# کیفیت سطح

بخش سوم

فصل ۴

فناوری مدرن، ضرورت پرداخت سطح را ایجاب می کند تا کار کرد مناسب و عمر مفید و طولانی قطعات ماشین ها تضمین گردد.

اغلب قطعات صنعتی به صافی سطحی مناسب نیاز دارند تا به نحو مطلوب کار کنند. پرداخت سطح بهتر همیشه مورد نیاز نیست و تنها سبب افزایش هزینه تولید می شود. جهت جلوگیری از پرداخت کاری بیش از حد یک قطعه ، میزان پرداخت مورد نظر، بر روی نقشه کارگاهی نمایش داده می‌شود. این اطلاعات که میزان پرداخت را مشخص می کند به وسیله نمادهایی به کاربر منتقل می شود .

در این فصل با مفاهیم پرداخت سطح ، پارامترهای مهم آن و نمادهای مربوطه در نقشه های صنعتی آشنا می‌شویم.

**پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:**

- مفهوم کیفیت سطح را شرح دهد.
- روش‌های مرسوم در تعیین کیفیت سطح را توضیح دهد.
- علائم و نمادهای کیفیت سطح را بیان کند.
- علائم و نماد های کیفیت سطح را از روی نقشه تفسیر کند.

**مقدمه**

بیشـتر تولیدات مورد استفادهٔ روزمره ، اعم از وسایل خانگی یـا صنعتی از چند قطعهٔ مجزا تشـکیل می گـردد که به طور جداگانه ساخته و روی هم سوار می شوند .

هریـک از این قطعات محدود به سـطوحی اسـت و هر کدام کـم و بیش در عملکرد دسـتگاه وظیفـه ای بر عهده دارند. سـطحی که با قطعات مجاور در تماس نباشـد ( سطح آزاد ) ، مسـتقیماً در کارکرد دستگاه نقشی ندارد. ، در حالی که سـطوح در تماس به تناسب کاری که در مجموعه انجام می دهند از اهمیت ویژه ای برخوردارند. این سـطوح از نظر کیفیت باید دارای پرداخت سـطح معینی باشـند تا عملکرد مناسبی داشته باشند .(شکل ۱)

سطوح آزاد ( یعنی سطوحی که یا خارج از درگیری هستند یا از قطعهٔ هم جوار فاصله دارند ) باید با پایین ترین پرداخت سطح استاندارد تولید شوند تا صرفهٔ اقتصادی داشته باشد.(شکل -۲) در گیره ای ، مطابق( شـکل -۳)، و دو قطعهٔ (شـکل -۴) آیا می توانید برخی از سـطوح آزاد را با کشیدن یک خط اشاره مشخص کنید ؟

شکل -۱

به سطوحی که با هم در تماس هستند توجه کنید.

شکل -۲

شکل -۳

شکل -۴

تصویر زیر ، یک گیره ( کارگاهی ) را نشان می دهد

میزان پرداخت سـطوح اجزای این گیره با هم متفاوت اسـت. با اندکی دقت ملاحظه می شود که روی گیره سطوح مختلفی قابل تشخیص است :

مشـاهده می شـود که تمام سطوح گیره به یک اندازه پرداخت نشده اند. سـطوح یاد شده با دقت های مختلفی از نظر درجه صافی ساخته می شوند.

• سطوحی که پرداخت آن ها خیلی بالاست .
• سطوحی که پرداخت سطح آن ها متوسط است .
• سطوحی که به همان حالت اولیه ای که تولید شده اند باقی می مانند و پرداخت سطح آن‌ها پایین است .

در صنعت ، هر سطح را با توجه به درجهٔ اهمیت و کاربرد آن پرداخت می نمایند ، زیرا پرداخت زیادتر از نیاز باعث صرف وقت و هزینهٔ بیش تر می شود ، که این در نهایت ، بالا رفتن قیمت تولید را به همراه دارد .

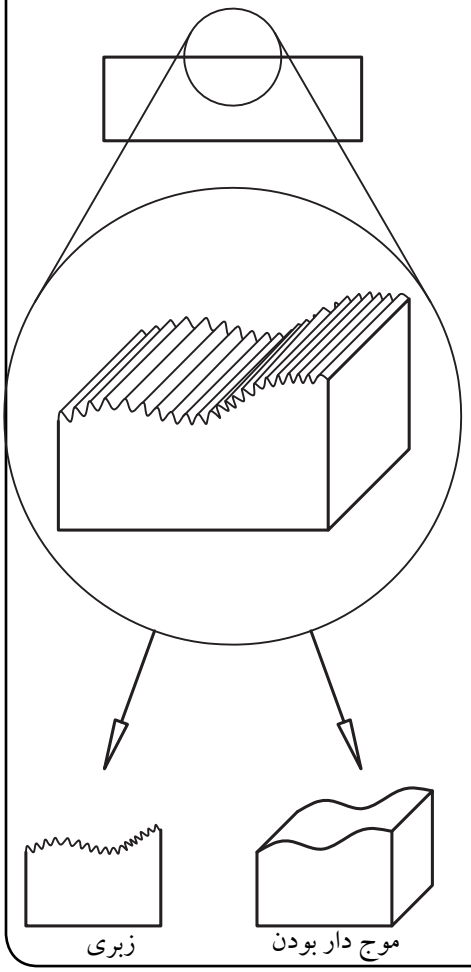
در نتیجه :

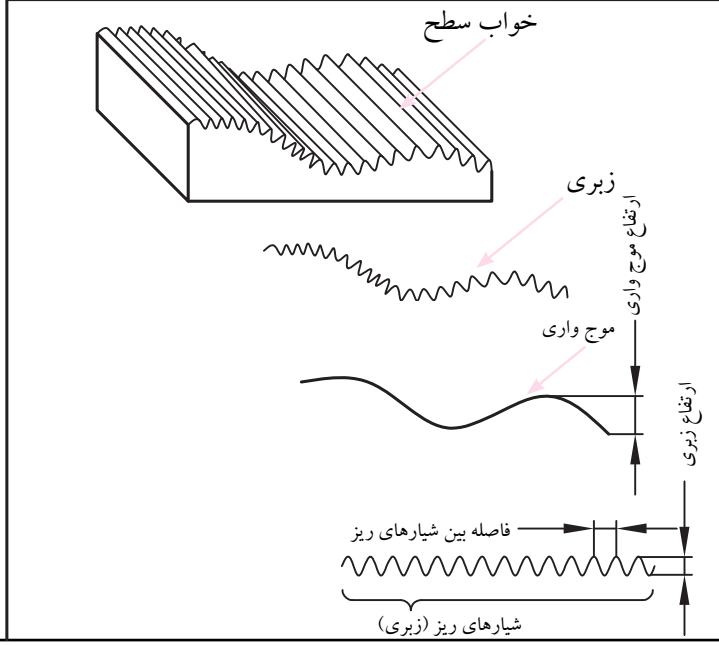
هر سطح تا آن اندازه پرداخت می شود که بتواند وظیفهٔ مورد انتظار را با دقت لازم انجام دهد.

البته نوع صافی هر سـطح به مورد اسـتفاده آن قطعه در صنعت بستگی دارد و در موقع ساختن باید مشخص شود که هر سطح از چه درجهٔ صافی باید برخوردار باشـد . به طور کلی شـرایطی که سـطوح قطعه دارد در عملکرد قطعه ، طول عمر و شکل ظاهری آن تأثیر گذار است .

چون براده برداری از یک سطح الزاماً به کمک ابزار صورت می گیـرد و عملکرد ایـن ابـزار در نهایت کنـدن ذرات با اندازه های متفاوت از سـطح مورد نظر است ،ایجاد پستی و بلندی روی سطح اجتناب ناپذیر خواهد بود ، بنابراین امکان ندارد که سطحی مطلقاً صاف به دست آید. لذا سطح ، نسبت به سـطح ایده آل ، انحرافاتی خواهد داشت. انحرافاتی مثل: موج دار بودن یا شیارهای ریز .

| علت | معایب سطح | شکل |
|---|---|---|
| ارتعاش قطعهٔ کار و یا ماشین. خطا در بستن قطعهٔ کار | ایجاد سطح موج دار موج دار بودن (موج واری) | |
| فرم نامناسب لبهٔ براده ابزار، انتخاب مقدار پیشروی و عمق بار نامناسب | ایجاد شیارهای ریز (زبری) | |



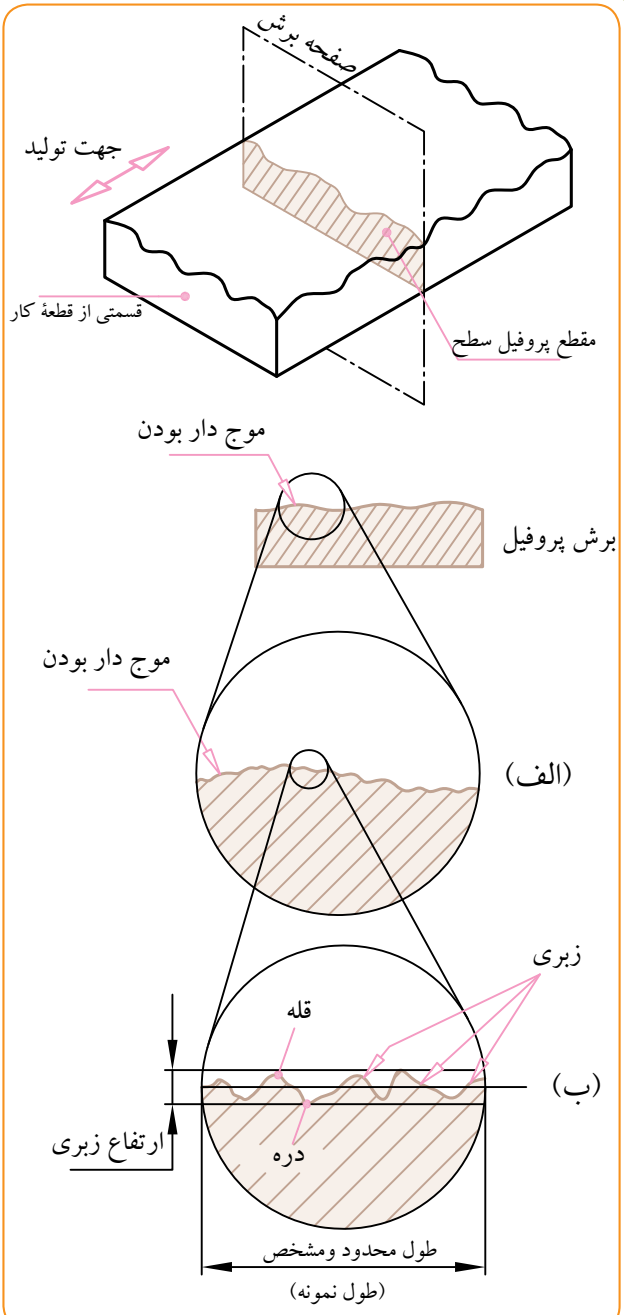

در صفحات بعدی با مفهوم زبری بیشتر آشنا می شویم .

## زبری سطح

برای درک بهتر مطلب ، مقطعی از یک قطعهٔ تولید شـده را توسـط یک صفحهٔ صاف برش می زنیم ، که به آن پروفیل سطح می گویند.

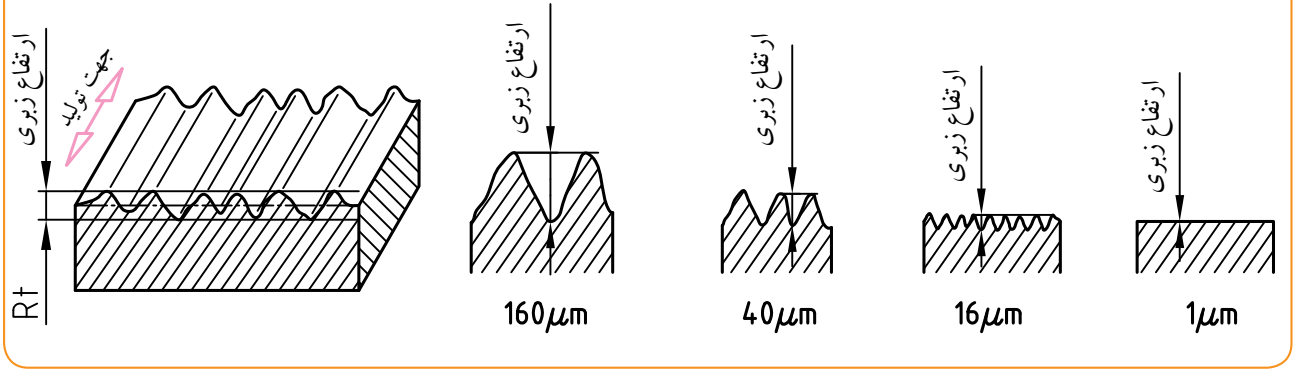
نکتـه :صفحهٔ برش عمـود بر جهت تولید ، عبور داده شـده است . به کمک این پروفیل می توانیم با مفهوم موج داربودن و زبری سـطح بیش تر آشنا شـویم. اگر قسمتی از پروفیل سطح را چند برابر بزرگ کنیم ، تصویری مانندشکل a را می بینیم . اگر آن را چند برابر دیگر بزرگ تر کنیم شـکل b را خواهیم داشت .

در دو (شـکل الف وب) تفاوت ظاهری بین موج دار بودن و زبری را مشاهده می کنید .




