پیش‌آزمون (۷)

از مجموعه مرغک داده شده، موارد زیر را انجام دهید.

۱ــ درج شماره، نام و مشخصات قطعات آن در جدول نقشه

مشخصات قطعات عبارتند از :

- پیچ سر عدسی DIN 85- M4×5 – 5.8
- درپوش St37
- یاتاقان ساچمه‌ای شیاردار کف گرد 51305
- خار فنری DIN472 – 55×2
- پوسته با مخروط مورس 5,C 45
- مغزی گردان 41 Cr 4
- خار فنری DIN472 – 32×1.2
- یاتاقان غلتکی استوانه‌ای NU 1006
- خار فنری DIN471 – 10×1
- یاتاقان ساچمه‌ای مایل 7200 B
- فنر فشاری D = 26 , d = 2
- واشر فاصله St37, ∅25×∅ 48×3
- درپوش گردان M27×1.5,C 45

۲ـ تولرانس قطر کوچک مخروط مورس (قطعه‌ی ۲) چه مقدار می‌باشد؟ .....

۳ــ پهنای یاتاقان غلطکی چندمیلی‌متر است؟ .....

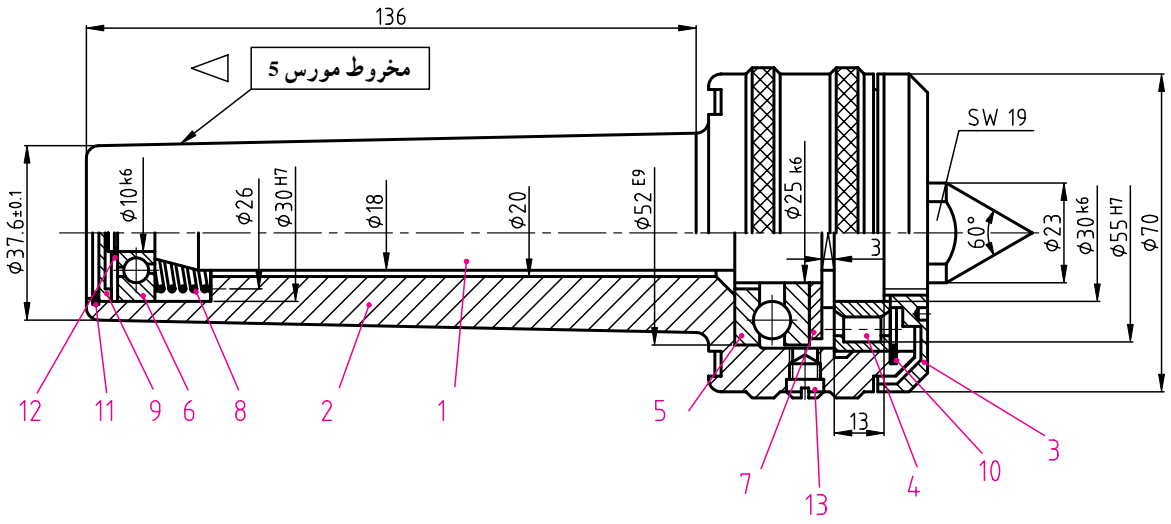
۴ــ قطر خارجی یاتاقان کف گرد و میدان انطباقی آن چیست؟ .....

۵ــ جنس درپوش به کار رفته در مجموعه مرغک چیست؟ .....

۶ــ اندازه آچارخور قسمت انتهایی مغزی گردان چندمیلی‌متر است؟ .....

۷ــ قطر مفتول فنربه‌کار رفته در مجموعه مرغک چند میلی‌متر است؟ .....

۸ــ در مجموعه‌ی مرغک چند خار فنری (خارجی) به‌کار رفته است؟ .....



ردیف	نام قطعه	تعداد	جنس	ابعاد (مشخصات)

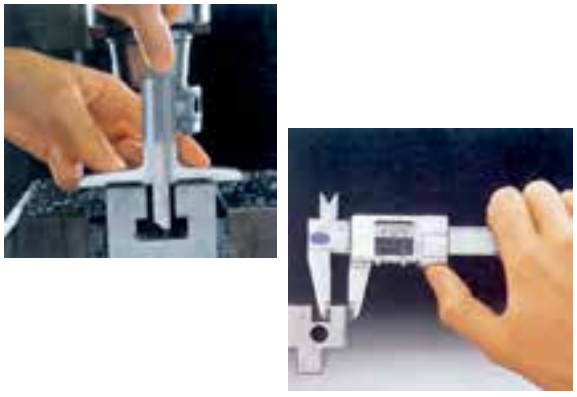
	تاریخ	نام	مقیاس:	نام مجموعه: مرغک	شماره نقشه
ترسیم‌کننده					
تأییدکننده					

۱ــ۷ــ تولرانس

قطعات را به‌ندرت وتصادفی می‌توان مطابق با اندازه‌ی مطلق تولید کرد زیرا درجه حرارت محیط، دقت ماشین یا دستگاه، دقت ابزار و مهارت کارگر در دقت اندازه اثر مستقیم دارد. به همین دلیل اندازه‌هایی که روی نقشه داده می‌شود «اندازه‌های اسمی» هستند. به‌عنوان مثال اندازه‌های ∅11.55 برای پوکه فشنگ، اندازه‌ی 185 برای دستگیره و اندازه‌ی 140 برای آچار (شکل ۱ــ۷).

شکل ۱ــ۷

اندازه‌ی واقعی یا فعلی اندازه‌ای است که پس از تولید به‌دست می‌آید. به‌عبارت دیگر اندازه‌ای را که وسایل اندازه‌گیری مانند کولیس و ... نشان می‌دهند، اندازه‌ی واقعی (فعلی یا حقیقی) می‌گویند (شکل ۲ــ۷).

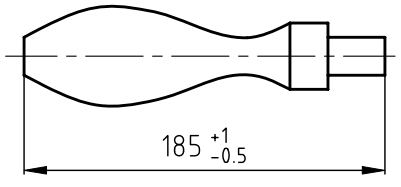

شکل ۲ــ۷

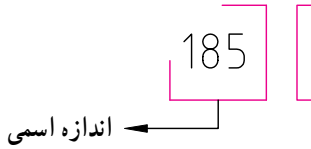
اگر اندازه‌ی اسمی در روی نقشه (b ۳ــ۷) با اندازه‌ی فعلی (a ۳ــ۷) برابر باشد، آنگاه اندازه‌ی ایده‌آل خواهیم داشت. اما چون این حالت به‌صورت تصادفی است و رسیدن به اندازه‌ی ایده‌آل همواره مستلزم صرف هزینه‌های بالا و ابزارآلات دقیق است ؛ بنابراین مجبوریم برای هر اندازه‌ای حدودی قائل شویم. یعنی بگوییم که یک اندازه را تا چه حد می‌توان بیش‌تر یا کم‌تر از اندازه‌ی اسمی ساخت. به‌عنوان مثال در دستگیره مطابق شکل ۴ــ۷ طراح قطعه مقدار ۱ میلی‌متر به‌عنوان حداکثر اضافه‌ی اندازه‌ی اسمی و به میزان ۰/۵ میلی‌متر به عنوان حداقل کاهش اندازه‌ی اسمی در نظر گرفته است.

(+1) را انحراف فوقانی و (−0.5) را انحراف تحتانی می‌گوییم.

نکته: مقدار انحراف اندازه طوری تعیین می‌شود که به کارآیی قطعه لطمه وارد نشود.

شکل ۳ــ۷





شکل ۴ــ۷

تعیین مقایسه‌ی مقدار انحراف از یک مبدأ انجام می‌شود که به آن مکان «خط صفر» می‌گویند.

خط صفر، خطی منطبق بر اندازه‌ی اسمی و مرزی است که در آن انحراف اندازه برابر صفر می‌باشد (شکل ۵ــ۷).

جمع جبری اندازه‌ی اسمی و انحراف فوقانی را بزرگ‌ترین اندازه‌ی مجاز می‌گویند.

مثال: $185+1=186\text{mm}$ = بزرگ‌ترین اندازه‌ی مجاز دستگیره

جمع جبری اندازه‌ی اسمی و انحراف تحتانی را کوچک‌ترین اندازه مجاز می‌گویند.

مثال: $185-0.5=184.5\text{mm}$ = کوچک‌ترین اندازه‌ی مجاز دستگیره (شکل ۶ــ۷).

هرکدام از اندازه‌های a_1، a_2 و a_3 که در بین حداقل اندازه‌ی و حداکثر اندازه مجاز قرار گرفته‌اند، مورد قبول واقع می‌شوند. چون در محدوده‌ی اندازه‌ی مجاز قرار دارند.

$$184.5\text{mm} \le 185\text{mm} \le 186\text{mm}$$

بنابراین اندازه‌ی واقعی (اندازه‌ای که وسیله‌ی اندازه‌گیری نشان می‌دهد) می‌تواند از اندازه‌ی اسمی کوچک‌تر باشد (مثل a_1) یا از اندازه اسمی بزرگ‌تر باشد مثل (a_2 و a_3) یا می‌تواند با خود اندازه‌ی اسمی یکسان باشد (شکل ۷ــ۷).

تعریف تولرانس: مقدار اختلاف اندازه‌ی مجاز را تولرانس می‌نامند و آن را با حرف T نشان می‌دهند.

(a) کوچک‌ترین اندازه مجاز ـ بزرگ‌ترین اندازه‌ی مجاز = تولرانس T

مثال: برای دستگیره‌ی مورد نظر، تولرانس برابر است با :

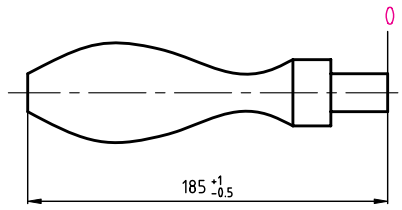
$T=186-184.5=1.5$. شکل (۸ــ۷a)

(b) تولرانس را همچنین می‌توان به‌طور مستقیم از تفاضل انحراف بالایی و انحراف پایینی به‌دست آورد :

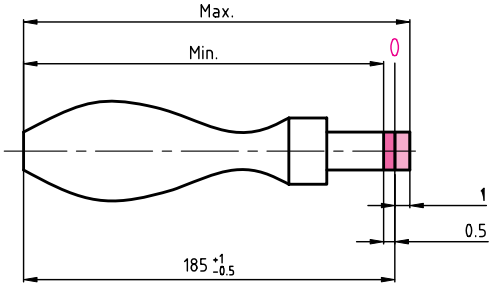
$T=(Ao)$ انحراف بالایی ـ (Au) انحراف تحتانی

مثال: برای دستگیره‌ی مورد نظر تولرانس برابر است با :

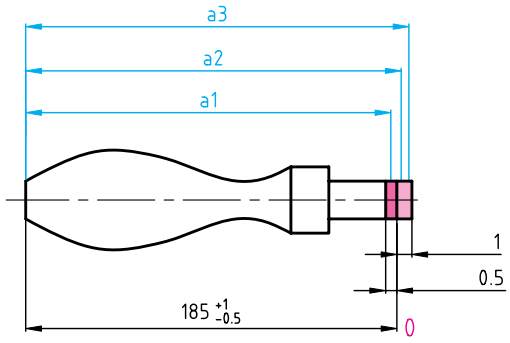
$T=1-(-0.5)=1.5$ (شکل ۸ــ۷b).



