نقشه‌خوانی اندازه‌ها و علائم

کیفیت سطح

بخش سوم

فصل ۴

فناوری مدرن، ضرورت پرداخت سطح را ایجاب می‌کند تا کارکرد مناسب و عمر مفید و طولانی قطعات ماشین‌ها تضمین گردد.

اغلب قطعات صنعتی به کیفیت سطح مناسب نیاز دارند تا به نحو مطلوب کار کنند. پرداخت سطح بیشتر همیشه مورد نیاز نیست وتنها سبب افزایش هزینه تولید می‌شود. 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 می‌کند به وسیله نمادهایی به کاربر منتقل می‌شود.

در این فصل با مفاهیم کیفیت سطح، پارامترهای مهم آن و نمادهای مربوطه در نقشه‌های صنعتی آشنا می‌شویم.

هدف‌های رفتاری : 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 نمادهای کیفیت سطح را از روی نقشه تفسیر کند.

مقدمه

بیشتر تولیدات مورد استفادهٔ روزمره، اعم از وسایل خانگی یا صنعتی از چند قطعهٔ مجزا تشکیل می‌گردد که به‌طور جداگانه ساخته و روی هم سوار می‌شوند.

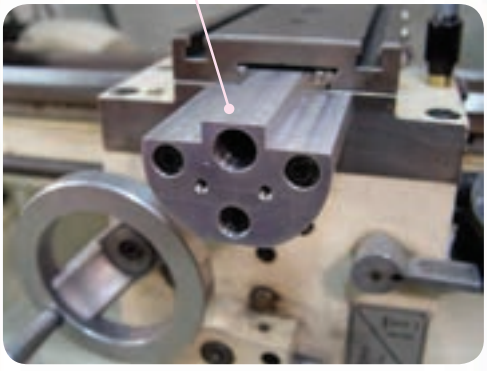
هر یک از این قطعات محدود به سطوحی است و هر کدام کم و بیش در عملکرد دستگاه وظیفه‌ای بر عهده دارند. سطحی که با قطعات مجاور در تماس نباشد (سطح آزاد)، مستقیماً در کارکرد دستگاه نقشی ندارد. در حالی‌که سطوح در تماس به تناسب کاری که در مجموعه انجام می‌دهند از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. این سطوح از نظر کیفیت باید دارای پرداخت سطح معینی باشند تا عملکرد مناسبی داشته باشند (شکل ۱).

شکل ۱

به سطوحی که با هم در تماس هستند توجه کنید.

سطوح آزاد (یعنی سطوحی که یا خارج از درگیری هستند یا از قطعهٔ هم جوار فاصله دارند) باید با کیفیت سطح پایین‌تری تولید شوند تا صرفهٔ اقتصادی داشته باشد (شکل۲).

شکل ۲



در گیره‌ای، مطابق شکل۳، و دو قطعهٔ شکل ۴ آیا می‌توانید برخی از سطوح آزاد را با کشیدن یک خط اشاره مشخص کنید؟

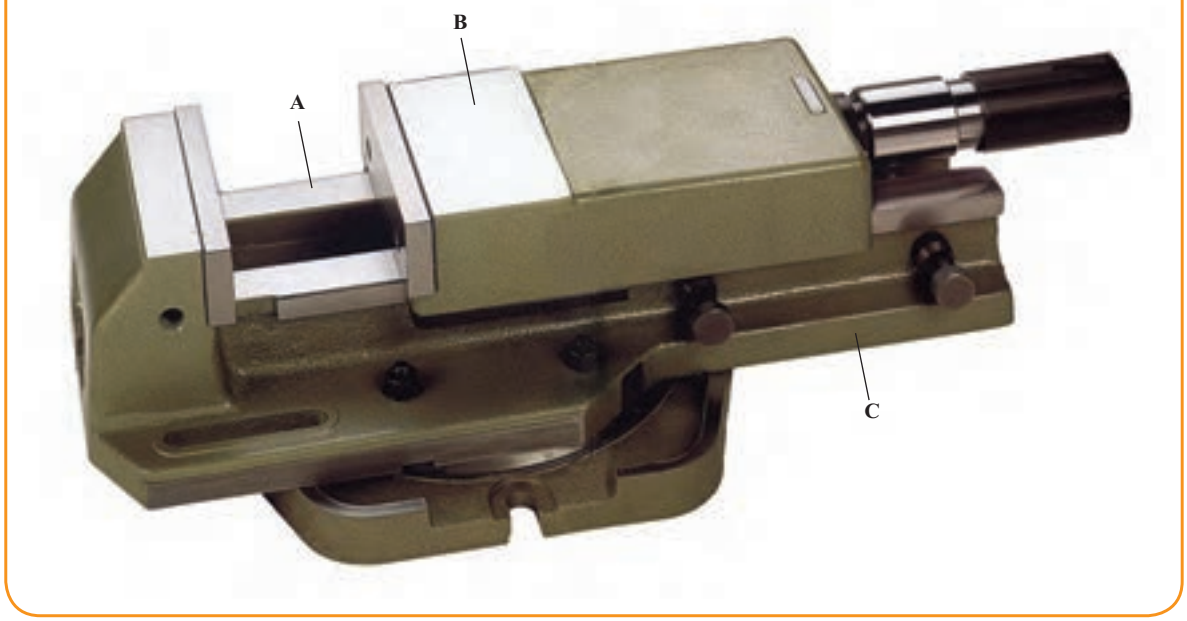
شکل ۳

شکل ۴

تصویر زیر، یک گیره (کارگاهی) را نشان می‌دهد

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

مشاهده می‌شود که تمام سطوح گیره به یک اندازه پرداخت نشده‌اند. سطوح یاد شده با دقت‌های مختلفی از نظر درجه صافی ساخته می‌شوند.



برای نمونه : A ● سطحی که پرداخت آنها خوب است.
B ● سطحی که پرداخت سطح آنها متوسط است.
C ● سطحی که به همان حالت اولیه‌ای که تولید شده‌اند باقی می‌مانند و پرداخت سطح آنها پایین است.

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

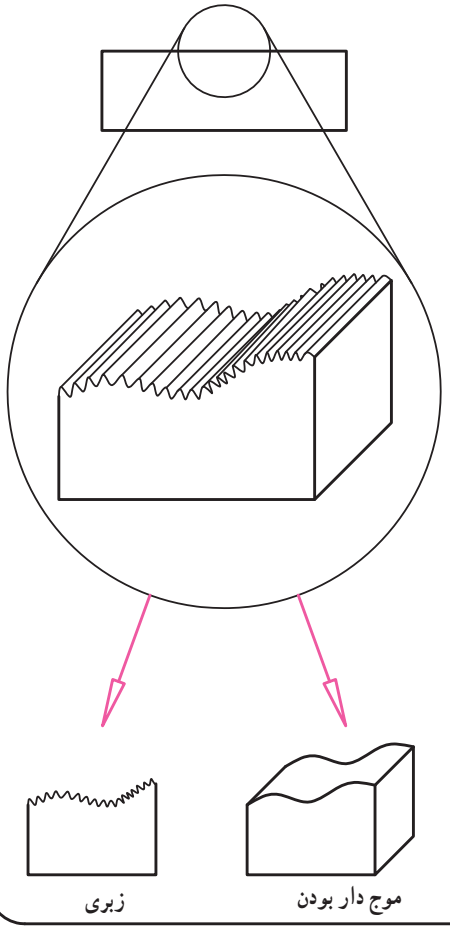
در نتیجه :

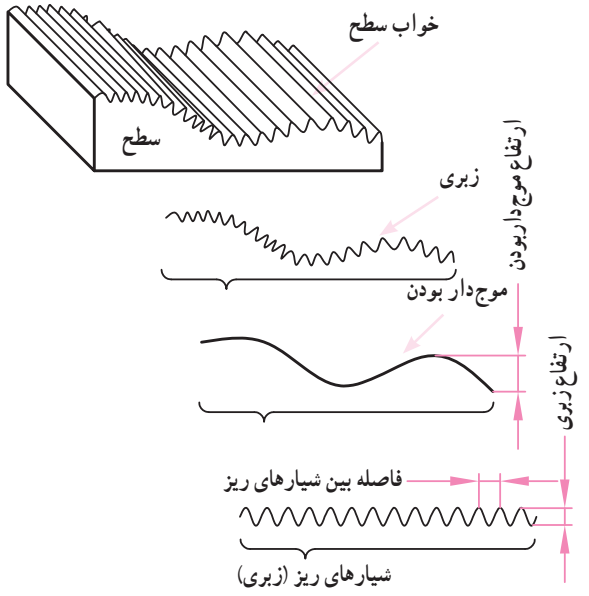
هر سطح تا آن اندازه پرداخت می‌شود که بتواند وظیفهٔ مورد انتظار را با دقت لازم انجام دهد.

البته نوع صافی هر سطح به مورد استفاده آن قطعه در صنعت بستگی دارد و در موقع ساختن باید مشخص شود که هر سطح از چه درجهٔ صافی باید برخوردار باشد. به‌طور کلی شرایطی که سطوح قطعه دارد در عملکرد قطعه، طول عمر و شکل ظاهری آن تأثیرگذار است.

چون براده‌برداری از یک سطح الزاماً به کمک ابزار برشی صورت می‌گیرد و عملکرد این ابزار در نهایت کندن براده با اندازه‌های متفاوت از سطح 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 سطح ایده‌آل، 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	
تشکیل نوع براده نامناسب انتخاب مقدار پیشروی و عمق بار نامناسب فرم نامناسب لبهٔ برندهٔ ابزار	ایجاد شیارهای ریز (زبری)	





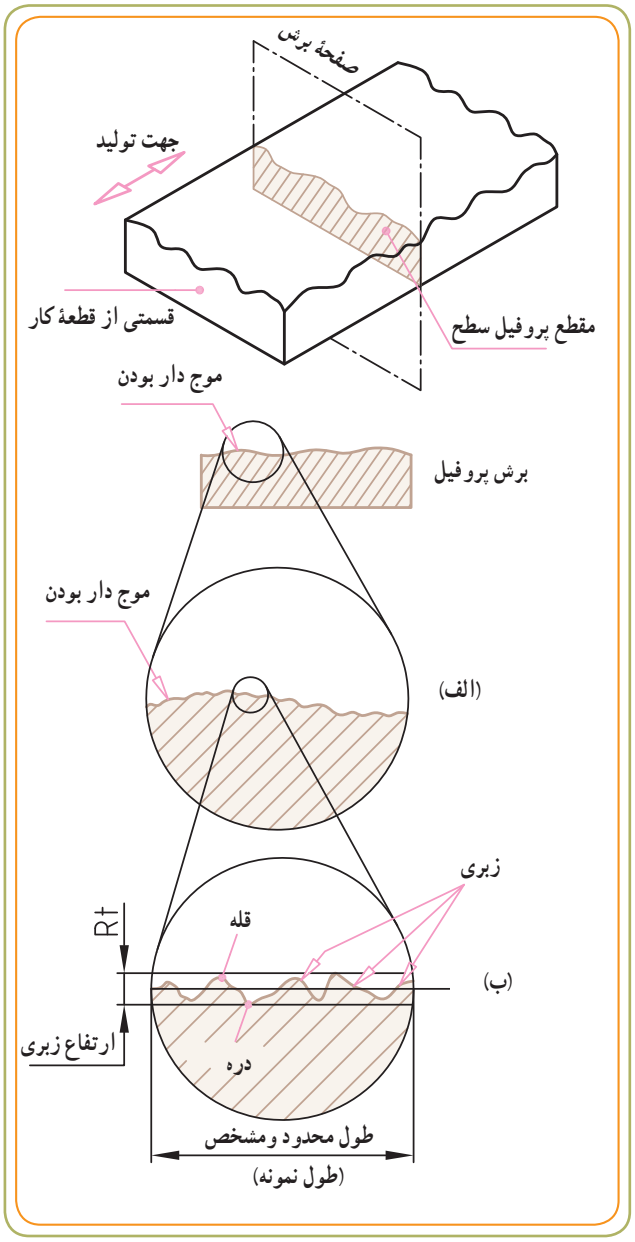
در صفحات بعدی با مفهوم زبری بیشتر آشنا می‌شویم.

زبری سطح

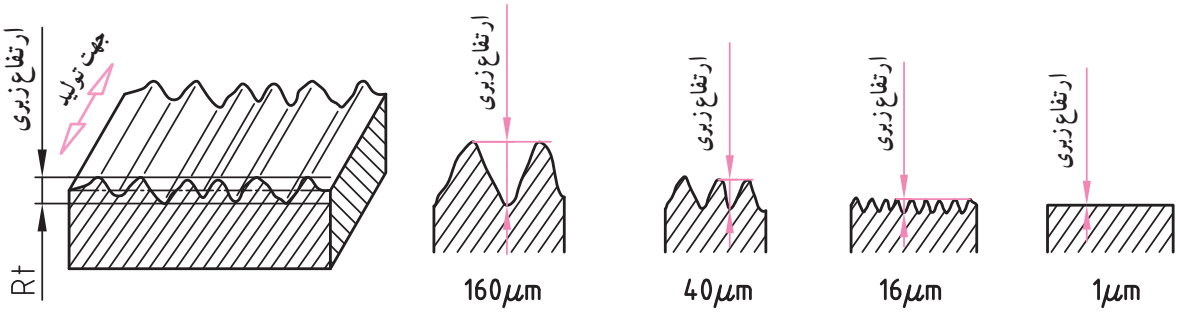
برای درک بهتر مطلب، مقطعی از یک قطعهٔ تولید شده را توسط یک صفحهٔ صاف برش می‌زنیم، که به آن پروفیل سطح می‌گویند.