### ارتفاع زبری

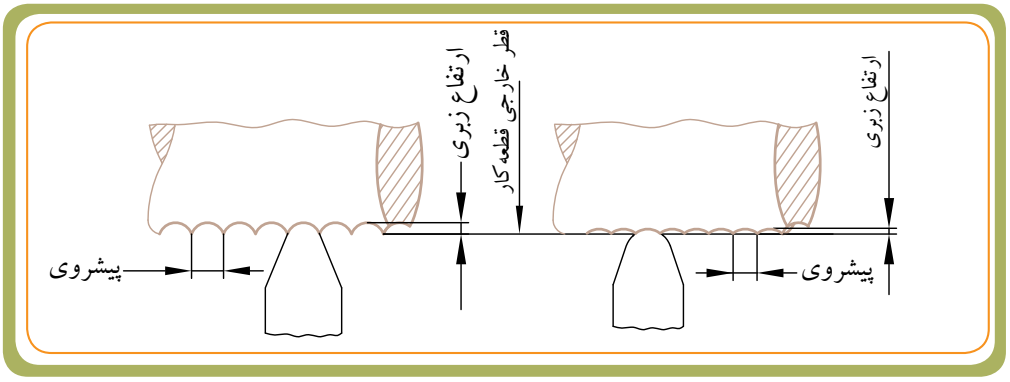
ارتفاع زبری عبارت است از ارتفاع بلندترین نقطهٔ زبری ( قله ) تا پایین ترین نقطهٔ آن ( دره ) در یک طول محدود و مشخص مورد اندازه گیری که به آن طول نمونه می گویند.



ارتفاع زبری سطح به عوامل زیادی بستگی دارد که در این جا به چهار مورد آن اشاره می شود :

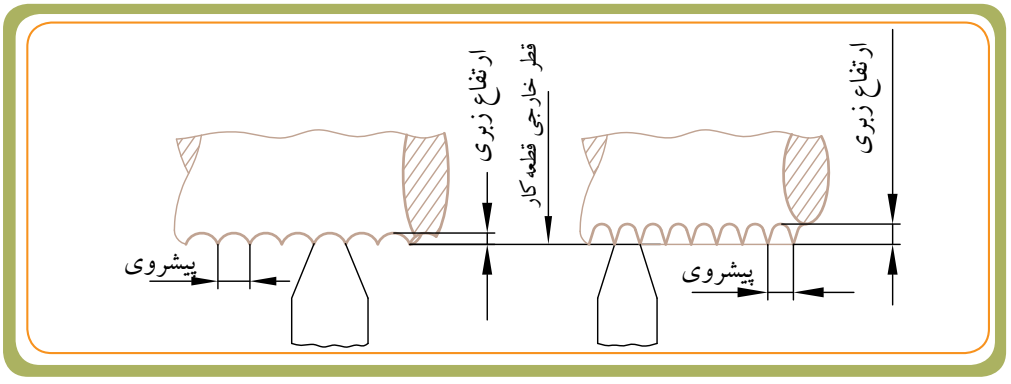
۱- مقدار پیشروی رنده

هر چه مقدار پیشروی کم انتخاب شود ، ارتفاع زبری کم تر و سطح ایجاد شده صاف تر است .




۲- شعاع نوک رنده

هر چه شعاع گردی نوک رنده بیشتر انتخاب شود ، ارتفاع زبری کم تر و سطح تراشیده شده، صاف تر خواهد بود .




۳- سرعت برش

ارتفاع زبری سطح به سرعت برش و نیروی برش بستگی دارد. وقتی سرعت برش زیاد شود ، نوع براده ها روان تر است و سطح صاف تری ، تولید می شود.

۴-استفاده از مایع برش ( خنک کاری )

مایـع برش ، علاوه بـر خنک کاری و ازدیـاد طول عمر لبهٔ برنده ابزار، تا درصد بالایی کیفیت سطح بهتری را، به وجود می آورد و اجازه می دهد تا سـرعت برش را افزایش دهیم .

**بیشتر بدانیم**

جدول زیر رابطهٔ بین ارتفاع زبری با سرعت برش ، مقدار پیشروی و شعاع نوک رنده در تراشکاری را نشان می دهد.

| ردیف | سرعت برش V متر بر دقیقه (m/min) | مقدار پیشروی (s) (میلی متر در هر دور) mm/u | شعاع نوک ابزار برش r (میلیمتر mm) | ارتفاع زبری | شکل سطح خارجی |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 90 | 1.2 | 2 | 130 | اندازه گیری ارتفاع زبری |
| 2 | 150 | 0,4 | 0,8 | 24 | |
| 3 | 150 | 0,2 | 0,8 | 15 | |
| 4 | 210 | 0,1 | 0,8 | 10 | |
| 5 | 310 | 0,05 | 0,8 | 4 | |
| 6 | 150 | 0,4 | 1,6 | 15 | |
| 7 | 150 | 0,2 | 1,6 | 10 | |
| 8 | 210 | 0,1 | 1,6 | 8 | |
| 9 | 310 | 0,05 | 1,6 | 4 | |

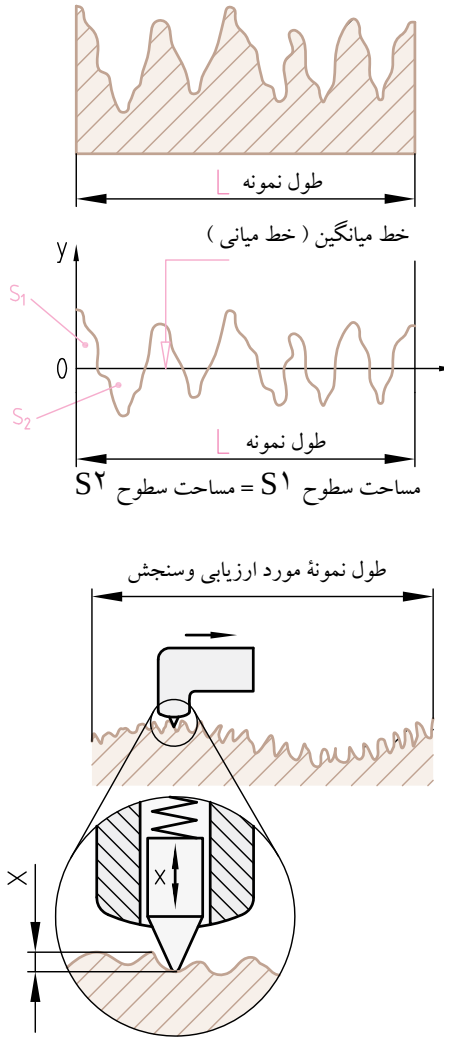
## طول نمونه

طبق استاندارد ایزو (ISO) برای تعیین و اندازه گیری میزان پرداخت سطح قطعه ، قسمتی از سطح را عمود بر جهت تولیدانتخاب می کنند و مورد سنجش و ارزیابی قرار می دهند.
طول نمونه ها استاندارد است. جدول زیر اندازه های طول نمونهٔ ( L ) را بر حسب میلی متر نشان می دهد .

| L طول نمونه برحسب mm | ۰,۰۸ | ۰,۲۵ | ۰,۸ | ۲,۵ | ۸ |
|---|---|---|---|---|---|

توجه : برای سطوح صاف تراز طول نمونهٔ کوچک تر وبرای سطوح زبرتر از طول نمونهٔ بزرگ تر استفاده می شود.
به خطی که از پروفیل سطح می گذرد و سطوح بالا و پایین زیر انحراف ها را به طور تقریبی نصف می کند، خط میانگین (خط میانی ) می گویند.
برای اندازه گیری و کنترل دقیق پرداخت سطح قطعه، می توان از تجهیزات الکترونیکی استفاده کرد . در این تجهیزات ، یک میلهٔ حس کننده بر روی سطح قطعهٔ کاربه حرکت درمی آید و زبری های سطح را حس می کند.
این اطلاعات پس از پردازش ، برحسب میکرومتر بر روی صفحه نمایشگر دستگاه قابل مشاهده است و امکان چاپ نمودار آن بر روی کاغذ نیز وجود دارد .

شاخص دستگاه در یک طول مشخص و معین مقدار صافی سطح را کنترل می کند.



## روش‌های تعیین زبری سطح

زبری سطح کار را می توان با روش های مختلف نشان داد. اما دو مورد از آن ها روش های متداول و معروفی هستند که بیش ترین کاربرد را دارند: روش‌های Ra و Rz .

### تعریف زبری سطح Ra

Ra عبارت است از میانگین ارتفاعات زبری سطح . برای درک بهتر مطلب به( شکل-۱) توجه کنید. طولی از سطح مورد نظر را به مقدار ۲/۵mm برای ارزیابی انتخاب کردیم، سپس توسط میکروسکوپ قوی طول مورد ارزیابی L را چند برابر بزرگ تر کردیم تا (شکل- ۲) به دست آید.

حالا خط میانگین ( خط میانی ) ox را به طور تقریبی به گونه ای در نظر می گیریم که در حد متوسط پستی ها (دره ها ) و بلندی ها ( قله ها ) قرار بگیرد . به عبارت دیگر، باید مساحت انحراف بالایی خط (S۱) با مساحت انحراف های پایینی خط (S۲) تقریباً مساوی باشد ( شکل -۳).

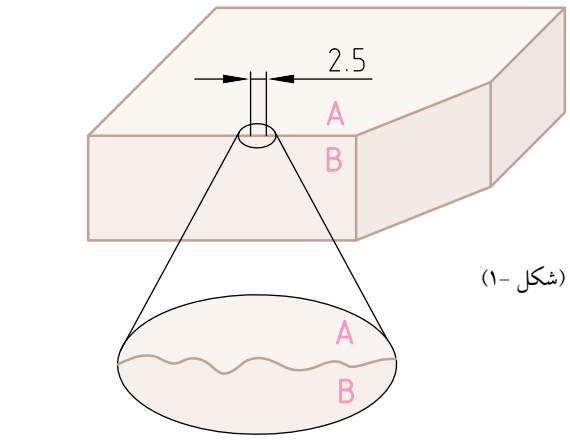
در ( شکل -۴ ) داریم :

$$A۱+A۲+A۳+\ldots = A'۱+A'۲+A'۳$$

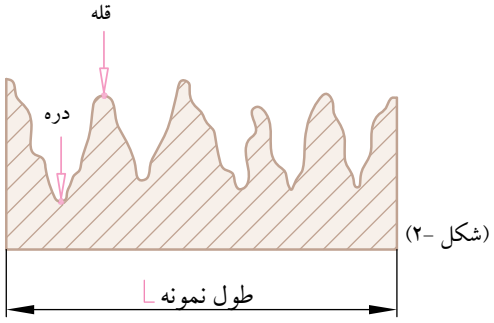
حال اگر مجموع مساحت ها را به طول نمونهٔ مورد ارزیابی تقسیم کنیم، مقدار Ra به دست می آید .

$$Ra = \frac{\text{مجموعه سطوح}}{\text{طول نمونه}}$$

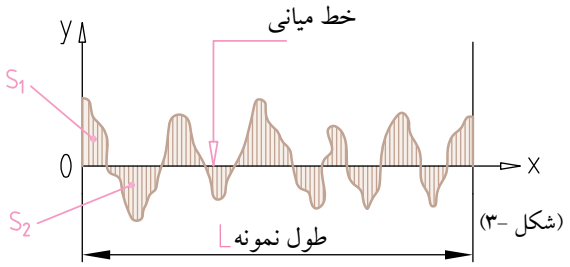
$$Ra = \frac{(A۱+A۲+A۳+\ldots)+(A'۱+A'۲+A'۳+\ldots)}{L}$$



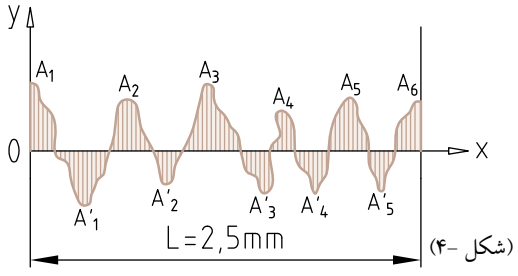
(شکل -۱)



(شکل -۲)



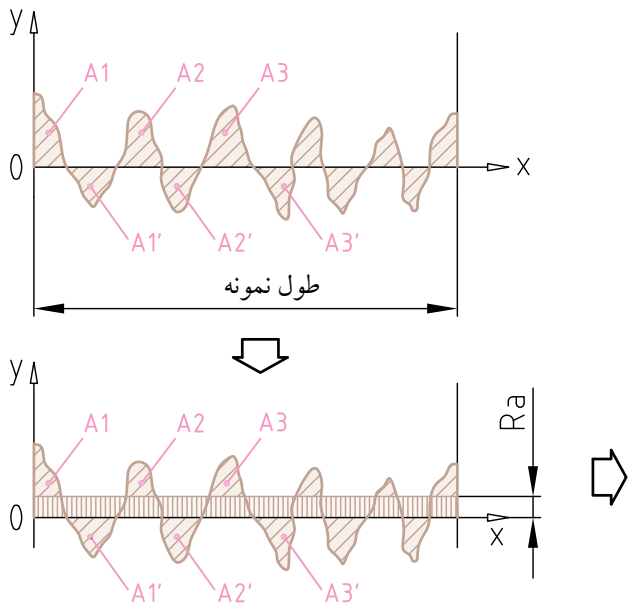
(شکل -۳)



(شکل -۴)

واحد اصلی که اندازه های صافی سطح برحسب آن اندازه گیری می شوند ، میکرون متر است، که برابر است بایک میلیونیم $10^{-6}$ متر (متر $\frac{1}{1000000}$ = 1μm میکرون متر)
اگر کل مجموعه سطح را با A نشان دهیم ؛ در این صورت می توان A را سطح نواری مستطیلی به طول OX و عرض یک نواخت دانست.
بنابراین عرض این نوار، میانگین ارتفاع زبری یا همان Ra است.

$$A=A_1+A_2+A_3+\ldots+A'_1+A'_2+A'_3+\ldots$$




پیشتر بدانیم

مثال :

در سنجش قطعهٔ کاری، طول نمونه ۱۲۵mm و مجموع مساحت ها برابر با ۱۰۰۰μm.mm است. می خواهیم مقدار Ra را تعیین کنیم .

