واحـــد کار به‌کارگیری وخواندن علائم در نقشـــه‌های صنعتی و ترسیم نقشه‌های ترکیبی و برخورد گسترش احجام

◄ **هدف کلی: ترسیم انواع برش در قطعات صنعتی**

عنوان توانایی	زمان		
	نظری	عملی	جمع
به کارگیری نشانه‌های پرداخت سطح در نقشه	۲	۲	۴
تولرانس‌گذاری نقشه‌های صنعتی	۲	۲	۴
اجرای انطباقات در نقشه‌های صنعتی	۲	۲	۴
ترسیم نقشه‌ی اجزای ماشین	۲	۳	۵
ترسیم نقشه‌ی ترکیبی	۲	۵	۷
خواندن نقشه‌ی اجرایی	۲	۶	۸
ترسیم برخورد اجسام	۲	۴	۶
ترسیم گسترش اجسام	۲	۴	۶

توانایی به کارگیری نشانه‌های پرداخت سطح در نقشه

◄ **پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:**

– نشانه‌های پرداخت سطح را معرفی کند.

– نشانه‌های پرداخت را در نقشه به کاربرد.

– اصول کاربرد نشانه‌های سطح را بیان کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۲	۴

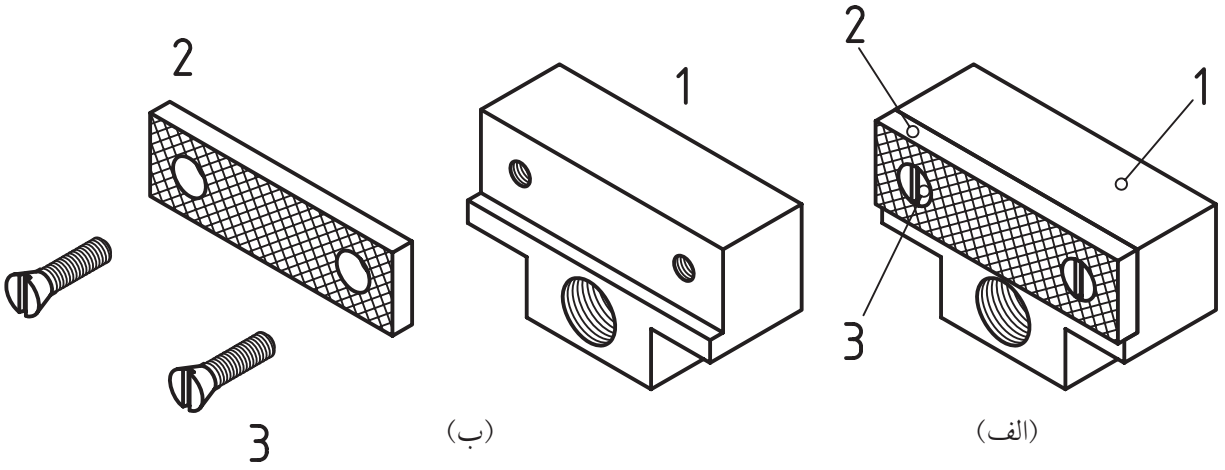
پیش‌آزمون

۱. به نظر شما مجموعه‌ی داده شده‌ی (الف) مربوط به چه چیزی است؟

۲. این مجموعه از چند تکه‌ی غیر مشابه تشکیل می‌شود؟

۳. تکه‌ی شماره‌ی ۱ از چند رویه (سطح) تشکیل می‌شود؟

۴. آیا صافی یا پرداخت همه‌ی رویه‌های آن باید مانند هم باشند؟



۵. چرا پرداخت یا صاف‌بودن سطوح با هم فرق می‌کند؟

۶. به نظر شما برای ساختن این قطعه از چه روش‌هایی استفاده شده است؟ (شماره‌ی ۱)

۷. آیا این قطعه را با تمام ویژگی‌های آن، می‌توان از یک روش تولید (مانند ریخته‌گری) به دست آورد؟

۸. چرا باید صافی و پرداختی سطوح با هم فرق کند؟

۹. آیا راهی می‌شناسید و یا راهی می‌توانید پیشنهاد کنید که بتوان چگونگی پرداخت هر سطح را مشخص کرد؟

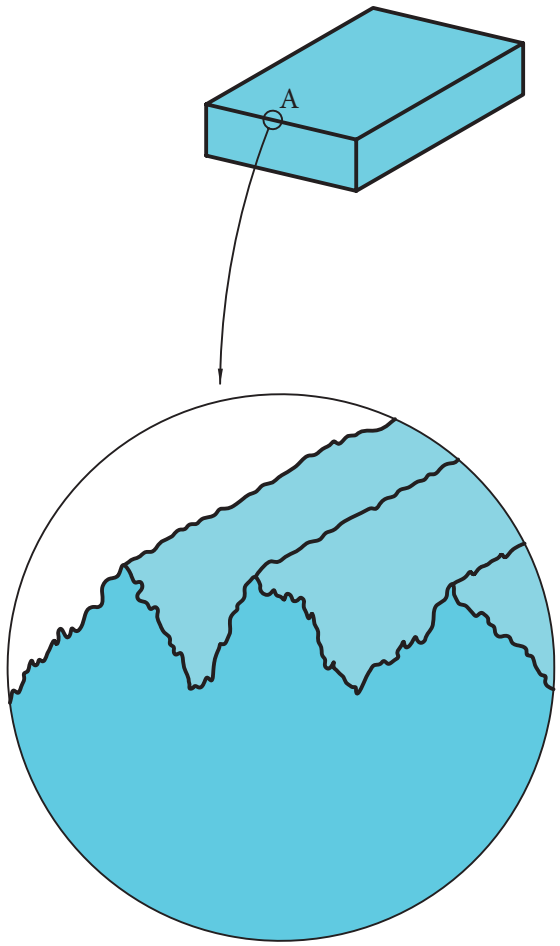
۱۰. آیا پرداخت همه‌ی سطوح به صورت خیلی عالی، مزایایی دارد؟

پرداخت سطح

تعریف:

پرداخت یک سطح یعنی برداشتن (کندن) ذرات کوچک از یک سطح، برای صاف و هموار کردن آن است.

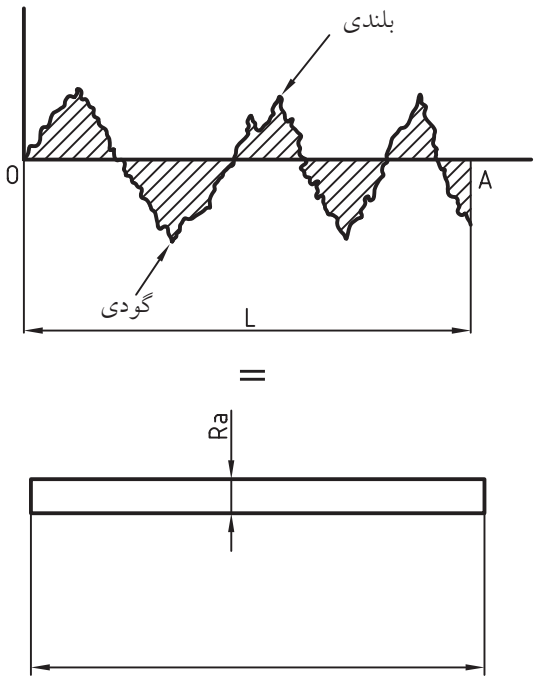
سطح A را سوهان زده‌ایم. این سطح به نظر صاف و پرداخت شده می‌رسد. اگر بخش کوچکی از آن را به وسیله‌ی میکروسکوپ، چند صد برابر بزرگ کنیم، زبری‌های جزئی موجود در آن دیده خواهد شد.



شکل این پستی و بلندی‌ها بستگی به روشی دارد که برای تولید این سطح به کار برده‌ایم. برای نمونه سطح تولید شده بر اثر کارکرد ابزار تراش‌کاری، با سطح تولیدی در فرزکاری یا سوهان‌کاری یا ... فرق می‌کند.

برای معرفی کیفیت و شناسانیدن پرداخت سطح در نقشه، روش‌های گوناگونی وجود دارد.

برای این کار باید یک سنجه یا معیار، برای اندازه‌گیری پرداخت را تعیین و استاندارد کنیم. در مورد پرداخت سطح، سنجه‌های مهم‌تر را با R_a و R_z می‌توان معرفی کرد. به شکل نگاه کنید:



پاره‌خط $\overline{OA}$ تقریباً در وسط پستی (گودی) و بلندی‌ها رسم شده است. طول نمونه‌ی انتخاب شده، L است که به طور معمول به آن طول نمونه می‌گویند.

جمع مساحت بخش‌های هاشورخورده، در طول نمونه‌ی L، برابر است با مساحت مستطیلی با همان طول که عرض آن را با R_a نشان می‌دهیم.

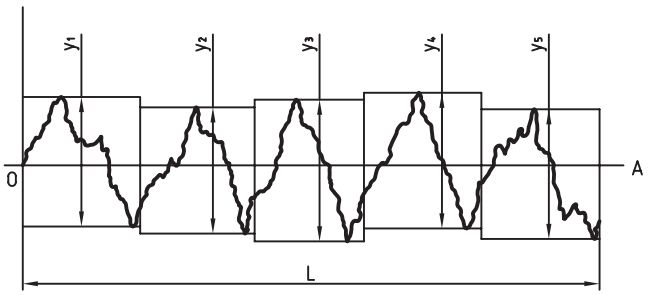
به گفته‌ای کوتاه، جمع مساحتی که گودی‌ها (پستی‌ها) زیر $\overline{OA}$ با جمع مساحت‌های در بالای $\overline{OA}$ برابر است که همه با هم جمع خواهند شد. پس از تقسیم این مساحت کلی بر L، عرض نوار یا مستطیل یعنی R_a به دست می‌آید.

یادآوری

سنجه یا معیار، چیزی است قراردادی که برای سنجیدن یا مقایسه کردن به کار می‌رود. برای نمونه، می‌گوییم، سنجه برای درازا، متر یا برای اندازه‌گیری زمان، ساعت است. متر، طولی قراردادی و ساعت، زمانی معین است. در نمونه‌ای دیگر، می‌گویید، اگر طلا کاملاً خالص باشد، عیار آن ۲۴ است و اگر مثلاً ۱۰ قسمت آن دارای ناخالصی مانند مس باشد، عیار آن ۱۴ خواهد بود.

تعریف: R_a عبارت است از میانگین زبری. واحد میانگین زبری، میکرون‌متر است. دیده می‌شود که هر چه پستی و بلندی‌ها کمتر باشد، R_a دارای مقدار کمتری خواهد شد.

سنجه‌ی دیگر R_z است که با توجه به پنج مورد از بلندترین زبری‌ها در طول یک نمونه، معین خواهد شد.



اگر جمع $(y_1+y_2+y_3+y_4+y_5)$ را به دست آوریم و حاصل را بر ۵ تقسیم کنیم، R_z به دست خواهد آمد.

تعریف: R_z عبارت است از میانگین بلندترین، ارتفاعات زبری.

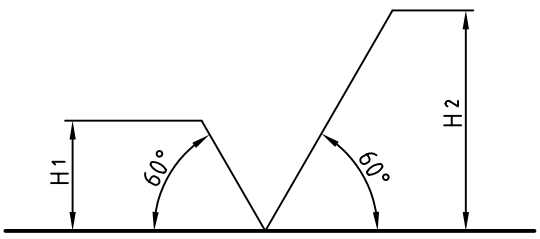
میانگین زبری Roughness average به مفهوم متوسط یا معدل زبری است. به دلیل کوچکی آن را با واحد میکرون‌متر (یک میلیونیم متر) می‌سنجند. پس، میکرون‌متر با نشانه‌ی μm برابر $\frac{1}{1000}$ میلی‌متر یا $\frac{1}{1000,000}$ متر خواهد بود.

توجه: اندازه‌گیری‌های R_a و R_z به روش‌های گوناگون و در آزمایشگاه ممکن است.

نمادهای پرداخت سطح

برای معرفی پرداخت سطح، نماد پایه، شکلی انتخابی است. این نماد با خط نازک رسم می‌شود.

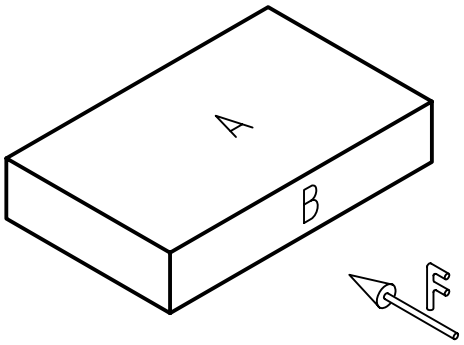
هنگامی که گروه خط مورد کاربرد ما ۰/۵ باشد، پهنای خط نازک ۰/۲۵ و بنابراین H_1 = ۳/۵ و H_2 = ۸ خواهد بود. در کارهای تمرینی می‌توانید H_1 را تا ۵ و H_2 را تا ۱۱ افزایش دهید.