شکل ۵ــ۷

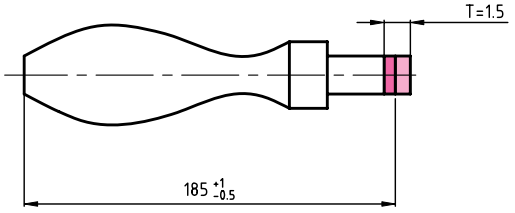


Max.=186mm
Min.=184.5mm
شکل ۶ــ۷



a1=184.7mm
a2=185.2mm
a3=185.8mm
شکل ۷ــ۷

a T=Max.-Min.=186-184.5=1.5

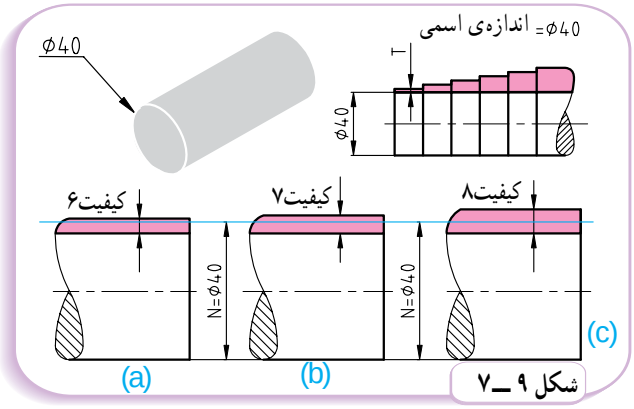


b T=Ao-Au=[(+1)-(-0.5)]=1.5
شکل ۸ــ۷

۱ــ۱ــ۷ــ کیفیت تولرانس: میله‌ای را در نظر بگیرید که قرار است با اندازه‌ی اسمی 40mm تولید شود. این میله با اندازه‌ی اسمی ۴۰ با تولرانس‌های متفاوتی قابل ساخت است. به شکل مقابل توجه کنید.

هرچه عدد مربوط به کیفیت قطعه‌ی تولیدی کوچک‌تر باشد، می‌گوییم قطعه از کیفیت بالاتری برخوردار است. در شکل ۹ــ۷ حالت a نسبت به بقیه‌ی حالت‌ها کیفیت بالاتری دارد.

به منظور هماهنگی در کارهای صنعتی برای نشان‌دادن کیفیت تولرانس در استاندارد ISO از اعداد استفاده می‌شود که در ۱۸ مرحله از ۰۱ تا ۱۶ ارائه می‌شوند. برای کارهای معمولی و متوسط از اعداد ۵ تا ۸ استفاده می‌شود (شکل ۱۰ــ۷).



شکل ۹ ــ ۷

اعداد تولرانس	01 ,0 ,1 ,2 ,3 16							
کارهای دقیق	01	0	1	2	3	4		
ماشین‌سازی	5	6	7	8				
کارهای با دقت کم	9	10	11	12	13	14	15	16

شکل ۱۰ ــ ۷

۲ــ۱ــ۷ــ موقعیت تولرانس: وضعیت انحراف اندازه‌ی مجاز نسبت به خط صفر را «موقعیت تولرانس» گویند. فرض کنید قرار است میله‌ای به اندازه ∅30 تولید شود. موقعیت تولرانس این میله در یکی از ۵ حالت زیر ممکن است قرار بگیرد.

A ــ بزرگ‌ترین اندازه زیر اندازه‌ی اسمی (زیر خط صفر) باشد :

$T = 0.2 \quad Max = \varnothing 29.8mm \quad Min = \varnothing 29.8mm$

B ــ بزرگ‌ترین اندازه به خط صفر برسد :

$T = 0.2 \quad Max = \varnothing 30mm \quad Min = \varnothing 29.8mm$

C ــ بزرگ‌ترین اندازه بالای خط صفر و کوچکترین اندازه زیر خط صفر باشد :

$T = 0.2 \quad Max = \varnothing 30.1mm \quad Min = \varnothing 29.9mm$

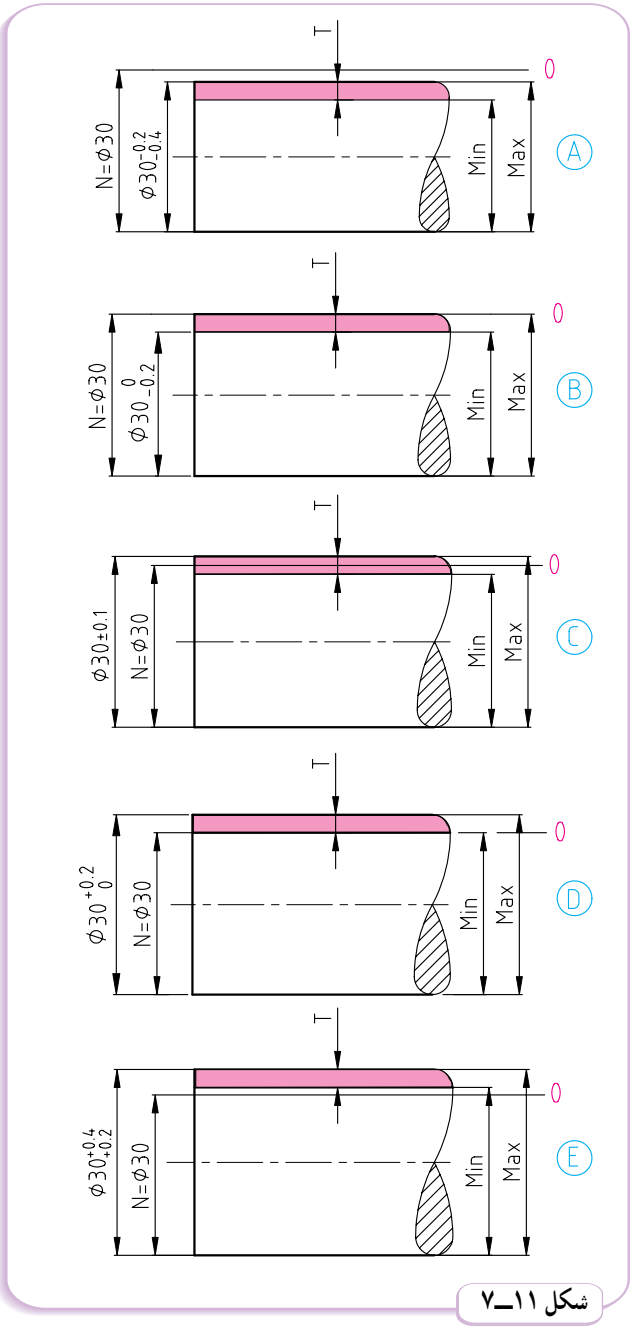
D ــ کوچک‌ترین اندازه‌ی مجاز برابر با خط صفر باشد :

$T = 0.2 \quad Max = \varnothing 30.2mm \quad Min = \varnothing 30mm$

E ــ کوچکترین اندازه بیش‌تر از خط صفر باشد. بالای خط صفر یا اندازه‌ی اسمی :

$T = 0.2 \quad Max = \varnothing 30.4mm \quad Min = \varnothing 30.2mm$

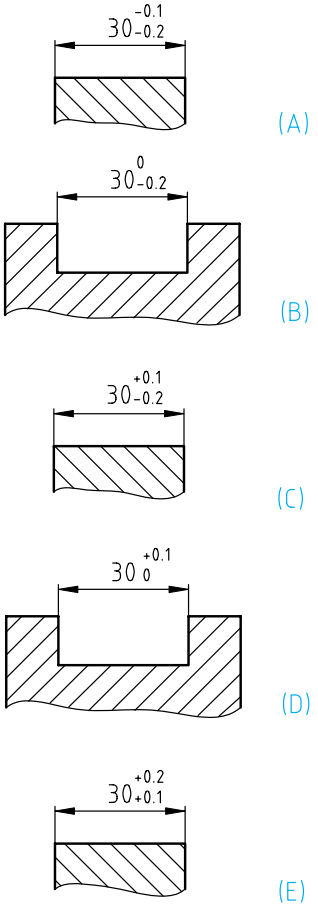
مجموعه‌ی کیفیت تولرانس و موقعیت تولرانس به «میدان تولرانس» موسوم است.



شکل ۱۱ــ۷

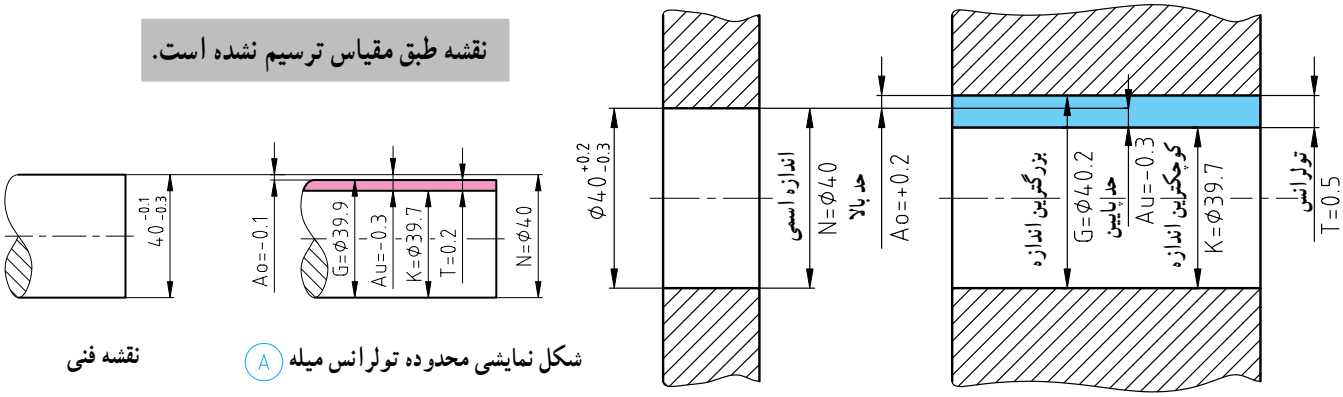
تمرین (۱ــ۷)

۱ــ با توجّه به اندازه‌های داده‌شده بر روی قطعات مطابق شکل، جدول زیر را کامل کنید.