نکته : صفحهٔ برش عمود بر جهت تولید، عبور داده شده است. به کمک این پروفیل می‌توانیم با مفهوم موج‌دار بودن و زبری سطح بیشتر آشنا شویم. اگر قسمتی از پروفیل سطح را چند برابر بزرگ کنیم، تصویری مانند شکل (الف) را می‌بینیم. اگر آن را چند برابر دیگر بزرگ‌تر کنیم شکل (ب) را خواهیم داشت.

در دو شکل (الف و ب) تفاوت ظاهری بین «موج‌دار بودن» و «زبری» را مشاهده می‌کنید.

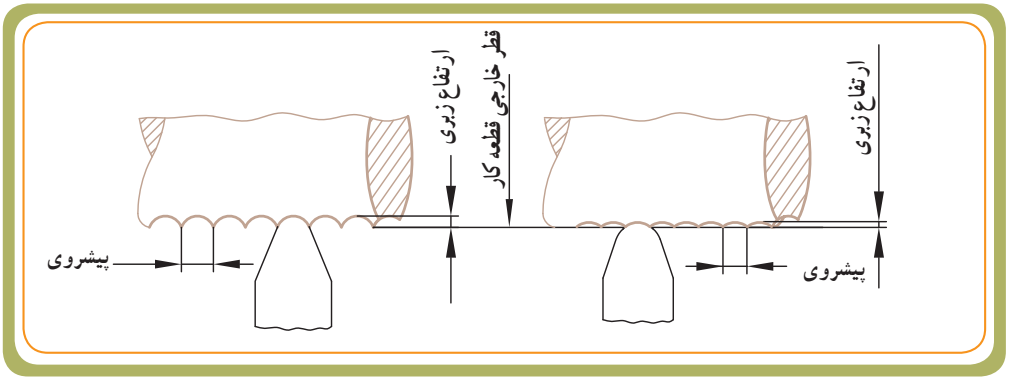


ارتفاع زبری : ارتفاع زبری عبارت است از ارتفاع بلندترین نقطهٔ زبری (قله) تا پایین‌ترین نقطهٔ آن (دره) در یک طول محدود و مشخص مورد اندازه‌گیری که به آن طول نمونه می‌گویند.

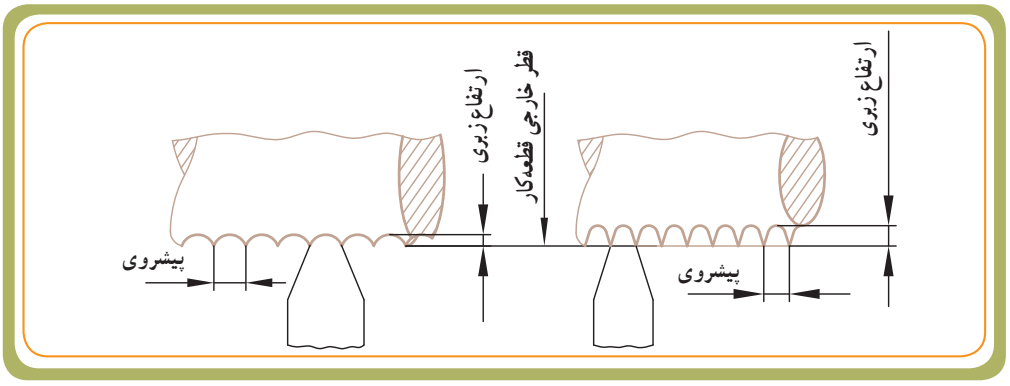


ارتفاع زبری سطح به عوامل زیادی بستگی دارد که در اینجا به شش مورد آن اشاره می‌شود :

۱ــ مقدار پیشروی رنده : هر چه مقدار پیشروی کم انتخاب شود، ارتفاع زبری کمتر و سطح ایجاد شده صاف‌تر است.



۲ــ شعاع نوک رنده : هر چه شعاع گردی نوک رنده بیشتر انتخاب شود، ارتفاع زبری کمتر و سطح تراشیده شده، صاف‌تر خواهد بود.



۳ــ سرعت برش : ارتفاع زبری سطح به سرعت برش و در نتیجه نیروی برش بستگی دارد. وقتی سرعت برش زیاد شود، نوع براده‌ها روان‌تر است و سطح صاف‌تری، تولید می‌شود.

۴ــ استفاده از مایع برش (خنک کاری) : مایع برش، علاوه بر خنک‌کاری و ازدیاد طول عمر لبهٔ برنده ابزار، کیفیت سطح بهتری را، به وجود می‌آورد و اجازه می‌دهد تا سرعت برش را افزایش دهیم.

۵ــ جنس قطعه کار

۶ــ نوع عملیات

بیشتر بدانیم

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

ردیف	سرعت برش v (m/min)	مقدار پیشروی (s) mm/u	شعاع نوک ابزار برش r (mm)	ارتفاع زبری به µm Rt	شکل سطح خارجی
1	90	1.2	2	130	اندازه‌گیری 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 اندازه‌گیری میزان پرداخت سطح قطعه، قسمتی از سطح را عمود بر جهت تولید انتخاب می‌کنند و مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌دهند.

طول نمونه‌ها استاندارد است. جدول زیر اندازه‌های طول نمونهٔ (L) را بر حسب میلی‌متر نشان می‌دهد.

پیشتر بدانیم

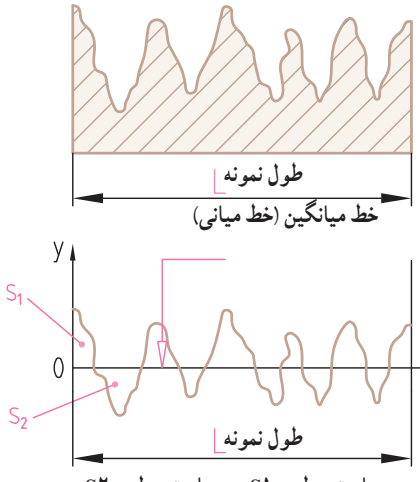
L طول نمونه برحسب mm	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۸	۲/۵	۸

توجه : برای سطوح صاف‌تر از طول نمونهٔ کوچک‌تر و برای سطوح زبرتر از طول نمونهٔ بزرگ‌تر استفاده می‌شود.

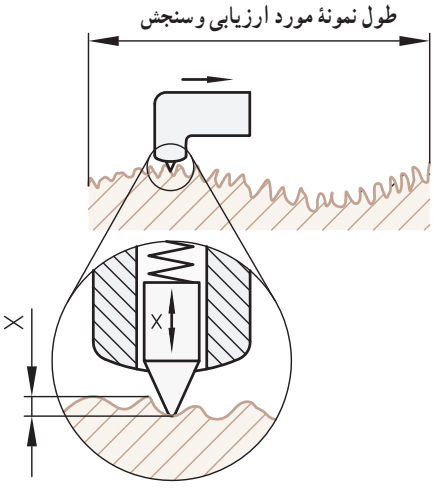
به خطی که از پروفیل سطح می‌گذرد و سطوح بالا و پایین زیر انحراف‌ها را به‌طور تقریبی نصف می‌کند، خط میانگین (خط میانی) می‌گویند.

برای اندازه‌گیری و کنترل دقیق پرداخت سطح قطعه، می‌توان از تجهیزات الکترونیکی استفاده کرد. در این تجهیزات، یک میلهٔ حس کننده بر روی سطح قطعهٔ کار به‌حرکت درمی‌آید و زبری‌های سطح را حس می‌کند. 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 می‌کند.



مساحت سطوح S۱ ≃ مساحت سطوح S۲



روش‌های تعیین زبری سطح : زبری سطح کار را می‌توان با روش‌های مختلف نشان داد. اما دو مورد از آنها روش‌های متداول و معروفی هستند که بیشترین 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 موردنظر را به مقدار ۲/۵mm برای ارزیابی انتخاب کردیم، سپس توسط میکروسکوپ قوی طول مورد ارزیابی L را چند برابر بزرگ‌تر کردیم تا (شکل۲) به‌دست آید.

حالا خط میانگین (خط میانی) ox را به‌طور تقریبی به گونه‌ای در نظر می‌گیریم که در حد متوسط پستی‌ها (دره‌ها) و بلندی‌ها (قله‌ها) قرار بگیرد. (شکل۳) به‌عبارت دیگر، باید مساحت سطوح بالایی خط میانی با مساحت سطوح پایینی خط میانی تقریباً مساوی باشد (شکل۴).

در شکل ۵ داریم :

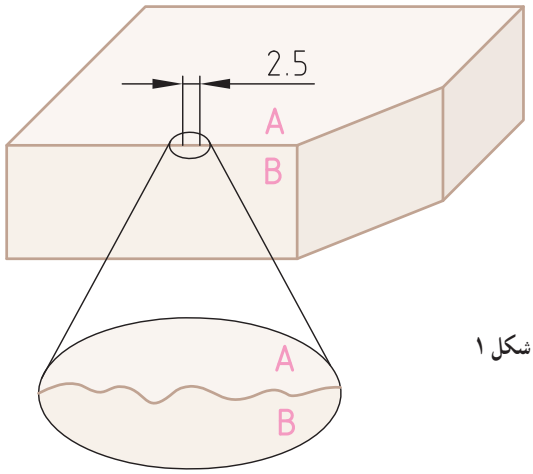
$$A۱+A۲+A۳+\ldots = A'۱+A'۲+A'۳$$

حال اگر مجموع مساحت‌ها (سطوح پروفیل زبری) را به‌طول نمونهٔ مورد ارزیابی تقسیم کنیم، مقدار Ra به‌دست می‌آید.

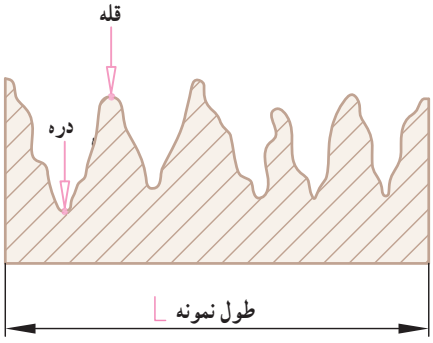
$$Ra=\frac{\text{مجموعه مساحت سطوح پروفیل زبری}}{\text{طول نمونه}}$$

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

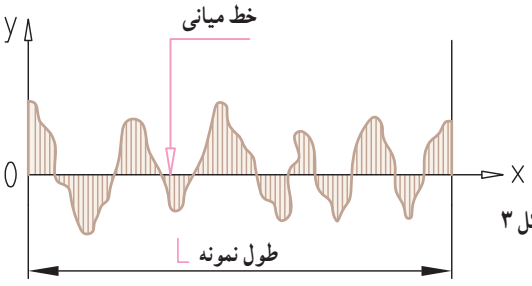
بنابراین می‌توانیم Ra را این‌گونه نیز تعریف کنیم :
ارتفاع زبری به‌دست آمده از جمع مساحت سطوح هاشور خورده پروفیل زبری، تقسیم بر طول نمونه.



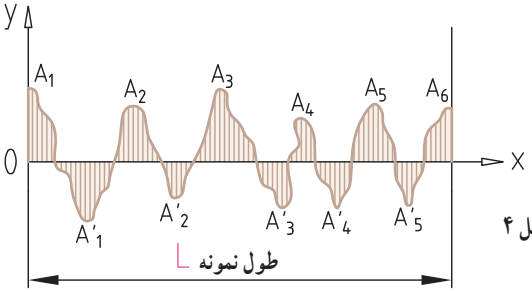
شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳



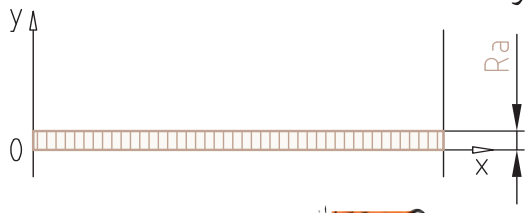
شکل ۴

در شکل۶ مساحت نوار مستطیلی هاشورزده برابر با مساحت سطوح پروفیل زبری است و عرض نوار همان ارتفاع زبری Ra می‌باشد.

$$Ra \times L = \sum A1 + A2 + \ldots + A'1 + A'2 + \ldots$$

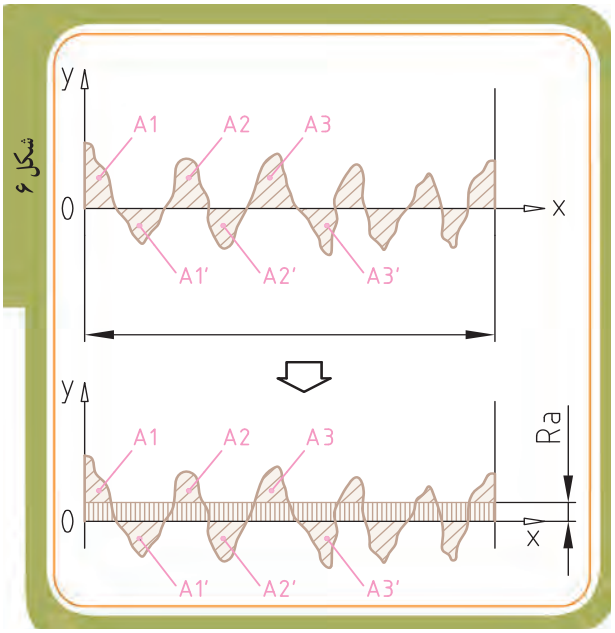
واحد اصلی که اندازه‌های صافی سطح برحسب آن اندازه‌گیری می‌شوند، میکرون‌متر (µm) است، که برابر است با یک میلیونیم متر (۱µm=۰/۰۰۱mm)

اگر کل مجموعه سطح را با A نشان دهیم ؛ در این صورت می‌توان A را سطح نواری مستطیلی به طول OX و عرض یکنواخت دانست.



