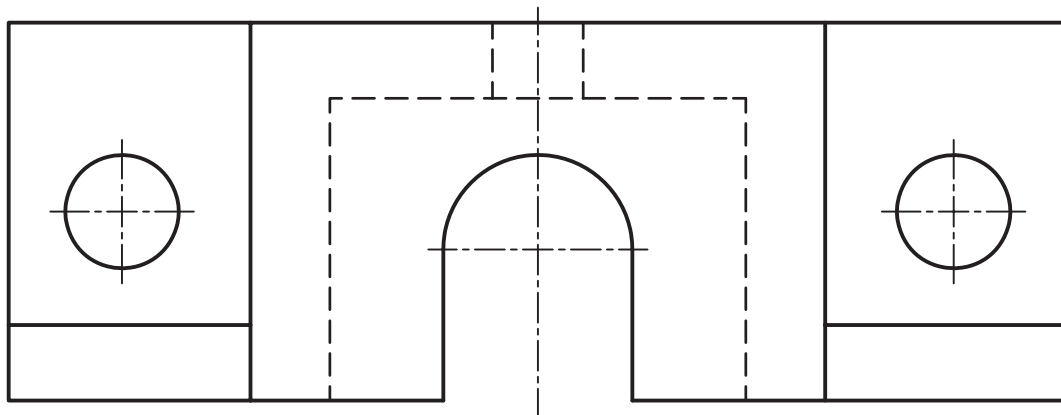
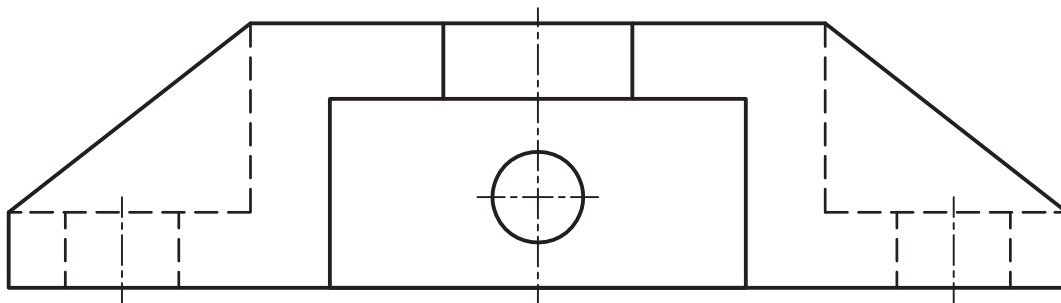
۱- هر نقشه حتماً باید روی یک برگ کاغذ  $A4$  شامل کادر و جدول تکثیر شده باشد.



شکل ۲-۴۵- بایه چدنی

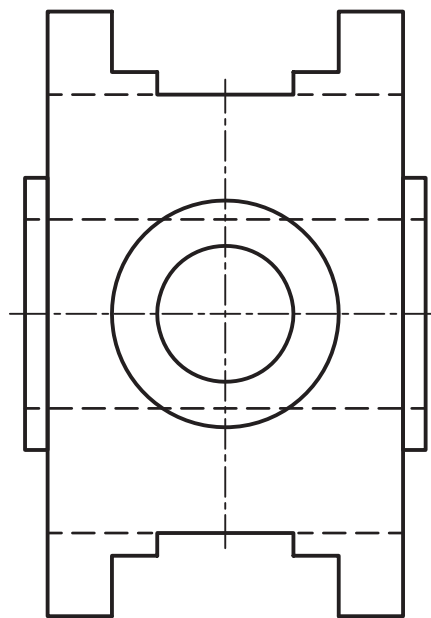
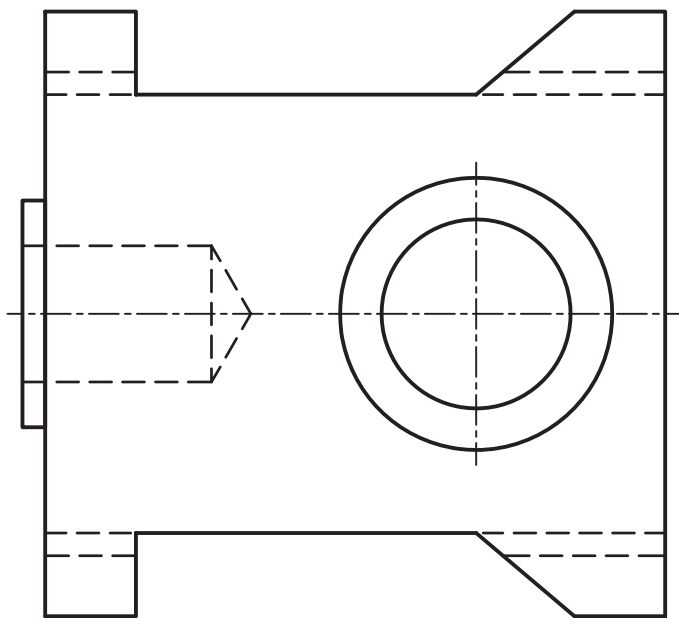
۳- برای بدنه چدنی، شکاف U شکل با پرداخت ۳/۲، سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، کف قطعه با پرداخت ۶/۳ و بقیه با پرداخت خوب حاصل از تولید (شکل ۲-۴۶).