اندازه (mm)	A	B	C	D	E
اندازه اسمی					
انحراف فوقانی					
انحراف تحتانی					
بزرگ‌ترین اندازه مجاز					
کوچک‌ترین اندازه مجاز					
تولرانس					

۲ــ در شکل A نقشه‌ی فنی و نمایش محدوده‌ی تولرانس برای یک میله و در شکل B این موارد برای یک سوراخ نشان داده شده است. با توجه به اطلاعات روی نقشه، جدول زیر را کامل کنید.



نقشه فنی — شکل نمایشی محدوده تولرانس میله (A)

نقشه فنی — شکل نمایشی محدوده تولرانس سوراخ (B)

	اندازه اسمی N	Ao انحراف فوقانی	G بزرگ‌ترین اندازه مجاز	Au انحراف تحتانی	K کوچک‌ترین اندازه مجاز	T تولرانس
سوراخ (B)						
میله (A)						

۲ــ۷ــ انطباقات

ــ مفهوم میله و سوراخ در انطباقات

a ــ به هر قطعه‌ای با هر شکل و فرمی که وارد قطعه‌ای دیگر شود، «میله» گویند. میله می‌تواند استوانه‌ای، چهارگوش و ... باشد.

bــ هر قطعه‌ای با هر شکل و فرمی که قطعه‌ای وارد آن شود را «سوراخ» گویند. سوراخ می‌تواند گرد، سه گوش و ... باشد (شکل ۱۲ــ۷)

c ــ اگر درب یک ماژیک را روی آن جا بزنید یک عمل انطباق انجام داده‌اید. (شکل a۱۳ــ۷)

d ــ وقتی دو قطعه در داخل یکدیگر قرار می‌گیرند می‌گوییم آن دو قطعه بر هم منطبق شده‌اند و انطباق را بوجود آورده‌اند. (شکلb۱۳ــ۷) قطعات را قبل از انطباق نشان می‌دهد.

ــ مفهوم «لقی» و «سفتی» در انطباقات

✿ ***لقی:*** تفاضل اندازه‌ی قطر سوراخ از قطر میله را لقی می‌گویند.

➢ بزرگ‌ترین لقی وقتی پیش می‌آید که سوراخ بزرگ‌ترین و میله کوچک‌ترین اندازه‌ی ممکن را داشته باشد.

کوچکترین اندازه میله ــ بزرگترین اندازه سوراخ = بزرگترین لقی

➢کوچکترین لقی وقتی حاصل می‌شود که سوراخ کوچک‌ترین و میله بزرگ‌ترین اندازه‌ی ممکن را داشته باشد (شکلa,b ۱۴ــ۷).

بزرگترین اندازه میله ــ کوچکترین اندازه سوراخ = کوچکترین لقی

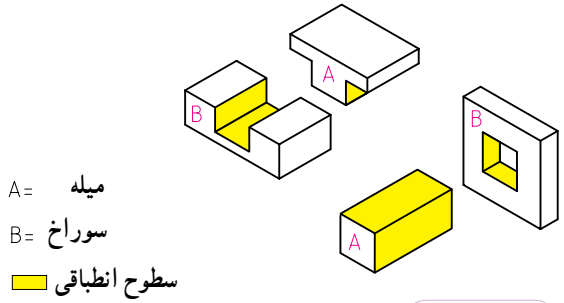
✿ **سفتی:** تفاضل اندازه‌ی قطر میله از قطر سوراخ را سفتی گویند.

➢ بزرگ‌ترین سفتی، درصورتی بوجود می‌آید که میله بزرگ‌ترین و سوراخ کوچک‌ترین اندازه‌ی ممکن را داشته باشد.

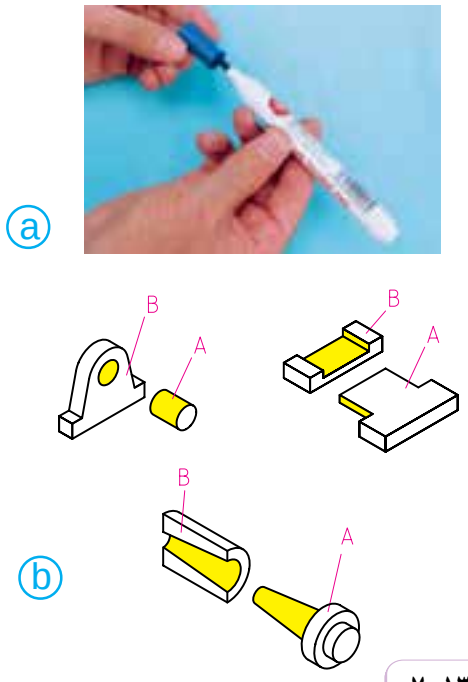
کوچکترین‌اندازه سوراخ ــ بزرگترین اندازه‌میله = بزرگترین سفتی

➢کوچک‌ترین سفتی درصورتی بوجود می‌آید که میله کوچکترین و سوراخ بزرگ‌ترین اندازه‌ی ممکن را داشته باشد (شکلc,d ۱۴ــ۷).

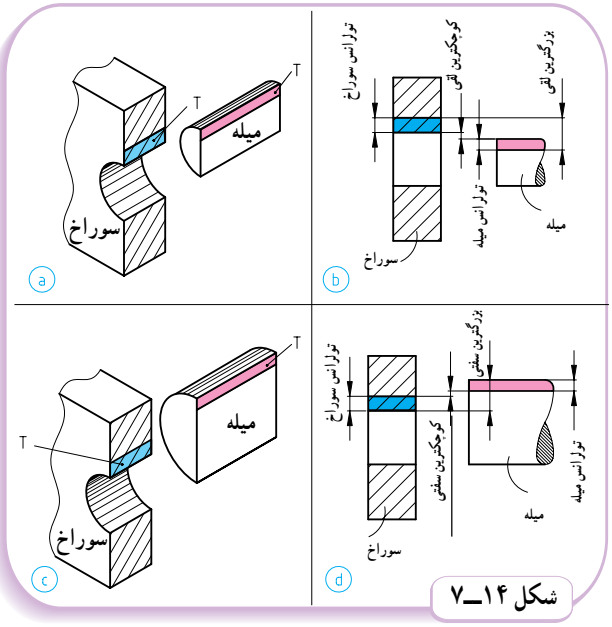
بزرگترین اندازه سوراخ ــ کوچکترین‌اندازه میله = کوچکترین‌سفتی



شکل ۱۲ــ۷



شکل ۱۳ــ۷



شکل ۱۴ــ۷

۱ــ۲ــ۷ــ انواع انطباقات

۱ــ *انطباق آزاد و روان:* انطباق بازی‌دار یا آزاد و روان زمانی پیش می‌آید که دو قطعه نسبت به هم دارای بازی و به عبارت دیگر نسبت به هم دارای لقی باشند.

a ــ ممکن است لقی زیاد باشد، طوری که برای جازدن، نیاز به نیرو نباشد. (شکل a ۱۵ــ۷)

b ــ ممکن است لقی متوسط یا کم باشد، طوری که برای جازدن فشارِ کمِ دست کافی باشد. (شکل b ۱۵ــ۷)

c ــ در شکل (شکل c ۱۵ــ۷) سقف زیرگذر به حدی بلند است که عبور کامیون به‌طور روان و آزاد انجام می‌گیرد.

۲ــ *انطباق عبوری (فیت):* این نوع انطباق را می‌توان انتقالی نیز نامید و آن حالتی است که دو قطعه ضمن نداشتن لقی یا کمترین لقی در یکدیگر قابل حرکت یا لغزیدن با نیروی کم هستند.

a ــ ممکن است لقی خیلی کم باشد، طوری که جازدن با فشار زیاد دست انجام گیرد. (شکل a ۱۶ــ۷)

b ــ ممکن است هیچ‌گونه لقی وجود نداشته باشد، طوری که جازدن با ضربات ملایم یک چکش سبک میسر باشد. (شکل b ۱۶ــ۷)

c ــ در شکل (شکل c ۱۶ــ۷)، ارتفاع سقف تقریباً با ارتفاع کامیون برابر است طوری که در مقابل حرکت کامیون کمابیش مقاومتی صورت می‌گیرد، اما به هر حال عبور به‌طور فیت انجام می‌شود.

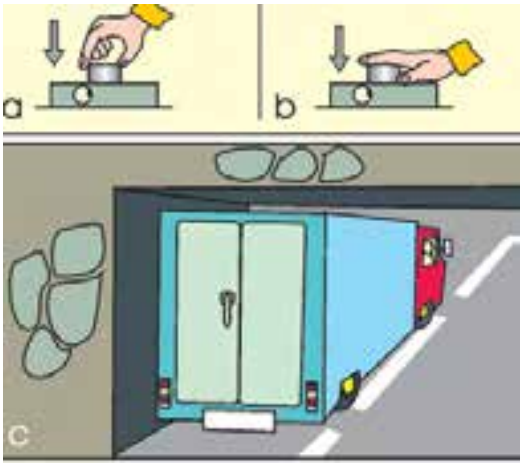
۳ــ *انطباق پرسی:* به این نوع انطباق، تداخلی نیز گفته می‌شود و در این حالت اختلاف اندازه‌های فعلی میله و سوراخ به‌گونه‌ای است که باید از نیروهای زیادتری (نسبت به دو حالت قبل) استفاده کرد.