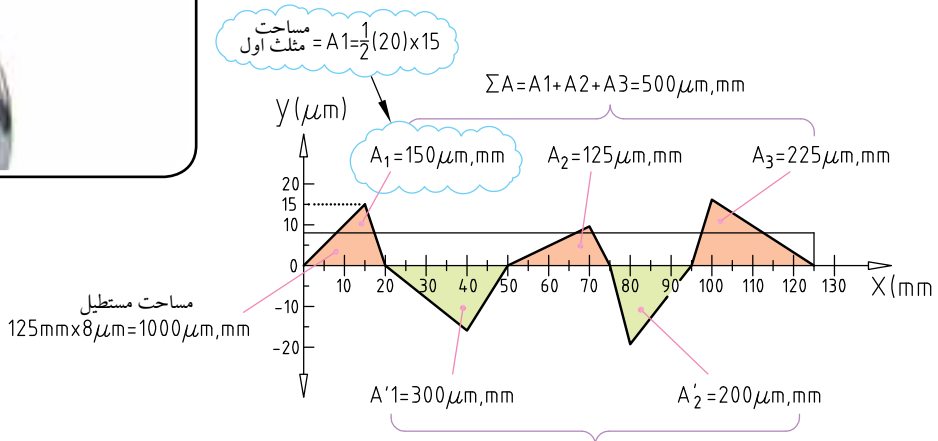
پاسخ : طبق نمودار شکل زیر مجموعهٔ مساحت های بالای خط میانگین برابربا :

$$\sum A = A_1 + A_2 = 150 + 125 + 225 = 500\,\mu m.mm$$

مجموع مساحت های پایینی خط میانگین نیز برابر با :

$$\sum A' = A'_1 + A'_2 = 300 + 200 + 225 = 500\,\mu m.mm$$

$$\sum A + \sum A' = 500 + 500 = 1000\,\mu m.mm$$



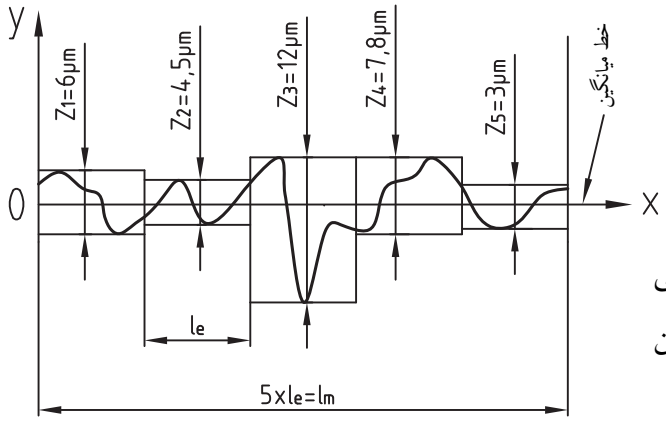

$$Ra=\frac{\sum A+\sum A'}{Lm}=\frac{500+500\,\mu m,mm}{125(mm)}$$

$$Ra=\frac{1000\,\mu m,\cancel{m}m}{125\cancel{m}m}=8\,\mu m$$

مشاهده می شود Ra برابر با عرض نوار مستطیل به ارتفاع ۸μm است.

مساحت مستطیل $A = 125mm \times 8\mu m = 1000\,\mu m\,mm$

## تعریف زبری سطح Rz




Rz عبارت است از میانگین بلندترین قله های (ارتفاعات) زبری در ۵ طول نمونهٔ (le)

برای درک بهتر مطلب به شکل مقابل توجه کنید.

همانند آن چه که برای Ra گفته شـد ، طول نمونهٔ مشخصی را بـرای ارزیابی در نظـر می گیریم . در این جا خط میانگین ox نیز مطرح است .

$$Rz = \frac{۱}{۵}(Z_۱ + Z_۲ + Z_۳ + Z_۴ + Z_۵)$$

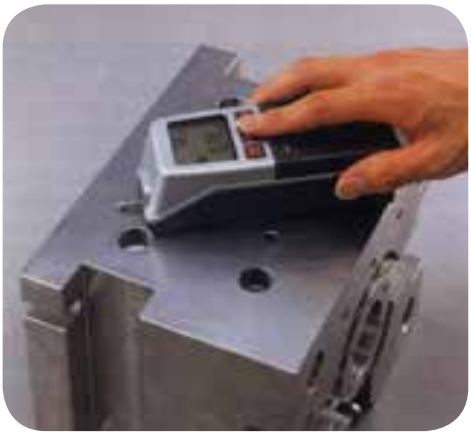
$$Rz = \frac{۱}{۵}(۶\mu m + ۴.۵\mu m + ۱۲\mu m + ۷.۸\mu m + ۳\mu m)$$

$$Rz = \frac{۳۳.۳}{۵} = ۶/۶۶\mu m$$

طول نمونهٔ L را به پنج قسمت مساوی (le) تقسیم می کنیم. Rz برابـر بـا میانگیـن ۵ ارتفـاع Z۱ تا Z۵ در طـول مورد ارزیابی L اسـت. هر عمق ناصافی Z ، فاصلهٔ بین بالاترین و پایین ترین نقطه در فاصلهٔ اندازه گیری le است.

مقـدار Rz( مانند Ra ) به طور خودکار توسـط وسـایل اندازه گیری قابل سنجش و نمایش است.

با دستگاه های ثابت یا سیار مقدار کیفیت سطح برای Ra یا Rz قابل نمایش است و چاپ نمودار آن ، به همراه سایر مقادیر و پارامترهای دیگر زبری سطح نیز ، امکان پذیر است .



بیشتر بدانیم

## ارتباط Ra و Rz با همدیگر

**نمودار تبدیل (مقایسه ای ) مقدار زبری Ra و Rz**

مشخصات کیفیت سطح در برخی از نقشه ها به روش Ra و در برخی دیگر به روش Rz معرفی می شوند . برای تبدیل مقادیر Ra به Rz و بالعکس می توانید از نمودار زیر استفاده کنید :

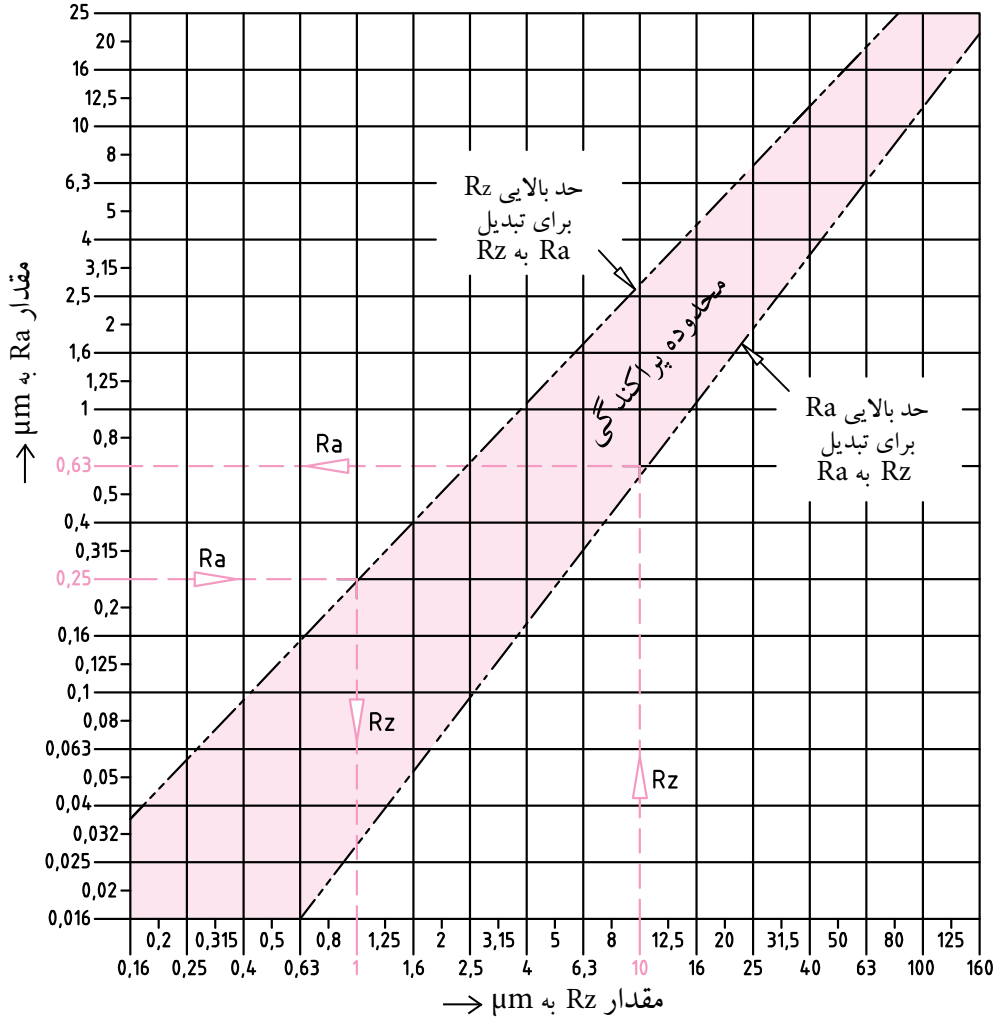
* برای تبدیل Ra به Rz از روی محور عمودی مثلاً مقدار Ra =۰،۲۵µm را انتخاب می کنیم به سمت راست امتداد می دهیم . پس از برخورد با اولین خط شیب دار ( قسمت بالایی محدودهٔ پراکندگی ) آن را به سمت پایین امتداد می دهیم تا مقدار Rz = 1µm به دست می آید .

سوال : برای Ra =۰،۱۶µm معادل Rz آن چه مقدار است ؟.....

* برای تبدیل Rz به Ra از روی محور افقی مثلاً مقدار Rz =۱۰µm را انتخاب می کنیم وبه سمت بالا امتداد می‌دهیم. پس از برخورد با اولین خط شیب‌دار (قسمت پایین محدودهٔ پراکندگی) آن را به سمت چپ امتداد می‌دهیم تا مقدار Ra = ۰،۶۳ µm به دست آید.

سوال: برای Rz =۲،۵µm معادل Ra آن چه مقدار است؟

.....



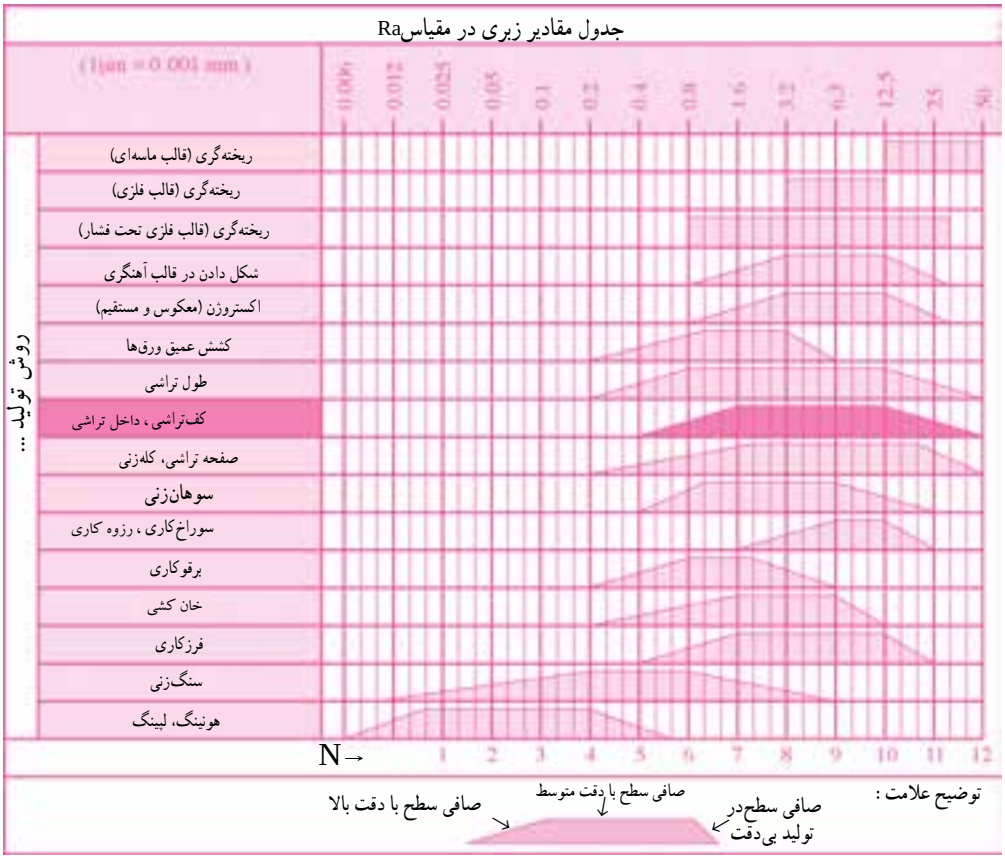
## مقادیر عددی Ra

Ra هر عددی را می تواند داشته باشد ، اما استاندارد ایزو (ISO) برای دسته بندی سطوح از نظر پرداخت ، ۱۲ مرحله ( طبقه ) را برای Ra در نظر گرفته است.

| میانگین زری سطح Ra (mμ) | ۵۰ | ۲۵ | ۱۲,۵ | ۶,۳ | ۳,۲ | ۱,۶ | ۰,۸ | ۰,۴ | ۰,۲ | ۰,۱ | ۰,۰۵ | ۰,۰۲۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

با توجه به روش تولید ، مقدار زبری سطح توسط طراح انتخاب می شود. به عنوان مثال برای روش تولید: کف تراشی زبری سطح در روش Ra مطابق جدول زیر ( در یک محدودهٔ مشخص) انتخاب می گردد. یعنی می توان هریک از مقادیر ۰,۴ ، ۰,۸ ، ۱,۶ ، ۳,۲ ، ۶,۳ ، ۱۲,۵ ، ۲۵ ، ۵۰ را انتخاب کرد .
اما این مقادیر بسته به نوع دقت تولید محدود می شوند. اگر به علامت در زیر جدول توجه کنید ، ملاحظه خواهید کرد که سمت چپ این تصویرمتعلق به کیفیت سطح با دقت بالا وسمت راست آن متعلق به کیفیت سطح با دقت پایین است. اعداد روی خط صاف با دقتِ متوسط است.