بنابراین عرض این نوار، میانگین ارتفاع زبری یا همان Ra است.

$$A = A1 + A2 + A3 + \ldots + A'1 + A'2 + A'3 + \ldots$$



شکل ۶

پیشنهاد پدانیم

مثال :

در سنجش قطعهٔ کاری، طول نمونه ۱۲۵mm[۱] و مجموع مساحت‌ها برابر با ۱۰۰۰µm.mm است. می‌خواهیم مقدار Ra را تعیین کنیم.

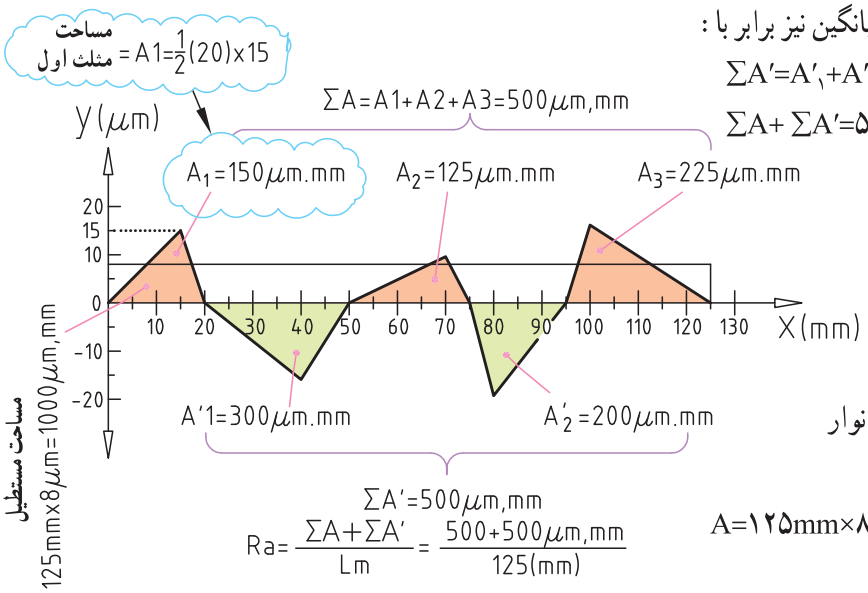
پاسخ : طبق نمودار شکل زیر مجموعه مساحت‌های بالای خط میانگین برابر با :

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

مجموع مساحت‌های پایینی خط میانگین نیز برابر با :

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

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



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

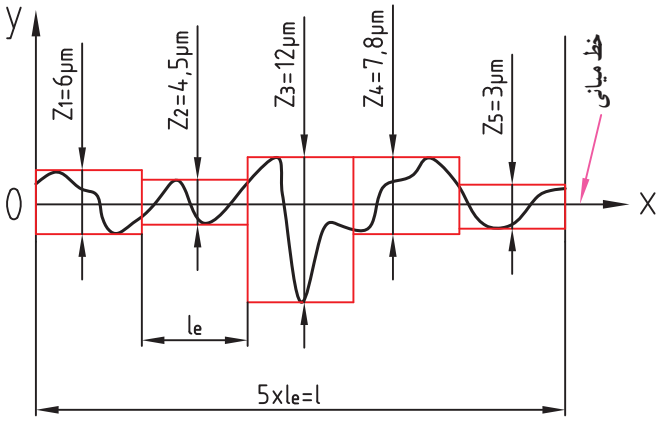
مساحت مستطیل A=۱۲۵mm×۸µm=۱۰۰۰µm.mm

۱ــ طول نمونه ۱۲۵mm استاندارد **نیست**. این مقدار فقط برای درک و توصیف بهتر نمودار به طور فرضی ارائه شده است.

تعریف زبری سطح Rz : Rz عبارت است از میانگین ارتفاع زبری پنج قله بلند و پنج دره عمیق پشت سر هم از پروفیل زبری (یا ۱۰ نقطه پشت سرهم)

برای درک بهتر مطلب به شکل مقابل توجه کنید.

همانند آنچه که برای Ra گفته شد، طول نمونهٔ مشخصی را برای ارزیابی در نظر می‌گیریم. در اینجا خط میانی ox نیز مطرح است. طول نمونهٔ L را به پنج قسمت مساوی (le) تقسیم می‌کنیم. در طول نمونه ارتفاع یک قله و یک دره پشت سرهم با Z۱ و بقیه با Z۲، Z۳، Z۴ و Z۵ نمایش داده شده است.



Rz برابر با میانگین ۵ ارتفاع Z۱ تا Z۵ در طول مورد ارزیابی L است.

$$RZ = \frac{۱}{۵}(Z۱ + Z۲ + Z۳ + Z۴ + Z۵)$$

$$Rz = \frac{۱}{۵}(۶\mu m + ۴/۵\mu m + ۱۲\mu m + ۷/۸\mu m + ۳\mu m)$$

$$Rz = \frac{۳۳/۳}{۵} = ۶/۶۶\mu m$$

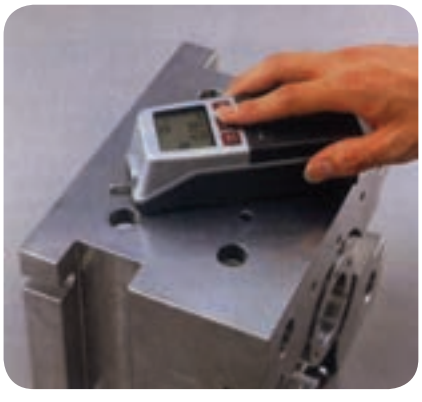
مقدار Rz (مانند مقدار Ra) به‌کمک وسایل الکترومکانیکی و نوری و مکانیکی قابل اندازه‌گیری است و همزمان تغییرات زبری سطح برروی نوار چاپ می‌گردد.

$$Rz=\frac{۱}{۵}(Z۱+Z۲+Z۳+Z۴+Z۵)$$

$$Rz=\frac{۱}{۵}(۶\mu m+۴/۵\mu m+۱۲\mu m+۷/۸\mu m+۳\mu m)$$

$$Rz=۶/۶۶\mu m$$

با دستگاه‌های 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، امکان‌پذیر است.



بیشتر بدانیم

ارتباط Ra و Rz با همدیگر

نمودار تبدیل (مقایسه‌ای) مقدار زبری Ra و Rz : مشخصات کیفیت سطح در برخی از نقشه‌ها به روش Ra و در برخی دیگر به روش Rz معرفی می‌شوند. برای تبدیل مقادیر Ra به Rz و بالعکس می‌توانید از نمودار زیر استفاده کنید :

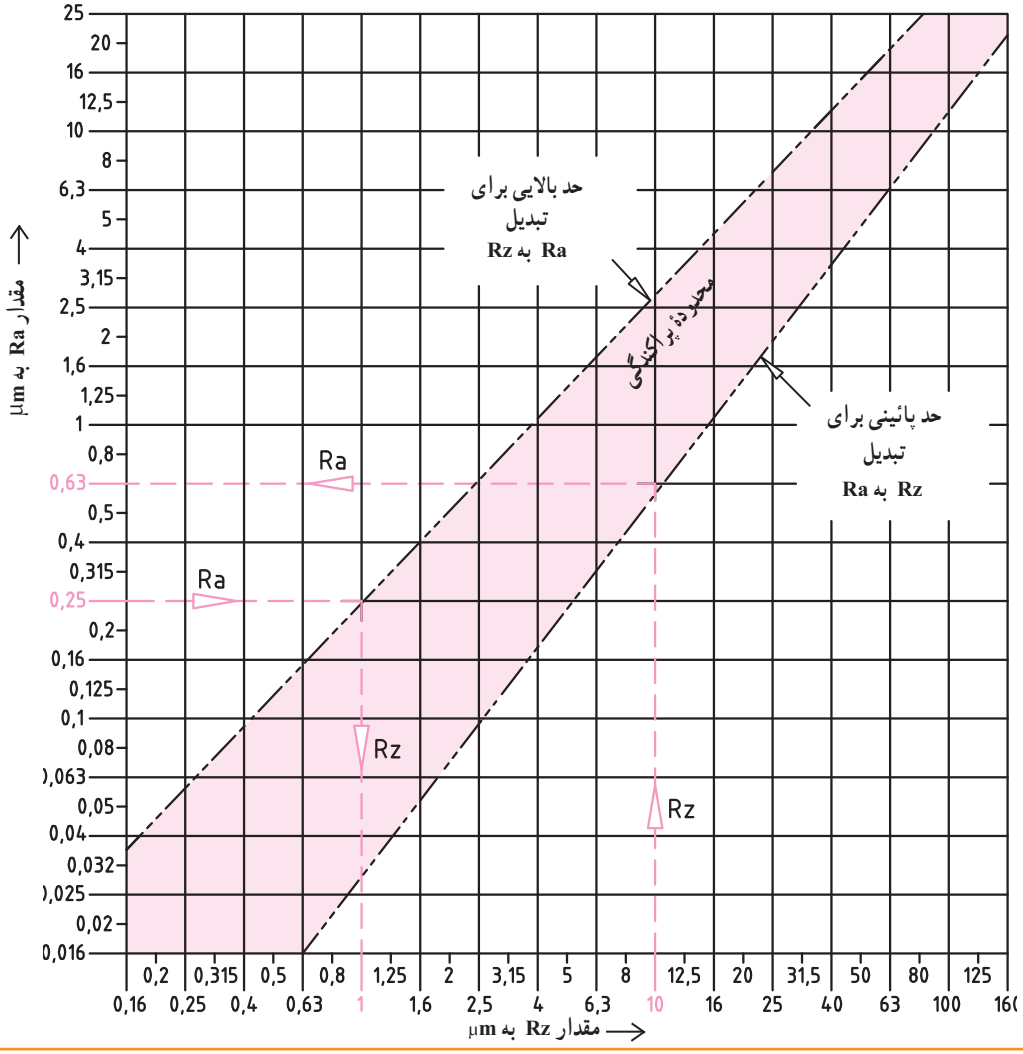
* برای تبدیل Ra به Rz از روی محور عمودی مثلاً مقدار Ra=۰/۲۵µm را انتخاب می‌کنیم به سمت راست امتداد می‌دهیم. پس از برخورد با اولین خط شیب‌دار (حد بالایی محدودهٔ پراکندگی) آن را به سمت پایین امتداد می‌دهیم تا مقدار Rz =۱ µm به‌دست آید.

سؤال : 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 می‌کنیم و به سمت بالا امتداد می‌دهیم. پس از برخورد با اولین خط شیب‌دار (حد پایینی محدودهٔ پراکندگی) آن را به سمت چپ امتداد می‌دهیم تا مقدار Ra =۰/۶۳µm به‌دست آید.

سؤال : برای Rz =۲/۵µm معادل Ra آن چه مقدار است؟

.....



بیشتر بدانیم

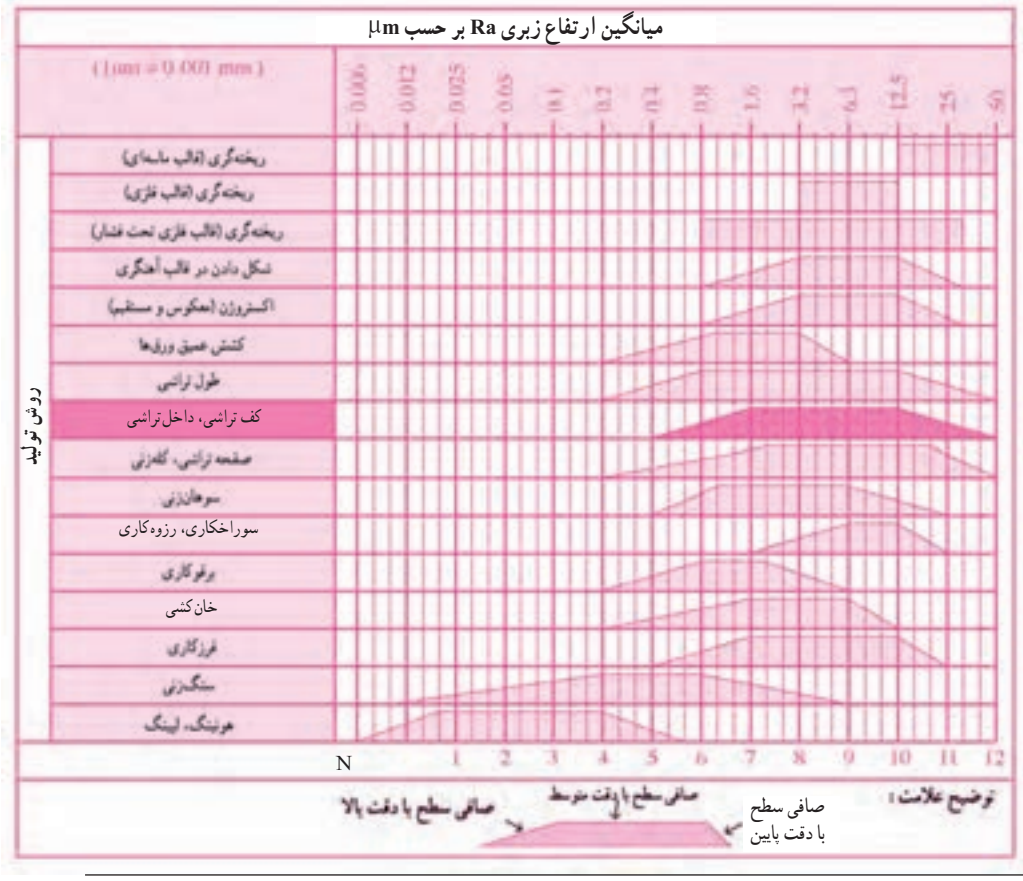
مقادیر عددی Ra و Rz : استاندارد ایزو (ISO) برای دسته‌بندی سطوح از نظر پرداخت، ۱۲ مرحله (طبقه) را برای Ra و Rz در نظر گرفته است.