* در انطباق نوع پرسی اغلب، نوع اتصال دائمی است :

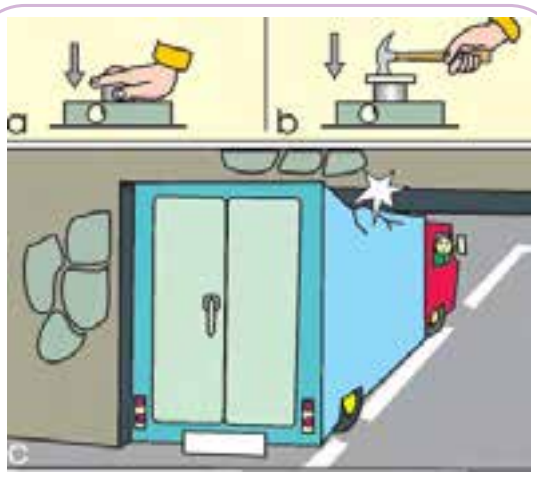
a ــ انطباق با ضربات چکش سنگین انجام می‌گیرد. (شکل a ۱۷ــ۷)

b ــ انطباق با نیروی زیاد یک پرس دستی یا ماشینی انجام می‌گیرد. (شکل b ۱۷ ــ۷)

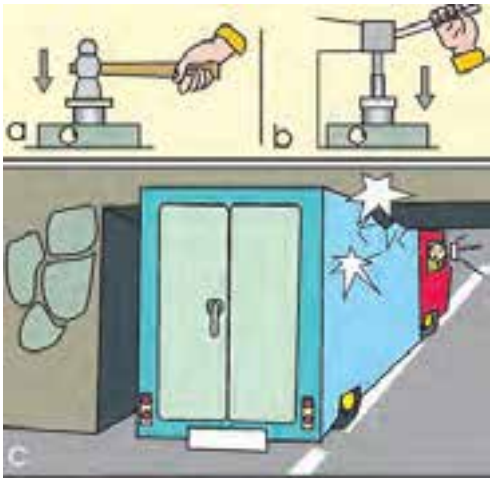
c ــ اختلاف ارتفاع زیادی که بین کامیون و زیر گذر وجود دارد باعث برخورد و اصطکاک بسیارشدیدی می‌شود به‌طوری که عبور کامیون با مشکل مواجه می‌شود (شکل c۱۷ــ۷).



شکل ۱۵ــ۷



شکل ۱۶ــ۷



شکل ۱۷ــ۷

۲ــ۲ــ۷ــ سیستم سوراخ مبنا: در این سیستم اندازه‌ی قطر سوراخ را ثابت نگهداشته و با انتخاب انحراف‌های لازم، اندازه‌ی قطر میله رابرحسب نیاز به نحوی تغییر می‌دهند تا انطباق مورد لزوم (آزاد، عبوری و پرسی) حاصل شود.

a ــ در این سیستم کوچک‌ترین اندازه‌ی سوراخ روی خط صفر و برابر با اندازه‌ی اسمی است.

b ــ برای نشان‌دادن موقعیت تولرانس میله نسبت به خط صفر از حروف لاتین کوچک (a تا z) استفاده می‌کنند.

c ــ در سیستم سوراخ مبنا حرف H مشخص‌کننده‌ی موقعیت میدان تولرانس سوراخ است و همواره سیستم سوراخ مبنا را تداعی می‌کند.

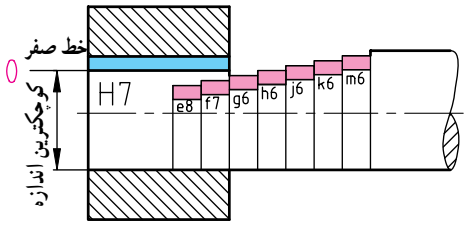
d ــ هرچه از حرف a به طرف حرف z دورتر شویم، نوع انطباق محکم‌تر می‌شود. به این ترتیب که سوراخی با موقعیت میدان تولرانس H می‌تواند با میله‌هایی با موقعیت میدان‌های تولرانس :

ــ از a تا h انطباق بازی‌دار،

ــ از J تا n انطباق عبوری،

ــ از p تا z انطباق پرسی

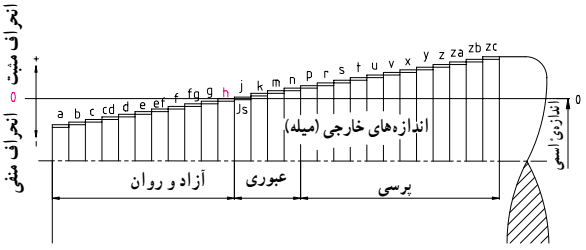
را به وجود آورد (شکل ۱۸ــ۷).



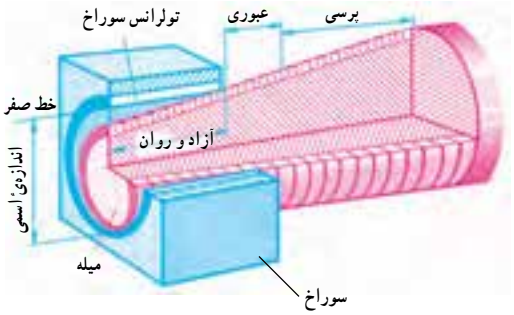
(a),(b)

مثال:

انطباق آزاد	انطباق عبوری	انطباق پرسی
h7/f7	H7/h6	H7/m6



(b),(c)



(c),(d) **سیستم انطباقی سوراخ مبنا**

شکل ۱۸ــ۷

۳ــ۲ــ۷ــ سیستم میله مبنا: در این سیستم اندازه‌ی قطر میله را ثابت نگهداشته و با انتخاب انحراف‌های لازم، اندازه‌ی قطر سوراخ را به نحوی تغییر می‌دهند تا انطباق مورد لزوم (آزاد، عبوری و پرسی) حاصل شود.

a ــ در این سیستم بزرگ‌ترین اندازه‌ی میله روی خط صفر و برابر با اندازه‌ی اسمی است.

b ــ برای نشان‌دادن موقعیت تولرانس سوراخ نسبت به خط صفر از حروف لاتین بزرگ (A تا Z) استفاده می‌کنند.

c ــ در سیستم میله مبنا حرف h مشخص‌کننده‌ی موقعیت میدان تولرانس میله بوده و همواره سیستم میله مبنا را تداعی می‌کند.

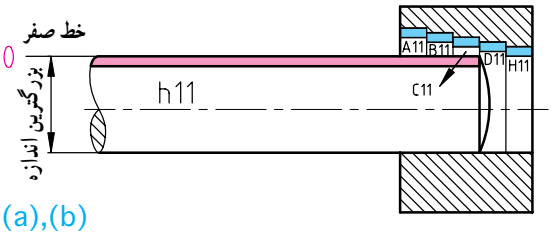
d ــ هرچه از حرف A به طرف Z دورتر شویم، نوع انطباق محکم‌تر می‌شود. به این ترتیب که میله‌ای با موقعیت میدان تولرانس h می‌تواند با سوراخ‌هایی با موقعیت میدان‌های تولرانس :

از A تا H انطباق بازی دار ؛

از J تا N انطباق عبوری ؛

از P تا Z انطباق پرسی

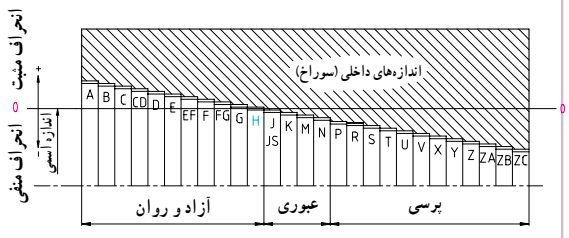
را بوجود آورد (شکل ۱۹ــ۷).



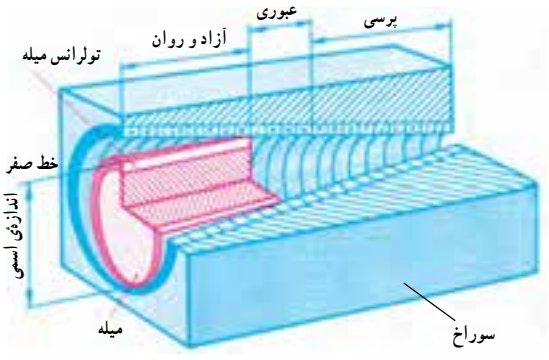
(a),(b)

مثال:

انطباق آزاد	انطباق عبوری	انطباق پرسی
h11/B11	h11/H11	h11/M11



(b),(c)



سیستم انطباقی میله مبنا

(c),(d)

شکل ۱۹ــ۷

۴ــ۲ــ۷ــ نحوه‌ی خواندن اندازه‌های انطباقی از روی نقشه (شکل ۲۰ــ۷)

۱ــ میله‌ای با اندازه‌ی اسمی ∅15 ، با انحراف فوقانی 0 و انحراف تحتانی 0.2

۲ــ شکافی با اندازه‌ی اسمی 40، با انحراف فوقانی و تحتانی یکسان به مقدار 0.5

۳ــ زبانه‌ای با اندازه‌ی اسمی 45 با بزرگ‌ترین اندازه‌ی مجاز 45.123 و کوچک‌ترین اندازه‌ی مجاز 45.088

۴ــ سوراخی با اندازه‌ی اسمی ∅30 با ردیف انطباقی H (سیستم سوراخ مبنا) و با کیفیت تولرانس 7 (دقت متوسط)

۵ــ میله‌ای با اندازه اسمی ∅30 با ردیف انطباقی g و با کیفیت تولرانس 6 (دقت متوسط)

* اندازه‌گذاری در حالت مونتاژ با استفاده از علائم انطباقی:

۶ــ بعد از اندازه‌ی اسمی، ابتدا علائم انطباقی مربوط به سوراخ (با حرف لاتین بزرگ) سپس علائم انطباقی مربوط به میله (با حرف لاتین کوچک) قرار می‌گیرد.

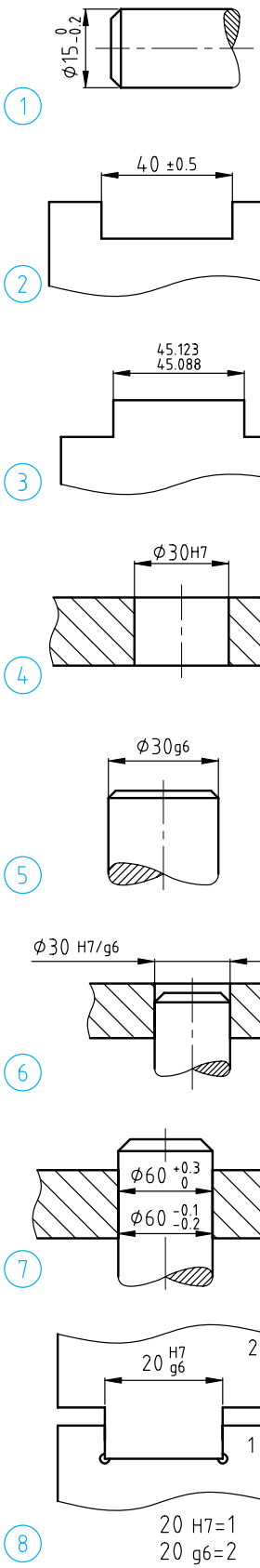
سوراخ ∅30H7 و میله ∅30g6

* اندازه‌گذاری در حالت مونتاژ، با استفاده از مقدار انحراف اندازه

۷ــ در قسمت بالا اندازه‌ی سوراخ $\varnothing 60^{+0.3}_{0}$ و در قسمت پایین اندازه‌ی میله $\varnothing 60^{-0.1}_{0.2}$ قرار می‌گیرد.