جدول مقادیر زبری در مقیاسRa

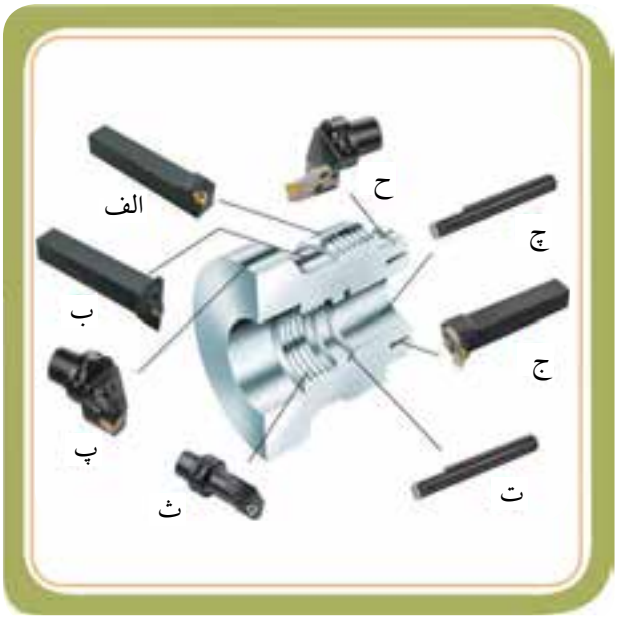



مثال برای روش تولید کف تراشی :
محدودهٔ ۰,۴ تا ۱,۶ با دقت بالا ( برای کارهای دقیق ) و مقادیر ۱۲,۵μm تا ۵۰μm برای دقت کم و پایین مورد استفاده قرار می گیرد . محدودهٔ ۱,۶μm تا ۱۲,۵μm دقت معمولی و متوسط را در روش تولید کف تراشی نشان می دهند.
* هر چه روش تولید دقیق تر و ظریف تر باشد عدد Ra مقدار زبری نیز کاهش می یابد.

* جدول استاندارد همین تصاویر برای Rz نیز وجود دارد.

## انتخاب روش تولید با توجه به علامت کیفیت سطح

سطوح مربوط به یک قطعه در کارگاه به روش های گوناگون تولید می شوند . این روش ها بسیار متنوع اند. در شکل مقابل فرم هندسی داخل و خارج قطعه توسط ابزارهایی مختلف کامل می شود.
آیا می توانید نام هر فرآیندرا بگویید؟




( الف ) رزوه تراشی (خارجی) (ب) .....

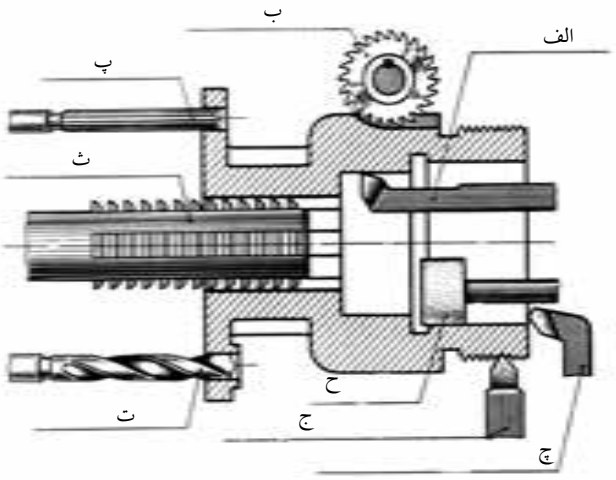
(پ) ..... (ث ) .....

(ت ) ..... (ج ) .....

(چ ) ..... (ح ) .....

### ارزش یابی

قسمت های مختلف یک قطعهٔ ریخته گری شده ، با هشت فرآیند در حال براده برداری و کامل شدن است. با توجه به نام هر فرایند ، مقدار کیفیت سطح را از جدول صفحه قبل تعیین و در جدول زیر (مطابق مثال ) یادداشت کنید.




| مقدار کیفیت سطح( Ra (mμ | فرآیند | |
|---|---|---|
| ۵۰μm تا ۰٫۴μm مثال | داخل تراشی | الف |
| | فرزکاری | ب |
| | برقو کاری | پ |
| | خان کشی | ث |
| | سوراخ کاری | ت |
| | رزوه تراشی | ج |
| | کف تراشی | چ |
| | سنگ زنی | ح |

## علائم کیفیت سطح

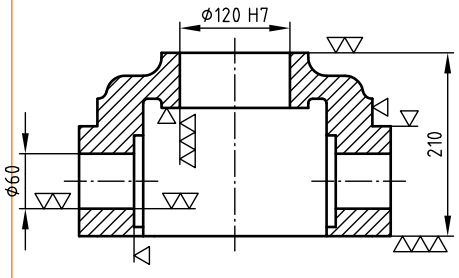
همان طور که اشاره شـد، کیفیت و تکمیل سطح یک قطعهٔ کار با ابزارهای مختلفی انجام می‌شـود که به عملکرد مورد انتظـار از آن ، بسـتگی دارد. برای اطلاع رسـانی در مورد چنین شـرایطی ، کیفیت سـطح مورد انتظار توسط علائم و نمادهایی در نقشـه علامت‌گذاری می‌شـوند تا سازندگان و تولید کنندگان به کمک این نمادها از مقدار کیفیت سـطح لازم برای تولید قطعهٔ مورد نظرشان مطلع شوند.

در نقشـه‌های فنی هر مقـدار زبری را می‌توان بـا نمادهای سـاده معرفـی کرد. بـه قطعـه‌ای مطابـق (شـکل- ۱)،که ریخته‌گری شده و قرار است ماشین‌کاری شود، توجه کنید. در اسـتانداردهای قدیمی که به روش مثلثی موسـوم است میزان پرداخت سطوح را با علامت مثلث نشان می‌دادند.[۱*]

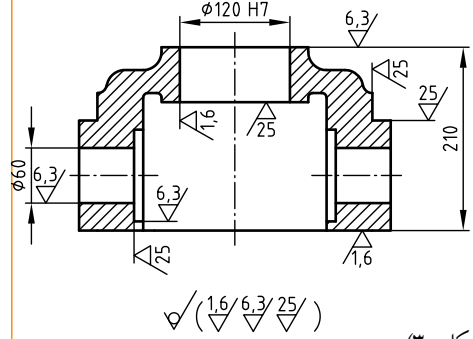
در این روش هر چه تعداد مثلث‌ها بیش‌تر باشد، کیفیت سطح بالاتر است. در این اسـتاندارد برای معرفی قطعهٔ ریخته‌گری شده و سطوح ماشین‌کاری شده بر روی آن مطابق(شکل-۲) علامت مثلث روی سطوح مورد نظر قرار می گیرد .

بـا پیشـرفت صنعـت و تکنولـوژی و افزایـش و تنوع روش های مختلف سـاخت وتولید ، تقسـیم بندی به روش مثلثی ، گویا و کافی نبوده و منسـوخ شـده اسـت . به همین جهت برای دقت بیشـتر و رسـیدن به صافی سـطح مطلوب، نمادهـای جدیدی موسـوم بـه نمادهای رادیکالـی به کار گرفتـه مـی شـود. این نمادهـا توسـط اسـتاندارد (ایزو) توصیـه و در اغلـب کشـورها ازآن اسـتفاده می شـود.[۲*] (شکل -۳) همان قطعهٔ قبلی است که به روش رادیکالی ( روش جدید ) نماد کیفیت سـطح بر روی نقشهٔ آن ارائه شده است.

(شکل -۱)




(شکل -۲)

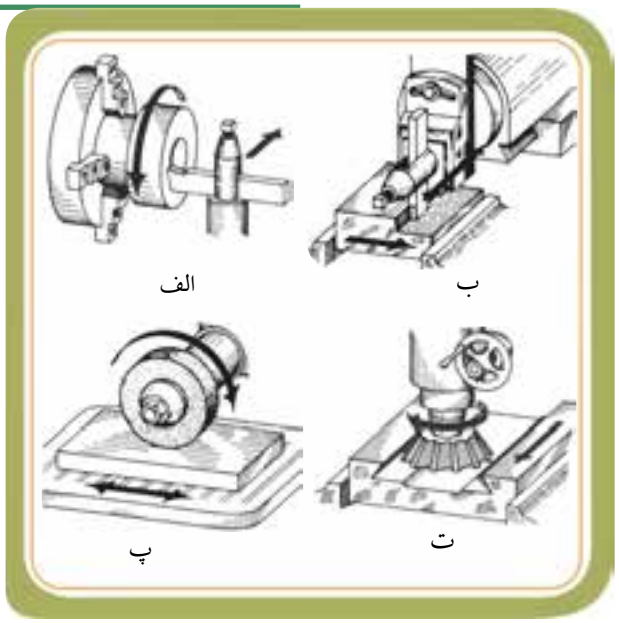



(شکل -۳)

۱- با روش مثلث ها در صفحه۱۹۹ آشنا می‌شوید
۲- طی سالهای اخیر مجدداً تغییراتی در این علائم جدید نیز به وجود آمده که در پائین صفحه۱۹۷ توضیح مختصری ارائه شده است.

## خواب سطح

سـطوح مربوط به قطعـات در کارگاه به روش های مختلفی براده برداری می شـوند . این روش ها بسـیار گوناگون اند. شکل مقابل نمونه هایی از آن ها را نشان می دهد.




با توجه به تصویر مقابل نام هر روش ماشین کاری را بنویسید.

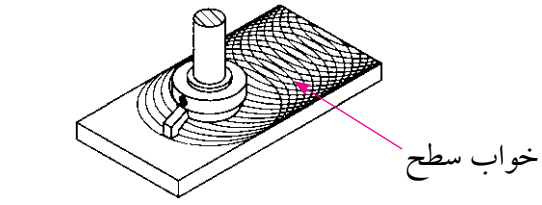
الف ) .....

ب ) .....

پ ) .....

ت ) .....

در هـر روش بنا بر وضعیـت حرکت ابزار ، نـوع حرکت ، جنـس قطعه ، جنس ابزار و .... سـطح بـا کیفیت خاصی به دسـت می آید . نقش های بسیار ظریف به جا مانده از روش ماشین کاری را خواب سطح می نامند.



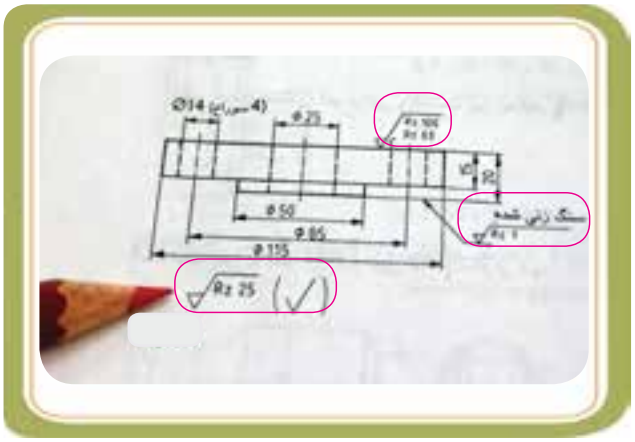
به نقش های به جا مانده از روش ماشین کاری در شکل بالا توجه کنید.

اگـر بـرای تولید هر سـطح بهترین شـرایط را در نظر بگیریـم، باز هم ممکن اسـت خواب سـطح (جهـت براده برداری) با چشـم دیده شود. بعضاً ممکن است با کشیدن سر ناخن بر روی سطح، خواب سطح را احساس کنید .

به«خواب سطح» در سه تصویر زیر توجه کنید.

## مشخصات ویژهٔ کیفیت سطح

در استاندارد جدید( رادیکالی ) مشخصات مختلفی از سطح،از جمله جهت خواب سطح ، طول نمونهٔ مورد اندازه گیری ، مقدار مجاز ماشین کاری و ... آورده می شود .



* جایگاه نشانه ها نسبت به علامت کلی مطابق شکل زیر است:

a ) مقدار زبری Ra بر حسب µm (یا عدد درجهٔ زبری N)

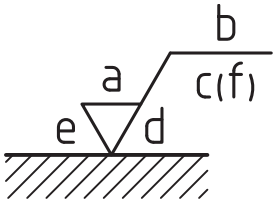
b ) روش تولید، نوع پوشش و ...