در استاندارد ISO، در درجه‌بندی زبری N۱ تا N۱۲ مقادیر میانگین ارتفاع زبری Ra و Rz را به‌ترتیب زیر درنظر گرفته است.

درجهٔ‌زبری	N۱۲	N۱۱	N۱۰	N۹	N۸	N۷	N۶	N۵	N۴	N۳	N۲	N۱
Ra برحسب µm	۵۰	۲۵	۱۲/۵	۶/۳	۳/۲	۱/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲۵
Rz برحسب µm	۱۶۰	۱۰۰	۶۳	۴۰	۱۶ ۲۵	۱۰	۴ ۶/۳	۲/۵	۱/۶	۱	۰/۴ ۰/۶۳	۰/۲۵ ۰/۴

با توجه به روش تولید، مقدار زبری سطح توسط طراح انتخاب می‌شود. به‌عنوان مثال برای روش تولید : کف‌تراشی زبری سطح در روش Ra مطابق جدول زیر (در یک محدودهٔ مشخص) انتخاب می‌گردد. یعنی می‌توان 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 می‌شوند. اگر به علامت ▱ در زیر جدول توجه کنید، ملاحظه خواهید کرد که سمت چپ این تصویرمتعلق به کیفیت سطح با دقت بالا و سمت راست آن متعلق به کیفیت سطح با دقت پایین است. اعداد روی خط صاف با دقتِ متوسط است.



مثال برای روش تولید کف‌تراشی :

محدودهٔ ۰/۴ تا ۱/۶ با دقت بالا (برای کارهای دقیق) و مقادیر ۱۲/۵ µm تا ۵۰µm برای دقت کم و پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدودهٔ ۱/۶µm تا ۱۲/۵µm دقت معمولی و متوسط را در روش تولید کف‌تراشی نشان می‌دهند.

* هر چه روش تولید دقیق‌تر و ظریف‌تر باشد مقدار زبری Ra نیز کاهش می‌یابد.

* جدولی مانند جدول بالا برای Rz نیز وجود دارد.

انتخاب روش تولید با توجه به علامت کیفیت سطح

سطوح مربوط به یک قطعه در کارگاه به روش‌های گوناگون تولید می‌شوند. این روش‌ها بسیار متنوع اند.

در شکل مقابل فرم هندسی داخل و خارج قطعه توسط ابزارهایی مختلف کامل می‌شود.

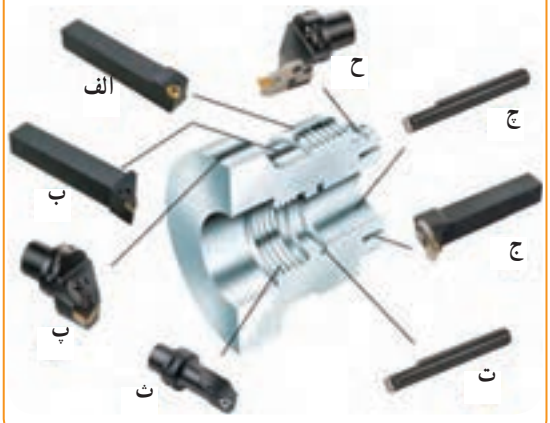
آیا می‌توانید نام هر فرایند را بگویید؟

(الف) رزوه‌تراشی (خارجی) (ب).....

(پ)..... (ث).....

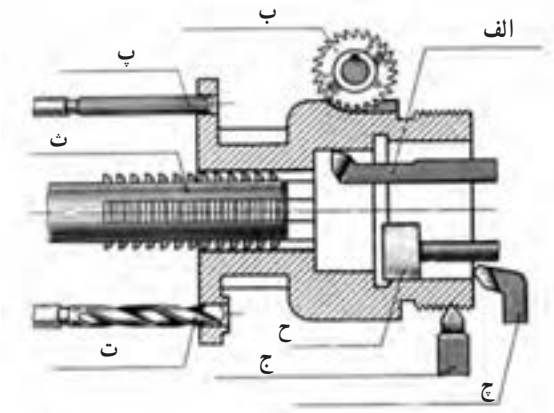
(ت)..... (ج).....

(چ)..... (ح).....



ارزش‌یابی

قسمت‌های مختلف یک قطعهٔ ریخته گری شده، با هشت فرایند 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 (µm) Ra	فرایند	
۵۰ تا ۰/۴ مثال	داخل‌تراشی	الف
	فرزکاری	ب
	برقو کاری	پ
	خان‌کشی	ث
	سوراخ کاری	ت
	رزوه تراشی	ج
	کف‌تراشی	چ
	سنگ‌زنی	ح

علائم کیفیت سطح

همان‌طور که اشاره شد، کیفیت و تکمیل سطح یک قطعهٔ کار با ابزارهای مختلفی انجام می‌شود که به‌عملکرد مورد انتظار از آن، بستگی دارد. برای اطلاع رسانی در مورد چنین شرایطی، کیفیت سطح مورد انتظار توسط علائم و نمادهایی در نقشه علامت‌گذاری می‌شوند تا سازندگان و تولیدکنندگان به کمک این نمادها از مقدار کیفیت سطح لازم برای تولید قطعهٔ موردنظرشان مطلع شوند.

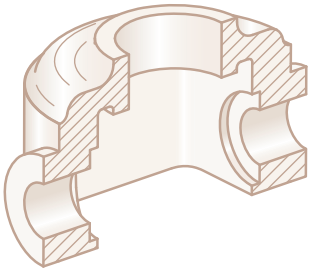
در نقشه‌های فنی هر مقدار زبری را می‌توان با نمادهای ساده معرفی کرد. به قطعه‌ای مطابق (شکل۱)، که ریخته‌گری شده و قرار است ماشین‌کاری شود، توجه کنید.

در استانداردهای قدیمی که به روش مثلثی موسوم است (DIN۳۱۴۱) میزان پرداخت سطوح را با علامت مثلث نشان می‌دادند.[۱]

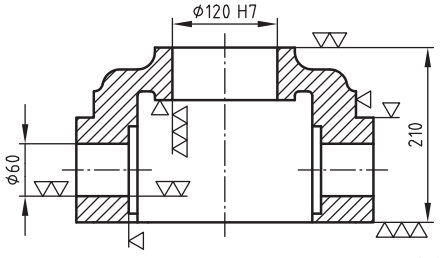
در این روش هر چه تعداد مثلث‌ها بیشتر باشد، کیفیت سطح بالاتر و ارتفاع زبری کمتر است. در این استاندارد برای معرفی قطعهٔ ریخته‌گری شده و سطوح ماشین‌کاری شده بر روی آن مطابق (شکل۲) علامت مثلث روی سطوح موردنظر قرار می‌گیرد.

با پیشرفت صنعت و تکنولوژی و افزایش و تنوع روش‌های مختلف ساخت و تولید، تقسیم‌بندی به روش مثلثی، گویا و کافی نبوده و منسوخ شده است. به همین جهت برای دقت بیشتر و رسیدن به صافی سطح مطلوب، نمادهای جدیدی موسوم به نمادهای رادیکالی به‌کار گرفته می‌شود. این نمادها توسط استاندارد (ایزو) توصیه و در اغلب کشورها از آن استفاده می‌شود.[۲]

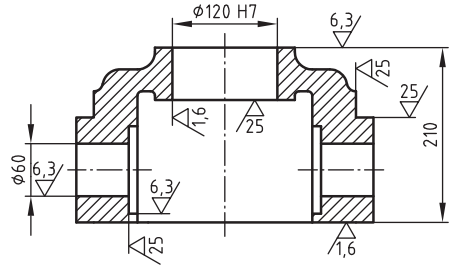
(شکل۳) همان قطعهٔ قبلی است که به روش رادیکالی (روش جدید) نماد کیفیت سطح بر روی نقشهٔ آن ارائه شده است.



شکل۱



شکل۲



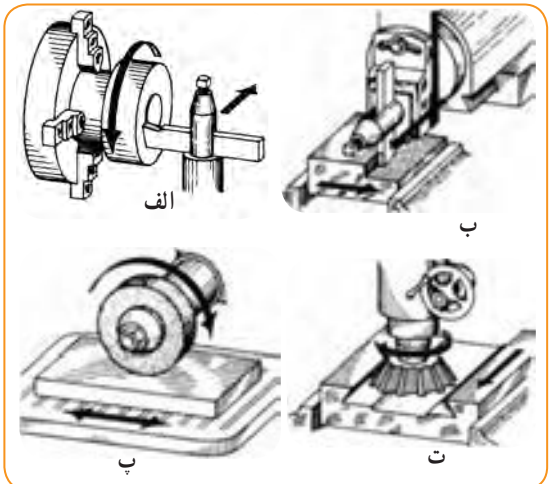
شکل۳

۱ــ با روش مثلث‌ها در صفحهٔ ۱۹۹ آشنا می‌شوید.

۲ــ طی سال‌های اخیر مجدداً تغییراتی در این علائم جدید نیز به‌وجود آمده که در پائین صفحه ۱۹۷ توضیح مختصری ارائه شده است.

خواب سطح [1]

سطوح مربوط به قطعات در کارگاه به روش‌های مختلفی براده‌برداری می‌شوند. این روش‌ها بسیار گوناگون‌اند. شکل مقابل نمونه‌هایی از آنها را نشان می‌دهد.



با توجه به تصویر مقابل نام هر روش ماشین‌کاری را بنویسید.

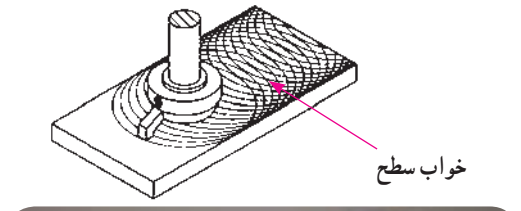
الف).....

ب).....

پ).....

ت).....

در هر روش بنا بر وضعیت نوع حرکت ابزار و قطعه کار، سطح با کیفیت خاصی به دست می‌آید. نقش‌های بسیار ظریف به جا مانده از روش ماشین کاری را «خواب سطح» یا جهت شیارهای حاصل از براده برداری می‌نامند.

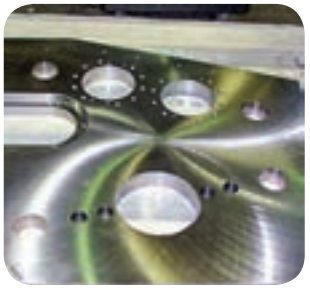


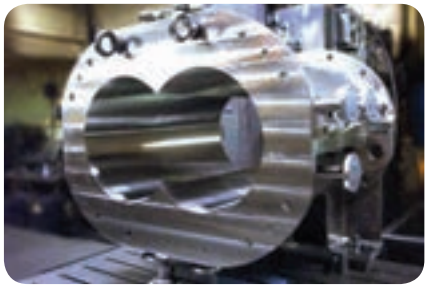
به نقش‌های به جا مانده از روش ماشین کاری در شکل بالا توجه کنید.

اگر برای تولید هر سطح بهترین شرایط را در نظر بگیریم، باز هم ممکن است خواب سطح (جهت براده‌برداری) با چشم دیده شود. بعضاً ممکن است با کشیدن سر ناخن بر روی سطح، خواب سطح را احساس کنید.

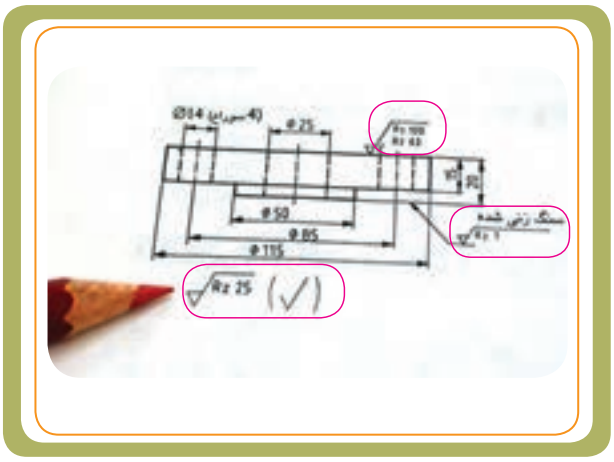
* در جدول صفحهٔ ۱۹۶ با نحوهٔ نمایش خواب سطح در علائم کیفیت سطح آشنا می‌شویم.

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





۱ــ خواب سطح در مواردی خواب ابزار، جهت شیار و یا جهت تولید نیز نامیده می‌شود.