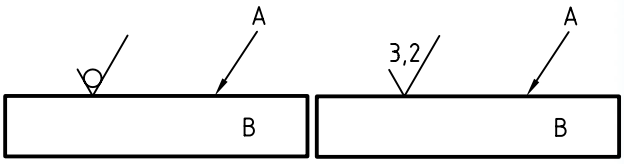


اندازه‌های پرداخت، استاندارد است. برای نمونه، در مورد Ra، این اعداد (برحسب میکرون متر) طبق جدول زیر است:

سنجه	بسیار خوب			خوب			متوسط			خشن		
Ra	۰/۰۲۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۱۱	۱/۶	۳/۲	۶/۳	۱۲/۵	۲۵	۵۰
Rz	۰/۲۵	۰/۴	۱	۲/۵	۴	۶/۳	۱۶	۲۵	۴۰	۱۰۰	۱۶۰	۴۰۰

معمولاً برای‌تعیین میزان پرداخت از اعداد جدول استفاده می‌شود. مقادیر Rz هم داده شده است. اکنون دوباره به سطح A از قطعه نگاه کنید.





در مورد چگونگی این سطح می‌توان درخواست‌های گوناگونی داشت:

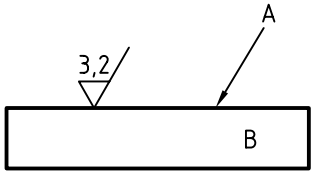
۱. سطح پس از تولید اولیه، پرداخت کاری نخواهد شد ولی به بهترین صورت از تولید بیرون بیاید. در این صورت، به نشانه‌ی پایه یا مبنا، یک دایره اضافه می‌شود. مانند سطح گونیایی که در دست شماست (گونیای نقشه‌کشی). چون این قطعه پس از تولید، پرداخت نمی‌شود. ولی سطح آن هر چه صاف‌تر باشد، بهتر است.

اگر لازم باشد که سطح A پس از تولید، پرداخت شود، باید مقدار پرداخت مشخص شود. اکنون اگر روش کار دستی یا ماشینی یا در حقیقت دلخواه باشد، مطابق شکل مشخص خواهد شد.

پرداخت داده شده در این شکل بر حسب Ra است. تاکنون درباره‌ی جایگاه نوشتن Ra و Rz نسبت به این نشانه، روش‌های گوناگونی ارائه شده است. در یک نمونه، استاندارد، مطابق شکل، جایگاه این نشانه‌ها و نمادها را معین کرده است.

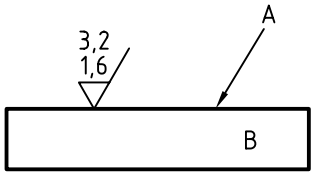
۲. اگر هدف، دادن سنجه‌ی Ra است، می‌توان این نشانه را هم حذف کرد و تنها مقدار آن را به صورت داده شده در شکل، نوشت. اما برای Rz، نشانه کامل خواهد بود (بهتر است اعداد پرداخت از جدول برگزیده شوند).

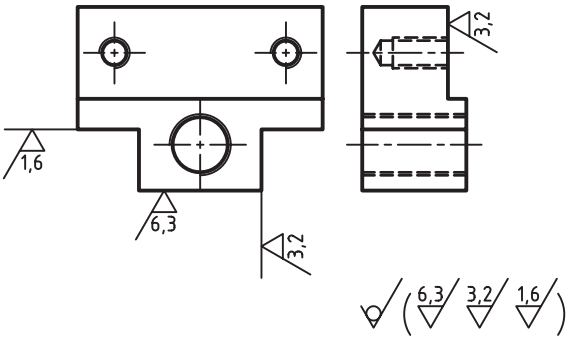
اگر پرداخت به وسیله‌ی ماشین مورد نظر باشد، به نشانه‌ی مبنا، یک پاره خط افقی افزوده می‌شود.



اگر پرداخت میان دو حد معین قرار گیرد، هر دو حد نوشته می‌شود (عدد بزرگتر در بالا)

در شکل، نشانه‌های پرداخت برای فک لغزنده‌ی گیره گذاشته شده است.





در مورد شکل به نکته‌های زیر دقیقاً توجه کنید و همواره آن‌ها را در نوشتن پرداخت‌ها در نظر داشته باشید:

۱. نوک تیز نشانه‌ی پرداخت همواره باید روی سطح مورد نظر باشد (بند پشت آن)

۲. اگر سطح نشانه گذاری‌شده، مشابه هم دارد، نشانه‌ی مربوط به آن هم هست. برای نمونه Ra۱/۶ مربوط به دو سطح است.

۳. اعداد مربوط به پرداخت، مانند اعداد اندازه‌گذاری و با همان جهت‌ها نوشته می‌شود.

۴. بازوی بلند همواره به گونه‌ای قرار می‌گیرد که با قرار گرفتن نوک آن، رو به پایین، بازو در سمت راست واقع شود (مانندRa۶/۳ در این نقشه).

۵. نشانه‌ی پرداخت را می‌توان روی سطح یا در امتداد آن نوشت.

۶. نشانه‌ی پرداخت سطوح بدون علامت را در زیرنویس و نشانه‌های مربوط به سطوح دارای علامت را در پرانتز می‌آوریم. به گفته‌ای کوتاه، مفهوم نشانه‌های زیر نقشه این گونه است:

همه‌ی سطوح با دستور تولید خوب، جز آن‌ها که در پرانتز داده شده‌اند، دارای پرداخت ویژه هستند. به این ترتیب، تمام سطوح یک قطعه دارای پرداخت معین خواهند بود. روشن است که:

ـ در یک نقشه، پرداخت همه‌ی سطوح باید مشخص شود.

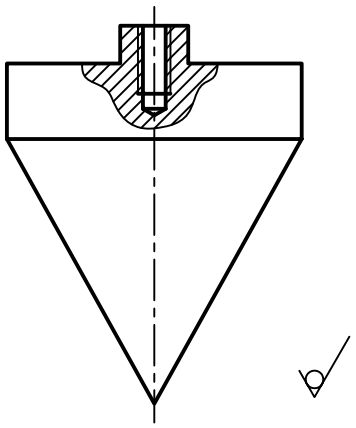
ـ پرداخت زیادتر از نیاز، باعث گران تمام شدن قطعه می‌شود.

ـ پرداخت کم و نامناسب، باعث فرسایش زودرس قطعه خواهد شد.

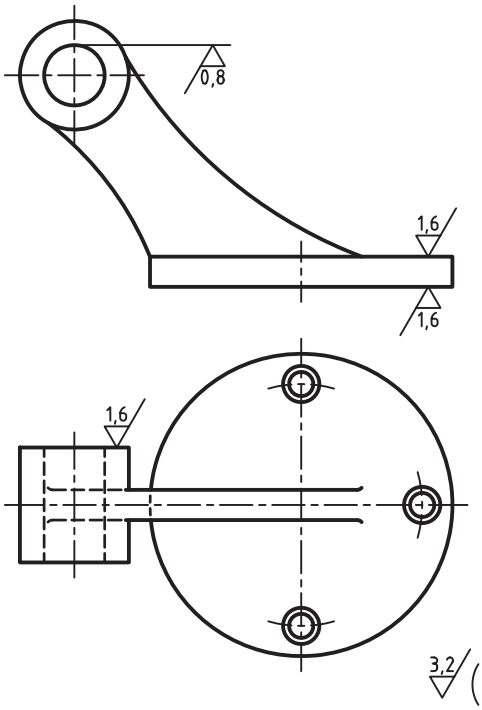
پس هر سطح به آن میزان پرداخت می‌شود که بتواند کار خود را به‌خوبی انجام دهد. به نمونه‌ای دیگر توجه کنید:

در این قطعه، پرداخت همه‌ی سطوح یکسان است؛ پس نیاز به گذاشتن نشانه روی سطوح نیست و تنها در زیرنویس داده می‌شود.

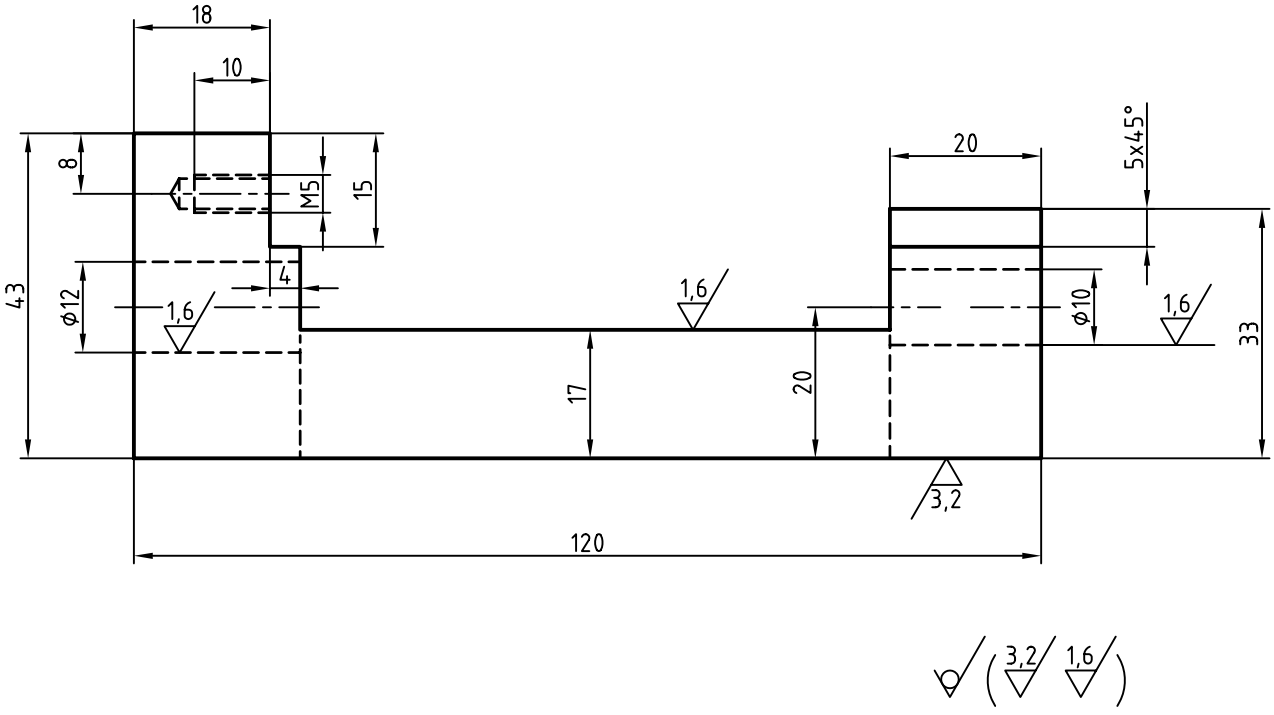
به نظر شما این شکل چه چیزی را معرفی می‌کند؟



در نمونه‌ای دیگر، قطعه دارای سطوح خمیده هم هست.
شـــکل یک پایه‌ی آلومینیمی تزیینی را نشـــان می‌دهد که سطوح آن پرداخت‌کاری می‌شود.

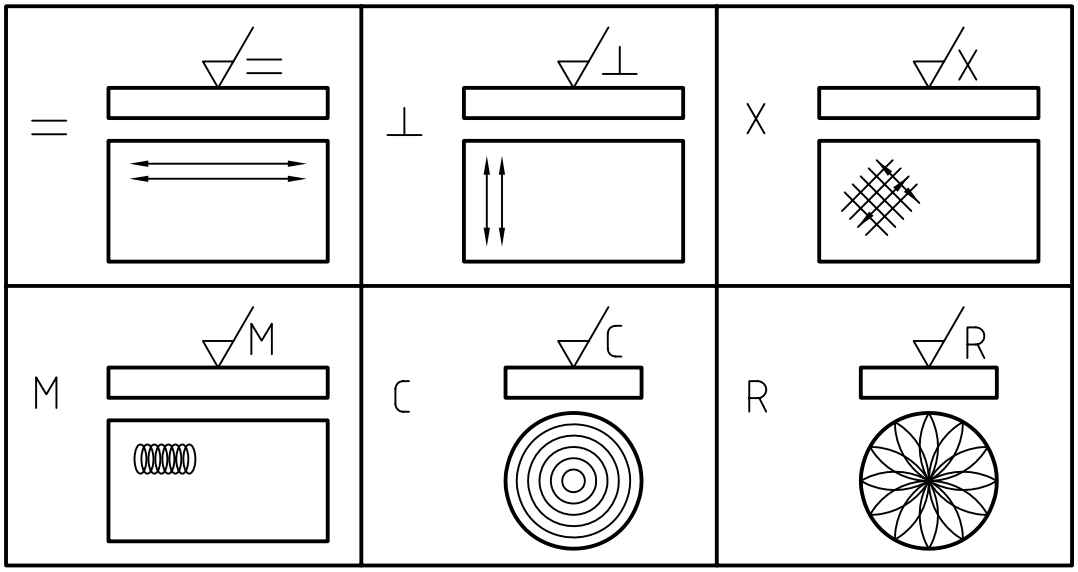


در نمونه‌ی پایانی، شکل اندازه‌گذاری هم شده است.



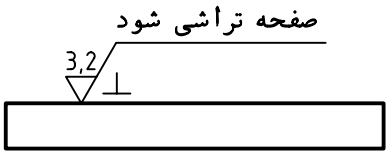
جهت تولید

جهت تولید، در حقیقت، آثاری است که از کارکرد ابزار براده برداری، روی سطح برجا می‌ماند. آثار به‌جا مانده را می‌توان دسته‌بندی کرد. برای هر جهت تولید، نشانه‌ی ویژه‌ای وجود دارد. در جدول شماری از آن‌ها معرفی‌شده‌اند.