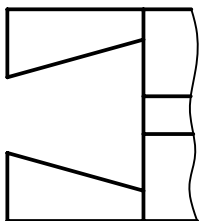
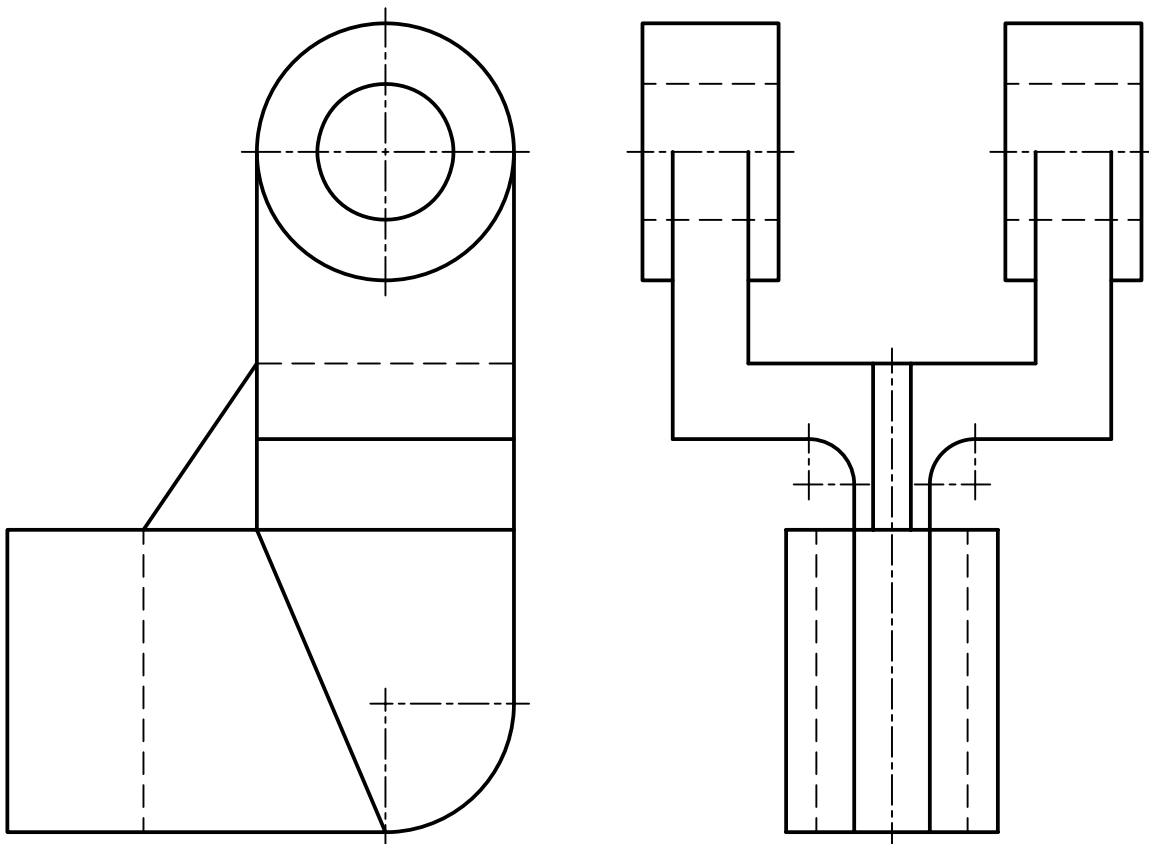
شکل ۲-۴۶- بدنه چدنی

۴- برای پایه شکل ۲-۴۷، سوراخ بزرگ در نمای روبه‌رو با پرداخت  $1/6$ ، سوراخ بن بست با  $1/6$ ، کف و دیواره‌های شیارهای موجود در نمای نیم‌رخ با  $3/2$  و بقیه سطوح با دستور تولید خوب علامت گذاری شود.