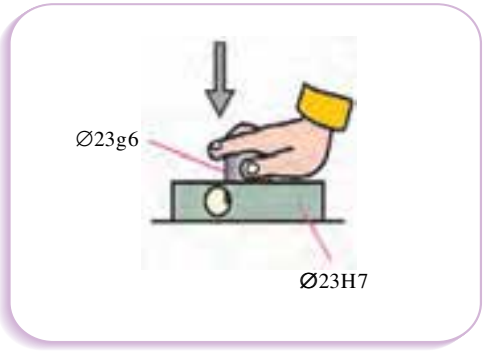
* اندازه‌گذاری در حالت مونتاژ با استفاده از شماره قطعه

۸ــ درصورتی که قطعات شماره داشته باشند، می‌توان در کنار شماره هر قطعه اندازه‌ی اسمی را به همراه علائم انطباقی آن قید کرد.



شکل ۲۰ــ۷

۵ــ۲ــ۷ــ خواندن اندازه از روی جدول انطباقات



(جدول ۱ــ۷): می‌خواهیم با استفاده از جدول انطباقات برای اندازه Ø23H7 / g6 میزان انحراف، تولرانس، بزرگ‌ترین و کوچکترین اندازه را برای میله و سوراخ به‌دست آوریم.

مراحل زیر را مطابق جدول انجام دهید :

۱ــ برای یافتن انحراف از ستون سمت چپ، اندازه‌ی اسمی 23 را در راستای (24...18) شناسایی کنید.

۲ــ برای یافتن مقادیرانحراف اندازه‌ی سوراخ در زیر ستون H7 و در راستای اندازه‌ی اسمی (24...18) به مقادیر $^{+21}_{0}$ می‌رسید.

۳ــ برای یافتن انحراف اندازه‌ی میله در زیر ستون g6 به مقادیر $^{-7}_{-20}$ می‌رسید.

جدول ۱ ــ ۷

انطباقات ــ ISO

سیستم سوراخ مبنا — محدودهٔ تولرانس به µm (1µm = 0,001)

محدوده اندازه نامی تا... از mm	سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس لق			عبوری		پرسی	سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق: محدودهٔ تولرانس لق			عبوری			پرسی		
	H6	h5	j6	k6	n5	p5		H7	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	r6	s6
1...3	+6 0	0 -4	+4 -2	+6 0	+8 +4	+10 +6		+10 0	-6 -16	-2 -8	0 -6	+4 -2	+6 0	+8 +2	+10 +4	+16 +10	+20 +14
3...6	+8 0	0 -5	+6 -2	+9 +1	+13 +8	+17 +12		+12 0	-10 -22	-4 -12	0 -8	+6 -2	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+23 +15	+27 +19
6...10	+9 0	0 -6	+7 -2	+10 +1	+16 +10	+21 +15		+15 0	-13 -28	-5 -14	0 -9	+7 -2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+28 +19	+32 +23
10...14	+11 0	0 -8	+8 -3	+12 +1	+20 +12	+26 +18		+18 0	-16 -34	-6 -17	0 -11	+8 -3	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+34 +23	+39 +28
14...18																	
18...24	+13 0	0 -9	+9 -4	+15 +2	+24 +15	+31 +22		+21 0	-20 -41	-7 -20	0 -13	+9 -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+41 +28	+48 +35
24...30																	
30...40	+16 0	0 -11	+11 -5	+18		37		+25 0	-25 -50	-9 -25	0 -16	+11			+33	+50 +34	+59 +43

حال با استفاده از مقادیر بدست آمده، محاسبات لازم را می‌توان انجام داد :

سوراخ مبنا: سیستم انطباقی		**لق (آزاد): نوع انطباق**		Ø23H7 / g6	
تولرانس میله = −0.007 − (−0.020) = 0.013	سوراخ	انحراف فوقانی = +0.021	میله	انحراف فوقانی = −0.007	
تولرانس سوراخ = +0.021 − 0.000 = 0.021	Ø23H7	انحراف تحتانی = 0.000	Ø23g6	انحراف تحتانی = −0.020	
بزرگ‌ترین لقی = 23.021 − 22.980 = 0.041		بزرگ‌ترین اندازه‌ی سوراخ = 23.021mm		بزرگ‌ترین اندازه‌ی میله = 22.993mm	
کوچک‌ترین لقی = 23.000 − 22.993 = 0.007		کوچک‌ترین اندازه‌ی سوراخ = 23.000mm		کوچک‌ترین اندازه‌ی میله = 22.980mm	

۶ــ۲ــ۷ــ جدول تولرانس‌های آزاد: برای قطعاتی که مقادیر انحراف اندازه روی نقشه‌ی آن‌ها پیش‌بینی نشده باشد می‌توان از جدول تولرانس آزاد جدول (۲ــ۷) با توجه به دقت تولید (ظریف، متوسط، خشن و خیلی خشن) استفاده کرد. تولرانس‌های آزاد علاوه‌بر اندازه‌های طولی برای زوایا نیز قابل استفاده می‌باشند.

مثال: برای قطعه‌ای با اندازه‌ی اسمی 258mm با دقت متوسط، تولرانس آزاد را حساب کنید.

پاسخ: از روی جدول ملاحظه می‌شود که عدد 258 (مابین 400....120>) قرار دارد، درنتیجه مقدار انحراف آن در ردیف متوسط برابر با $\pm 0/5$ است.

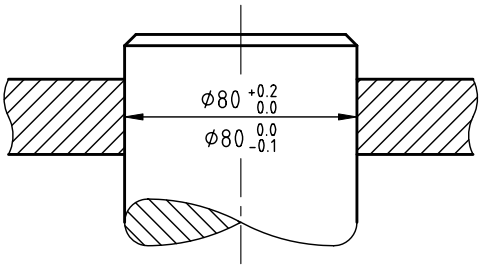
$$(258 \pm 0.5)$$

جدول۲ ــ ۷

میزان دقت	برای اندازه‌های طولی انحراف‌ها به mm						برای انحراف‌های زاویه‌ای به درجه و دقیقه			
	محدوده‌ی اندازه نامی (mm)						طول ضلع کوتاه (mm)			
	>3 ...6	>6 ...30	>30 ...120	>120 ...400	>400 ...1000	>1000 ...2000	1 ...10	>10 ...50	>50 ...120	>120 ...400
± بسته (ظریف)	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,5				
± متوسط	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	1°	30′	20′	10′
± باز (خشن)	0.2	0.5	0.8	1.2	2.0	3.0	1°30′	50′	25′	15′
± خیلی باز(خیلی خشن)	0.5	1	1.5	2	3	4	3°	2°	1°	30′

درکارگاه مونتاژ میل‌لنگ کشتی، قطعات با یکدیگر منطبق می‌شوند

تمرین (۲ــ۷)



۱ــ با توجه به شکل مقابل کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

الف)

سوراخ	انحراف فوقانی = 0/2
	انحراف تحتانی = 0/1

ب)

میله	انحراف فوقانی = 0/1
	انحراف تحتانی = 0

ج)

میله	انحراف فوقانی = 0/2
	انحراف تحتانی = −0/1

د)

سوراخ	انحراف فوقانی = 0/2
	انحراف تحتانی = 0

۲ــ اگر برای طول 30mm مقدار 0.3mm افزایش طول و 0.2mm کاهش طول مجاز باشد، تولرانس چه مقدار می‌باشد؟

الف ــ 0.1 ب ــ 0.5 ج ــ 0.3 د ــ 0.2

۳ــ یک قطعه کار باید با حداقل اندازه 50 و تولرانس 0.2 ساخته شود. نماد صحیح کدام است؟

الف ــ $50^{+0.2}_{0.0}$ ب ــ $50_{\pm 0.2}$

ج ــ $50^{+0/3}_{+0/1}$ د ــ $50_{\pm 0.1}$

۴ــ منظور از اندازه ∅25H4 چیست؟

الف ــ میله‌ای به قطر اسمی 25mm و با ردیف انطباقی H4

ب ــ سوراخ استوانه‌ای به قطر 25mm و با ردیف انطباقی H4

ج ــ شیار استوانه‌ای به اندازه‌ی 25mm و با ردیف انطباقی H4

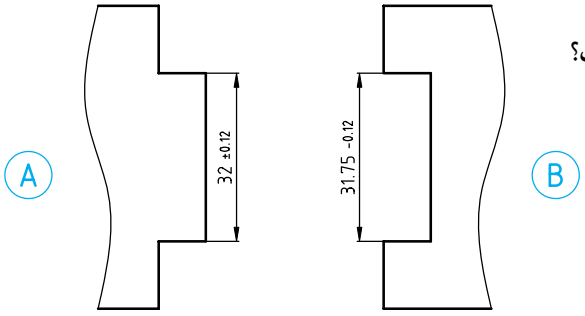
د ــ زبانه‌ای به قطر اسمی 25mm و با ردیف انطباقی H4