از جهت‌های تولید می‌توان برای بررسی و اندازه‌گیری میزان پرداخت به‌دست آمده کمک گرفت. ضمناً به جایگاه قرار گرفتن نشانه‌ی تولید توجه کنید.

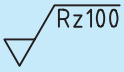
◀ **توضیحات اضافی:** اگر نیاز به توضیح اضافی باشد می‌توان به نشانه‌ی، یک بازوی افقی اضافه کرد. در نمونه‌ای برای یک سطح، جهت تولید، در جهتی است که شما به نقشه نگاه می‌کنید، یعنی عمود بر صفحه‌ی تصویر. این سطح باید از روش صفحه‌تراشی ساخته شود و میزان پرداخت سطح R_a۳/۲ باشد.



چکیده مطالب

شناسایی اصول کاربرد نشانه‌های پرداخت

این اصول را در یک جدول خلاصه می‌کنیم.

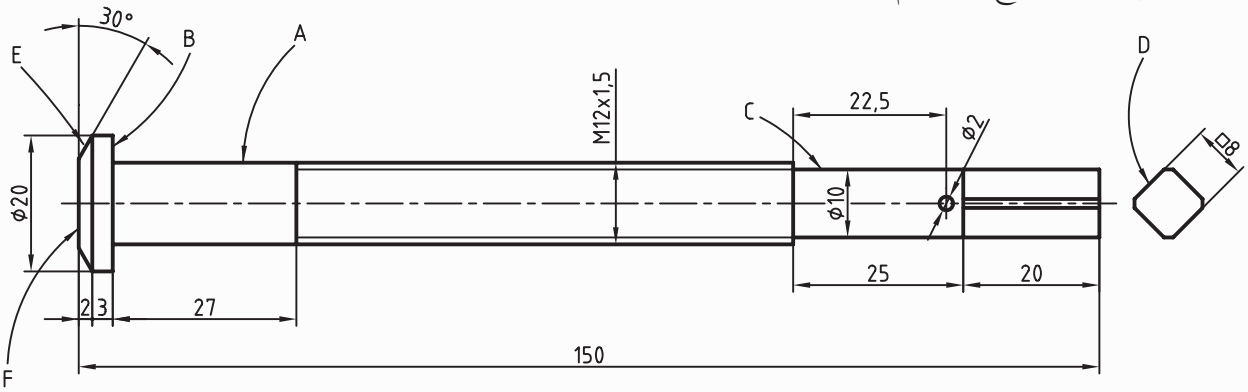
۱		نشانه‌ی مبنا. این نشانه‌ی پایه به تنهایی مفهومی ندارد.
۲		الف) سطح پرداخت نمی‌شود. ب) سطح باید با بهترین کیفیت ممکن از روش تولید خود خارج شود.
۳		پرداخت سطح ۳/۲ است – روش پرداخت کاری دلخواه است (دستی یا ماشینی)
۴		پرداخت سطح Ra برابر ۳/۲ است. روش کار ماشینی
۵		پرداخت این سطح باید بین دو حد Ra۳/۲ و Ra۱/۶ قرار گیرد.
۶		پرداخت‌کاری نمی‌شود، اما در مراحل تولید اولیه باید به پرداخت ۶/۳ برسد.
۷		پرداخت سطح بر پایه‌ی Rz، برابر ۱۰۰ است.

دستورکار

کاربرد، نشانه‌های پرداخت سطح

(۵۰ دقیقه)

نشانه‌های پرداخت سطح را ترسیم کنید.

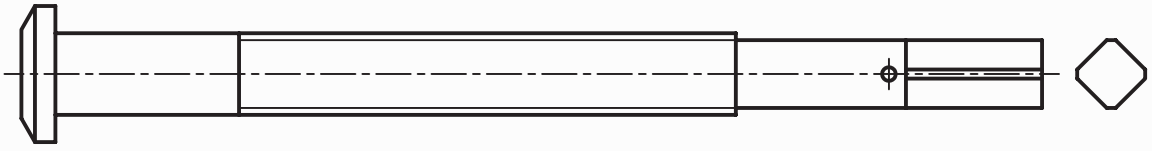


ابتدا پیچ بلند داده شـــده را با دقت بررســـی کنید. سپس آن را دوباره ترسیم کنید. نشانه‌های پرداخت سطح را روی آن قرار دهید و اندازه‌گذاری کنید.

مراحل ترسیم

۱. پیچ بلند داده شده را با مقیاس ۱:۱ ترسیم کنید (بدون اندازه‌گذاری).

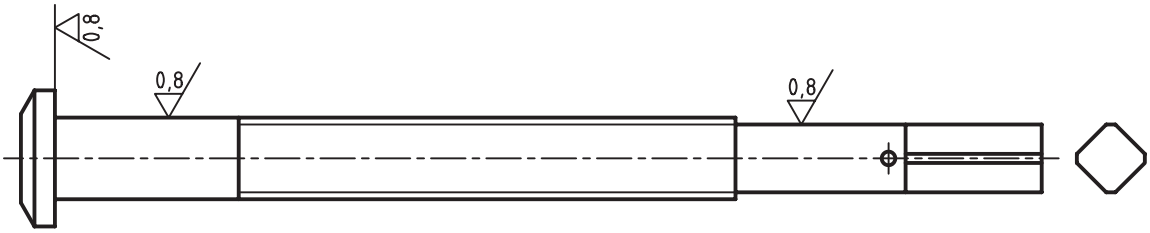
– به نظر شما این پیچ مربوط به چیست؟



۲. پرداخت‌ها برای سطوح B, A و C برابر Ra ۰/۸ است.

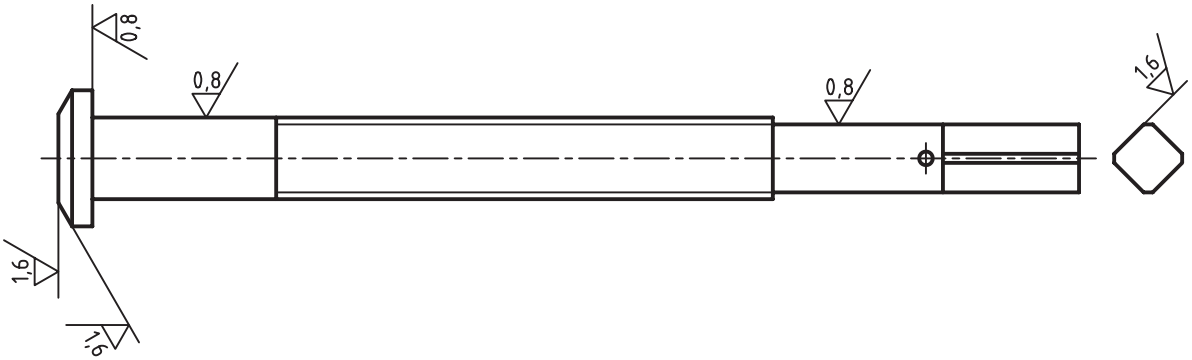
– این پرداخت‌ها را روی نقشه بگذارید.

– یک روش کار در شکل داده شده است. اگر با آن موافق هستید ، به همان ترتیب کار کنید.



۳. برای سطوح E، D و F پرداخت را Ra ۱/۶ در نظر بگیرید.

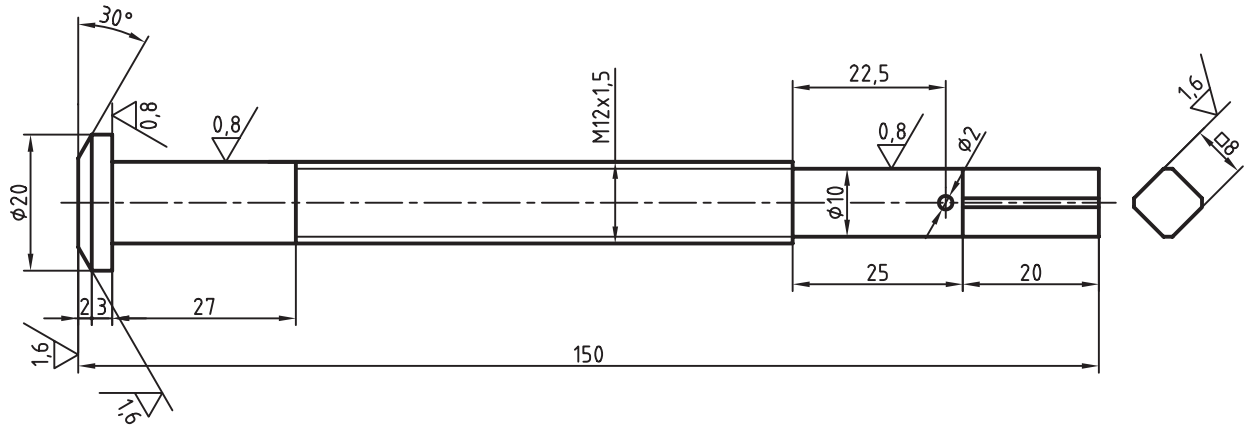
– در اینجا هم یک روش پیشنهاد شده است. اگر با آن موافق هستید، همان گونه کار کنید. در غیر این صورت، پس از خاتمه‌ی کار، در مورد درستی کار خود با هنرآموز محترم خود مشورت کنید.



۴. در این مرحله باید کار به طور کامل اندازه‌گذاری شود.

– روشن است که برای اندازه‌گذاری، باید تغییراتی در جای گذاشتن اندازه‌ها بدهیم.

– شکل به صورت پیشنهادی کامل شده است. در صورت هر گونه تغییری با هنرآموز محترم خود مشورت کنید.



ارزشیابی پایانی

◄ نظری

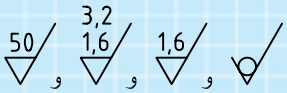
۱. پرداخت سطح را دقیقاً تعریف کنید.

۲. R_a و R_z را تعریف کنید.

۳. نماد پایه در پرداخت سطح چیست و چه ویژگی‌هایی دارد؟

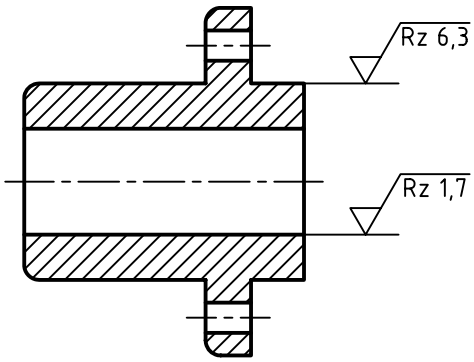
۴. چگونگی گذاشتن نشانه‌های پرداخت سطح را برای یک قطعه‌ی دلخواه با رسم شکل توضیح دهید.

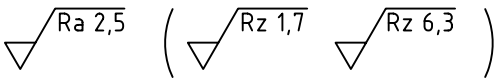
۵. مفهوم دقیق هر یک از نشانه‌های داده شده چیست؟



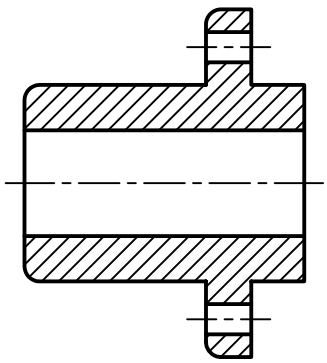
◄ عملی: (زمان: ۷۰ دقیقه) (تمام کارها در کتاب و در صورت امکان روی کپی آن‌ها انجام شود.)

۱. مفهوم نشانه‌های نوشته شده در زیر نقشه دقیقاً چیست؟

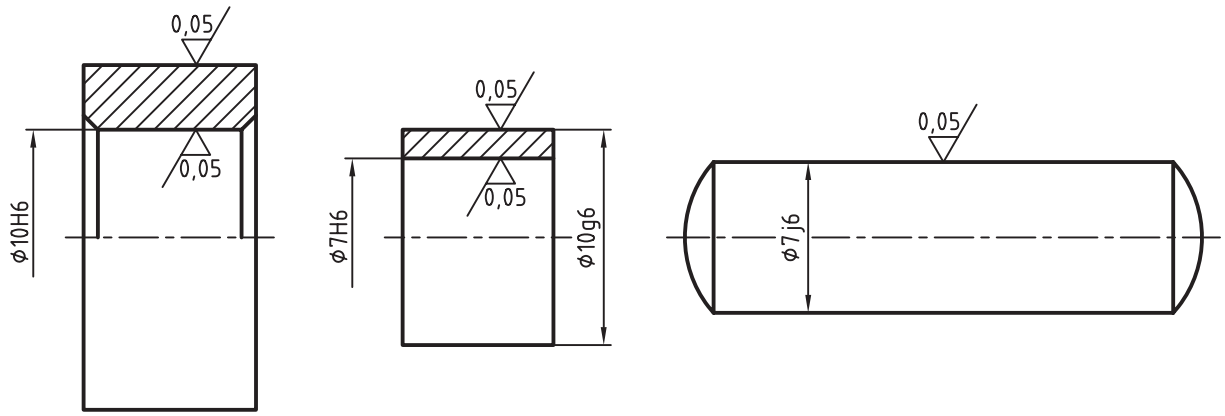




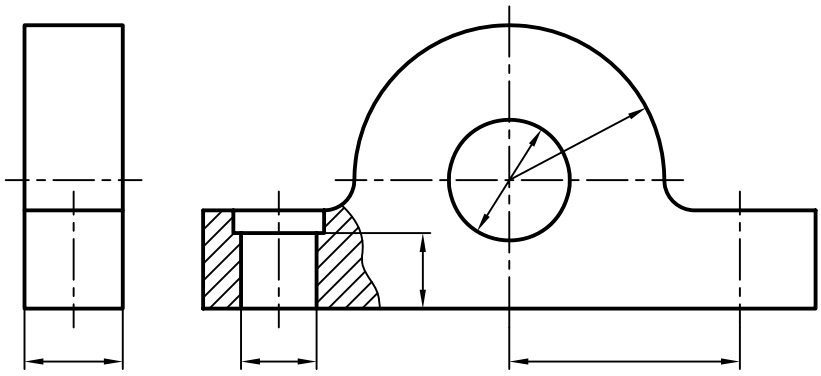
۲. با اســتفاده از جدول موجود در متن، نشــانه‌های R_z داده شده در پرســش ۱ را بر حسب R_a روی‌شکل زیر بگذارید و زیرنویس را کامل کنید.