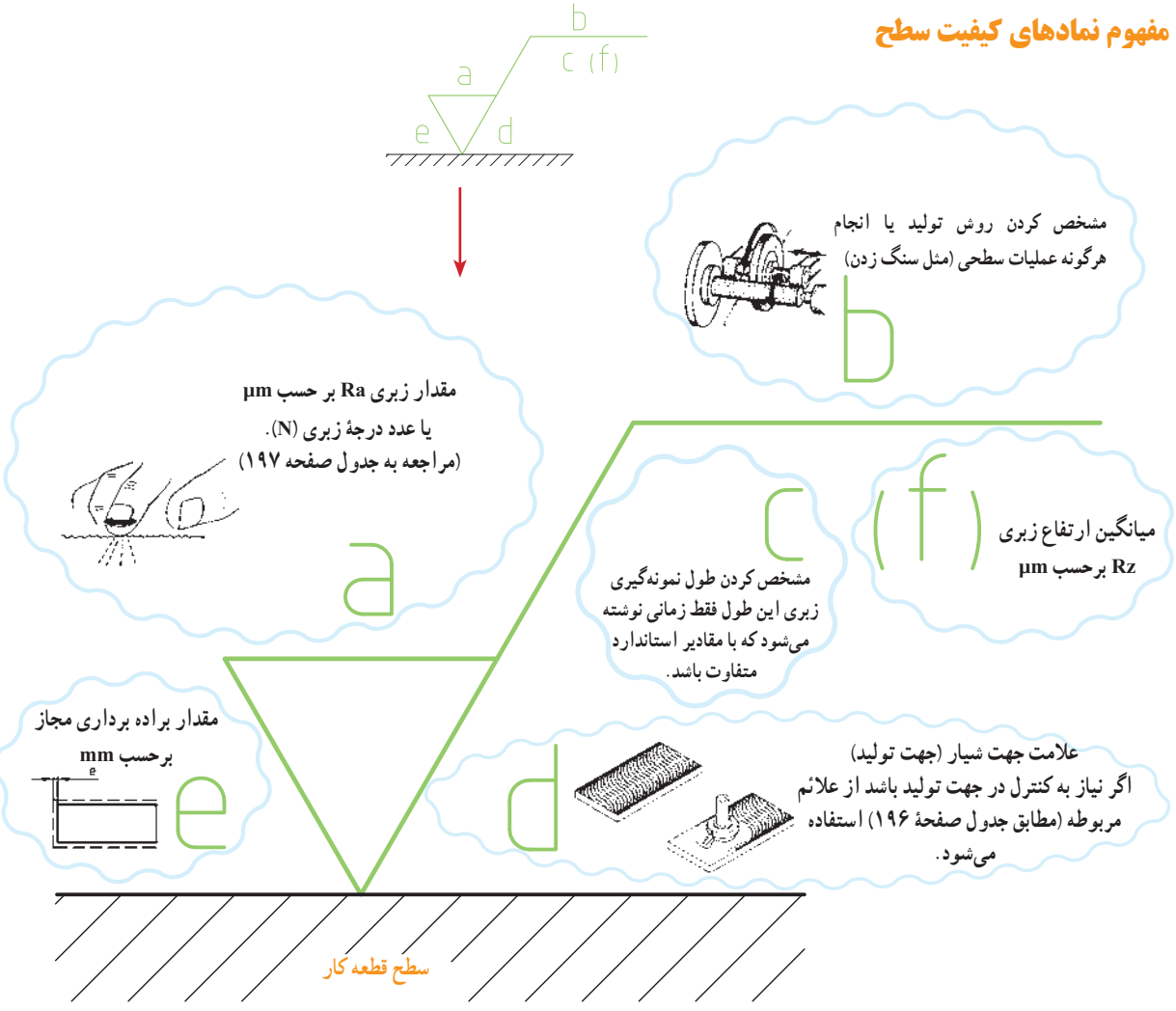
مشخصات ویژه روی علامت کیفیت سطح

در استاندارد رادیکالی ISO روی علامت کیفیت سطح در محل‌های حروف‌گذاری شده اطلاعات اضافی در صورت لزوم آورده می‌شود که مفهوم آنها به قرار زیر است :

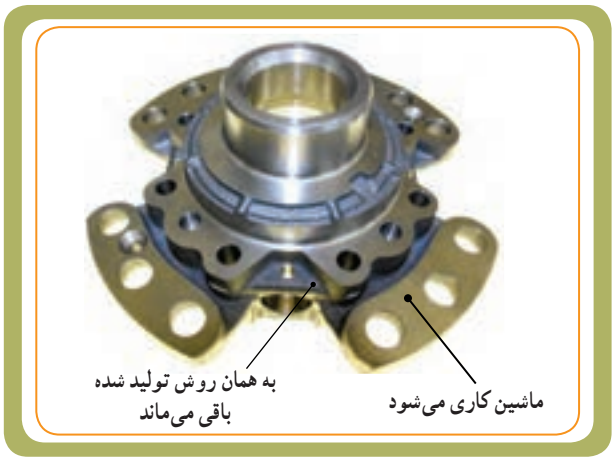
* جایگاه نشانه‌ها نسبت به علامت کلی مطابق شکل زیر است :

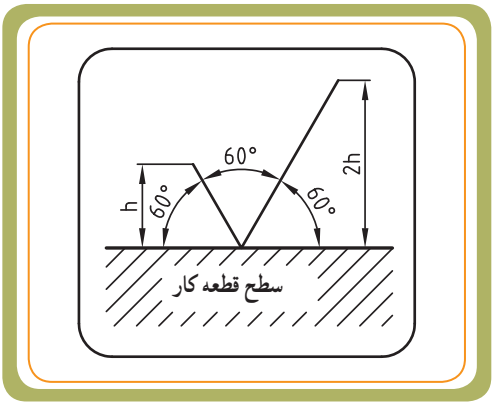
a) مقدار زبری Ra بر حسب µm (یا عدد درجهٔ زبری N)
b) روش تولید، نوع پوشش و عملیات سطحی
c) طول نمونه‌گیری زبری
d) علامت جهت شیار (جهت تولید)
e) اضافهٔ‌تراش (مقدار مجاز ماشین‌کاری برحسب mm)
f) میانگین ارتفاع زبری Rz برحسب µm.

مفهوم نمادهای کیفیت سطح



سطوح قطعات تولیدی ممکن است تماماً ماشین‌کاری نشوند. بعضی از سطوح 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 می‌کنیم. در استاندارد قدیمی از علامت مثلث (▽) و در استاندارد جدید از علامت شبیه به رادیکال (√) استفاده می‌شود. در استاندارد جدید علامت کیفیت سطح مطابق شکل روبه‌رو با دو خط مورب که هر یک تحت زاویهٔ ۶۰° نسبت به سطح قطعه کار رسم می‌شوند آورده می‌شود. ارتفاع دو خط مورب با توجه به ارتفاع اسمی حروف و اعداد نوشته شده در نقشه انتخاب می‌شود.





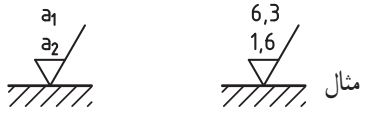
جدول علائم اصلی صافی سطح

نمادها و مفهوم آنها		مثال و مفهوم آن
√	**علامت اصلی** نماد اصلی به مفهوم سطحی که روی آن کاری انجام می‌شود و با هر نوع روش تولیدی که بتوان مشخصه نوشته شده روی آن را برآورده کرد.	
a √	**علامت اصلی با اطلاعات اضافی** علامت کیفیت سطحی که باید با یکی از روش‌های براده‌برداری یا غیر براده‌برداری حاصل شود.*	سطح ممکن است به هر طریقی تولید شود منتها با مقدار زبری سطح Ra ≤ ۳/۲μm 3,2
√	**علامت اصلی با یک خط بلند در کنار آن** هنگامی که لازم است عملیات خاصی روی سطح انجام شود به نماد اصلی پاره خط بلندی (از بازوی بلندتر) رسم می‌کنیم و عملیات موردنظر را روی آن می‌نویسیم.	سنگ زده شود

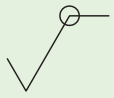
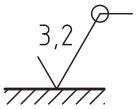
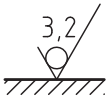
* وقتی که فقط یک عدد برای پرداخت مشخص شده باشد، معرف حداکثر مقدار پرداخت (عمق زبری) مجاز است.

در صورتی که تعیین مقدار حد بالا و پایین پرداخت لازم باشد، هر دو مقدار را مشخص می‌نمایند و در این صورت مقدار حد بالایی (a۱) را بالاتر از مقدار حد پایینی (a۲) می‌نویسند.

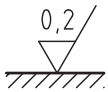
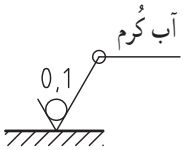
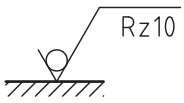
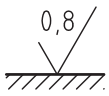
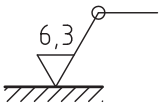
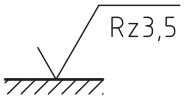
مثال : محدوده میانگین ارتفاع زبری Ra بین ۱/۶ تا ۶/۳μm



ادامهٔ جدول علائم اصلی صافی سطح

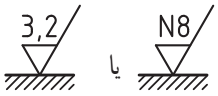
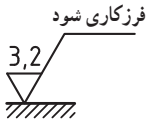
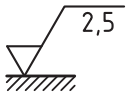
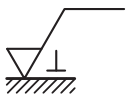
	نمادها و مفهوم آنها	مثال و مفهوم آن
	**علامت اصلی با دایرهٔ اضافی** دایره اضافه شده به معنی آن است که کیفیت سطح در تمام سطوح قطعه یکسان است.	 میزان زبری سطح در تمامی سطوح قطعه یکسان و برابر با ۳/۲µm (در روش Ra) است.
	علامت اصلی با ترسیم یک پاره‌خط کوتاه روی آن نماد صافی سطح برای سطوحی که باید با یک نوع روش براده‌برداری حاصل شود.	 سطحی که به روش براده برداری با میانگین ارتفاع زبری Ra≤ ۳/۲µm ایجاد می شود.
	علامت اصلی با یک دایره داخل آن بیانگر غیرمجاز بودن عملیات براده‌برداری از آن سطح است. (علامت کیفیت سطحی که با یکی از روش‌های غیر براده برداری حاصل می‌شود) سطح قطعهٔ کار باید به همان وضعیت قبلی باقی بماند؛ مثل سطوح ریخته‌گری یا نوردکاری شده (یا سطوحی که توسط شرکت‌های تولید مواد خام ایجاد می‌شوند).	 سطح باید به همان گونه ای که از مراحل ساخت حاصل می‌شود باقی بماند، منتها با درجهٔ پرداخت ماکزیمم ۳/۲µm در روش Ra. ممکن است این سطح به هر روشی تولید شده باشد. Ra≤ ۳/۲µm
توجه : نمادهای ماشین‌کاری روی نقشه‌ها برای تعیین سطوحی که باید روی آنها ماشین کاری انجام شود، به کار می‌روند. نمادهای صافی سطح و حروفی که روی نماد ماشین کاری به کار می‌برند، مقدار کیفیت سطح لازم در پایان کار حاصل می‌شود، نشان می‌دهند.		

چند نمونه مثال

 علامت صافی سطح با مجازبودن براده‌برداری با حد فوقانی زبری ۰/۲µm در روش Ra Ra ≤ ۰/۲µm	 علامت صافی سطح بدون براده برداری با حد فوقانی زبری ۰/۱µm در روش Ra ـ آب‌کُرم برای تمامی سطوح Ra ≤ ۰/۱µm	 علامت صافی سطح بدون براده برداری با حدفوقانی زبری ۱۰µm در روش Rz Rz ≤۱۰µm
 سطح ممکن است به هر روش تولید شود، اما با مقدار زبری حداکثر ۰/۸µm در روش Ra Ra ≤۰/۸µm	 علامت صافی سطح با مجاز بودن براده‌برداری با حد فوقانی زبری ۶/۳µm در روش Ra، برای کل سطح قطعه Ra ≤ ۶/۳µm	 سطح ممکن است به هر روش تولید شود،اما با مقدار زبری حداکثر ۳/۵µm در روش Rz Rz ≤ ۳/۵µm

در ادامه، به معرفی بیشتر هر یک از اطلاعات اضافی در علائم صافی سطح (پارامترهای a، b، c، d، e، f) می‌پردازیم :

جدول ۱ــ معرفی اطلاعات اضافی (پارامترها)

نمادها و مفهوم آنها		مثال و مفهوم آن	
a	میانگین ارتفاع زبری Ra بر حسب µm یا درجهٔ زبری N	هنگامی که براده برداری موردنظر است، حداکثر مقدار پرداخت مجاز در روش Ra درج می‌شود یابه صورت عدد درجهٔ زبری N نوشته می‌شود.	 در این نماد مقدار مجاز ماشین‌کاری ۳/۲µm در روش Ra یا معادل آن ردیف ۸ عدد درجهٔ زبری است. $Ra \leq ۳/۲ \mu m$ (به جدول بالای صفحه ۱۸۸ یا ۱۹۸ مراجعه کنید)
b	روش تولید، انجام هرگونه عملیات سطحی یا نوع پوشش سطح	در بسیاری از اوقات، روی سطح عملیات اضافی مثل آبکاری، رنگ کاری و... انجام می‌شود و یا اینکه 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. $Ra \leq ۳/۲ \mu m$
c	طول نمونه‌گیری زبری	اگر ذکر 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 استاندارد آن ــ که اغلب ۰/۸mm است ــ انتخاب می‌شود).	 در این نماد، طول نمونه ۲/۵mm است.
d	جهت خواب (جهت تولید) جهت شیارهای حاصل از براده‌برداری	اگر نیاز به کنترل در جهت تولید باشد، به وسیلهٔ علامتی که به علامت کیفیت سطح اضافه می‌شود (با توجه به جهت تولید مطابق جدول صفحه ۱۹۶) یکی از نمادها انتخاب می‌گردد.	 در این نماد جهت تولید عمود بر سطحی است که علامت روی آن گذاشته شده است.