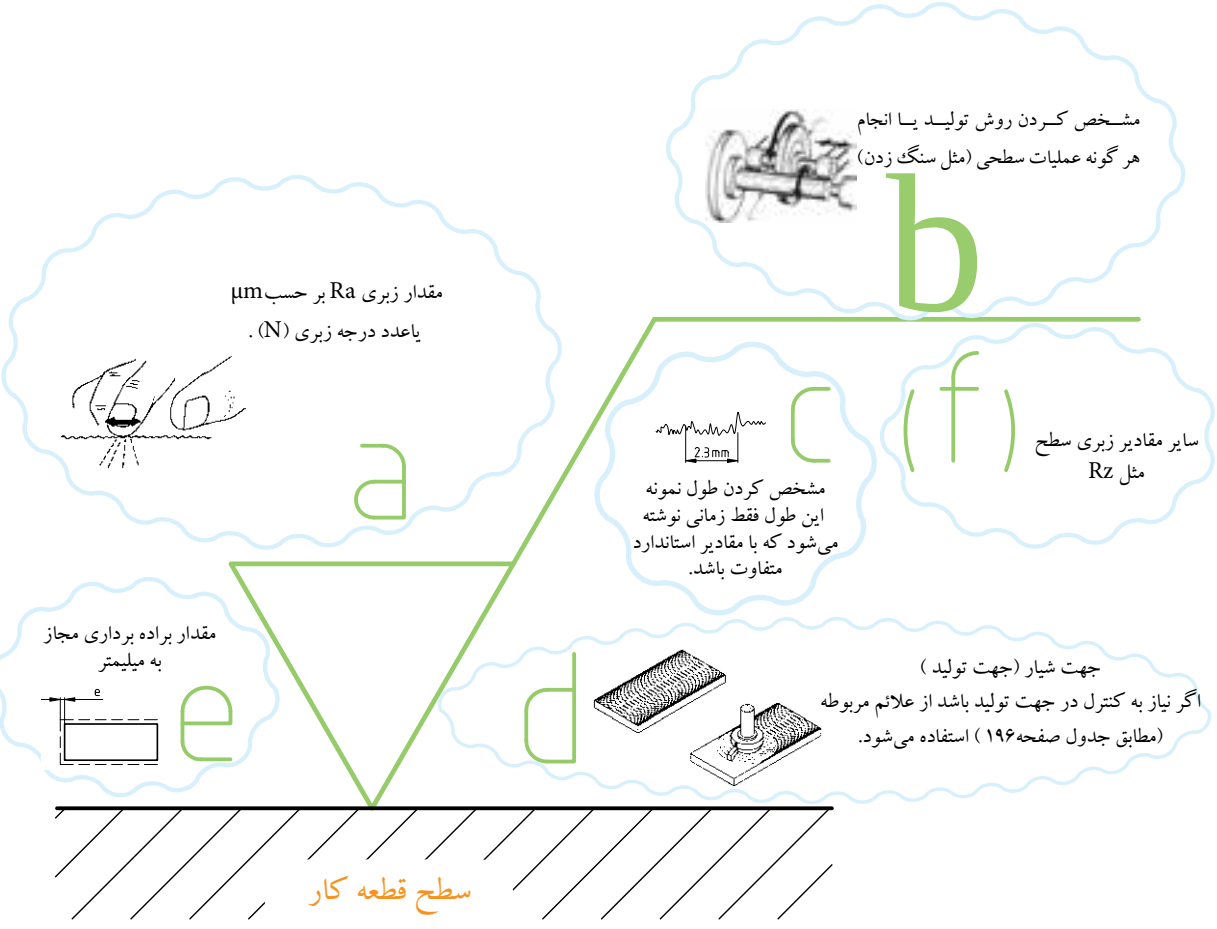
c ) طول نمونه

d ) جهت شیار ( جهت تولید )

e) اضافهٔ تراش (مقدار مجاز ماشین کاری )

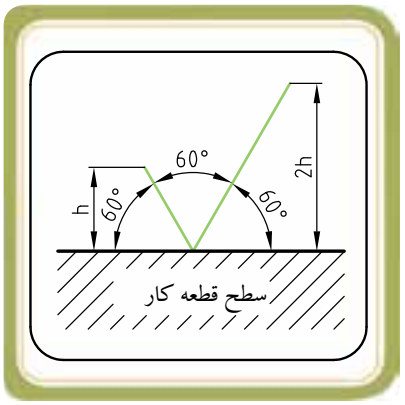
f) سایر مقادیر کیفیت سطح که داخل پرانتز نوشته می شود.



## مفهوم نمادهای کیفیت سطح

سطوح قطعات تولیدی ممکن است تماماً ماشین کاری نشوند. قسمتی از سطح قطعه ممکن است به همان روش تولید شده باقی بمانند . در هر حال ، اگر قرار باشد سطح قطعهٔ کار به همان روش تولید شده باقی بماند یا عملیات متفاوتی روی سطوح آن انجام شود، باید این موارد را در نقشه مشخص کنیم. برای این منظور از نمادهای مخصوص استفاده می کنیم. در استاندارد قدیمی از علامت مثلث (▽) و در استاندارد جدید از علامت شبیه به رادیکال ( √ ) استفاده می شود . در استاندارد جدید علامت کیفیت سطح به شکل مقابل است ، که به تنهایی مفهومی ندارد و با تغییراتی بر روی آن قابلیت استفاده پیدا می کند. در جدول زیر، به طور خلاصه به این تغییرات اشاره می کنیم .



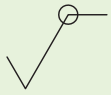
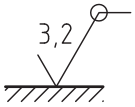
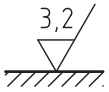

## جدول علائم اصلی صافی سطح

| | نماد ومفهوم آن | مثال و مفهوم آن |
|---|---|---|
| √ | **علامت اصلی**<br>( بدون اطلاعات اضافی هیچ گونه معنایی ندارد ) | |
| a √ | **علامت اصلی با اطلاعات اضافی**<br>این علامت با سطوحی به کار می رود که با هر روش تولیدی بتوان مشخصهٔ ذکر شده را ایجاد کرد* | سطح ممکن است به هر طریقی تولید شود منتها با مقدار زبری سطح $Ra \leq 3.2\mu m$<br>3,2 |
| √ | **علامت اصلی با یک خط بلند در کنار آن**<br>هنگامی که لازم است عملیات خاصی روی سطح انجام شود به علامت اصلی پاره خط بلندی (از بازوی بلندتر) رسم می کنیم وعملیات موردنظر را روی آن می نویسیم. | سنگ زده شود |

* وقتی که فقط یک عدد برای پرداخت مشخص شده باشد ، معرف حداکثر مقدار پرداخت (عمق زبری ) مجاز است .
در صورتی که تعیین مقدار حد بالا و پایین پرداخت لازم باشد ، هر دو مقدار را مشخص می نمایند و در این صورت مقدار حد بالایی (a۱) را بالاتر از مقدار حد پایینی (a۲) می نویسند .
مثال : یک سطح با بیشترین مقدار زبری ۶٫۳μm
وکمترین مقدار زبری ۱٫۶μm در روش Ra

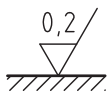
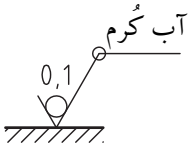
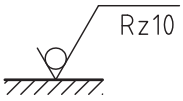
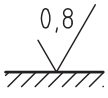
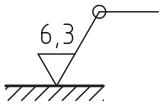
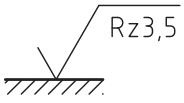
مثال

## ادامهٔ جدول علائم اصلی صافی سطح

| | نماد ومفهوم آن | مثال و مفهوم آن |
|---|---|---|
|  | **علامت اصلی با دایرهٔ اضافی**<br>دایره اضافه شده به معنی آن است که کیفیت سطح در تمام سطوح قطعه یک سان است. |  <br>میزان زبری سطح در تمامی سطوح قطعه یک سان و برابر با ۳٫۲µm (در روش Ra ) است. |
| | **علامت اصلی با ترسیم یک پاره خط کوتاه روی آن**<br>علامت صافی سطح برای سطوحی که باید با یک نوع روش براده برداری حاصل شود ؛ همچنین این علامت حامل دستوری برای تولید بهتر است. |  <br>سطحی که به روش براده برداری با مقدار زبری سطح $Ra \geq$ ۳٫۲ µm ایجاد می شود. |
| | **علامت اصلی با یک دایره داخل آن**<br>بیانگر غیرمجاز بودن عملیات براده برداری است.<br>( سطح قطعهٔ کار باید به همان وضعیت قبلی باقی بماند؛ مثل سطوح ریخته گری یا آهنگری شده یا سطوحی که توسط شرکت های تولید مواد خام ایجاد می شوند ) | <br>سطح باید به همان گونه ای که از مراحل ساخت حاصل می شود باقی بماند، منتها با درجهٔ پرداخت ماکزیمم ۳٫۲µm در روش Ra . ممکن است این سطح به هر روشی تولید شده باشد. |

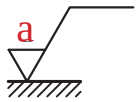
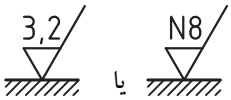
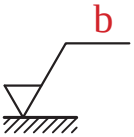
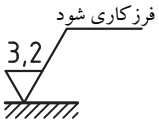
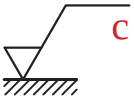
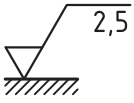
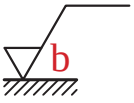
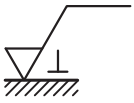
**توجه** : نمادهای ماشین کاری روی نقشه ها برای تعیین سطوحی که باید روی آن ها ماشین کاری انجام شود ، به کار می روند . نمادهای صافی سطح و حروفی که روی نماد ماشین کاری به کار می برند ، مقدار ماشین کاری را که لازم است در پایان کار حاصل شود، نشان می دهند.

### چند نمونه

| | | |
|---|---|---|
|  <br>علامت صافی سطح با مجاز بودن براده برداری با حد فوقانی زبری ۰٫۲µm در روش Ra |  <br>علامت صافی سطح بدون براده برداری با حد فوقانی زبری۰٫۱µm در روش Ra -آب کرم برای تمامی سطوح |  <br>علامت صافی سطح بدون براده برداری با حدفوقانی زبری ۱۰µm در روش Rz |
|  <br>سطح ممکن است به هر روش تولید شود ، اما با مقدار زبری حداکثر ۰٫۸µm در روش Ra |  <br>علامت صافی سطح با مجاز بودن براده برداری با حد فوقانی زبری۶٫۳µm در روش Ra ، برای کل سطح قطعه |  <br>سطح ممکن است به هر روش تولید شود،امابا مقدار زبری حداکثر۳٫۵µm در روش Rz |

در ادامه ، به معرفی بیشتر هر یک از پارامترهای a،b،c،d،e،f می پردازیم:

## (جدول-۱) معرفی پارامترها

| نماد و مفهوم آن | | مثال و مفهوم آن | |
|---|---|---|---|
|  | مقدار زبری Ra بر حسب µm یا عدد درجهٔ زبری N | هنگامی که براده برداری ماشینی مورد نظر باشد ، حداکثر مقدار پرداخت مجاز درروش Ra درج می شود یابه صورت عدد درجهٔ زبری N نوشته می شود. |  در این نماد مقدار مجاز ماشین کاری ۳٫۲µm در روش Ra یا معادل آن ردیف ۸ عدد درجهٔ زبری است. |
|  | روش تولید ، انجام هرگونه عملیات سطحی یا نوع پوشش سطح | در بسیاری از اوقات ،روی سطح عملیات اضافی مثل آبکاری ، رنگ کاری و ... انجام می شود و یا این که سطح باید با عملیات مخصوص تولید شود. در این صورت لازم است که بالای خط افقی اطلاعات لازم به زبان ساده نوشته شود. |  در این نماد دستور براده برداری به کمک فرز داده شده است. |
|  | فاصله مرجع ( طول نمونه ) | اگرذکر طول نمونه ضروری باشد ، آن را در زیر رادیکال و در قسمتی که با حرف C نشان داده شده ، ذکر می کنند. (اگر مقدار آن تعیین نشده باشد ، یعنی مقدار استانداردآن انتخاب می شود) |  در این نماد ، طول نمونه 2.5mm است |
|  | جهت خواب ( جهت تولید ) | اگر نیاز به کنترل در جهت تولید باشد، به وسیلهٔ علامتی که به علامت کیفیت سطح اضافه می شود ( با توجه به جهت تولید مطابق جدول صفحه ۱۹۶ ) یکی از نمادها انتخاب می گردد. |  در این نماد جهت تولید عمود بر سطحی است است که علامت روی آن گذاشته شده است. |

توجه : چنان چه هریک از این خصوصیات بر روی علامت کیفیت سطح در نقشه ذکر نشده باشد ، دلیل ناچیز بودن تأثیر آن عامل در کارکرد قطعهٔ مورد نظر است .

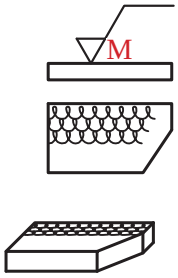
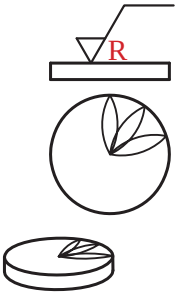
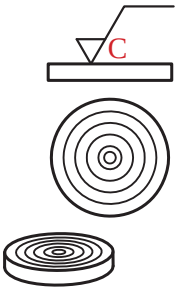
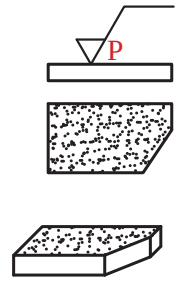
## جهت شیارها (جهت تولید)

امتـداد و جهت شـیارها، چگونگی خواب سـطح را نشـان می‌دهنـد. بی نظمی‌های سـطح، که ناشـی از حرکت ابزار است، توسط این نمادها معرفی می شوند.