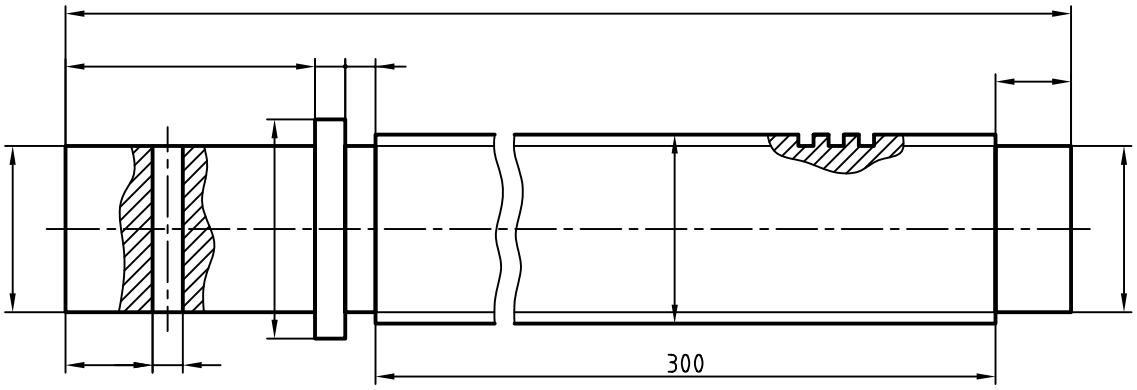
۳. برای هر شکل زیرنویس را بنویسید. در هر مورد، اندازه‌گذاری را هم کامل کنید.



۴. با در نظر گرفتن پرداخت داخل سوراخ‌ها برابر ۱/۶ و کف جسم برابر ۶/۳، نقشه را کامل کنید.
(اندازه‌های داده نشده را شناسایی کنید و بنویسید.)



۵. پس از نوشتن اندازه‌ها برای پیچ، به شرط آنکه تمام سطوح در بهترین صورت تولید شوند، وضعیت پرداخت سطح را نیز مشخص کنید.



توانایی تولرانس گذاری نقشه‌های صنعتی

◄ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:

- مفاهیم تولرانس ابعادی را بیان کند.
- چگونگی تعیین تولرانس برای هر اندازه را شرح دهد.
- در مورد جدول تولرانس‌های آزاد ایزو توضیح دهد.
- در مورد جدول تولرانس‌های اصلی ایزو توضیح دهد.
- چگونگی استفاده از جدول‌های تولرانس را توضیح دهد.
- نقشه را تولرانس‌گذاری کند.
- از جدول تولرانس‌ها مقادیر مورد نیاز را استخراج کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۲	۴

پیش آزمون

۱. قطعه‌ی روبه رو چه نام دارد؟

۲. آیا اندازه‌های موجود، از نظر سازنده اشکال ندارد؟

۳. دقت اندازه‌ها، یا به عبارت دیگر، اندازه‌ی دقیق چه مفهومی دارد؟

۴. آیا می‌توان اندازه‌های داده شده، مثلاً ∅20 را با دقت ۲۰/۰۰۰۰۰ ساخت؟

۵. دقت ابزارهایی مانند خط‌کش فلزی یا کولیس چه‌قدر است؟

۶. آیا می‌توان اندازه‌ای با دقت ۲۰/۰۰۰۰۰ را با کولیس معمولی تعیین کرد؟ در هر صورت (بلی یا نه) توضیح دهید چرا؟

۷. مفهوم کولیس ۰/۰۲ چیست؟

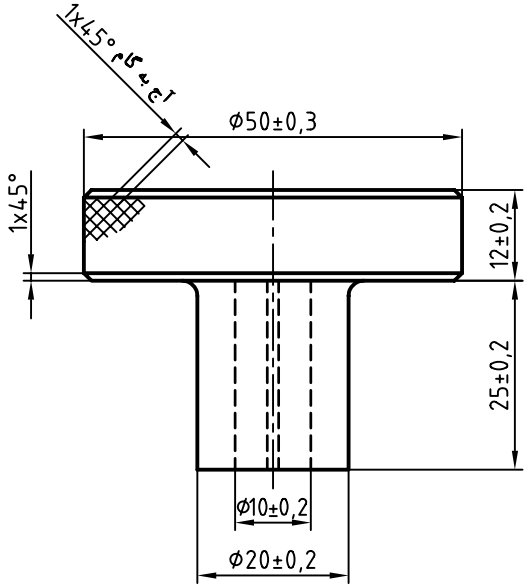
۸. برای ساختن دقیق‌تر اندازه‌ها، به چه چیزهایی نیاز داریم؟

۹. آیا دقیق بودن همه‌ی اندازه‌ها در قطعه‌ی بالا مهم است؟

۱۰. چگونه می‌توان به سازنده کمک کرد که اندازه‌ها را با دقت لازم بسازد؟

تولرانس

مقدمه: در شکل زیر دستگیره‌ای استوانه‌ای دیده می‌شود. برخی از اندازه‌ها برای شناسایی آن داده شده است. این اندازه‌ها را «اندازه‌ی نامی» می‌گویند.



انـدازه‌ی نامی، اندازه‌ای خام اسـت که از دقت کافی برخوردار نیست. اگر دوباره به شکل دقت کنید، خواهید دید که لازم نیست همه‌ی اندازه‌های آن خیلی دقیق باشند. اما اصولاً منظور از دقیق چیسـت؟ بـرای نمونه، اندازه‌ی نامـی ۲۰ موجود برای قطر اسـتوانه‌ی دسـتگیره در نظر بگیرید. اگر آنچه که از سـاخت حاصل شده است دارای قطر ۲۰/۴ باشـد، می‌گوییم اندازه چندان دقیق نیست. اما اگر اندازه‌ی به دسـت آمده برابر ۲۰/۰۴ باشد، می‌گوییم، دقیق است!

اکنـون اگر با کولیـس معمولی انـدازه‌ی آن را ۲۰/۰ بخوانیـم، می‌گوییم خیلی دقیق اسـت!؟ پس منظور ما از دقیق، نزدیک‌تر بودن به اندازه‌ی نامی است.

موضوع مهمی که در کار ساخت و تولید مطرح است، آن است که ساختن اندازه‌ها با دقت بیشتر (یعنی هر چه نزدیک‌تـر بودن به اندازه‌ی نامی)، گران‌تر تمام می‌شـود. به همین دلیل، سـازندگان علاقه‌ی زیادی به دقیق ساختن اندازه‌ها، به ویژه در زمانی که لازم نباشد، نشان نمی‌دهند.

تولرانس

هر سـازنده می‌خواهد بداند که چه میزان خطا در اندازه، در کارکرد بعدی قطعه، اشکال ایجاد نمی‌کند. پس او برای سـاخت هر اندازه، میزان خطـای قابل قبول را از کارفرما (یعنی کسی که کار را سفارش می‌دهد) درخواست می‌کند. ایـن خطای قابل قبول را در صنعـت، با نام «تولرانس» یا «رواداری» می‌شناسند.

تعریـف: تولرانس یعنی مقدار خطای مجازی که طراح بـرای اندازه‌ها در نظر می‌گیـرد. به این ترتیب، به زبانی بسـیار سـاده، می‌توان اندازه‌گـذاری روی شـکل را با تولرانس همراه دانست.

برای نمونه، تولرانس برای قطر ۵۰، برابر ۰/۳± یا جمعاً ۰/۶ mm خواهـد بود. پس، انـدازه‌ی ۵۰، میان دو مقدار ۴۹/۷ و ۵۰/۳ قابل قبول است.

چگونگی تعیین تولرانـس: با رابطه‌ی زیر می‌توان مقدار تولرانس را به دست آورد.

(کوچک‌ترین اندازه‌ی قابل قبول) − (بزرگ‌ترین اندازه قابل قبول) = تولرانس

۰/۶ µm = ۴۹/۷ − ۵۰/۳ = تولرانس (برای قطر بزرگ قطعه)

تولرانس برای اندازه‌های دیگر چگونه به دست می‌آید؟

نکته

مقدار تولرانس هیچ‌گاه منفی نیست.

مفاهیم و اصطلاحات پایه:

◀ **بیراهـــی یا انحراف:** مقدار خطـا از اندازه‌ی نامی را گویند.

◀ **بیراهی بالایی:** افزونی اندازه‌ی نامی را گویند. مثلاً، برای اندازه‌ی ۵۰، بیراهی بالایی برابر ۰/۳+است.

◀ **بیراهی‌پایینی:** کاســتی اندازه‌ی نامی را گویند. مثلاً، برای اندازه‌ی ۵۰، بیراهی پایینی برابر ۰/۳− است.

◀ **خط صفر:** همان اندازه‌ی نامی است.

◀ **اندازه‌ی کنونی:** اندازه‌ای است که با ابزار اندازه‌گیری گرفته می‌شود.

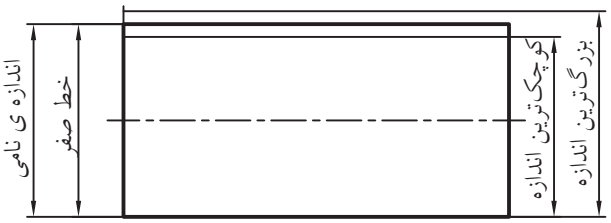
◀ **بزرگ‌ترین اندازه یا اندازه‌ی بیشینه:** جمع اندازه‌ی نامی و بیراهی بالایی را گویند، یعنی:

(بیراهی بالایی) + (اندازه‌ی نامی) = بزرگ‌ترین اندازه

◀ **کوچک‌ترین اندازه یا اندازه‌ی کمینه:** جمع اندازه‌ی نامی و بیراهی پایینی را گویند، یعنی:

(بیراهی‌پایینی) + (اندازه‌ی نامی) = کوچک‌ترین اندازه

شکل ، نشان دهنده‌ی این توضیحات است.



پین استوانه‌ای

پرسش نمونه: در اندازه‌ی ۰/۲ ± ۲۵مقادیر زیر را به دست آورید:

اندازه‌ی نامی، بیراهی بالایی، بیراهی پایینی، بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه، تولرانس.

پاسخ:

۲۵ mm = اندازه‌ی نامی

۰/۲ mm = بیراهی بالایی

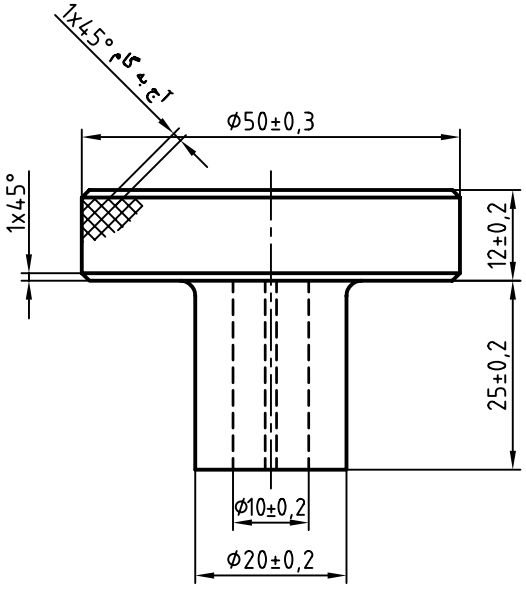
−۰/۲ mm = بیراهی‌پایینی

۲۵/۲ mm = بزرگ‌ترین اندازه

۲۴/۸ mm = کوچک‌ترین اندازه

۰/۴ mm = ۲۴/۸ − ۲۵/۲ = تولرانس

◀ **انـــدازه‌ی آزاد (غیرمؤثـــر):** اندازه‌ای اســت که به اندازه‌ی دیگر بستگی ندارد؛ مانند ∅۵۰ در دستگیره.



◀ **اندازه‌ی وابسته (مؤثر):** اندازه‌ای است که به اندازه‌ای دیگر بستگی دارد؛ مانند ۱۰ در دستگیره.

جدول تولرانس‌های آزاد: در استاندارد ISO جدول مهمی برای سازندگان قطعات صنعتی پیشنهاد شده است که آن را

«جدول تولرانس‌های آزاد» می‌نامند. این جدول در استاندارد شماره‌ی ISO 2768 آمده است. به جدول نگاه کنید. دقت کنید! در سمت چپ، اندازه‌ها داده شده است. ما باید اندازه‌ی مورد نظرمان را در آن‌ها بیابیم.