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

* دو پارامتر e و f در جدول صفحهٔ ۱۹۷ معرفی شده‌اند.

جهت شیارها (جهت تولید)

منظور از جهت شیارها، جهت تولید، نقش و طرح‌های باقیمانده بر سطح قطعه کار در اثر براده برداری است.

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

جهت شیارها در نیروی اصطکاک قطعات مونتاژی که روی هم حرکت می‌کنند، تأثیر دارد.

به نظر شما در شکل مقابل جهت شیارها (جهت تولید) چگونه است؟

.....

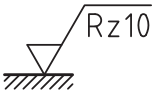
خواب‌های چند جهته ابزار

نمایش تصویری	توضیح	نماد
۱	برای حالتی که جهت تولید چند تایی است، یعنی سطح در جهات مختلف تولید می‌شود. مانند فرزکاری با پیشانی تیغه فرز	M جهات بیشتر
۲	برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً شعاعی دارد. مانند سنگ‌زنی با پیشانی سنگ بدون حرکت پیشروی	R شعاع‌ها نسبت به مرکز
۳	برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی دایره‌ای دارد. مانند پیشانی تراشی و روتراشی قطعات تخت روی ماشین تراش	C دایره‌ای نسبت به مرکز
۴	برای حالتی که سطح فاقد شیار و جهت است (نقطه‌ای) مانند اسپارک (براده‌برداری جرقه‌ای)	P نقطه‌ای

خواب‌های ساده ابزار

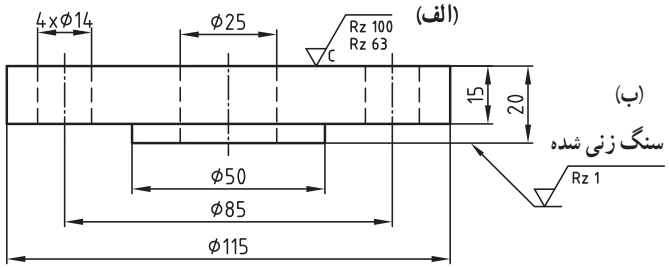
نمایش تصویری	توضیح	نماد
۵	برای حالتی که جهت تولید موازی با سطحی است که علامت برای آن به کار رفته است. مانند صفحه تراش و سنگزنی قطعات تخت	= موازی
۶	برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطحی است که علامت برای آن گذاشته شده است. مانند صفحه تراش و سنگزنی قطعات تخت	⊥ عمود
۷	برای حالتی که جهت تولید نسبت به سطحی که علامت برای آن به کار رفته است، حالت ضربدری دارد. مانند شابرزنی	X ضربدری

ادامهٔ جدول ۱ از صفحه ۱۹۵ معرفی اطلاعات اضافی (پارامترها)

نمادها و مفهوم آنها		مثال و مفهوم آن	
	مقدار براده برداری لازم (به میلی متر)	زمانی کـه لازم باشـد مقـدار مجاز ماشـین‌کاری مشـخص شود، آن را مطابق شـکل نشان می‌دهند. این مقدار در سـمت چپ علامت کیفیت سطح قرار می‌گیرد.	در این نماد، مقدار مجاز ماشین‌کاری ۳mm است.
	سایر کمیت‌های اندازه‌گیری زبری	دیگر اندازه‌های ناصافی سطح (مثلاً : Rz)	 در این نماد، بیشترین مقدار عمق ناصافی در روش Rz برابر با ۱۰µm است. $Rz \leq ۱۰\,\mu m$

ارزش‌یابی

نمادهای الف وب را در شکل مقابل توصیف کنید.



الف).....

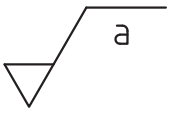
.....

ب).....

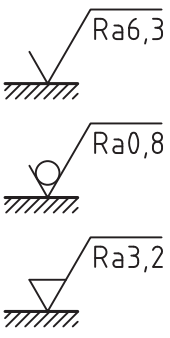
.....

بیشتر بدانیم

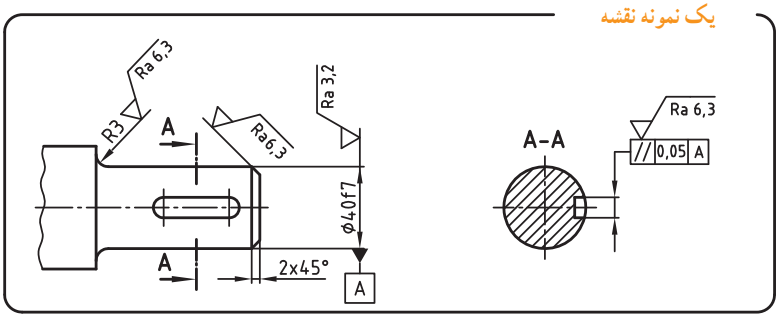
در استاندارد جدید برای روش Ra،مقدار مشخصه کیفیت سطح (a) در قسمت زیر رادیکال (مشابه شکل مقابل) قرار می‌گیرد.



چند مثال



یک نمونه نقشه



درجهٔ زبری (N)

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

در جدول زیر ۱۲ طبقه از استاندارد درجه‌بندی سطوح از نظر پرداخت سطح را ملاحظه می‌کنید که در آن مقدار میانگین ارتفاع زبری Ra برحسب میکرومتر و معادل درجهٔ زبری (N) درج گردیده است.

مقادیر پیشنهادی استاندارد برای درجهٔ زبری و مقایسهٔ آن با Ra

میانگین ارتفاع زبری Ra برحسب µm	۰/۰۲۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۸	۱/۶	۳/۲	۶/۳	۱۲/۵	۲۵	۵۰
درجه زبری N	N۱	N۲	N۳	N۴	N۵	N۶	N۷	N۸	N۹	N۱۰	N۱۱	N۱۲

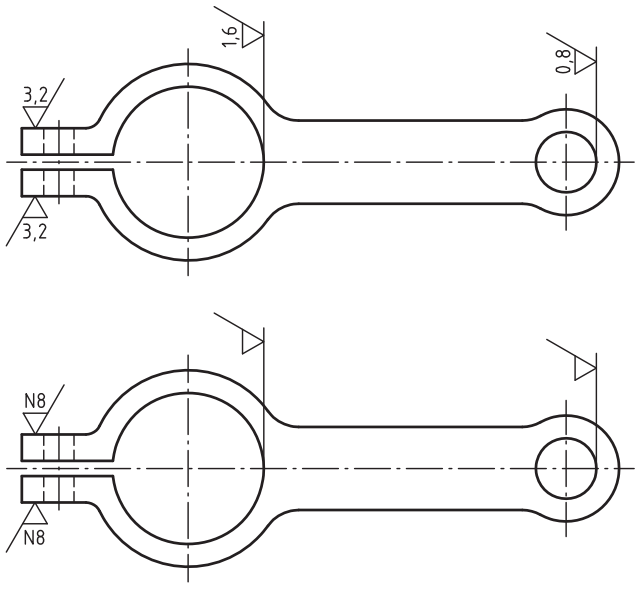
ردیف پایین جدول معرف درجهٔ زبری برحسب یک عدد است.

در بالای هر شماره N، حد نهایی زبری مجاز آن نوشته شده است. برای مثال N۸ یعنی درجهٔ زبری شمارهٔ ۸، هنگامی که در نقشه عدد درجهٔ زبری N۸ انتخاب می‌شود، یعنی پرداخت آن معادل ۳/۲µm در روش Ra است. (یعنی : Ra≤ ۳/۲µm)

همان طور که اشاره شد، در روی نقشه می‌توان از یکسری اعداد همراه با N به جای اندازه‌های میکرونی برای تعیین زبری استفاده کرد.

ارزش‌یابی

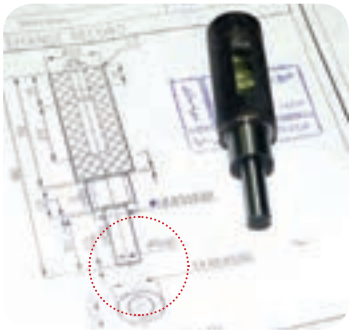
در نقشهٔ زیر به جای مقادیر Ra۳/۲µm از عدد زبری N۸ بر روی علامت کیفیت سطح استفاده شده است. حالا شما به جای دو مقدار Ra۱/۶µm و Ra۰/۸µm از عدد درجه زبری مناسب استفاده کنید و بر روی نقشهٔ پایینی این مقدار را نشان دهید.



* در قسمت پایین جدول صفحهٔ ۱۸۸ مقادیر N مشاهده می‌شود.

روش مثلث‌ها

در استانداردهای قدیمی برای نشان دادن نمادهای پرداخت سطح در روی نقشه‌ها از نمادهای مثلثی استفاده می‌کردند. برای تغییر علامت نقشه‌های قدیمی (مثلثی) به روش جدید (رادیکالی) بهتر است اطلاعاتی راجع به آنها داشته باشیم.



بیشتر بدانیم

* نمایش پرداخت سطح به روش مثلث‌ها

در روش مثلث‌ها، میزان پرداخت سطح قطعهٔ کار را به چهارمرحله تقسیم می‌کردند که برای نشان دادن آنها از مثلث متساوی الاضلاع استفاده می‌شد.

از مثلث‌ها زمانی استفاده می‌شود که روی سطح، عملیات براده برداری انجام شده باشد (شکل ۳ تا ۶).

هر چه تعداد مثلث‌ها بیشتر باشد، درجهٔ پرداخت سطح بالاتر و ارتفاع زبری[1] کمتر است.

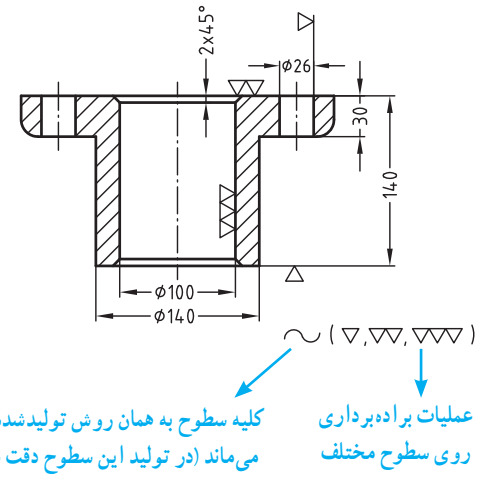
خیلی از مواقع پیش می‌آید که سطوحی از قطعه پس از تولید به همان حالت اولیه باقی می‌ماند و روی سطح آن هیچ گونه عملیاتی صورت نمی‌گیرد. در این حالت هیچ‌گونه علامتی روی سطح قطعه گذاشته نمی‌شود (شکل ۱). اما اگر لازم باشد در ساخت قطعه دقت کامل به عمل آید و سطح پس از تولید نیز به‌همان صورت اولیه باقی بماند از علامت ~ استفاده می‌شود (شکل ۲).

علائم صافی سطح	مفهوم (طبق DIN۳۱۴۱)
شکل ۱	سطح : **خام** سطح به همان صورتی که تولید شده، باقی خواهد ماند. (بدون توجه به روش تولید)
شکل ۲	سطح : **خام** با روش بدون براده‌برداری دقیق حاصل می‌شود.
شکل ۳	سطح : **زبر** با روش براده برداری خشن حاصل می‌شود. شیارها محسوس بوده و با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند.
شکل ۴	سطح : **پرداخت** شیارها با چشم غیرمسلح هم دیده می‌شوند، اما با دست لمس نمی‌شوند.
شکل ۵	سطح : **پرداخت ظریف** شیارها دیگر با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند.
شکل ۶	سطح : **پرداخت خیلی ظریف**

۱ــ ارتفاع زبری در صفحهٔ ۱۸۰ توضیح داده شد.

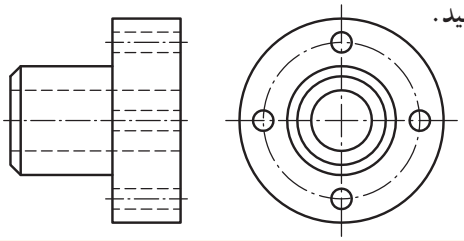
نحوهٔ چینش علامت ارتفاع زبری پای نقشه در روش مثلث‌ها

در شکل مقابل دستور پرداخت سطح در پایین نقشه ارائه شده است. علامت ~ دارای این مفهوم است که کلیهٔ سطوح، علامت‌گذاری **نشده** به همان روش تولید شده باقی می‌مانند ــ ضمن آنکه در تولید این سطوح دقت می‌شود. علامت مثلث‌ها در داخل پرانتز ارائه شده است. اینها نمادهایی هستند که روی نقشه به کار رفته و به‌ترتیب، آنها داخل پرانتز معرفی شده‌اند. سطوحی که با علامت مثلث‌ها مشخص شده‌اند به مفهوم آن است که عملیات براده برداری روی آنها انجام می‌شود.



ارزش‌یابی

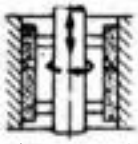
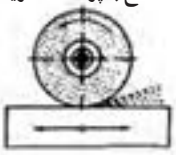
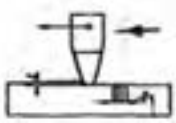
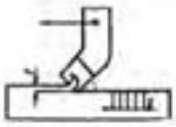
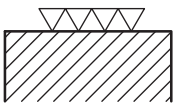
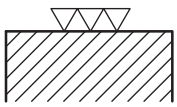
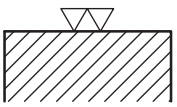
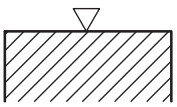
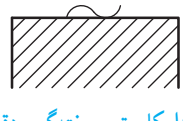
اگر تمام سطوح قطعه (مطابق شکل) به غیر از بدنهٔ اصلی آن به میزان ▽▽ براده‌برداری ظریف شود و بدنهٔ آن به همان روش تولید شده باقی بماند، بر روی نقشه به روش مثلث‌ها نماد کیفیت سطح بگذارید و علامت پای نقشه را نیز یادداشت کنید.