۵ــ حالت انطباق (20H7/g6) از چه نوع است؟

الف ــ عبوری ب ــ نسبتاً محکم

ج ــ پرسی سبک د ــ خیلی لق

۶ــ با توجه به شکل مقابل، کدام‌یک از جملات زیر صحیح است؟



الف ــ تولرانس قطعه B = 0.12 و تولرانس قطعه A = 0.24

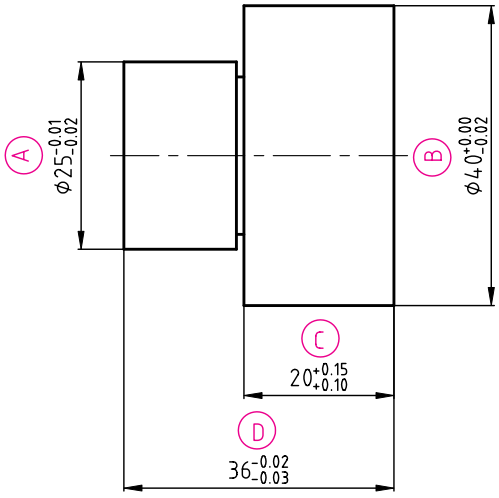
ب ــ انحراف تحتانی قطعه B = 31.63

ج ــ بزرگ‌ترین اندازه قطعه A = 0.12

د ــ انحراف فوقانی قطعه A = 32.12

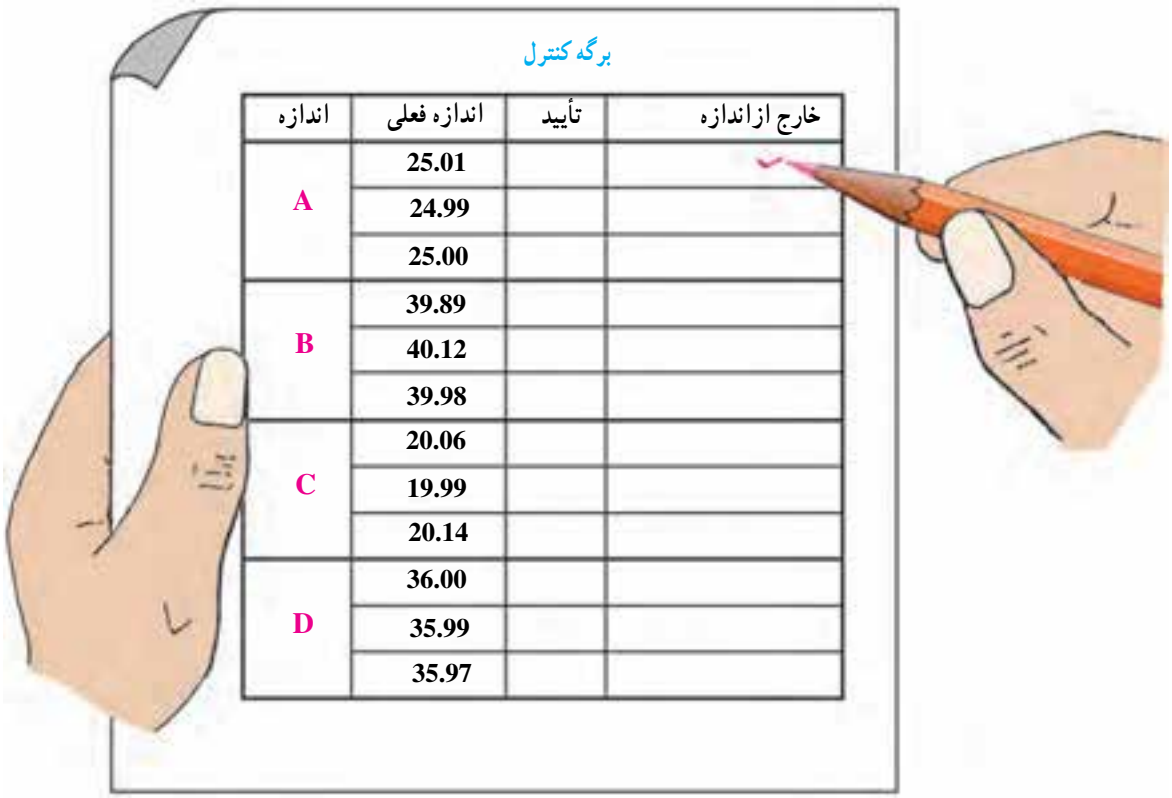
۷ــ برای تولیدقطعه‌ای مطابق شکل زیر لازم است که از هر ۱۰۰ قطعه‌ی ساخته‌شده ۳ مورد آن کنترل شود و در قسمت اندازه‌های فعلی (در برگه‌ی کنترل) ابعاد این ۳ قطعه ثبت گردد.

اندازه‌های اصلی قطعه در روی نقشه و در برگه‌ی کنترل با نماد D,C,B,A مشخص شده است. اندازه‌هایی که خارج از تولرانس بوده و اندازه‌هایی که مورد تایید است را با علامت ✓ مطابق مثال مشخص کنید.



برگه کنترل

اندازه	اندازه فعلی	تأیید	خارج ازاندازه
A	25.01		
	24.99		
	25.00		
B	39.89		
	40.12		
	39.98		
C	20.06		
	19.99		
	20.14		
D	36.00		
	35.99		
	35.97		



۳ــ۷ــ کیفیت سطح

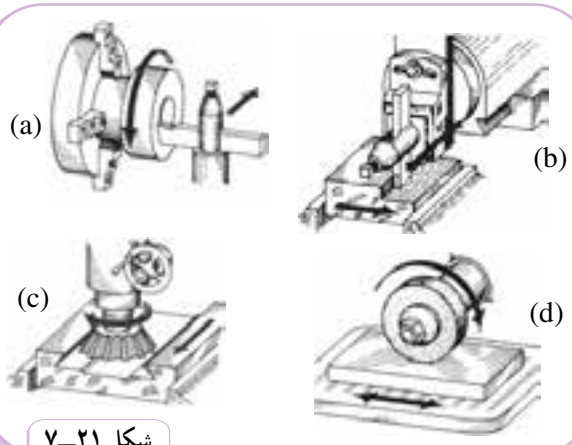
سطوح مربوط به قطعات به روش‌های مختلفی براده‌برداری می‌شوند. در (شکل ۲۱ــ۷) چهار نوع از آن‌ها را می‌بینیم.

a ــ تراشکاری

b ــ صفحه تراشی

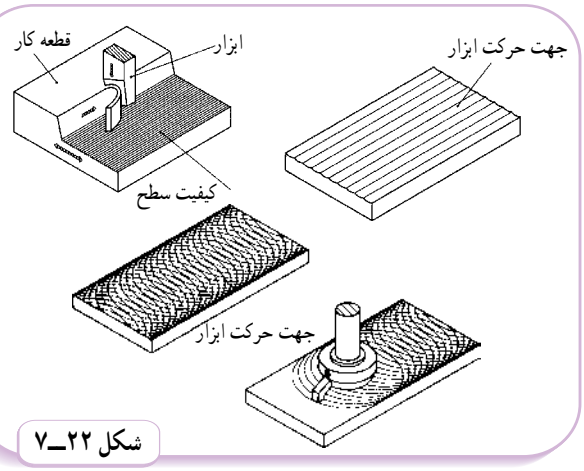
c ــ فرزکاری

d ــ سنگ‌زنی



شکل ۲۱ــ۷

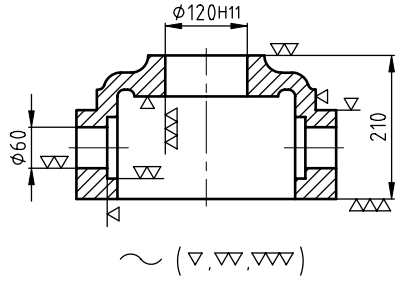
در هر روش بنا به وضعیت ابزار، نوع حرکت، جنس قطعه و ... سطح با کیفیت خاصی به‌دست می‌آید (شکل ۲۲ــ۷).



شکل ۲۲ــ۷

در نقشه‌های فنی هر مقدار زبری را می‌توان با علائم اختصاری معرفی کرد.

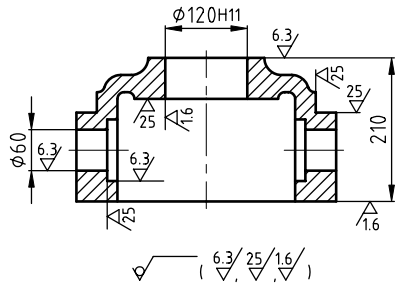
در استانداردهای قدیمی که به روش مثلثی موسوم است میزان پرداخت سطوح را به ۴ مرحله تقسیم و با همین نوع تقسیم‌بندی ساده، کیفیت سطح حاصل از فرآیندهای مختلف تولید را مشخص می‌کردند. هرچه تعداد مثلث‌ها بیشتر باشد، کیفیت سطح بالاتر است (شکل ۲۳ــ۷).



روش قدیم

شکل ۲۳ــ۷

با پیشرفت صنعت و تکنولوژی و افزایش و تنوع روش‌های مختلف ساخت و تولید، تقسیم‌بندی به‌روش مثلثی، گویا و کافی نبود به همین جهت برای دقت بیشتر و رسیدن به صافی سطح مطلوب، علائم جدید موسوم به علائم رادیکالی به‌کار گرفته شد. این علائم توسط استاندارد ISO توصیه و در اغلب کشورها از آن ها استفاده می‌شود (شکل ۲۴ــ۷).

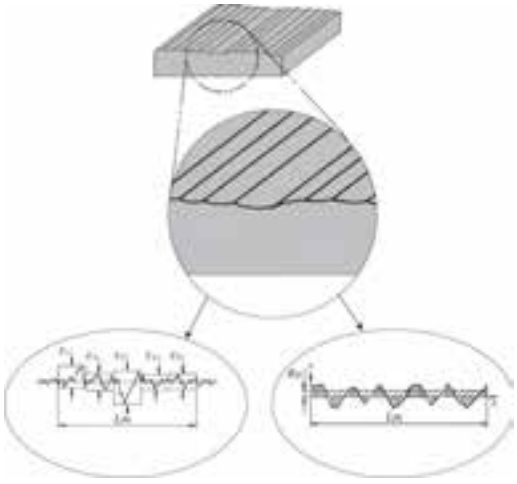


روش جدید مطابق (DIN ISO 1302)

شکل۲۴ــ۷

مقدار زبری سطح را می‌توان به روش‌های مختلفی نشان داد. در این میان دو مورد Ra و Rz روش‌های معروفی هستند که بیشترین کاربرد را دارند. به‌طوری که برخی از نقشه‌ها با روش Ra و برخی دیگر با روش Rz علامت‌گذاری می‌شوند.

این مقادیر برحسب میکرومتر μm ($\frac{1}{1000}$ میلی‌متر) می‌باشند. هرچه این مقادیر کوچک‌تر باشند، صافی سطح مرغوب‌تر است (شکل ۲۵ــ۷).



Ra= میانگین متوسط زبری سطح Rz= میانگین بلندترین ارتفاع‌های زبری

شکل ۲۵ــ۷

نمونه‌هایی از دستگاه (ثابت و سیار) برای تعیین مقدار Ra و Rz در شکل a,b ۲۶ــ۷ نشان داده شده است.

(عدد) درجه زبری (N):

عدد زبری N1 تا N12 را می‌توان به جای مقادیر Ra یا Rz در روی نقشه ذکر کرد (جدول ۳ــ۷).