– در ستون‌های دیگر مقادیر تولرانس در سه عنوان ظریف، متوسط و خشن داده شده است. به این ترتیب، اندازه‌های آزاد در قطعه‌ی دستگیره، تولرانس‌ها از این جدول برگزیده می‌شود.

جدول تولرانس‌های آزاد ایزو به شماره‌ی ۲۷۶۸

اندازه‌ها برحسب میلی‌متر	ظریف f	متوسط m	خشن c
۰/۵ تا ۳	± ۰/۰۵	±۰/۱	
۳ تا ۶	±۰/۰۵	±۰/۱	±۰/۲
۶ تا ۳۰	±۰/۱۰	±۰/۲	±۰/۵
۳۰ تا ۱۲۰	±۰/۱۵	±۰/۳	±۰/۸
۱۲۰ تا ۳۱۵	±۰/۲	±۰/۵	±۱/۲
۳۱۵ تا ۱۰۰۰	±۰/۳	±۰/۸	± ۲
۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰	±۰/۵	±۱/۲	± ۲

جدول تولرانس‌های اصلی: اندازه‌های وابسته، یعنی اندازه‌هایی که با اندازه‌ای دیگر در ارتباط هستند، در جدول تولرانس‌های اصلی ایزو پیشنهاد شده است.

– در سمت چپ، اندازه‌ها داده شده است (برحسب میلی متر)

– در بالای جدول، ردیف اول، ۱۸ کیفیت برای تولرانس داده شده است.

– مقدار تولرانس‌های پیشنهادی از چپ به راست زیاد می‌شود.

نکته

در صنایع سبک، معمولاً تولرانس‌های آزاد از مرحله‌ی متوسط برگزیده می‌شوند و این امر باید در جدول پای نقشه نوشته شود (به صورت: تولرانس‌ها ISO2768-m)

تحقیق

در جدول تولرانس‌های آزاد ایزو ستونی برای تولرانس‌های خیلی خشن Vc هم وجود دارد، مقادیر آن را بیابید.

– همه‌ی اعداد موجود در جدول برحسب میکرون‌متر هستند (غیر از ستون سمت راست و ردیف افقی بالای جدول)

مقادیر عددی تولرانس‌های استاندارد بر حسب میکرون‌متر (µm)

	۰۱	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
≤ ۳	۰/۳	۰/۵	۰/۸	۱/۲	۲	۳	۴	۶	۱۰	۱۴	۲۵	۴۰	۶۰	۱۰۰	۱۴۰	۲۵۰	۴۰۰	۶۰۰
۳ تا ۶ >	۰/۴	۰/۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۵	۸	۱۲	۱۸	۳۰	۴۸	۷۵	۱۲۰	۱۸۰	۳۰۰	۴۸۰	۷۵۰
۶ تا ۱۰ >	۰/۴	۰/۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۹	۱۵	۲۲	۳۶	۵۸	۹۰	۱۵۰	۲۲۰	۳۶۰	۵۸۰	۹۰۰
۱۰ تا ۱۸ >	۰/۵	۰/۸	۱/۲	۲	۳	۵	۸	۱۱	۱۸	۲۷	۴۳	۷۰	۱۱۰	۱۸۰	۲۷۰	۴۳۰	۷۰۰	۱۱۰۰
۱۸ تا ۳۰ >	۰/۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۹	۱۳	۲۱	۳۳	۵۲	۸۴	۱۳۰	۲۱۰	۳۳۰	۵۲۰	۸۴۰	۱۳۰۰
۳۰ تا ۵۰ >	۰/۶	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۷	۱۱	۱۶	۲۵	۳۹	۶۲	۱۰۰	۱۶۰	۲۵۰	۳۹۰	۶۲۰	۱۰۰۰	۱۶۰۰
۵۰ تا ۸۰ >	۰/۸	۱/۲	۲	۳	۵	۸	۱۳	۱۹	۳۰	۴۶	۷۴	۱۲۰	۱۹۰	۳۰۰	۴۶۰	۷۴۰	۱۲۰۰	۱۹۰۰
۸۰ تا ۱۲۰ >	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۱۰	۱۵	۲۲	۳۵	۵۴	۸۷	۱۴۰	۲۲۰	۳۵۰	۵۴۰	۸۷۰	۱۴۰۰	۲۲۰۰
۱۲۰ تا ۱۸۰ >	۱/۲	۲	۳/۵	۵	۸	۱۲	۱۸	۲۵	۴۰	۶۳	۱۰۰	۱۶۰	۲۵۰	۴۰۰	۶۳۰	۱۰۰۰	۱۶۰۰	۲۵۰۰
۱۸۰ تا ۲۵۰ >	۲	۳	۴/۵	۷	۱۰	۱۴	۲۰	۲۹	۴۶	۷۲	۱۱۵	۱۸۵	۲۹۰	۴۶۰	۷۲۰	۱۱۵۰	۱۸۵۰	۲۹۰۰
۲۵۰ تا ۳۱۵ >	۲/۵	۴	۶	۸	۱۲	۱۶	۲۳	۳۲	۵۲	۸۱	۱۳۰	۲۱۰	۳۲۰	۵۲۰	۸۱۰	۱۳۰۰	۲۱۰۰	۳۲۰۰
۳۱۵ تا ۴۰۰ >	۳	۵	۷	۹	۱۳	۱۸	۲۵	۳۶	۵۷	۸۹	۱۴۰	۲۳۰	۳۶۰	۵۷۰	۸۹۰	۱۴۰۰	۲۳۰۰	۳۶۰۰
۴۰۰ تا ۵۰۰ >	۴	۶	۸	۱۰	۱۵	۲۰	۲۷	۴۰	۶۷	۹۷	۱۵۵	۲۵۰	۴۰۰	۶۳۰	۹۷۰	۱۵۵۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰

نکته

در جدول تولرانس‌های آزاد حداکثر چهار کیفیت داده می‌شود، ولی در جدول تولرانس‌های اصلی ۱۸ کیفیت داده شده است. کیفیت‌ها نیاز به نام‌گذاری ویژه‌ای ندارند (مانند ظریف، متوسط، و ...) بلکه از شماره‌ی آن‌ها می‌توان به میزان مرغوبیت تولرانس پی برد (هر چه تولرانس کمتر باشد می‌گویند مرغوب‌تر یا دقیق‌تر است).

پرسش و پاسخ

پرسش: برای اندازه‌ی وابسته‌ی ۶۶ و در کیفیت شماره‌ی ۹، مقدار تولرانس چه مقدار است؟

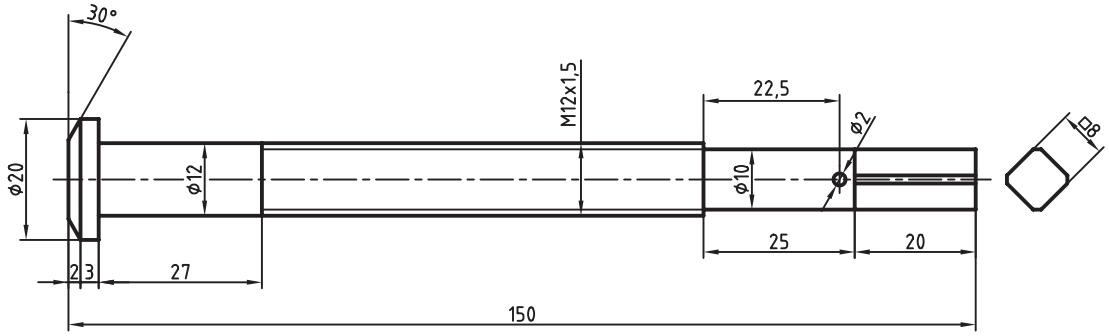
پاسخ: ابتدا عدد ۶۶ را در ستون سمت چپ میان (۵۰ تا ۸۰) پیدا می‌کنیم (ردیف هشتم).

آنگاه از آن به سمت راست می‌رویم تا به عدد موجود در زیر کیفیت شماره‌ی ۹ می‌رسیم. این عدد برابر ۷۴ است. پس، تولرانس برای اندازه ۶۶ و در کیفیت شماره‌ی ۹ برابر µm ۷۴ (میکرون متر) خواهد بود.

یادآوری

طراح باید برای همه‌ی اندازه‌های موجود، تولرانس مناسب را تعیین کند.

کاربـــرد جدول تولرانس: یک طراح باید برای تمام اندازه‌های موجود در نقشـــه، تولرانس را تعیین کند. دوباره به قطعه‌ی پیچ اصلی گیره نگاه کنید:



با کمی دقت متوجه می‌شـــویم که اندازه‌های ۸ (برای مربع)، ۱۰∅ و ۱۲∅، اندازه‌هایی وابســـته هســـتند. بقیه‌ی اندازه‌ها نیز، یا در فرایند تولید به‌دست خواهند آمد (مانند قطر دقیق پیچ M۱۲) یا ســـازنده، آن‌هـــا را تنظیم می‌کند. برای چنیـــن اندازه‌هایی، طـــراح، تولرانـــس را از جدول تولرانس‌های آزاد مشخص خواهد کرد.

ترتیب کار

با مراجعه به جدول تولرانس‌های آزاد، مرحله‌ی متوسط، و برای اندازه‌های طولی، تولرانس‌ها به ترتیب زیر است:

برای اندازه‌ی ۲۰	← مقدار تولرانس	← ±۰/۲
برای اندازه‌ی ۲۵	← مقدار تولرانس	← ±۰/۲
برای اندازه‌ی ۲۷	← مقدار تولرانس	← ±۰/۲
برای اندازه‌ی ۲۲/۵	← مقدار تولرانس	← ±۰/۲
برای اندازه‌ی ۳	← مقدار تولرانس	← ±۰/۱
برای اندازه‌ی ۲	← مقدار تولرانس	← ±۰/۲
برای اندازه‌ی ۲۰	← مقدار تولرانس	← ±۰/۲

و برای اندازه‌های وابســـته نیز از جدول اصلی تولرانس‌ها مقادیر زیر را به دست خواهید آورد:

برای اندازه‌ی ۸□ مقدار تولرانس از کیفیت شماره‌ی ۶ برابر ۹ µm
برای اندازه‌ی ۱۰∅ مقدار تولرانس از کیفیت شماره‌ی۶ برابر ۹ µm
برای اندازه‌ی ۱۲∅ مقدار تولرانس از کیفیت شماره‌ی۶ برابر ۱۱ µm

کیفیـــت شـــماره‌ی ۶ برای اندازه‌هـــای ۸، ۱۰ و ۱۲ چیزی است که خودمان در نظر گرفتیم (که می‌تواند اعداد دیگری هم باشد)

چکیده مطالب

اصول استفاده از جدول تولرانس

۱. دقت می‌کنیم که نوع اندازه، اندازه آزاد (غیرمؤثر) است یا وابسته (مؤثر).

۲. اگر اندازه آزاد باشد به جدول تولرانس‌های آزاد ایزو به شماره‌ی ۲۷۶۸ مراجعه می‌کنیم.

۳. با توجه به آنکه تولرانس ظریف، متوسط یا خشن مورد نیاز است، تولرانس را برمی‌گزینیم.

۴. اگر اندازه‌ی مؤثر یا وابسته باشد باید به جدول اصلی تولرانس ها مراجعه کنیم.

۵. اندازه‌ی معین ما، در ستون سمت چپ را پیدا می‌کنیم.

۶. با توجه به عدد IT (یعنی مشخصه‌ی کیفیت)، ستون مورد نظر را پیدا می‌کنیم.

۷. عددی که در ستون مورد نظر و در مقابل اندازه‌ی مورد نظر قرار دارد، همان تولرانس ایزو در کیفیت مورد نظر است.

دستور کار

تعیین تولرانس در نقشه

(۳۰ دقیقه)

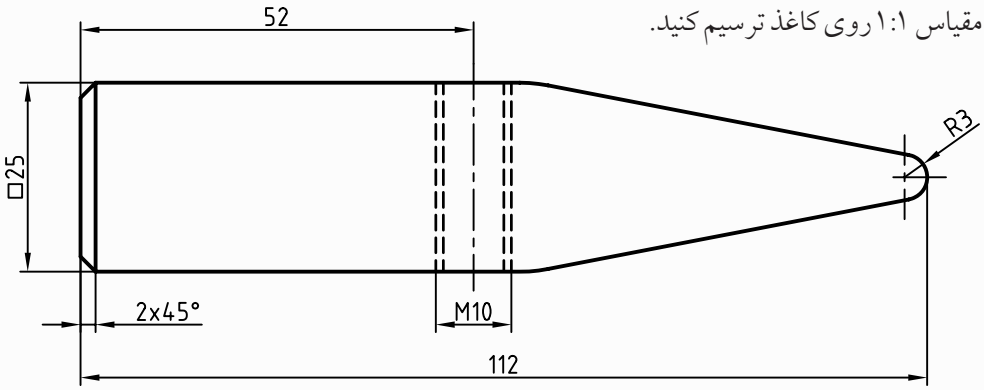
نقشه را تولرانس‌گذاری کنید.

مراحل ترسیم

۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

– کادر و جدول را ترسیم کنید.

–سر چکش داده شده را با مقیاس ۱:۱ روی کاغذ ترسیم کنید.