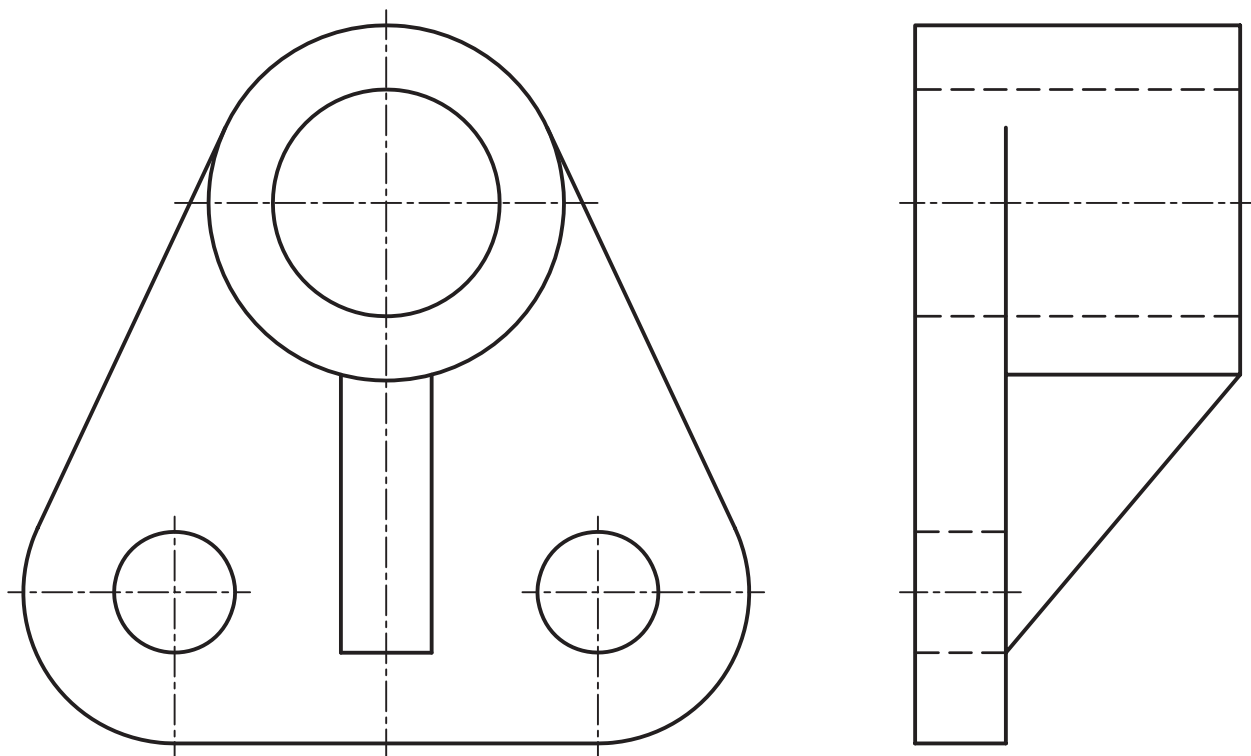
شکل ۲-۴۷- پایه آلومینیومی

۵- برای اهرم دو شاخه چدنی در شکل ۲-۴۸، سطوح داخلی سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، سطح داخل شیار و دیواره‌های آن با ۳/۲، سطوح پیشانی استوانه‌ها با ۳/۲ و بقیه سطوح با دستور تولید خوب.