.....

پیشتر دانیم

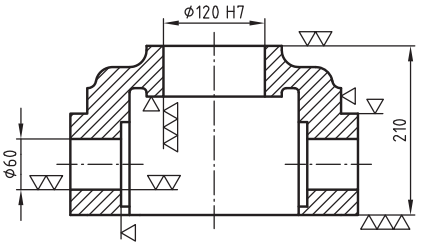
جدول زیر، نماد کیفیت سطح به روش مثلث‌ها را به همراه ارتفاع زبری و برخی از روش‌های تولیدنشان می‌دهد.

سطح با پرداخت خیلی ظریف	سطح با پرداخت ظریف	سطح : پرداخت	سطح : زبر	سطح : خام
				
براده‌های خیلی ظریف سایش با پارچهٔ مانند : هونن و لپن	براده‌های ظریف مانند : سنگ زدن و برقوکاری	عمق برادهٔ کم،پیشروی کم مانند : تراشکاری یا فرزکاری دقیق و سوراخ‌کاری	عمق برادهٔ زیاد،پیشروی زیاد،مانند : تراشکاری و فرزکاری غیر دقیق و اره‌کاری	بدون براده‌برداری مانند : نوردکاری، کوره‌کاری و ریخته‌گری
				
۲/۵µm ≥ ارتفاع زبری	۱۰µm تا ۲/۵ = ارتفاع زبری	۴۰µm تا ۱۰ = ارتفاع زبری	۴۰۰µm تا ۴۰ = ارتفاع زبری	مانند : دایکاست، ریخته‌گری دقیق کوره‌کاری تمیز، برش با گاز تمیز

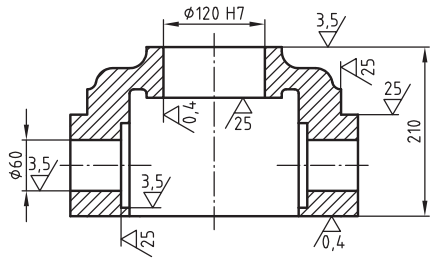
تبدیل علائم قدیم به علائم جدید

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

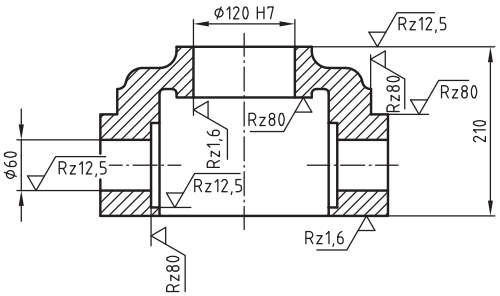
برای مثال، شکل ۱ نقشه‌ای قدیمی را نشان می‌دهد که با روش مثلث‌ها[1] علامت‌گذاری شده است و باید به نقشه‌ای مطابق استاندارد جدید تبدیل شود. به کمک جدول زیر می‌توانیم علائم پرداخت سطح این نقشه را از روش مثلث‌ها به روش جدید Ra شکل ۲ یا Rz شکل ۳ یا برحسب عدد درجهٔ زبری N شکل ۴ ارائه کنیم.



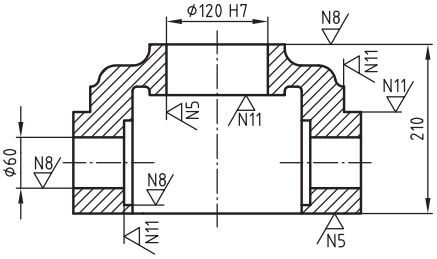
شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳



شکل ۴

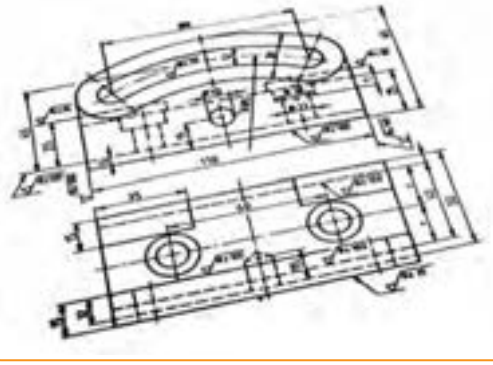
بیشتر بدانیم

روش مثلث‌ها	Ra (μm)	Rz (μm)	N
~	▽	▽	–
▽	50	Rz160	N12
	25	Rz80	N11
	12,5	Rz40	N10
▽▽	6,3	Rz25	N9
	3,5	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

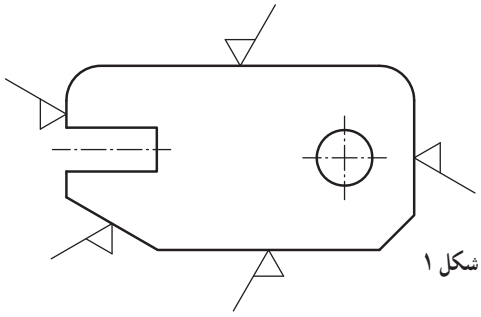
۱ــ در نقشه‌های جدید نباید از روش مثلث‌ها استفاده کرد.

کاربرد علایم و نمادها

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

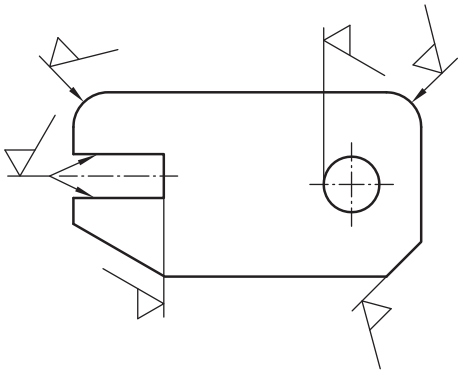


شکل ۱، حالت ترسیم علامت پرداخت سطح را روی سطوح عمود برهم نشان می‌دهد.



شکل ۱

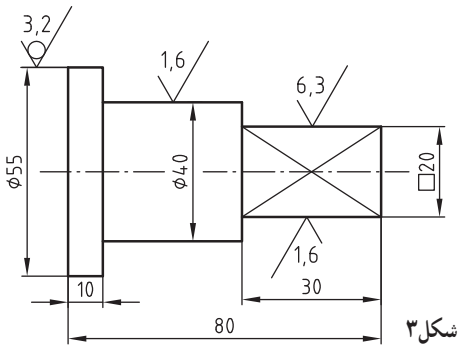
در مواردی که روی سطح قطعه فضا وجود نداشته باشد یا سطح قطعه انحنادار باشد می‌توان به کمک خط رابط یا فلش نمادها را مشابه شکل ۲ نیز نشان داد.



شکل ۲

در صورتی که هر سطح قطعه از یک نوع کیفیت سطح برخوردار باشد، روی هر سطح علامت کیفیت سطحِ موردنظر داده می‌شود.

در شکل ۳ سه نوع کیفیت سطح مختلف بر روی قطعه انجام می‌شود.

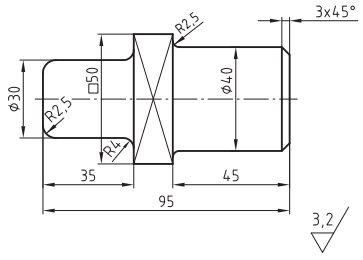


شکل ۳

وقتی که همهٔ سطوح قطعه صافی سطح یکنواخت و یکسانی دارند، اطلاعات مربوط به پرداخت سطح در کنار نقشه گذاشته می‌شود (شکل۱).

در شکل مقابل تمامی سطوح دارای پرداخت سطح ۳/۲µm در روش Ra است.

$Ra \leq ۳/۲\,\mu m$

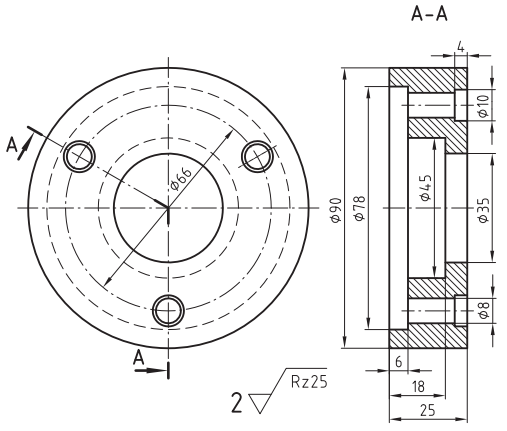


شکل۱

اگر در کنار نقشه شمارهٔ قطعه وجود داشت، علامت پرداخت سطح در طرف راست شمارهٔ قطعه نوشته می‌شود (شکل۲).

در شکل۲ عدد ۲ معرف شمارهٔ قطعه و پرداخت سطح کل قطعهٔ ۲۵µm در روش Rz است.

$Rz \leq ۲۵\,\mu m$

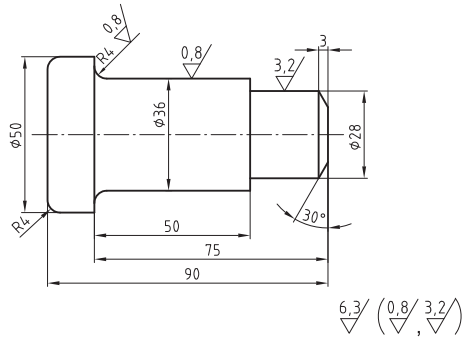


شکل ۲

در صورتی که پرداخت سطوح یک قطعه مختلف باشد، پرداخت هر سطح روی خودش و پرداخت سطوح مربوط به کل قطعه در خارج از پرانتز ارائه می‌شود (شکل۳).

در شکل۳ پرداخت سطوح قطعه کار با مقادیر ۳/۲µm و ۰/۸µm، که روی سطح قطعه گذاشته شده است، داخل پرانتز، اما پرداخت سطوح کل قطعه، که مقدار آن ۶/۳µm است، در بیرون پرانتز معرفی شده است.

✻ به عبارت دیگر، علامت خارج از پرانتز معرف کیفیت سطح تمام سطوح علامت‌گذاری نشده و علامت داخل پرانتز معرف کیفیت سطوحی است که علامت‌گذاری شده است.



شکل ۳

در شکل۱ یک علامت مبنا ✓ داخل پرانتز ارائه شده است علامت داخل پرانتز به مفهوم : **سطوح حداقل نقشه** است.

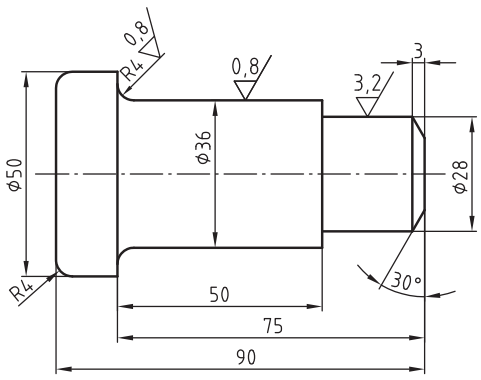
در نقشهٔ شکل۱ تمام سطوح قطعه دارای کیفیت سطح ۶/۳µm است به غیر از سطوحی که بر روی نقشه مشخص شده است. در اینجا از علامت مبنا ✓ به جای مقادیر $\overset{3,2}{\nabla}$ و $\overset{0,8}{\nabla}$ استفاده شده است.

در مواردی ممکن است نقشه به کمک توضیحات (مطابق شکل۲) علامت گذاری شود.

در نقشهٔ شکل۲ تمام سطوح قطعه دارای پرداخت سطح ۶/۳µm است، (یعنی: Ra≤۶/۳µm) به جزء سطوحی که در روی نقشه با مقادیر ۰/۸µm و ۳/۲µm علامت‌گذاری شده است. (یعنی: Ra≤۰/۸µm و Ra≤۳/۲µm)

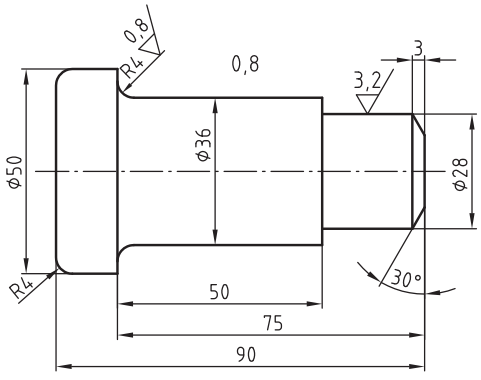
در مواردی که فضای کافی بر روی نقشه وجود نداشته باشد می‌توان از علائم ساده‌تری که همان معنا را داشته باشد استفاده کرد.

در (شکل۳) عدد ۵ معرف شمارهٔ قطعه است. پرداخت بیشترین سطح قطعه به مقدار ۳/۲µm است. علامت ✓ در داخل پرانتز به مفهوم سطوح اقلیت است، یعنی سطوحی که با z و y معرفی شده‌اند. برای جلوگیری از شلوغی نقشه اطلاعات مربوط به z و y در کنار نقشه یا نزدیک جدول نقشه ارائه می‌شود. پرداخت سطح قطعه، در قسمتی که با y نشان داده شده است، به مقدار ۰/۴µm انجام می‌شود؛ اما سطحی از قطعه که با z نمایش داده شده است، به همان روش تولید شده باقی می‌ماند و براده‌برداری از آن مجاز نیست.