۲. ابتدا بررسی کنید که کدام اندازه‌ها آزاد و کدام وابسته هستند؟

– به جدول تولرانس‌های آزاد، مرحله‌ی متوسط، مراجعه کنید و درخواست‌های داده شده در جدول را تکمیل کنید.

برای اندازه‌ی ۱۱۲ مقدار تولرانس.....
برای اندازه‌ی □۲۵ مقدار تولرانس.....
برای اندازه‌ی ۵۲ مقدار تولرانس.....
برای اندازه‌ی ۲ مقدار تولرانس.....

ارزشیابی پایانی

نظری

۱. چرا سازندگان علاقه‌ی زیادی به ساخت اندازه‌ها با دقت زیاد ندارند؟

۲. تولرانس را به طور دقیق تعریف کنید.

۳. چه رابطه‌ای برای محاسبه‌ی مقدار تولرانس می‌توانید بنویسید.

۴. هر یک از عبارات خط صفر، اندازه‌ی کنونی، اندازه‌ی نامی، بیراهی، بیراهی‌پایینی، بیراهی بالایی چه مفهومی دارند.

۵. با رسم یک شکل وضعیت اندازه نامی را با کوچک‌ترین اندازه، و بزرگ‌ترین اندازه نشان دهید.

۶. با توجه به اندازه‌ی $\varnothing 36^{+0/018}_{-0}$ ، کوچک‌ترین اندازه، بزرگ‌ترین اندازه، بیراهی بالایی، بیراهی‌پایینی، مقدار تولرانس و نمونه‌ای از اندازه‌ی کنونی کدام‌اند؟

۷. جدول تولرانس‌های آزاد چیست و چه کاربردی دارد؟

۸. جدول تولرانس‌های اصلی چیست و چه کاربردی دارد؟

۹. آنچه درباره‌ی جدول اصلی تولرانس‌ها می‌دانید بنویسید.

۱۰. حذف مبحث تولرانس‌ها چه زیانی به ساخت و تولید می‌زند؟

عملی (زمان:۹۰ دقیقه)

۱.برای دو نما از یک یاتاقان کارهای زیر را انجام دهید (روی کپی یا همین شکل)

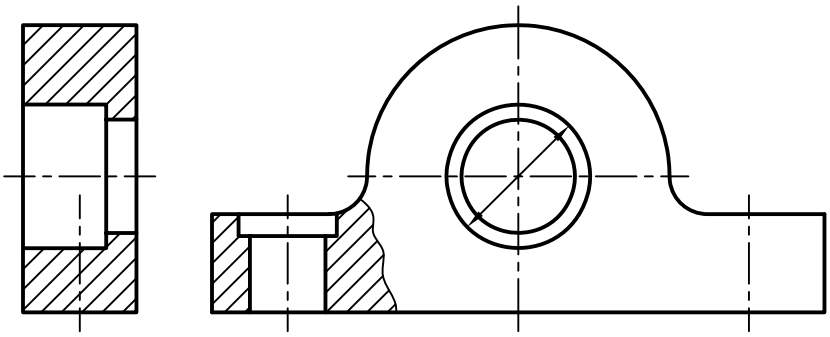
– بلندترین اندازه با تولرانس ±۰/۱

– فاصله‌ی دو سوراخ با تولرانس ±۰/۲

– فاصله‌ی محور قطعه تا کف آن ±۰/۰۵

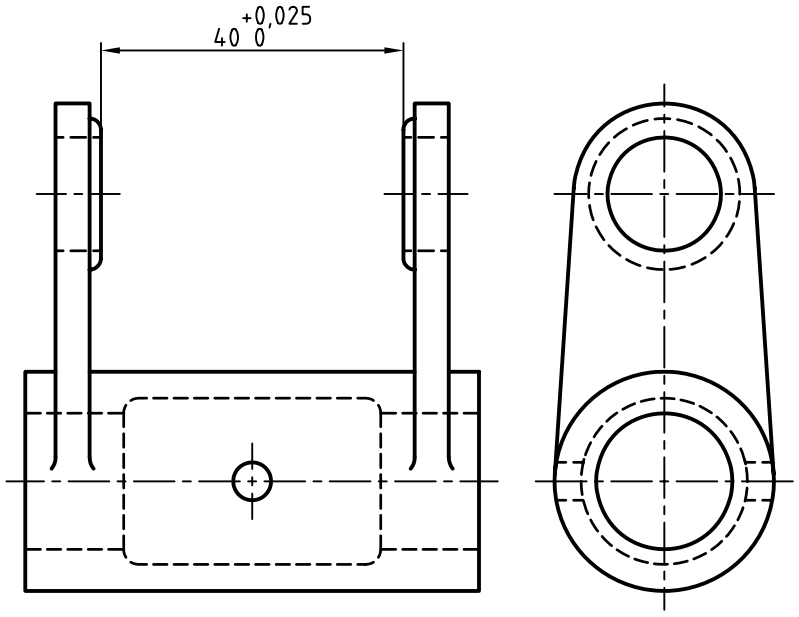
– بقیه تولرانس‌ها از جدول تولرانس آزاد مرحله‌ی متوسط (به جز سوراخ‌ها)

– اگر برای سوراخ‌ها تولرانس از کیفیت ۷ باشد و بیراهی پایینی برابر صفر، تولرانس آن‌ها را نیز بنویسد. (نقشه نیاز به اندازه‌گذاری کامل ندارد.)



۲. لازم است برای همه‌ی سوراخ‌ها، اندازه، همراه تولرانس گذاشته شود (تولرانس از جدول اصلی تولرانس‌ها)

– برای سوراخ‌های ۲۰ و بالاتر از آن تولرانس از کیفیت شماره‌ی ۷ با در نظر گرفتن بیراهی پایینی صفر و برای سوراخ‌های کوچک‌تر از ۲۰، تولرانس از کیفیت شماره‌ی ۶ با بیراهی صفر نوشته شود. برای نمونه یک مورد روی شکل نوشته شده است.



توانایی اجرای انطباقات در نقشه‌های صنعتی

◄ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:

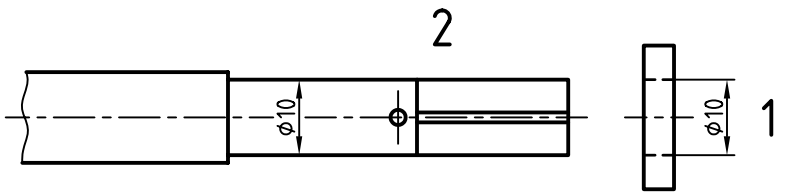
- مفهوم انطباق را شرح دهد.
- مفهوم میله و سوراخ را در انطباق بیان کند.
- مراحل انطباقی را به صورت کلی و نیز تشریحی توضیح دهد.
- انواع دستگاه‌های مبنا را نام ببرد.
- چگونگی استفاده از جداول انطباقی را شرح دهد.
- انطباقات را در نقشه اجرا کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۲	۴

پیش آزمون

۱. به نظر شما واژه‌ی انطباق چه مفهومی دارد؟

۲. واشر۱ باید روی میله به قطر ۱۰ قرار می‌گیرد، آیا این کار نیاز به فشار دارد؟

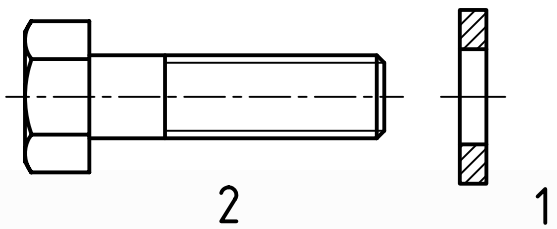


۳. آیا پس از ورود میله به واشر، آن‌ها محکم خواهند بود؟ چندان محکم نیستند؟ یا اصلاً دارای لقی خواهند بود؟

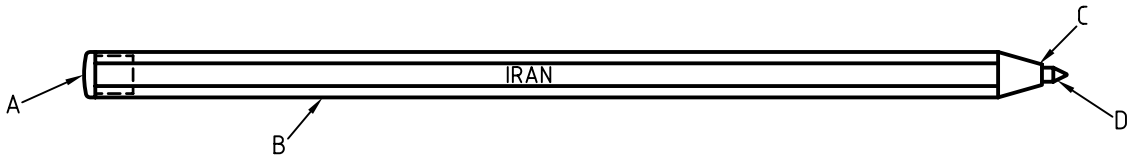
۴. حالت مناسب از میان محکم بودن، روان بودن (نداشتن لقی) یا لقی داشتن کدام است؟

۵. آیا یکی از حالت‌های پرسش چهار، بستگی به کارکرد قطعات دارد؟

۶. به نظر شما در زمان ورود پیچ به واشر، کدام حالت مناسب‌تر است؟ لق بودن (بازی داشتن)، روان بودن یا محکم بودن؟



۷. درپوش دنباله‌ی خودکار یعنی A، چه حالتی نسبت به لوله‌ی B دارد؟

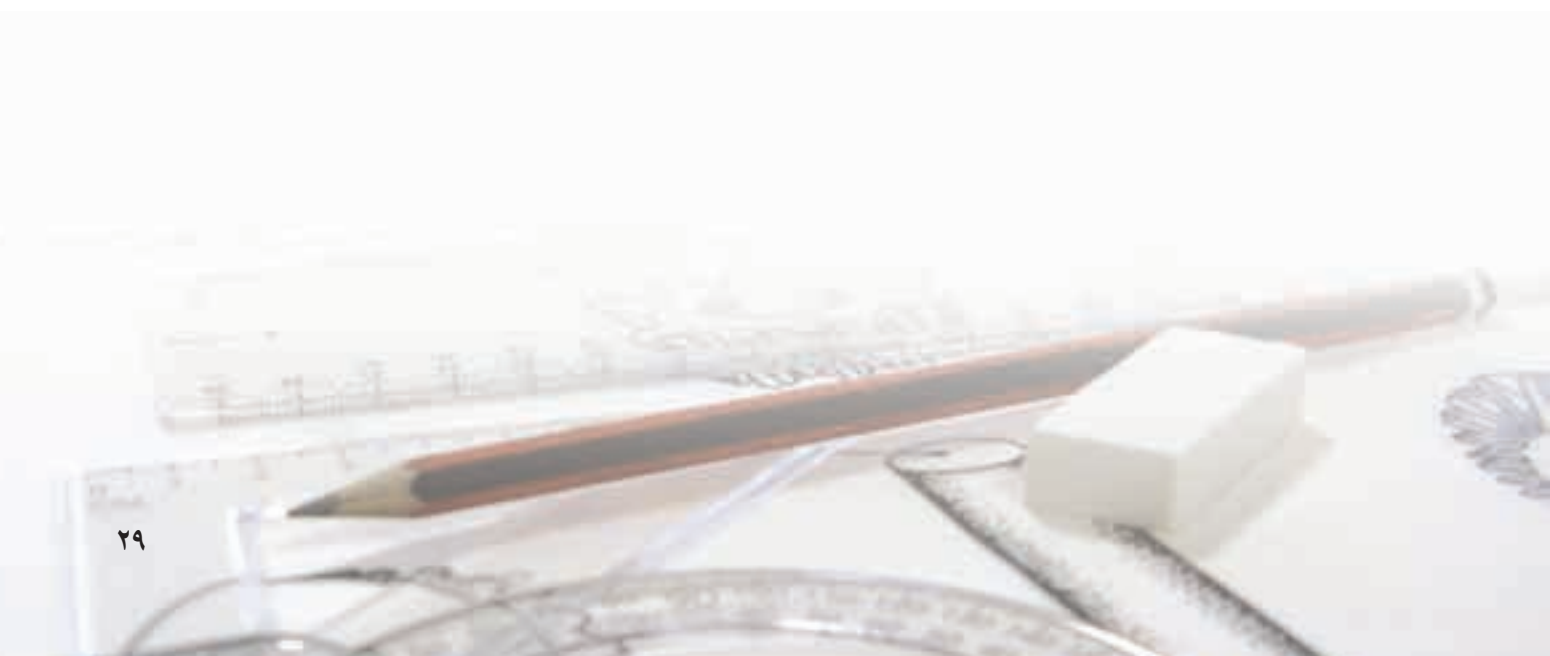


۸. دیگر اجزای خودکار چه حالت‌هایی نسبت به هم دارند؟ این خودکار دقیقاً چند تکه دارد؟

۹. چرا دادن دو اندازه‌ی ۱۰ برای قطعات در پرسش ۲، به تنهایی نمی‌تواند چگونگی آن‌ها را بیان کند؟

۱۰. آیا با تقسیم مراحل به محکم بودن و روان بودن و لق بودن (بازی داشتن) کار تمام است؟

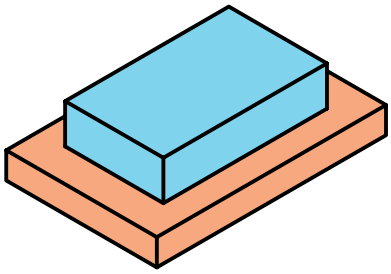
۱۱. آیا محکم بودن یا روان بودن یا بازی داشتن، هر کدام خود می‌توانند مراحلی داشته باشند؟