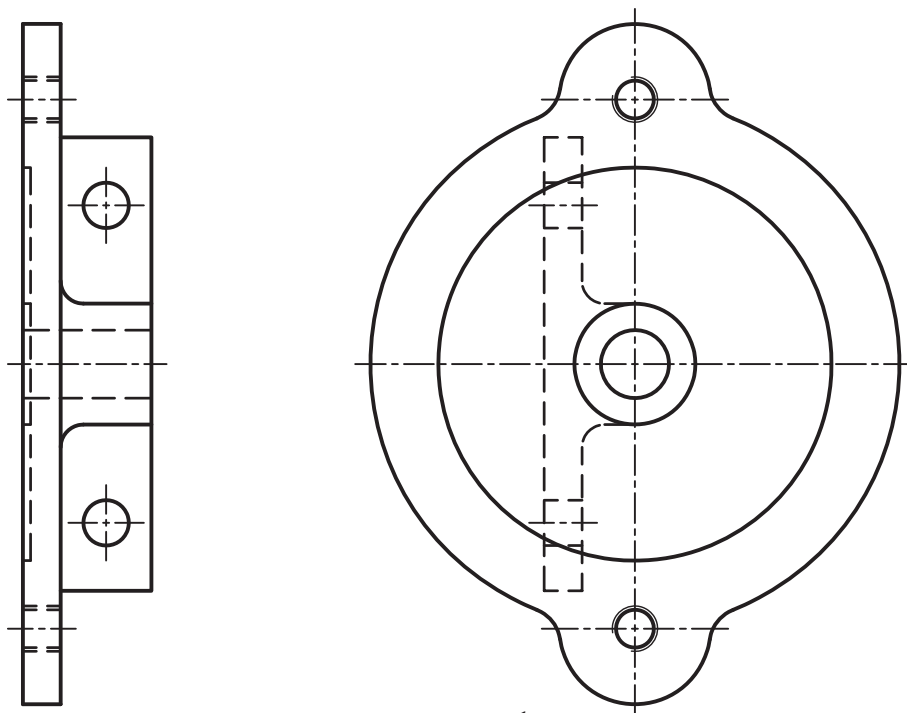
شکل ۲-۴۸- اهرم دو شاخه از چدن

۶- برای دیوار کوب آلومینیم، ابتدا خط‌های محور را رسم کنید. برای آن پرداخت‌های مناسب را خود در نظر بگیرید و نقشه را اندازه‌گذاری کامل کنید.