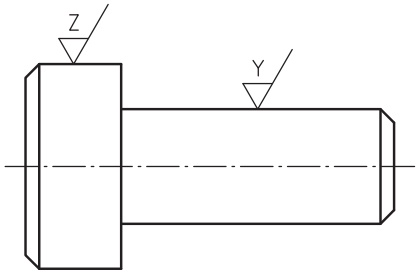
شکل۱

$\overset{6,3}{\nabla}$ (✓)



تمام سطوح $\overset{6,3}{\nabla}$ به غیر از سطوحی که روی نقشه مشخص شده‌اند.

شکل۲



5 $\overset{3,2}{\nabla}$ (✓)

$\overset{Y}{\nabla}$ = $\overset{0,4}{\nabla}$

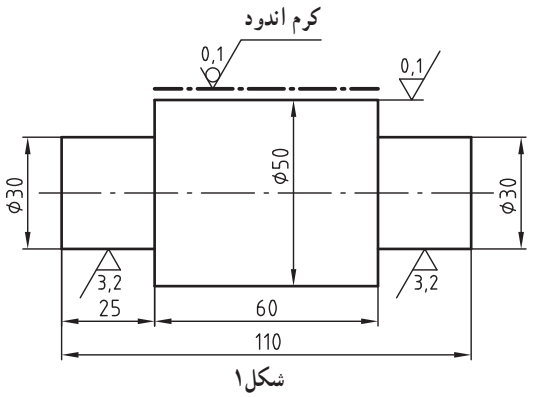
$\overset{Z}{\nabla}$ = ✓

شکل۳

در صورتی که کیفیت سطحِ قسمت محدودی از جسم قرار است تغییر کند ــ مثلاً به سطحِ مورد نظر لازم است آب کُرم داده شود ــ باید اطلاعات لازم را همراه با نماد روی یک خط و نقطهٔ ضخیم نشان داد.

در نقشه شکل۱ سطح مشخص شده مجاز نیست که بعد از کُرم اندود براده برداری شود.

مثال‌هایی در مورد نقشه خوانی علائم کیفیت سطح از روی نقشه



شکل۱

نقشه خوانی

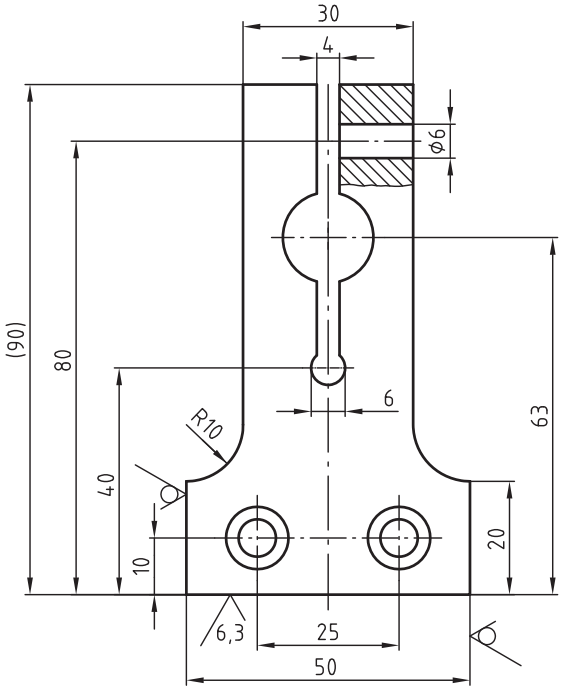
با توجه به نقشهٔ ارائه شده، برداشت خودرا از علامت پای نقشه $\sqrt{}^{12,5}\ (\sqrt{},\sqrt{}^{6,3})$ یادداشت کنید.

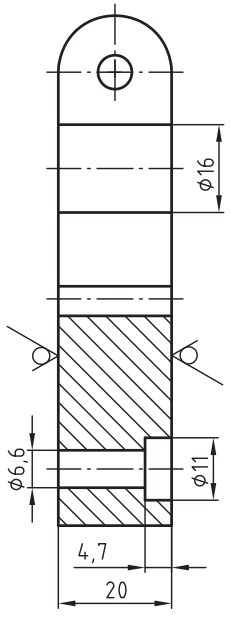
.....

.....

.....

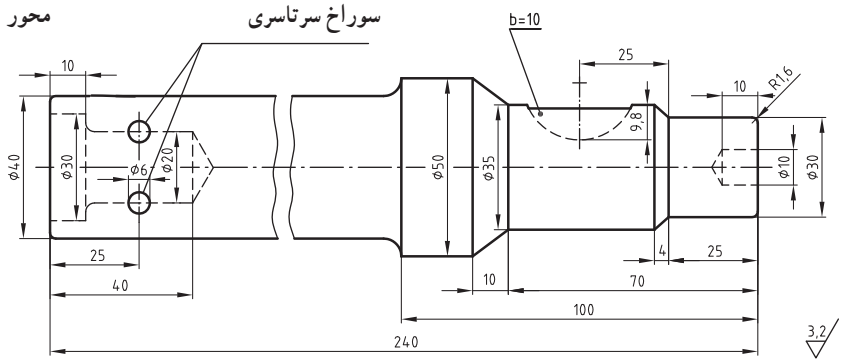
.....





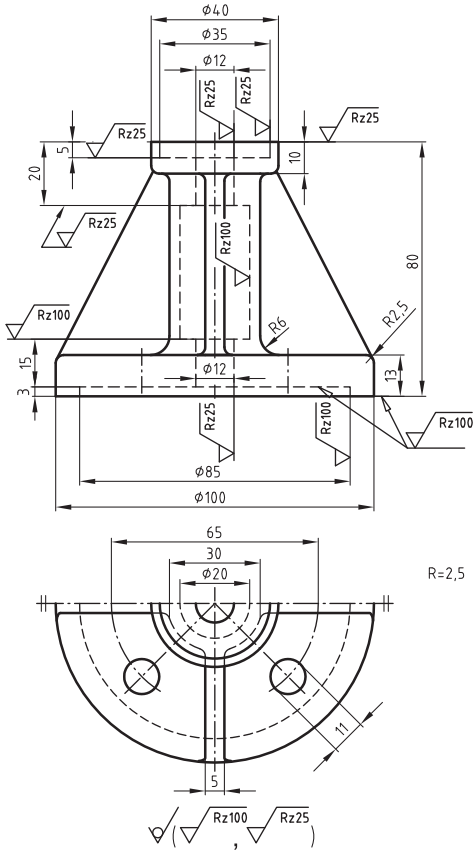
$\sqrt{}^{12,5}\ (\sqrt{},\sqrt{}^{6,3})$

مثال‌هایی در مورد نقشه خوانی علائم کیفیت سطح از روی نقشه

مفهوم	مثال
تمامی سطوح محور دارای بیشترین مقدار زبری مجاز ۳/۲μm در روش Ra است. $Ra \leq ۳/۲ \mu m$	۱ محور — سوراخ سرتاسری 

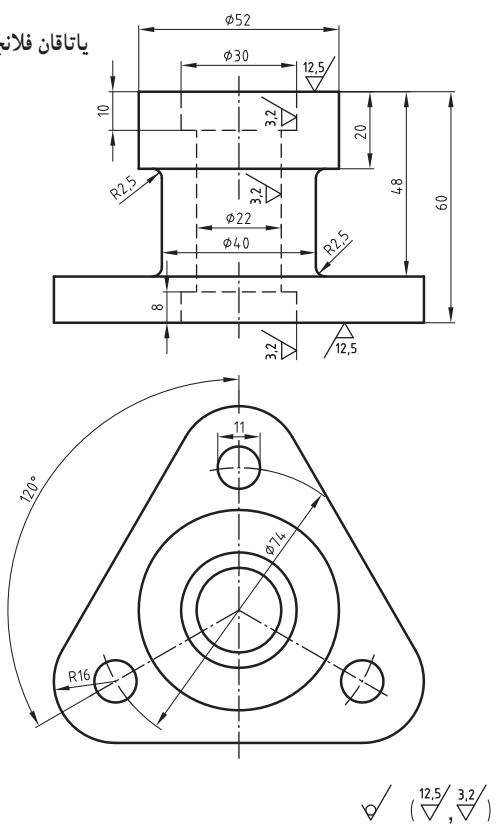
تمامی سطوح پایه به همان صورت اولیهٔ ساخت باقی می‌ماند، به استثنای سطوحی که روی آنها عملیات ماشین‌کاری انجام می‌شود. (بیشترین مقدار زبری سطح برای سطوح علامت گذاری شده در روی نقشه برابر با ۱۰۰μm و ۲۵μm در روش Rz است).

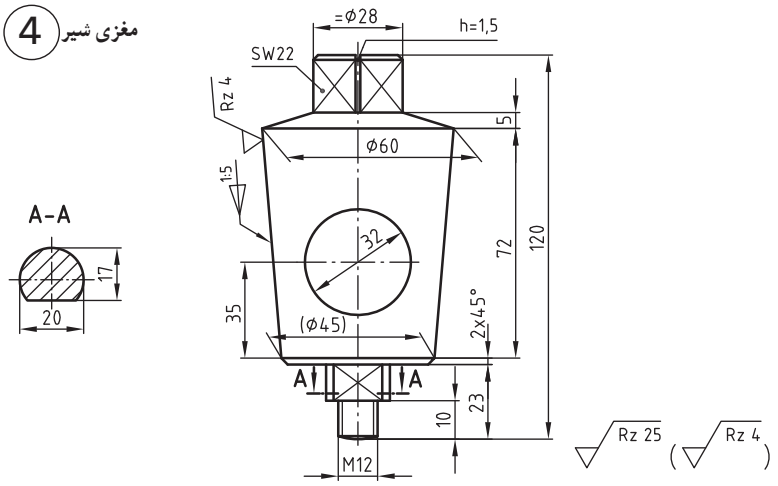
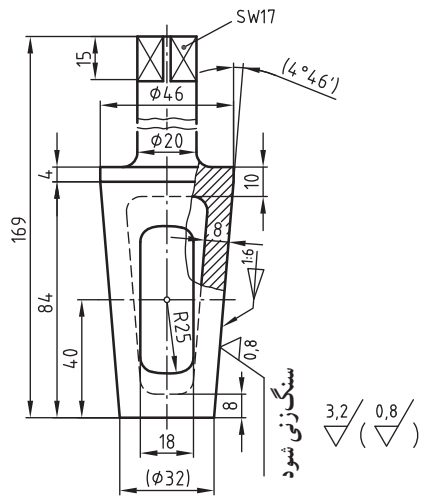
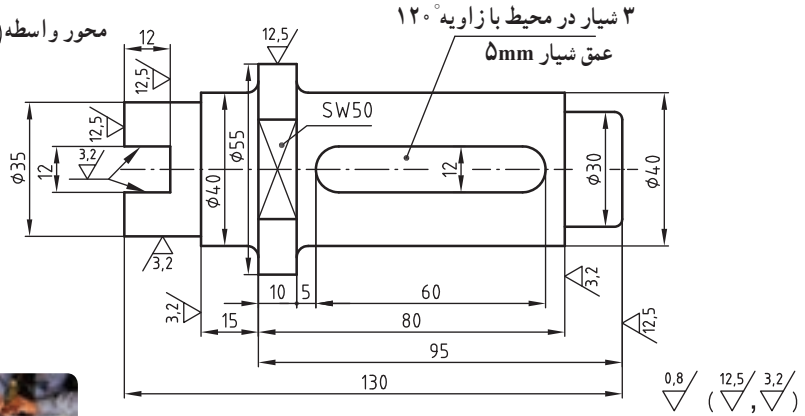
۳ پایه



تمامی سطوح یاتاقان فلانچ به همان صورت اولیهٔ ساخت باقی می‌ماند، به استثنای سطوحی که روی آنها عملیات ماشین کاری انجام می‌شود (بیشترین مقدار زبری سطح برای سطوح علامت‌گذاری شده در روی نقشه برابر با ۱۲/۵μm و ۳/۲μm در روش Ra است).

۲ یاتاقان فلانچی



مفهوم	مثال
تمامی سطوح مغزی شیر، به استثنای سطوحی که در نقشه روی آنها مقدار ۴μm در روش Rz قید شده است، ماشین کاری می‌شود. (مقدار زبری حاصل از ماشین کاری کل سطح قطعه باید ۲۵μm در روش Rz باشد.)	4 مغزی شیر 
تمامی سطوح مغزی شیر ماشین کاری می‌شود. مقدار زبری حاصل از ماشین‌کاری باید ۳/۲μm در روش Ra باشد. (Ra≤۳/۲ μm) به استثنای سطوحی که در نقشه روی آنها مقدار ۰/۸μm در روش Ra قید شده است. (Ra≤۰/۸μm) سطح مخروطی قسمت خارجی شیر، سنگ زده می‌شود و مقدار زبری حاصل شده پس از فرایند سنگ زنی به میزان ۰/۸μm در روش Ra خواهد بود. (Ra≤۰/۸μm)	5 مغزی شیر 
تمامی سطوح محور واسطه، به استثنای سطوحی که در نقشه روی آنها مقادیر ۱۲/۵μm و ۳/۲μm در روش Ra قید شده است، ماشین‌کاری می‌شود. (مقدار زبری حاصل از ماشین‌کاری بقیه سطوح باید ۰/۸μm در روش Ra باشد).	6 محور واسطه ۳ شیار در محیط با زاویه ۱۲۰° عمق شیار 5mm 

ر.ک.به. صفحه‌های ۶۲ تا ۶۷ کتاب کار