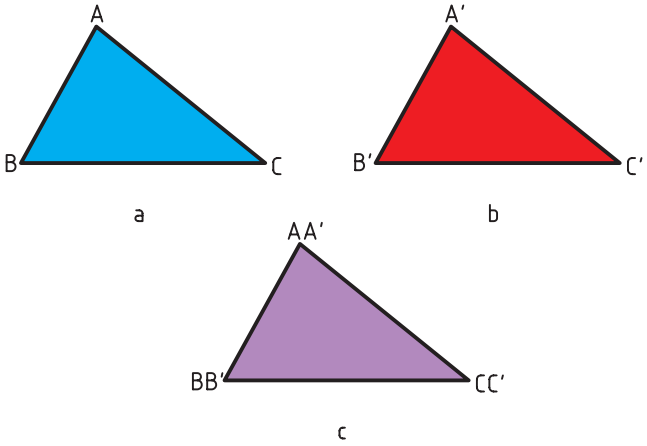


انطباق و مفهوم آن در صنعت

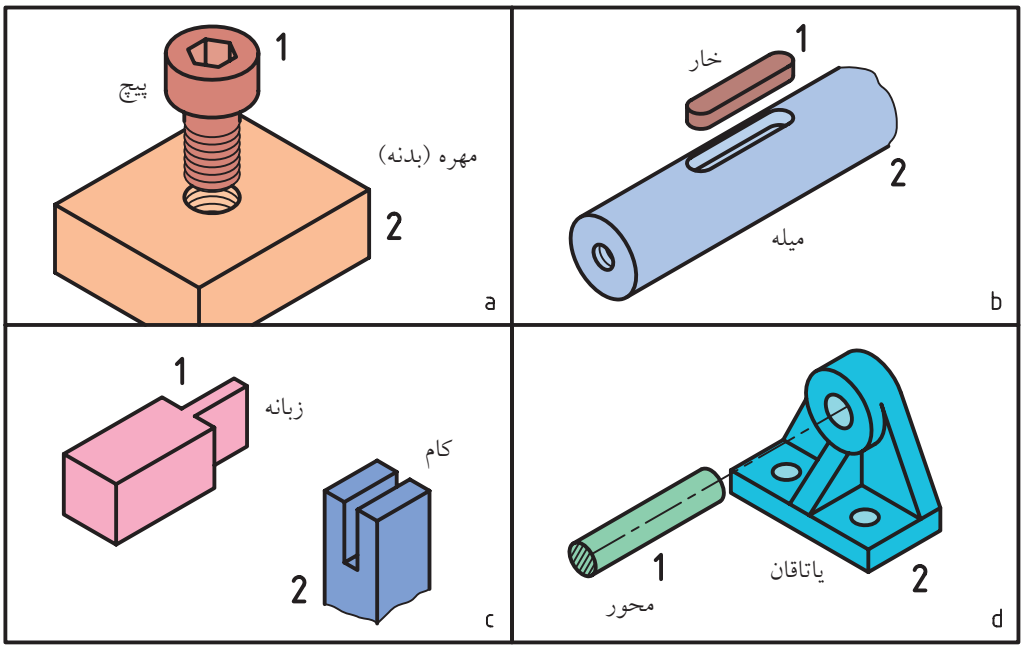
در گفتار عادی منظور از انطباق، قرار دادن دو قطعه روی هم است (حتی قرار دادن یک جسم تخت روی میز!)

در هندسه، مفهوم انطباق آن است که دوشکل کاملاً مساوی، می‌تواننـد روی هم قرار گیرند، یعنی تمـام اجزای آن‌ها روی هـم قرار گیرند (مانند دو مثلث متسـاوی الاضلاع)





به این ترتیب، اگر دو مثلث ABC و $A'B'C'$، اضلاع و گوشه‌ها برابر باشند، قابل انطباق‌اند.اما مفهوم صنعتی انطباق، نوعی در هم رفتن (داخل هم شدن) است. به شکل نگاه کنید:



a. اگر پیچ در مهره بسته شود، می‌گوییم انطباق انجام شده است.

b. اگر خار را در جای آن بگذاریم، گوییم انطباق را انجام داده‌ایم.

c. وارد شدن زبانه در کام (فاق) را در ساخت‌وساز و اتصالات چوبی، انطباق گوییم.

d. ورود میله‌یا محور را به‌یاتاقان، انطباق نامند.

تعریف: داخل شدن میله در سوراخ یا زبانه در شکاف را انطباق گویند.

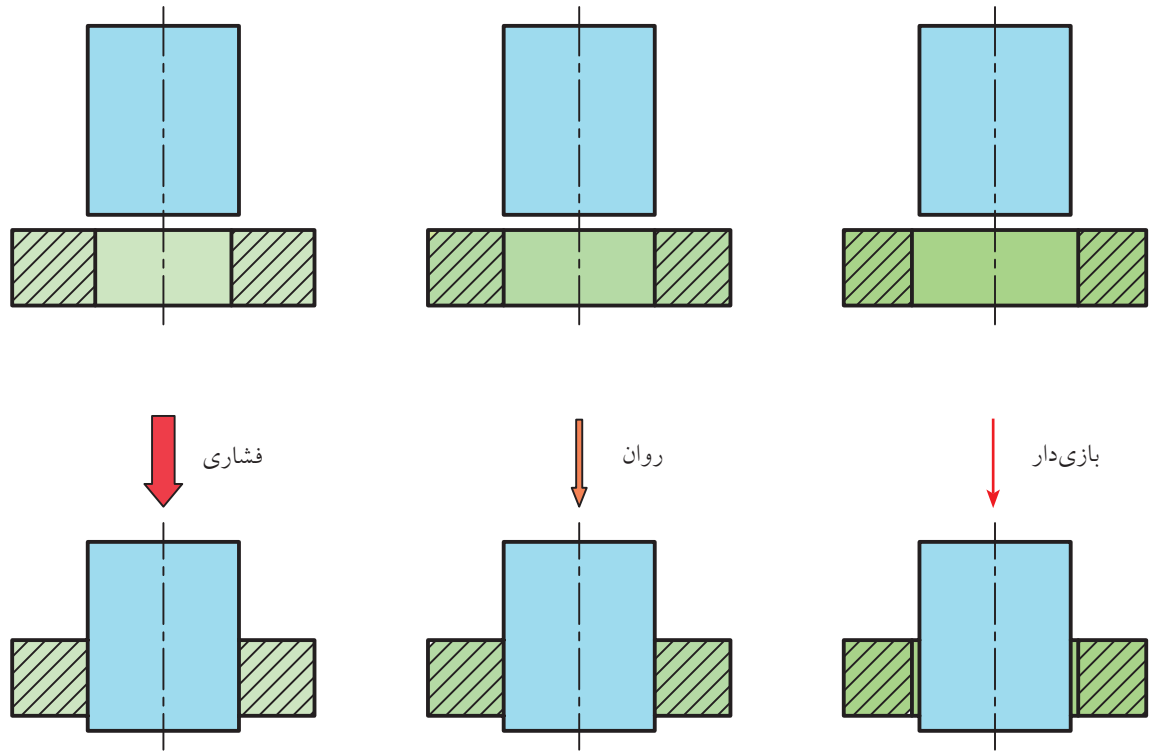
میله و سوراخ: در کار فنی، میله و سوراخ دارای مفهومی ویژه هستند.

میله: میله به مفهوم اندازه‌ی بیرونی است. پس خار، پیچ، زبانه و محور اندازه‌های بیرونی (خارجی) هستند.

سوراخ: سوراخ به معنای اندازه‌ی درونی (داخلی) است. به این ترتیب، سوراخ ساده، مهره، جای خار، کام و ... اندازه‌های درونی هستند.

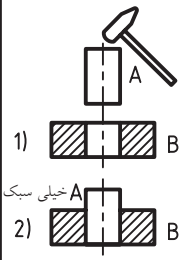
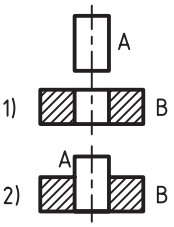
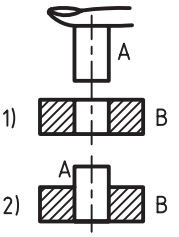
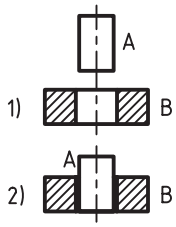
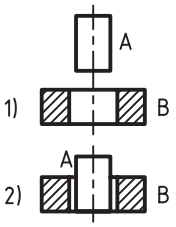
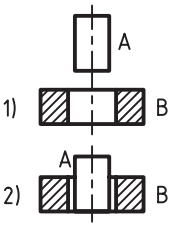
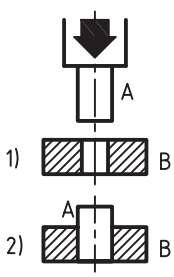
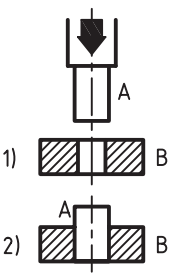
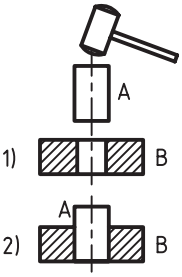
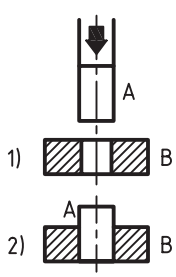
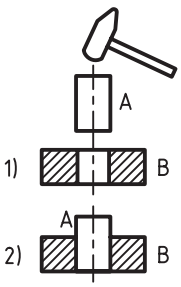
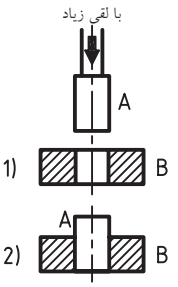
مراحل انطباقی: به گونه‌ای ساده می‌توان انطباق را در سه حالت بررسی کرد:

- بازی‌دار (آزاد)
- روان (جذب، بدون لقی، عبوری)
- فشاری (پرسی یا تداخلی)



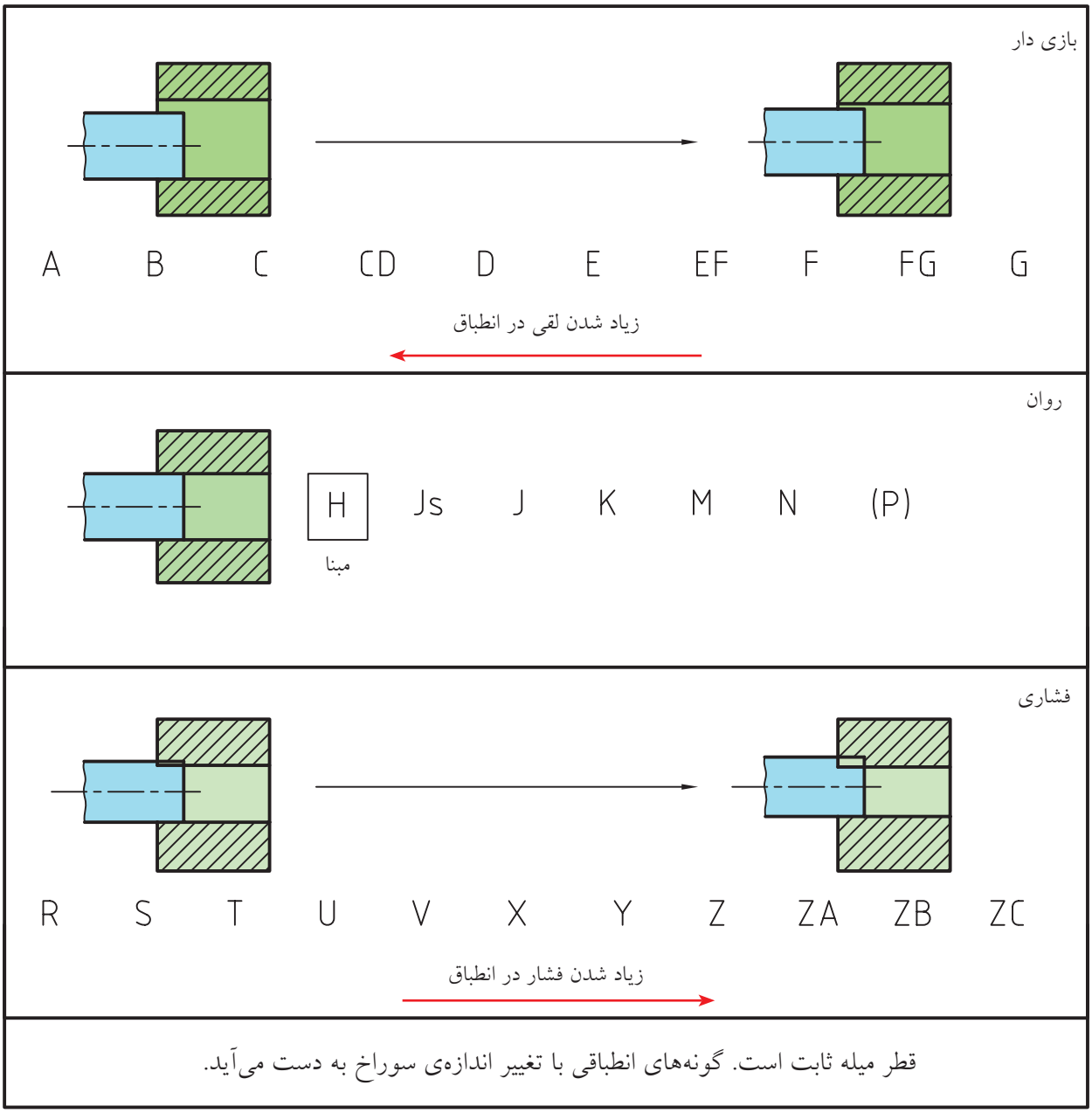
اما به زودی متوجه می‌شـویم که این تقسـیم‌بندی بسیار نارسـا و ناکافی اسـت. اکنون با دانسـتن مفاهیم میله و سوراخ باید به نکته‌ی مهم دیگری توجه کنیم. انطباق میله و سوراخ به صورت‌های بسیار گوناگون ممکن است. این کار برای تولیدات گسترده‌ی صنعتی اجتناب‌ناپذیر است؛ به گونه‌ای که تقسـیم بندی سـه مرحله‌ای ابداً پاسـخگو نخواهد بود.