(a)

(b)

شکل ۲۶ــ۷

جدول۳ ــ۷

Ra	50	25	12/5	6/3	3/2	1/6	0/8	0/4	0/2	0/1	0/05	0/025
N	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1

(جدول ۳ــ۷)

۱ــ۳ــ۷ــ مفهوم نمادهای صافی سطح مطابق جدول ۴ــ۷

الف ــ روش قدیمی (روش مثلثی)

مفاهیم نمادها:

a ــ سطح خام (با روش ساخت دقیق بدون براده‌برداری)

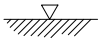
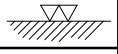
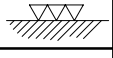
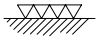
b ــ سطح زبر (خشن) (شیارهای سطح محسوس بوده و با چشم غیرمسلّح دیده می‌شوند)

c ــ سطح صاف (پرداخت) (شیارهای سطح با چشم غیرمسلّح هم دیده می‌شوند).

d ــ سطح خیلی صاف (پرداخت ظریف) (شیارهای سطح، دیگر با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند)

e ــ سطح کاملاً پرداخت (سطح قطعه فوق پرداخت و در حد آینه‌ای) است.

جدول۴ ــ۷

نمادهای کیفیت سطح به روش مثلثی طبق DIN 3141	نمونه‌ی روش تولید	نماد	
	روش ساخت دقیق (بدون براده‌برداری)		a
	نورد، ریخته‌گری در قالب فلزی		b
	تراشکاری دقیق، فرزکاری دقیق		c
	سنگ‌زدن		d
	سنگ‌زدن دقیق، سایش با پارچه		e

ب ــ روش جدید

در این روش علامت اصلی که برای نشان‌دادن کیفیت سطح استفاده می‌شود به شکل رادیکال می‌باشد. (شکل ۲۷ــ۷)

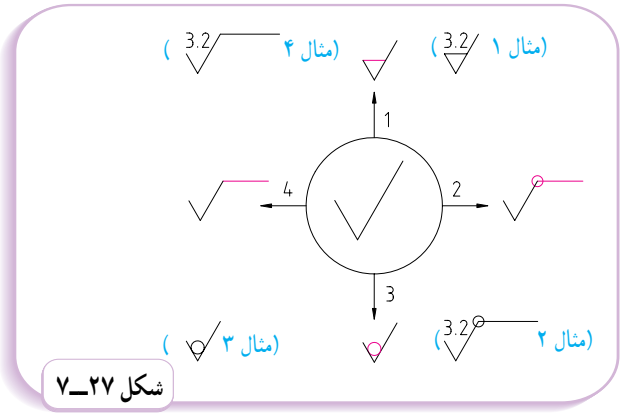
علامت اصلی $\surd$ به‌تنهایی مفهومی ندارد اما اگر :

۱ــ یک پاره‌خط کوتاه روی آن ترسیم شود به مفهوم آن است که براده‌برداری مجاز می‌باشد. (مثال ۱)

۲ــ با علامت اصلی یک دایره اضافه همراه باشد به مفهوم آن است که کیفیت سطح در تمام سطوح قطعه یکسان است. (مثال ۲)

۳ــ داخل علامت اصلی یک دایره ترسیم شود، بیانگر غیرمجازبودن عملیات براده‌برداری است. یعنی اینکه سطح قطعه کار باید به همان وضعیت اولیه باقی بماند. (مثال ۳)

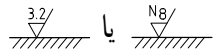
۴ــ به علامت اصلی یک خط بلند اضافه شود به مفهوم آن است که روی سطح قطعه بایستی عملیات اضافی انجام گیرد. (مثال ۴)



شکل ۲۷ــ۷

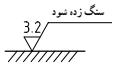
● **مفاهیم نمادها** (شکل ۲۸a-e ــ۷)

a ــ مقدار زبری برحسب µm (یا عدد زبری N)

مثال 

یا

b ــ روش ساخت و تولید یا انجام هرگونه عملیات سطحی (سنگ زنی و ...)

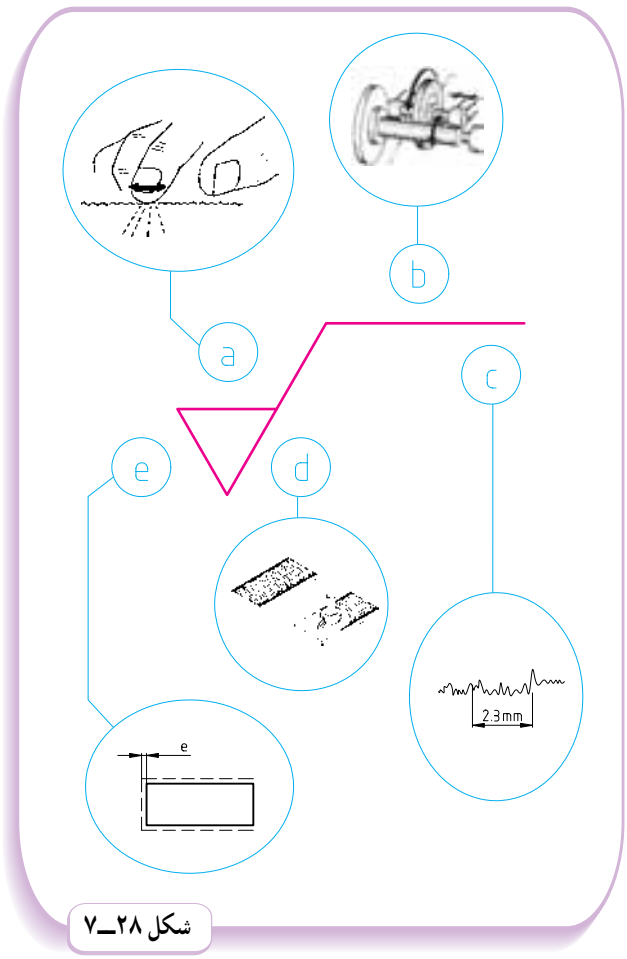
مثال 

c ــ طول نمونه، اگر ذکر طول نمونه ضروری باشد، قید می‌شود.

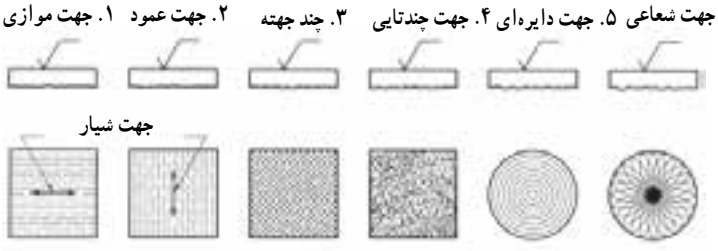
مثال

d ــ جهت تولید (جهت شیار). اگر نیاز به کنترل در جهت تولید باشد، به‌وسیله علائمی مشخص می‌شود.

علائمی مثل : M, =, C, R, X, ... (شکل ۲۸ــ۷).



شکل ۲۸ــ۷



e ــ اضافه تراش (مقدار براده‌برداری لازم). در صورت نیاز، مقدار مجاز ماشین‌کاری در طرف چپ نماد، مشخص می‌شود.

۲ــ۳ــ۷ــ مفهوم نماد در روی نقشه فنی (شکل ۲۹ــ۷).

a ــ در قطعاتی که همه‌ی سطوح آن دارای کیفیت سطح یکسانی هستند اطلاعات سطح در کنار قطعه نوشته می‌شود.

مثال: کیفیت سطح همه سطوح 6.3 µm (شکل a ۲۹ــ۷).

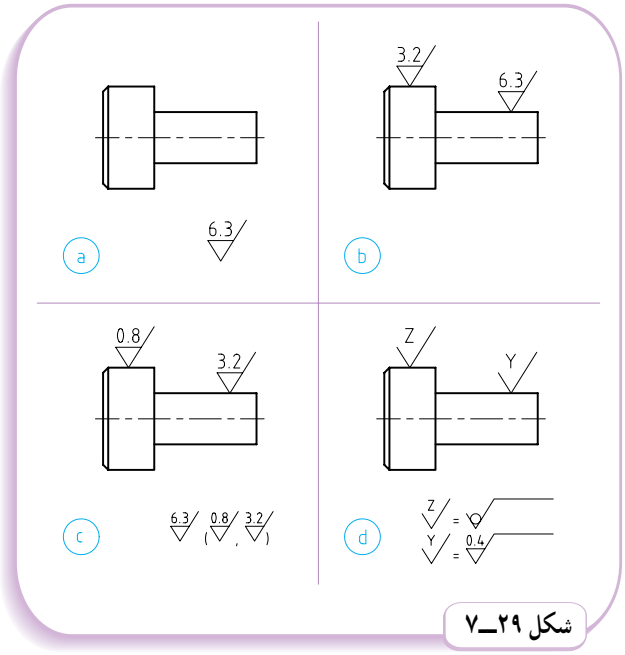
b ــ در قطعاتی که هریک از سطوح آن از یک نوع صافی سطح برخوردار باشد، روی هر سطح مقدار کیفیت سطح با نمادمورد نظر داده می‌شود. (شکل b ۲۹ــ۷).

c ــ در قطعاتی که بیشترین سطوح آن‌ها کیفیت سطح یکسانی دارند، اطلاعات سطوح استثنا در پرانتز و علامت کیفیت سطح یکسان قسمت‌های دیگر، در خارج از پرانتز ارائه می‌شود.

مثال: همه‌ی قطعه دارای صافی سطح $\sqrt{}^{6.3}$ به غیر از سطوحی که با نماد $\sqrt{}^{0.8}\ ,\ \sqrt{}^{3.2}$ مشخص شده‌اند. (شکل c ۲۹ــ۷).

d ــ در مواردی که جای کافی بر روی شکل وجود ندارد، می‌توان از علائم ساده‌تری که همان مفهوم را داشته باشد استفاده کرد. (معنای آن در جایی دیگر توضیح داده می‌شود.)

(شکل d ۲۹ــ۷).



شکل ۲۹ــ۷

ــ مقایسه‌ی علائم کیفیت سطح (علائم مثلثی، رادیکالی، عدد درجه زبری)

با استفاده از جدول ۵ــ۷ ، علائم کیفیت سطح را می‌توان به یکدیگر تبدیل کرد.