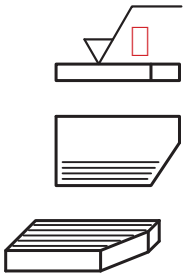
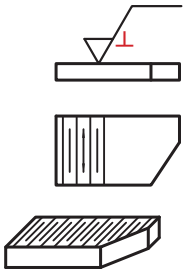
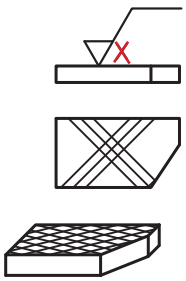
* این نمادها هنگامی در علائم کیفیت سطح به کار می‌روند که نیاز به کنترل جهت تولید (خواب ابزار) باشد،

به نظر شـما در شـکل مقابـل جهت شـیارها(جهت تولید ) چگونه است ؟

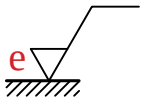
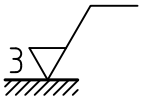
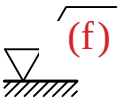
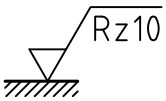
### خواب های چند جهته ابزار

| نمایش تصویری | توضیح | نماد |
|---|---|---|
|  | برای حالتـی که جهت تولید چند تایی اسـت ، یعنی سـطح در جهات مختلف تولید می شود. | M |
|  | برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً شعاعی دارد. | R |
|  | بـرای حالتی که جهت تولید نسـبت به مرکز صفحـه حالتـی تقریباً دایره ای دارد. | C |
|  | برای حالتی که سطح فاقـد شـیار و جهت است ( بدون خواب). | P |

### خواب های ساده ابزار

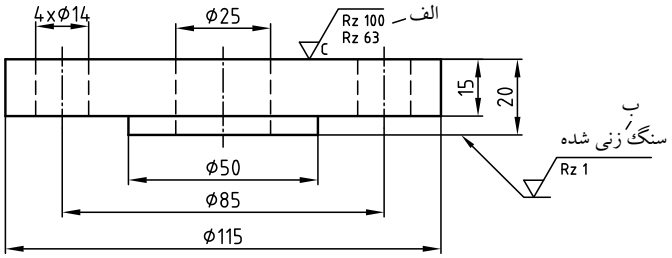
| نماد | توضیح | نمایش تصویری |
|---|---|---|
| موازی | بـرای حالتـی که جهت تولید موازی با سطحی است که علامت برای آن به کار رفته است. |  |
| عمود ⊥ | بـرای حالتـی کـه جهت تولیـد عمود بر سـطحی است که علامـت بـرای آن گذاشته شده است. |  |
| متقاطع X | بـرای حالتی که جهت تولید نسبت به سطحی که علامت برای آن به کار رفته اسـت، حالت ضربدری دارد . |  |

## ادامه (جدول-۱) معرفی پارامترها

| نماد و مفهوم آن | | مثال و مفهوم آن | |
|---|---|---|---|
|  | مقدار براده برداری لازم (به میلی متر) | زمانی که لازم باشد مقدار مجاز ماشین کاری مشخص شود ، آن را مطابق شکل نشان می دهند. این مقدار در سمت چپ علامت کیفیت سطح قرار می گیرد. |  دراین نماد، مقدار مجاز ماشین کاری ۳mm است. |
|  | سایر کمیت های اندازه گیری زبری | دیگر اندازه های ناصافی سطح (مثلاً :Rz) |  در این نماد ، بیش ترین مقدار عمق ناصافی در روش Rz برابر با ۱۰μm است . |

### ارزش‌یابی

نمادهای الف وب را در شکل مقابل توصیف کنید.



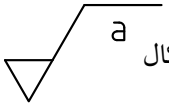

الف ) .....

.....

ب) .....

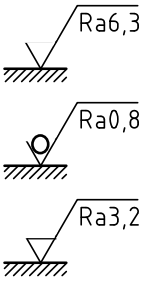
.....

### بیشتر بدانیم

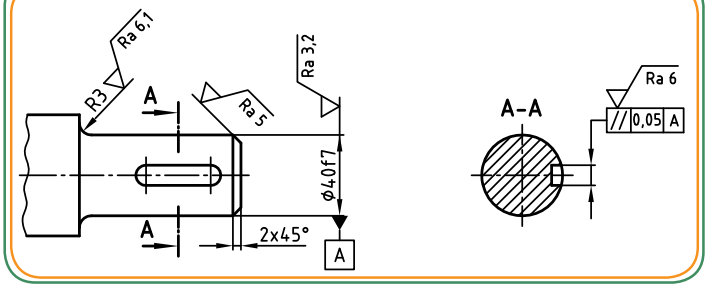



در استانداردجدید برای روش Ra ،مقدار مشخصه کیفیت سطح (a) در قسمت زیر رادیکال (مشابه شکل مقابل) قرار می گیرد.

چند مثال




یک نمونه نقشه



## عدد زبری (درجهٔ زبری) N

ارقام زبری N۱ تا N۱۲ را می توان به جای مقادیر میکرومتری روی نقشه ذکر کرد .

در جدول زیر ۱۲ طبقه از استاندارد دسته بندی سطوح از نظر پرداخت را ملاحظه می کنید که در آن مقدار زبری Ra برحسب میکرومتر و معـادل درجهٔ زبری (N) درج گردیده اسـت .

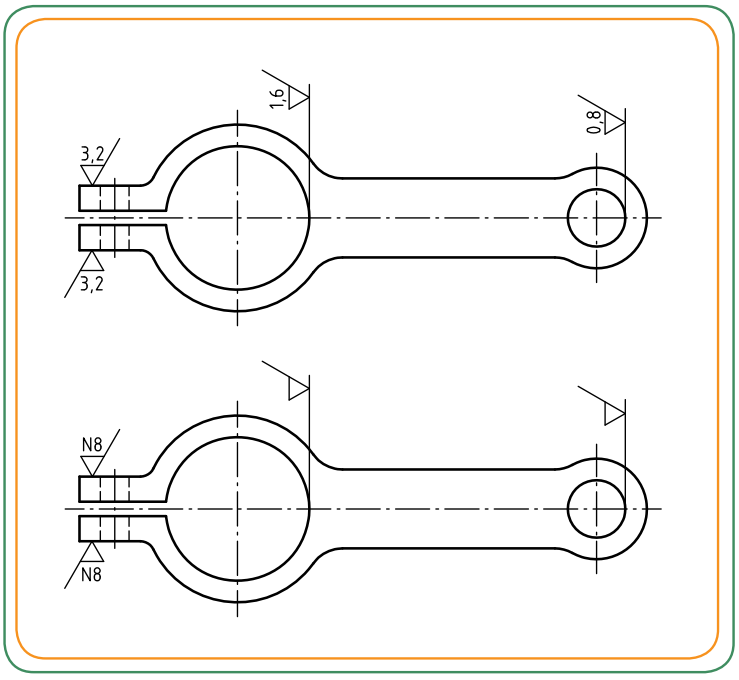
مقادیر پیشنهادی استاندارد برای اعداد زبری

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار زبری Ra (میکرومتر) | 0,025 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 3,2 | 6,3 | 12,5 | 25 | 50 |
| N عدد زبری ISO | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 | N11 | N12 |

ردیف پایین جدول معرف درجهٔ زبری برحسب یک عدد است. در بالای هر شماره N ، حد نهایی زبری مجاز آن نوشته شده اسـت. برای مثال N۸ یعنی درجهٔ زبری شـمارهٔ ۸ ، هنگامی که در نقشـه عدد درجهٔ زبری N۸ انتخاب می شـود ، یعنی پرداخت آن معادل ۳،۲μm در روش Ra است.

همان طور که اشـاره شد ، در روی نقشه می توان از یکسری اعـداد همراه با N به جای اندازه هـای میکرونی برای تعیین زبری استفاده کرد .

در نقشـهٔ زیر به جای مقادیر Ra۳،۲μm از عدد زبری N۸ بر روی علامت کیفیت سـطح اسـتفاده شده است. حالا شما به جای دو مقـدار Ra۱،۶μm و Ra۰،۸μm از عدد درجه زبری مناسب اسـتفاده کنید و بر روی نقشهٔ پایینی این مقدار را نشان دهید .




در قسمت پایین جدول صفحه ۱۸۸مقادیر N مشاهده می شود.

### روش مثلث ها

در استانداردهای قدیمی برای نشان دادن نمادهای پرداخت سطح در روی نقشه ها از نمادهای مثلثی استفاده می کردند . برای تغییر علامت نقشه های قدیمی ( مثلثی ) به روش جدید ( رادیکالی ) بهتر است اطلاعاتی راجع به آن ها داشته باشیم .

### * نمایش پرداخت سطح به روش مثلث ها

در روش مثلث ها ، میزان پرداخت سطح قطعهٔ کار را به چهارمرحله تقسیم می کردند که برای نشان دادن آن ها از مثلث متساوی الاضلاع استفاده می شد.

از مثلث ها زمانی استفاده می شود که روی سطح ، عملیات براده برداری انجام شده باشد ( شکل ۳ تا ۶ ).

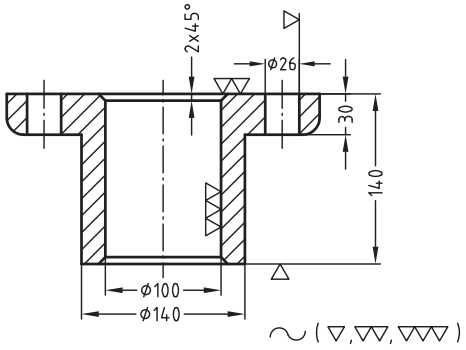
هر چه تعداد مثلث ها بیش تر باشد ، درجهٔ پرداخت سطح بهتر است .

خیلی از مواقع پیش می آید که سطوحی از قطعه پس از تولید به همان حالت اولیه باقی می ماند و روی سطح آن هیچ گونه عملیاتی صورت نمی گیرد .در این حالت هیچ گونه علامتی روی سطح قطعه گذاشته نمی‌شود ( شکل -۱ ). اما اگر لازم باشد در ساخت قطعه دقت کامل به عمل آید وسطح پس از تولید نیز به همان صورت اولیه باقی بماند از علامت ~ استفاده می شود(شکل -۲ ).

| علائم صافی سطح | مفهوم ( طبق DIN۳۱۴۱ ) |
|---|---|
| شکل-۱ | سطح : **خام**<br>سطح به همان صورتی که تولید شده ، باقی خواهد ماند.<br>(بدون توجه به روش تولید ) |
| شکل-۲ | سطح : **خام**<br>با روش ساخت دقیق<br>( بدون براده برداری، اما دقیق ) |
| شکل-۳ | سطح : **زبر**<br>شیارها محسوس بوده و با چشم غیرمسلح دیده می شوند. |
| شکل-۴ | سطح : **پرداخت**<br>شیارها با چشم غیر مسلح هم دیده نمی شوند . |
| شکل-۵ | سطح : **پرداخت ظریف**<br>شیارها دیگر با چشم غیر مسلح دیده نمی شوند. |
| شکل-۶ | سطح :**فوق پرداخت** |

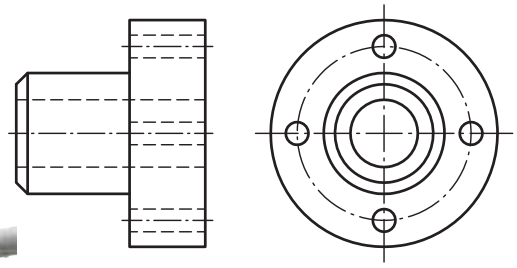
نحوهٔ چینش علامت پای نقشه در روش مثلث ها نیز مشابه روش رادیکالی است.

در شکل مقابل دستور پرداخت سطح در پایین نقشه ارائه شده است . علامت ~ دارای این مفهوم است که کلیهٔ سطوح ، علامت گذاری نشده به همان روش تولید شده باقی می مانند- ضمن آن که در تولید این سطوح دقت می شود – علامت مثلث ها در داخل پرانتز ارائه شده است . این ها نمادهایی هستند که روی نقشه به کار رفته و به ترتیب، آن ها داخل پرانتز معرفی شده اند. سطوحی که با علامت مثلث ها مشخص شده اند به مفهوم آن است که عملیات برداره برداری روی آن ها انجام می شود .




## ارزش‌یابی

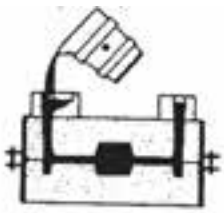
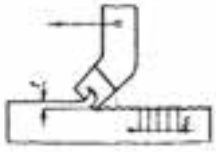
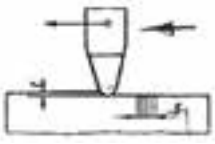
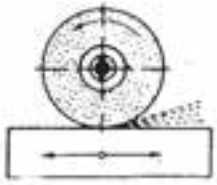
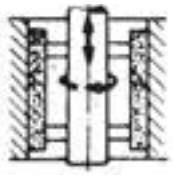
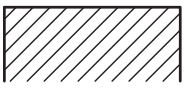
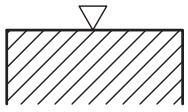
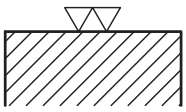
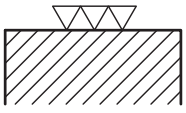
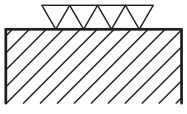
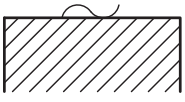
اگر تمام سطوح قطعه (مطابق شکل) به غیر از بدنهٔ اصلی آن به میزان ▽▽ براده برداری ظریف شود و بدنهٔ آن به همان روش تولید شده باقی بماند ، بر روی نقشه به روش مثلث‌ها نماد کیفیت سطح بگذارید و علامت پای نقشه را نیز یادداشت کنید .



.....

## بیشتر بدانیم

جدول زیر، نماد کیفیت سطح به روش مثلث ها را به همراه ارتفاع زبری و برخی از روش های تولیدنشان می دهد .

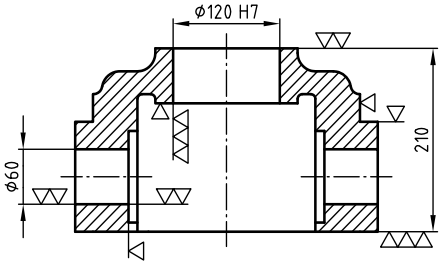
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| ریخته گری در قالب فلزی | عمق برادهٔ زیاد،پیشروی زیاد،تراشکاری و فرزکاری غیر دقیق | عمق برادهٔ کم،پیشروی کم تراشکاری یا فرزکاری دقیق | براده های ظریف سنگ زدن | براده های خیلی ظریف سایش با پارچهٔ |
|  |  |  |  |  |
|  | ۴۰۰μm تا ۴۰ = ارتفاع زبری | ۴۰μm تا ۱۰ = ارتفاع زبری | ۱۰μm تا ۲,۵ = ارتفاع زبری | ۲,۵ ≤ ارتفاع زبری |

## تبدیل علائم قدیم به علائم جدید

به دلایلی ممکن است نیاز داشته باشیم علائم قدیم را به جدید تبدیل کنیم .