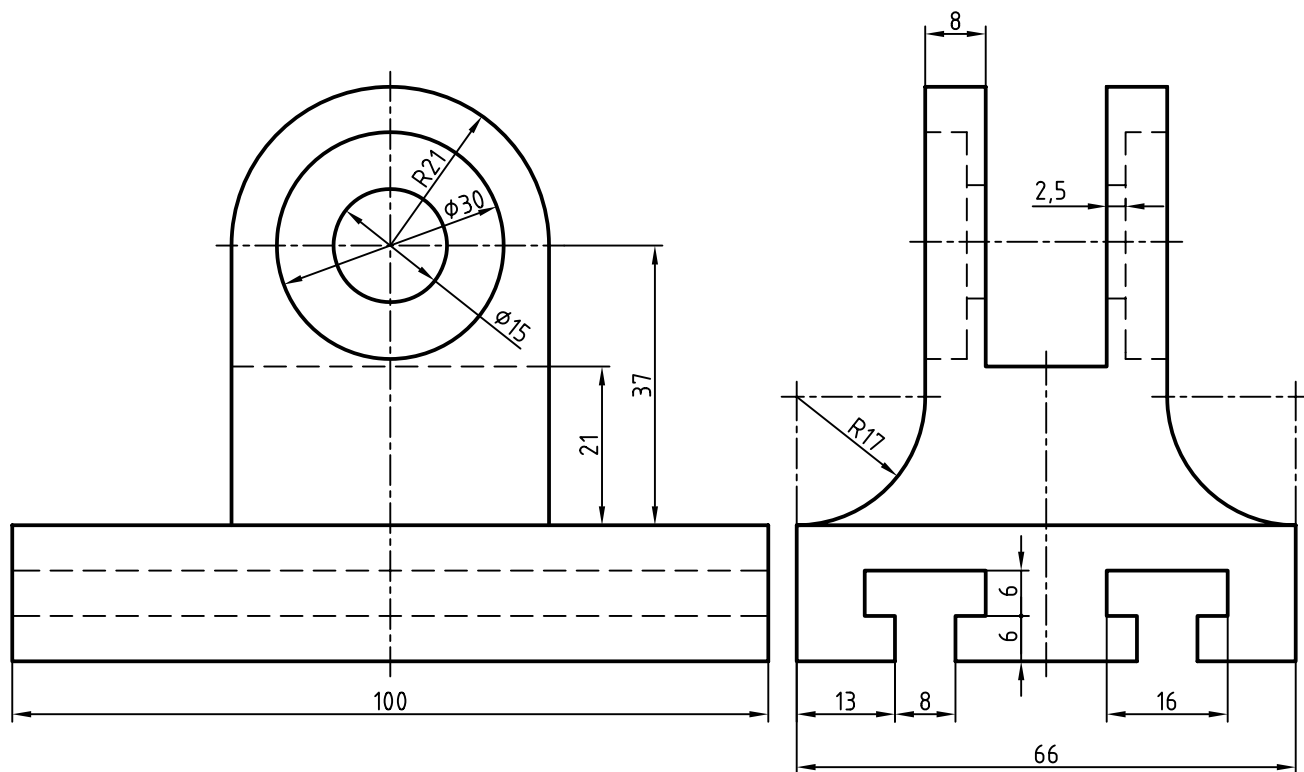
شکل ۴۹-۲- دیوارکوب

۷- برای درپوش آلومینیم شکل ۵۰-۲، سوراخ وسط با برداخت  $1/6$  و قید آنکه برقوزده می شود. برای کف برداخت  $3/6$  و دستور تولید با فرز. برای کف برجستگی روی آنکه شامل دو سوراخ است برداخت  $6/3$  و برای سوراخ های آن برداخت  $3/2$ . سایر برداخت ها خوب و حاصل از تولید است.



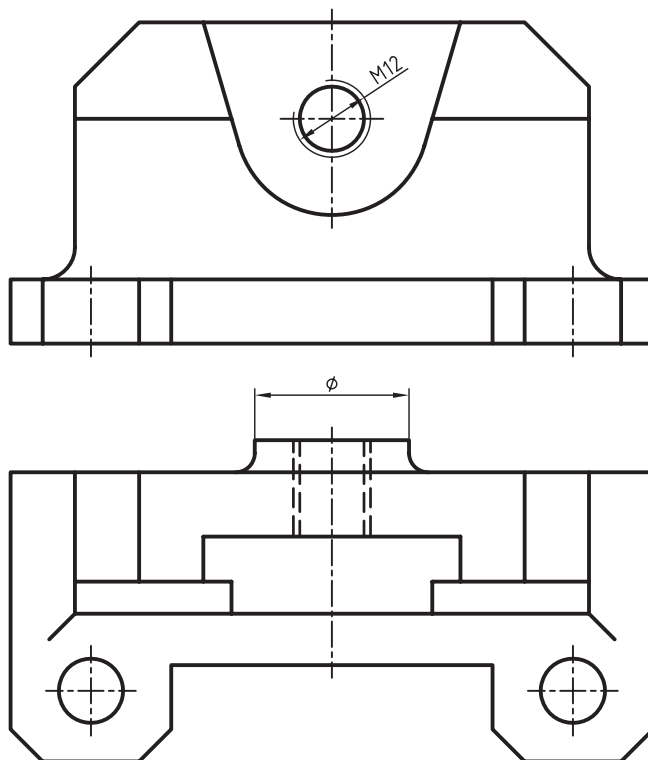
شکل ۵۰-۲- درپوش

۸- برای یاتاقان چدنی که به طور کامل اندازه گذاری شده است، کارهای خواسته شده را انجام دهید. شیارهای T شکل با پرداخت ۶/۳ برای همه سطوح، سوراخ های استوانه ای با پرداخت ۳/۲، کف جسم با پرداخت ۱۲/۵ و بقیه سطوح با دستور تولید خوب (شکل ۵۱-۲).



شکل ۵۱-۲- یاتاقان چدنی

۹- برای بدنه شکل ۵۲-۲، سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، همراه با دستور برقوکاری در نظر گرفته شود. کف جسم با پرداخت ۳/۲ به روش فرزکاری، برای دیگر سطوح دستور تولید خوب و پرداخت موجود ۶/۳. این نقشه باید اندازه‌گذاری کامل شود (شکل ۵۲-۲).



شکل ۵۲-۲- بدنه از چدن

### تحقیق کنید



- ۱- آیا معیارهای دیگری برای تعیین زبری وجود دارد؟
- ۲- دستگاه‌های زبری سنج چه مواردی را کنترل می‌کنند؟
- ۳- آیا رابطه یا نموداری برای تبدیل Ra به Rz و برعکس وجود دارد؟