جدول ۵ــ۷

روش	نماد سطح	بدون علامت	~	▽				▽▽				▽▽▽				▽▽▽▽			
قدیم	سری			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	R_z (max)			160	100	63	25	40	25	16	10	16	6.3	4	2.5	_	1	1	0.4
روش	R_z (max)			160	100	63	25	40	25	16	10	16	6.3	4	2.5	_	1	1	0.4
جدید	R_a (max)			25	12.5	6.3	3.2	6.3	3.2	1.6	1.6	1.6	0.8	0.4	0.2	_	0.1	0.1	0.025
	(عدد) درجه زبری			N 11	N 10	N 9	N 8	N 9	N 8	N 7	N 7	N 7	N 6	N 5	N 4	_	N 3	N 3	N 1

سری۱ : خشن (تولید با دقت پایین)

سری۲ : متوسط (تولید با دقت معمولی)

سری۳ : ظرفیت (تولید با دقت خوب)

سری۴ : خیلی ظریف (تولید با دقت بالا)

۳ــ۳ــ۷ــ جدول مقادیر زبری در مقیاس Ra : با توجه به روش تولید، مقدار زبری سطح مشخص می‌شود. به‌عنوان مثال برای روش تولید کف‌تراشی زبری سطح در مقیاس Ra، از 0.4 µm تا 50 µm متغیر است. یعنی می‌توان هریک از مقادیر 0.4، 0.8، 1.6، 3.2، 6.3، 12.5، 25 و 50 را انتخاب کرد.

با توجه به توضیح علامت در زیر جدول ۶ــ۷ ملاحظه می‌شود که برای روش تولید کف‌تراشی سه مقدار 0.4، 0.8 و 1.6 با دقت بالا (برای کارهای دقیق) و مقادیر 12.5، 25 و 50 برای روش تولید کف‌تراشی با دقت کم و پایین(برای کارهای بی‌دقت یا کم‌دقت) مورد استفاده قرار می‌گیرد. سایر مقادیر 3.2 و 6.3 دقت معمولی و متوسط را در روش تولید کف‌تراشی نشان می‌دهند.

کنترل کیفیت سطح یک محور با استفاده از دستگاه سیار زبری سنج

جدول ۶ــ۷

جدول مقادیر زبری در مقیاسRa

	0.012	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50
ریخته‌گری (قالب ماسه‌ای)													
ریخته‌گری (قالب فلزی)													
ریخته‌گری (قالب فلزی تحت فشار)													
شکل دادن در قالب آهنگری													
اکستروژن (معکوس و مستقیم)													
کشش عمیق ورق‌ها													
طول تراشی													
کف‌تراشی													
صفحه تراشی، کله‌زنی													
سوهان‌زنی													
سوراخ‌کاری													
برقوکاری													
شابرزنی													
فرزکاری													
سنگ‌زنی													
هونینگ، لاپینگ													

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

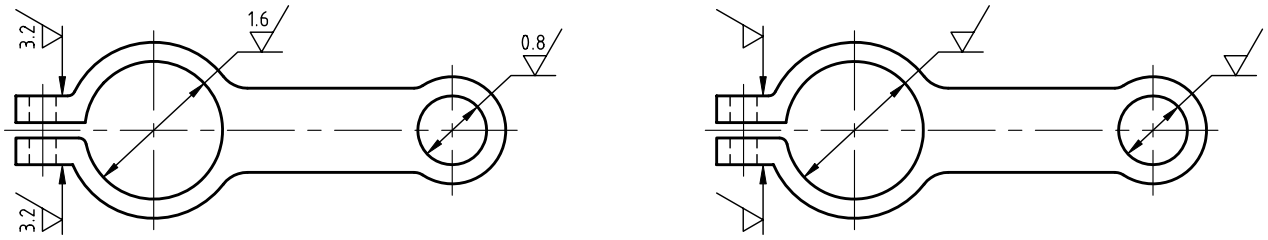
توضیح علامت : صافی سطح در تولید بی‌دقت — صافی سطح با دقت متوسط — صافی سطح با دقت بالا

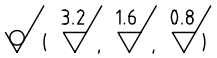
با استفاده از جدول مقایسه‌ی علائم کیفیت سطح (جدول ۵ـ۷) می‌توان مقادیر Ra و Rz و علائم مثلثی را به یکدیگر تبدیل کرد.

تمرین (۳ــ۷)

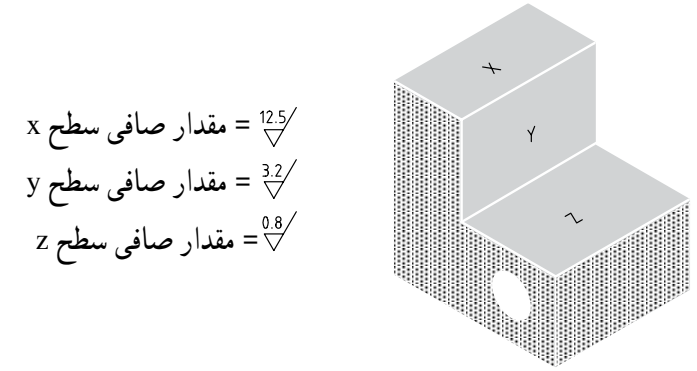
(زمان: ۳۰ دقیقه)

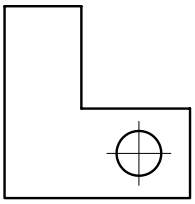
۱ــ در روی نقشه می‌توان به‌جای مقادیر Ra یا Rz از عدد درجه زبری استفاده کرد. در نقشه‌ی زیر به‌جای مقادیر Ra، میزان درجه‌ی زبری (عدد درجه زیری) را بر روی نقشه نشان دهید. می‌توانید از جدول ۳ــ۷، ۵ــ۷یا جدول ۶ــ۷ در صفحات قبل استفاده کنید.

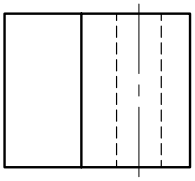




۲ــ قطعه‌ای مطابق شکل با استفاده از ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای تولید می‌شود. تمامی سطح قطعه به همان‌روش تولید شده باقی می‌ماند ؛ به غیر از سطوحی که با نماد x ، y و z نشان داده شده‌اند. علائم مربوطه را روی تصاویر اصلی نشان دهید.





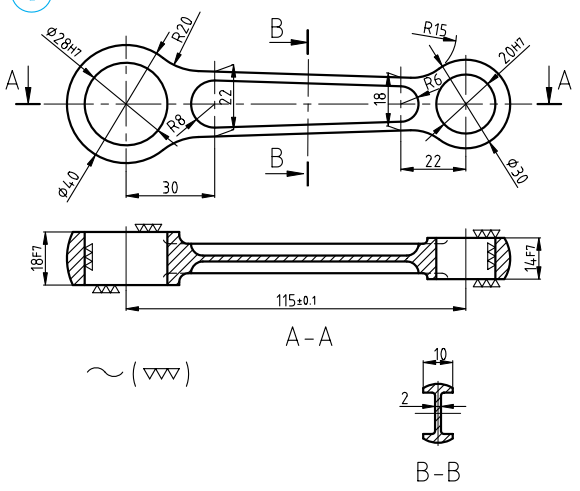


۳ــ با استفاده از جدول مقادیر زبری، برای هریک از روش‌های تولید مقادیر آن را به‌دست آورید و به کمک جدول مقایسه علائم، جدول را کامل کنید (دقت متوسط را درنظر بگیرید.)

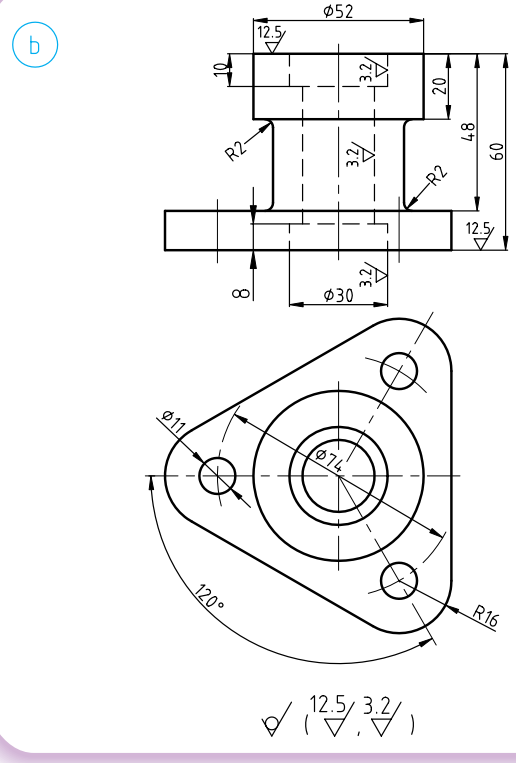
فرآیند تولید / روش زبری	ریخته‌گری تحت فشار	کف‌تراشی	سوراخ‌کاری	فرزکاری	سنگ‌زنی
روش مثلثی					
روش Ra					
روش Rz					
درجه زبری N					

۵ــ استنباط خود را در مورد کیفیت سطح دوقطعه‌ی زیر بنویسید.

a



b



تمرین (۴ــ۷) (زمان: ۱۵ دقیقه)

۱ــ به‌جای علامت ؟ در یک نقشه چه مقداری از Ra را می‌توان جایگزین کرد؟

۱) $\nabla^{12.5}$ ۲) $\nabla^{3.2}$ ۳) $\nabla^{0.8}$ ۴) $\nabla^{0.1}$

۲ــ اگر ماشینکاری روی سطح یک قطعه مجاز باشد، برای این منظور نماد مناسب کدام است؟

۱) ۲) ۳) ۴)

۳ــ در کنار یک نقشه نماد $\perp\ \nabla^{3.2}$ ∇^{Z} = ۴ نوشته شده است. کدام نماد روی سطح قطعه کار قرار می‌گیرد؟

۱) $\nabla^{3.2}$

۲) $\nabla\perp$

۳) ∇^{Z}

۴) ∇^{4}

۴ــ با توجه به نماد $\nabla^{3.2}$ ($\nabla^{0.8}$, $\nabla^{1.6}$) در کنار یک نقشه، کدامیک از عبارات زیر مفهوم این نماد است؟

۱) تمامی سطوح دارای زبری 3.2μm هستند.

۲) تمامی سطوح دارای زبری 1.6μm تا 0.8μm هستند.

۳) مقدار زبری Ra می‌تواند بین 0.8μm و 1.6μm و 3.2μm باشد.

۴) تمامی سطوح دارای زبری 3.2μm می‌باشد به غیر از سطوحی که مقادیر آن داخل پرانتز نوشته شده است.