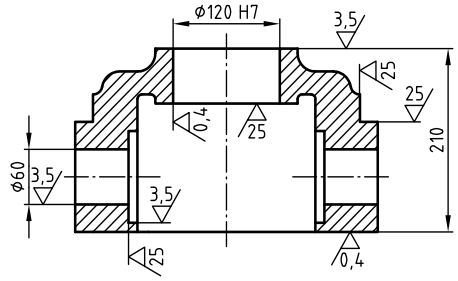
برای مثال ، ( شکل -۱ ) نقشه ای قدیمی را نشان می دهد که با روش مثلث ها[۱*] علامت گذاری شده است و باید به نقشه ای مطابق استاندارد جدید تبدیل شود .

به کمک جدول زیر می توانیم علائم پرداخت سطح این نقشه را از روش مثلث ها به روش جدید Ra ( شکل -۲ ) یا Rz ( شکل -۳ ) یا برحسب عدد درجهٔ زبری N ( شکل -۴ ) ارائه کنیم .



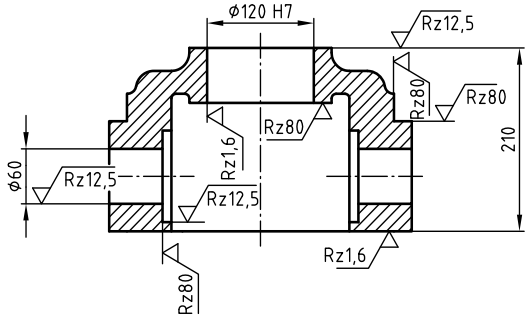

( شکل -۱ )

( ∼ , ▽ , ▽▽ , ▽▽▽ )



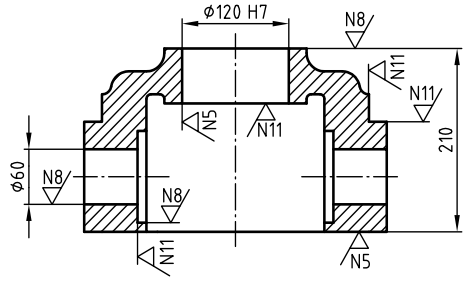

( شکل -۲ )

( √ , ( 0,4 , 3,5 , 25 ) )




( شکل -۳ )

( √ , ( Rz1,6 , Rz12,5 , Rz80 ) )




( شکل -۴ )

( √ , ( N5 , N8 , N11 ) )

| روش مثلث ها | Ra (μm) | Rz (μm) | N |
|---|---|---|---|
| ∼ | √ | √ | – |
| ▽ | 50 | Rz160 | N12 |
| | 25 | Rz80 | N11 |
| | 12,5 | Rz40 | N10 |
| ▽▽ | 6,3 | Rz25 | N9 |
| | 3,2 | Rz12,5 | N8 |
| | 1,6 | Rz6,3 | N7 |
| ▽▽▽ | 0,8 | Rz3,15 | N6 |
| | 0,4 | Rz1,6 | N5 |
| | 0,2 | Rz0,8 | N4 |
| ▽▽▽▽ | 0,1 | Rz0,4 | N3 |
| | 0,05 | Rz0,2 | N2 |
| | 0,025 | Rz0,16 | N1 |

۱ * در نقشه های جدید نباید از روش مثلث ها استفاده کرد .

## کاربرد نمادها و نشانه‌ها

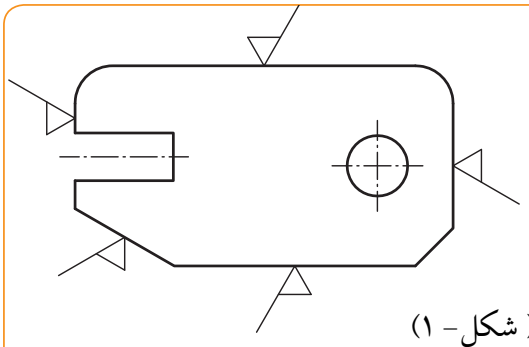
علائم و نمادهای کیفیت سطح روی هر سطحی ، با توجه به نیاز، مورد استفاده قرار می گیرند.

(شکل -۱ )، حالت ترسیم علامت پرداخت سطح را روی سطوح عمود برهم نشان می دهد.

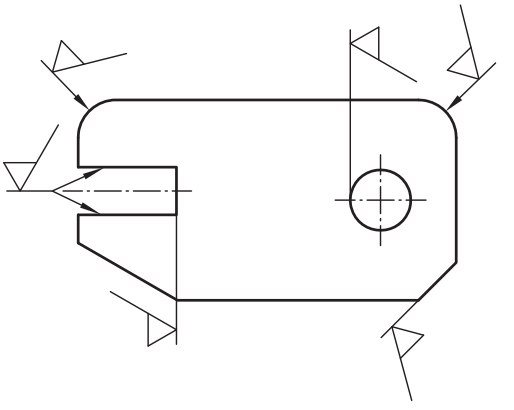
در مواردی که روی سطح قطعه فضا وجود نداشته باشد یا سطح قطعه انحنادار باشد می توان به کمک خط رابط یا فلش نمادها را مشابه( شکل- ۲) نیز نشان داد .

در صورتی که هر سطح قطعه از یک نوع کیفیت سطح برخوردار باشد ، روی هر سطح علامت پرداخت سطحِ مورد نظر داده می شود .

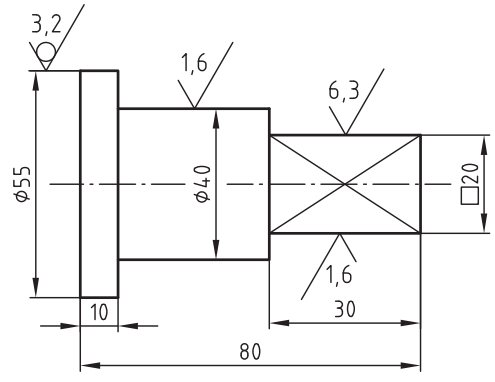
در ( شکل- ۳) سه نوع پرداخت سطح مختلف بر روی قطعه انجام می شود .



( شکل- ۱)

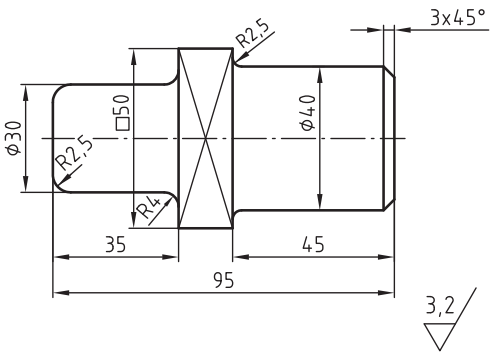


( شکل- ۲)



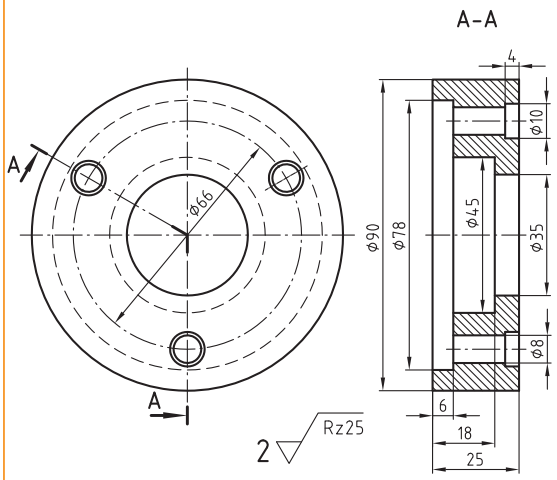

( شکل- ۳)

وقتی که همهٔ سطوح قطعه صافی سطح یک نواخت و یک سانی دارند ، اطلاعات مربوط به پرداخت سطح در کنار نقشه گذاشته می شود ( شکل -۱ ) .
در شکل مقابل تمامی سطوح دارای پرداخت سطح ۳٫۲μm در روش Ra است .



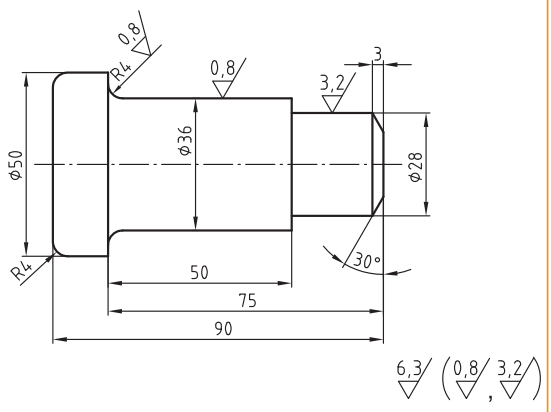

( شکل - ۱)

اگر در کنار نقشه شماره قطعه وجود داشت ، علامت پرداخت سطح در طرف راست شمارهٔ قطعه نوشته می شود ( شکل -۲) .
در (شـکل-۲) عدد 2 معرف شـمارهٔ قطعه وپرداخت سطح کل قطعهٔ ۲۵μm در روش Rz است .




( شکل - ۲)

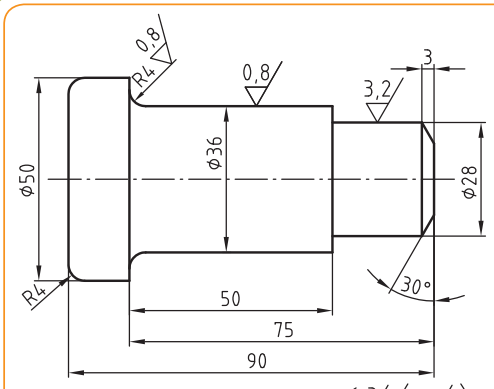
در صورتی که پرداخت سـطوح یک قطعه مختلف باشـد ، پرداخت هر سطح روی خودش و پرداخت سطوح مربوط به کل قطعه در خارج از پرانتز ارائه می شود ( شکل -۳) .
در( شـکل-۳) پرداخت سـطوح قطعه کار با مقادیر ۳٫۲μm و ۰٫۸μm ، که روی سـطح قطعه گذاشته شده است، داخل پرانتز ، اما پرداخت سـطوح کل قطعه ، که مقدار آن ۶٫۳μm است ، در بیرون پرانتز معرفی شده است .
* به عبارت دیگر، علامت خارج از پرانتز معرف تمام سطوح علامت گذاری نشده و علامت داخل پرانتز معرف سطوحی است که علامت گذاری شده است .




( شکل - ۳)

در ( شـکل -۱ ) یـک علامت مبنـا ✓ داخل پرانتز ارائه شده است علامت داخل پرانتز به مفهوم سطوح حداقل نقشه است .

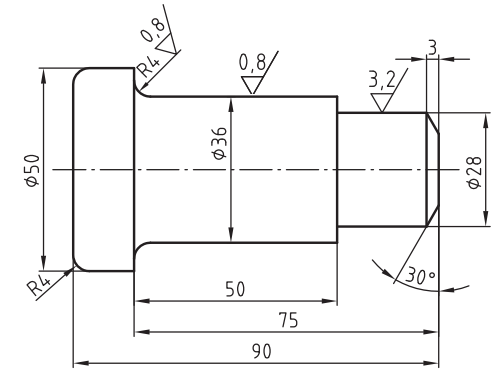
در نقشـهٔ (شکل -۱) تمام سـطوح قطعه دارای کیفیت سطح ۶،۳µm است به غیر از سـطوحی که بر روی نقشه مشخص شده است. در این جا از علامت مبنا ✓ به جای مقادیر $\sqrt{3,2}$ و $\sqrt{0,8}$ استفاده شده است.




(شکل-۱)

در مواردی ممکن اسـت نقشـه به کمک توضیحات (مطابق شکل -۲ ) علامت گذاری شود.

در نقشهٔ(شـکل-۲) تمـام سـطوح قطعـه دارای پرداخـت ۶،۳µm اسـت، بـه جـزء سـطوحی کـه در روی نقشـه با مقادیـر ۰،۸µm و ۳،۲µm علامـت گذاری شـده اسـت .



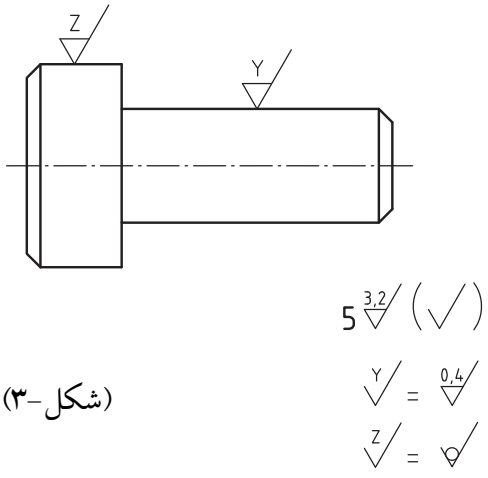

تمام سطوح $\sqrt{6,3}$ به غیر از سطوحی که روی نقشه مشخص شده اند.

(شکل-۲)

در مواردی که فضای کافی بر روی نقشه وجود نداشته باشد می توان از علائم سـاده تری که همان معنا را داشـته باشـد استفاده کرد.

در (شـکل-۳) عـدد ۵ معـرف شـمارهٔ قطعـه اسـت.

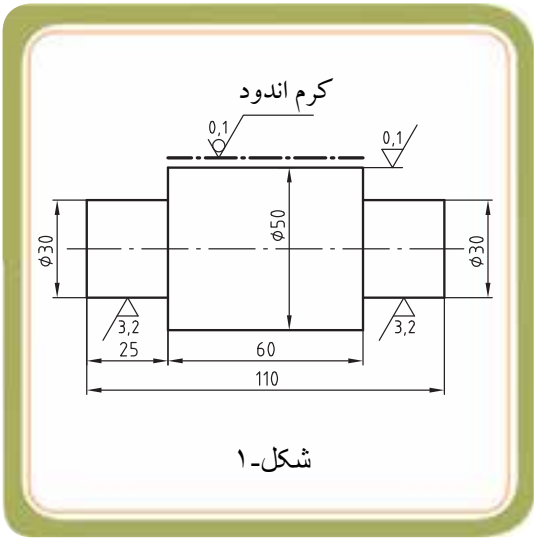
پرداخـت بیش ترین سـطح قطعه بـه مقدار۳،۲µm اسـت. علامـت ✓ در داخـل پرانتـز بـه مفهـوم سـطوح اقلیت اسـت ، یعنی سـطوحی که با zوy معرفی شـده انـد. برای جلوگیـری از شـلوغی نقشـه اطلاعـات مربـوط بـه zو y در کنار نقشـه یـا نزدیک جدول نقشـه ارائه می شـود . پرداخت سطح قطعه، در قسمتی که با y نشان داده شده است، به مقدار ۰،۴µm انجام می شـود ؛ اما سطحی از قطعه که با z نمایش داده شده است، به همان روش تولید شده باقی می ماند.




(شکل-۳)

در صورتی که کیفیت سطحِ قسمت محدود یا به خصوصی از جسم قرار است تغییر کند – مثلاً به سطح مورد نظر لازم است آب کُرم داده شود – باید اطلاعات را همراه با نماد روی یک خط نقطهٔ پهن نشان داد .

در نقشه ( شکل -۱ ) سطح مشخص شدهٔ آب کُرم مجاز نیست که مجدداً به روش براده برداری ماشین کاری شود .




شکل-۱

## نقشه خوانی

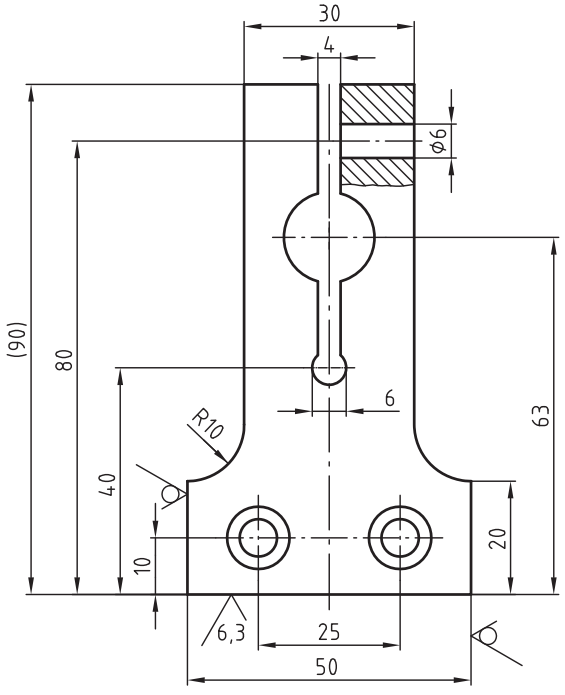
با توجه به نقشهٔ ارائه شده ، برداشت خودرا از علامت پای نقشه ( $\sqrt{}$ , $\sqrt{}$ ) $\sqrt{}$ یادداشت کنید.

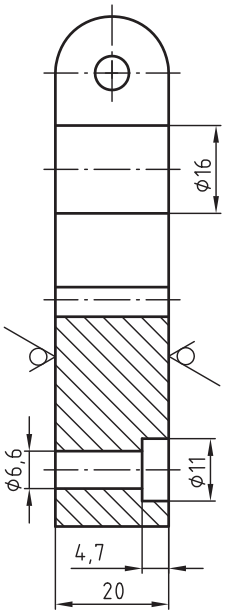
.....

.....

.....

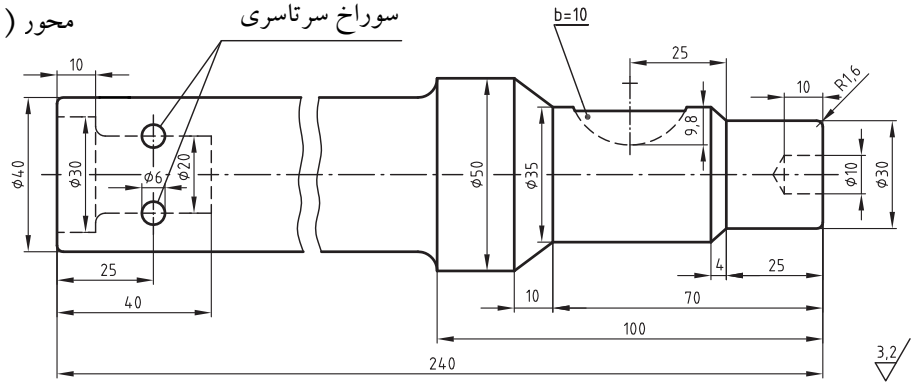
.....




( $\sqrt{}$ , $\sqrt{}$ ) $\sqrt{}$

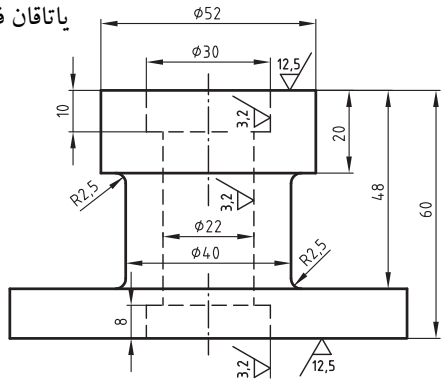
## مثال هایی در مورد نقشه خوانی علائم کیفیت سطح از روی نقشه

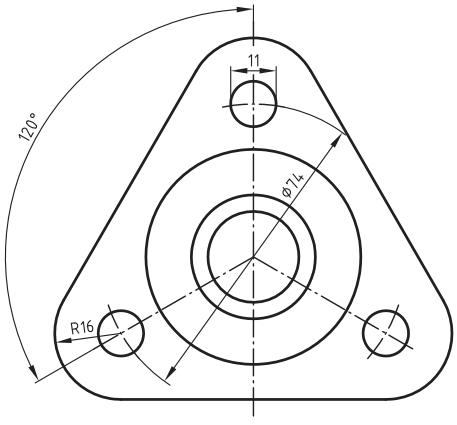
| مفهوم | مثال |
|---|---|
| تمامی سطوح محور دارای بیش ترین مقدار زبری مجاز ۳/۲μm در روش Ra است. | محور (۱) سوراخ سرتاسری<br>  |

تمامی سطوح پایه به همان صورت اولیهٔ ساخت باقی می ماند ، به استثنای سطوحی که روی آن ها عملیات ماشین کاری انجام می شود. ( بیش ترین مقدار زبری سطح برای سطوح علامت گذاری شده در روی نقشه برابر با ۱۰۰μm و ۲۵μm در روش Rz است.)

تمامی سطوح یاتاقان فلانچ به همان صورت اولیهٔ ساخت باقی می ماند ، به استثنای سطوحی که روی آن ها عملیات ماشین کاری انجام می شود ( بیش ترین مقدار زبری سطح برای سطوح علامت گذاری شده در روی نقشه برابر با ۱۲/۵μm و ۳/۲μm در روش Ra است.)

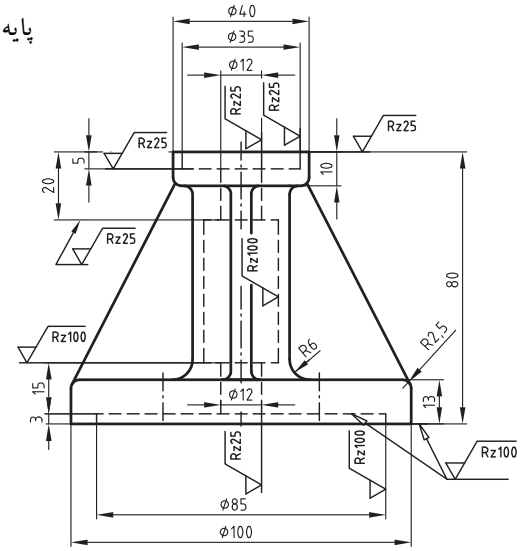
یاتاقان فلانچ (۲)

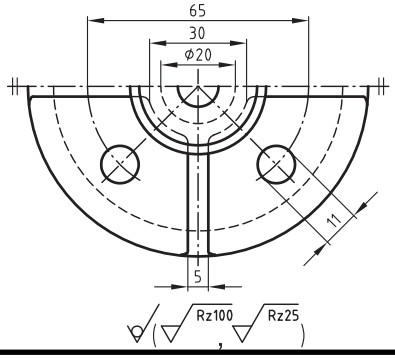



(12,5 , 3,2)

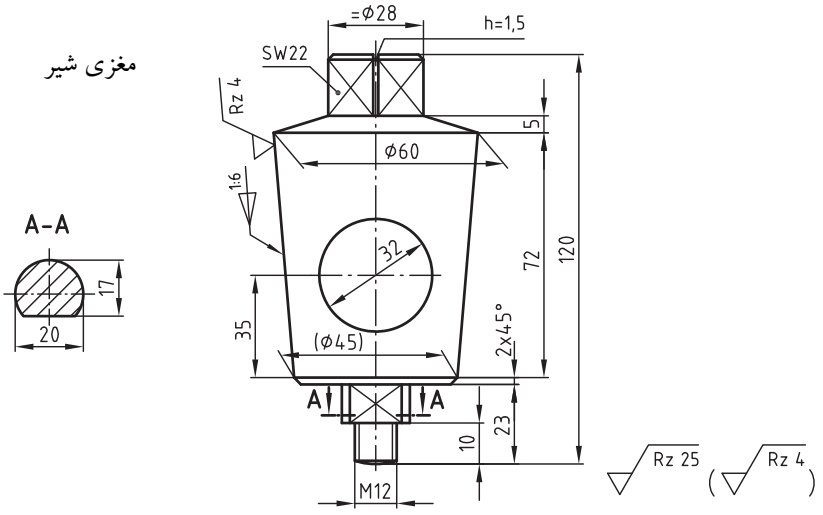
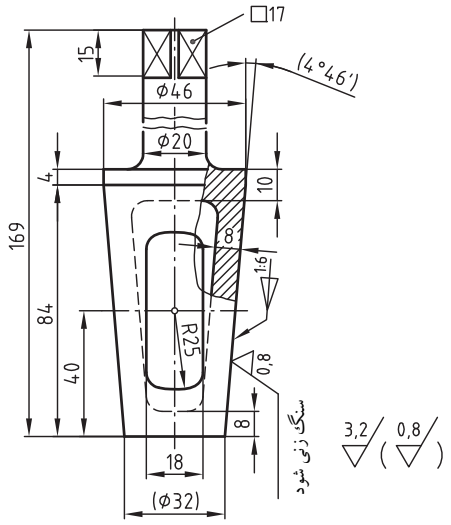
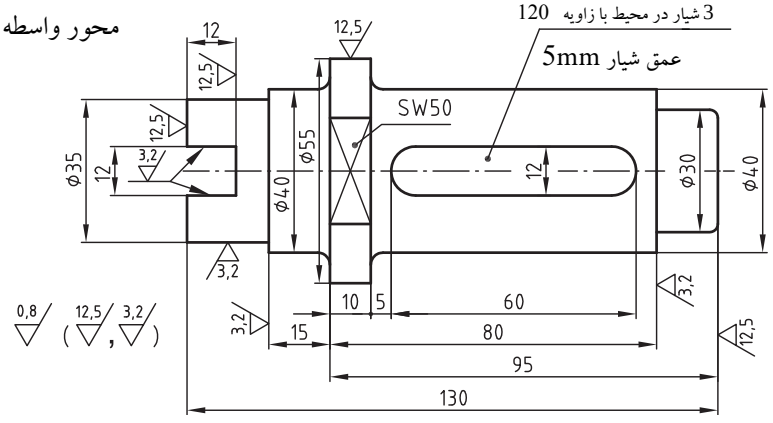
پایه (۳)




(Rz100 , Rz25)

## مثال هایی در مورد نقشه خوانی علائم کیفیت سطح از روی نقشه

| مفهوم | مثال |
|---|---|
| تمامی سطوح مغزی شیر ، به استثنای سطوحی که در نقشه روی آن ها مقدار ۴μm در روش Rz قید شده است ، ماشین کاری می شود.(مقدار زبری حاصل از ماشین کاری کل سطح قطعه باید ۲۵μm در روش Rz باشد.) | (۴) مغزی شیر   |
| تمامی سطوح مغزی شیر دروازه‌ای ماشین کاری می‌شود. مقدارزبری حاصل از ماشین کاری باید ۳,۲μm درروش Ra باشد. به استثنای سطوحی که در نقشه روی آنها مقدار ۰,۸μm در روش Ra قید شده است. سطح مخروطی قسمت خارجی شیر سنگ زده می شود و مقدار زبری حاصل شده پس از فرایند سنگ زنی به میزان ۰,۸μm در روش Ra خواهد بود. | (۵) مغزی شیر   |
| تمامی سطوح محور واسطه ، به استثنای سطوحی که در نقشه روی آن ها مقادیر ۱۲,۵μm و ۳,۲μm درروش Ra قید شده است،ماشین کاری می شود. (مقدار زبری حاصل از ماشین کاری باید ۰,۸μm در روش Ra باشد.) | (۷) محور واسطه   |