بـه جدول نگاه کنید. در این‌جـا، میله‌ی A باید داخل سـوراخ B شود. حالت‌های بسیاری وجود دارد. برخی از این حالات در جدول نشان داده شده است.

سوراخ و میله تقریباً برابر  با زدن چکش سبک انطباق فشاری	سوراخ و میله برابر  با فشار دست، بدون لقی	سوراخ و میله تقریباً برابر  با فشار انگشت، بدون لقی	سوراخ بزرگ‌تر  بدون هیچ‌گونه نیرو، بدون لقی	سوراخ بزرگ‌تر  بدون هیچ‌گونه نیرو، با لقی کم	سوراخ بزرگ‌تر  بدون هیچ‌گونه نیرو، با لقی زیاد
سوراخ خیلی کوچک‌تر  با دستگاه فشار خیلی سنگین و استفاده از اختلاف دما انطباق جدانشدنی	سوراخ خیلی کوچک  با دستگاه فشار سنگین انطباق فشاری خیلی سنگین	سوراخ کوچک‌تر  با ضربات چکش سنگین انطباق فشاری سنگین	سوراخ کوچک‌تر  با دستگاه فشار متوسط انطباق فشاری نسبتاً سنگین	سوراخ نسبتاً کوچک‌تر  با چکش متوسط، انطباق فشاری سبک	سوراخ کمی کوچک‌تر  با دستگاه فشار سبک (انطباق) فشاری نسبتاً سبک

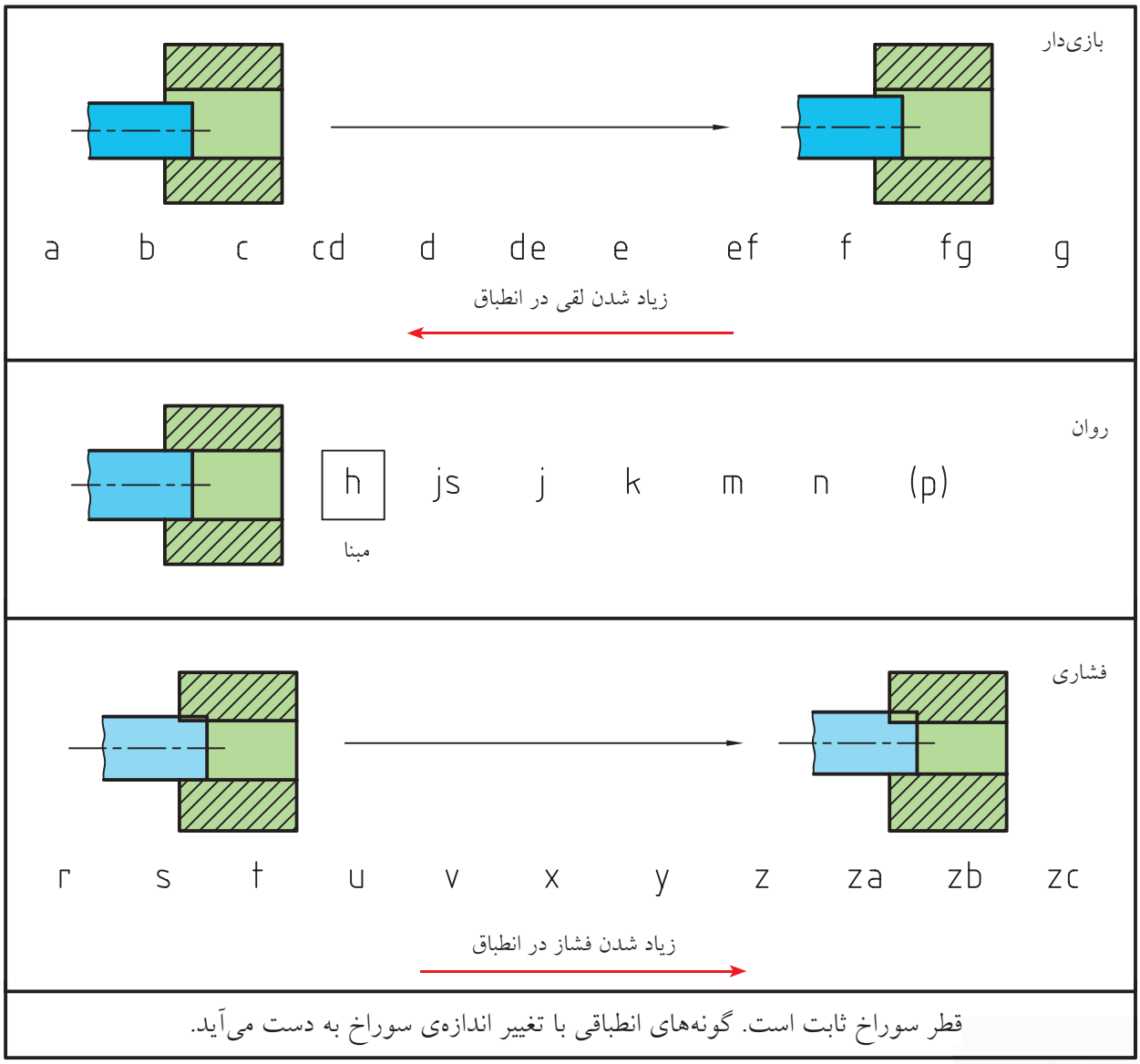
توجـه کنید که قطـر میله را در همـه‌ی مراحل ثابت در نظـر گرفته‌ایم و انطباقات دلخواه را با تغییر قطر سـوراخ به‌دسـت آورده‌ایم. با این همه، حتـی آنچه که در جدول آمده کافی نیست.

بـــه این ترتیـــب، ناچاریم کـــه به کمک حـــروف، مراحل انطبـــاق را تـــا ۲۸ حالت افزایـــش دهیـــم. مطابق جدول دیده می‌شـــود که در ۱۱ مرحله‌ی بازی‌دار، قطر ســـوراخ از A که بزرگ‌ترین حالت اســـت تـــا G که کوچک‌ترین حالت بازی‌دار است، تغییر می‌کند. بنابراین، ۱۱ مرحله‌ی بـــازی‌دار، یک حالت مبنا (H) و ۶ حالت روان یا عبوری و ۱۱ مرحله‌ی فشـــاری از خیلی ســـبک تا بسیار سنگین، پاسخگوی نیازهای صنعتی خواهد بود.



قطر میله ثابت است. گونه‌های انطباقی با تغییر اندازه‌ی سوراخ به دست می‌آید.

حالــت H را مبنا در نظر می‌گیرند و این حالتی اســت که کوچک‌ترین اندازه‌ی ســوراخ برابر اندازه‌ی نامی است و به نسبت تولرانس انتخابی (از جدول اصلی تولرانس‌ها)، قطر ســوراخ می‌تواند بزرگ‌تر شود. به همین ترتیب برای میله، همین ۲۸ مرحله وجود خواهد داشت.



قطر سوراخ ثابت است. گونه‌های انطباقی با تغییر اندازه‌ی سوراخ به دست می‌آید.

یادداشت

توجه به نکته‌ای لازم است. اگر به فرض تولرانس را صفر در نظر بگیریم، در شرایط مبنا (برای سوراخ H و بــرای میله‌ی h)، ســوراخ یا میله دارای اندازه‌ی نامی خواهد بــود. اما به دلیل دخالت تولرانس، قاعده آن است که در حالت مبنا، در مورد سوراخ، همه‌ی تولرانس بالای اندازه‌ی نامی و در مورد میله، همه تولرانس زیر اندازه‌ی نامی قرار گیرد.

بـــرای نمونـــه، اگر تولرانس برای ســـوراخی بـــه ∅۲۴ را ۲۱ µm داشـــته باشـــیم، بزرگ‌ترین اندازه‌ی سوراخ برابر ۲۴/۰۲۱ و کوچک‌تریـــن آن ۲۴/۰۰۰ خواهـــد بـــود. اگر همین تولرانس برای میله باشـــد، آنـــگاه داریم: ۲۳/۹۷۹= کوچک‌ترین اندازه‌ی میله و ۲۴/۰۰۰= بزرگ‌ترین اندازه‌ی میله

دســـتگاه‌های مبنا: برای داشتن انطباق، می‌توان دو حالت از موارد ۲۸گانه‌ی ممکن برای ســـوراخ و میله را در نظر گرفـــت، مانند M و d، اما این یـــک حالت نامعین از نظر انطباقـــی خواهد بود. به ایـــن ترتیب، دامنـــه‌ی انطباقات بی‌شمار و تشخیص حالت مفید دشوار خواهد شد.

دســـتگاه سوراخ مبنا: برای‌شـــکل دادن انطباقات و سر و ســـامان دادن تولید، لازم است حالت مبنا انتخاب شود. به این ترتیب، اگر یک سوراخ به قطر دقیق ۴۰ ساخته شود، می‌تـــوان همه‌ی حالات ۲۸گانه‌ی انطباقی را با تغییر دادن قطر میله به‌دســـت آورد. پس اگر در یـــک کار فنی، ابتدا ســـوراخ‌ها با قطر نامی (حالت H) ساخته شوند و سپس انطبـــاق مورد نیاز با تغییر اندازه‌ی میله به‌دســـت آیند، در چنین وضعیتی، روش کار را «ســـوراخ مبنا» می‌نامند. این کار در صنایع سبک معمول است (چرا؟)

دســـتگاه میله مبنا: اگر بـــرای به‌دســـت آوردن انطباقات درخواســـتی، قطر میله را ثابت نگه داریم (درحالت h) و قطر ســـوراخ را تغییر دهیم، روش کار «دستگاه میله مبنا» خوانده می‌شود.

این روش در صنایع سنگین معمول است (چرا؟).

جداول انطباقی

مانند تولرانس‌ها، برای انطباقات هم جداولی وجود دارد. جدول بزرگ انطباقات، که بر پایه‌ی آن می‌توان بیراهی‌ها را بـــرای هر یک از حالات انطباقی پیـــدا کرد. اما جداول کاربردی‌تری نیز وجود دارند که در حقیقت تفســـیری از جدول بزرگ هستند برای نمونه به جدول نگاه کنید.

این جدول از چهار بخش تشکیل شده است:

- پنج IT برای f، شامل اندازه‌های بزرگ‌تر از ۳ تا ۱۲۰ است.
- پنج IT مهم‌تر برای رده‌ی انطباقی g
- پنج IT برای رده‌ی H (مبنا)
- پنج IT برای رده‌ی m

همـــه‌ی شـــماره‌های موجـــود در جـــدول برحســـب میکرون‌متـــر و در همه موارد ابتدا بیراهی بالایی و ســـپس بیراهی پایینی داده شده است.

یادآوری

در تولید انبوه، استفاده از دستگاه مبنا اجتناب‌ناپذیر است.

رده	IT	اندازه‌ها (mm)						
		۳ تا ۶	۶ تا ۱۰	۱۰ تا ۱۸	۱۸ تا ۳۰	۳۰ تا ۵۰	۵۰ تا ۸۰	۸۰ تا ۱۲۰
µm	۵	−۱۰ / −۱۵	−۱۳ / −۱۹	−۱۶ / −۲۴	−۲۰ / −۲۹	−۲۵ / −۳۶	−۳۰ / −۴۳	−۳۶ / −۵۱
	۶	−۱۰ / −۱۸	−۱۳ / −۲۲	−۱۶ / −۲۷	−۲۰ / −۳۳	−۲۵ / −۴۱	−۳۰ / −۴۹	−۳۶ / −۵۸
f	۷	−۱۰ / −۲۲	−۱۳ / −۲۸	−۱۶ / −۳۴	−۲۰ / −۴۱	−۲۵ / −۵۰	−۳۰ / −۶۰	−۳۶ / −۷۱
	۸	−۱۰ / −۲۸	−۱۳ / −۳۵	−۱۶ / −۴۳	−۲۰ / −۵۳	−۲۵ / −۶۴	−۳۰ / −۷۶	−۳۶ / −۹۰
	۹	−۱۰ / −۴۰	−۱۳ / −۴۰	−۱۶ / −۵۹	−۲۰ / −۷۲	−۲۵ / −۸۷	−۳۰ / −۱۰۴	−۳۶ / −۱۲۳
g	۵	−۴ / −۹	−۵ / −۱۱	−۶ / −۱۴	−۷ / −۱۶	−۹ / −۲۰	−۱۰ / −۲۳	−۱۲ / −۲۷
	۶	−۴ / −۱۲	−۵ / −۱۴	−۶ / −۱۷	−۷ / −۲۰	−۹ / −۲۵	−۱۰ / −۲۹	−۱۲ / −۳۴
	۷	−۴ / −۱۶	−۵ / −۲۰	−۶ / −۲۴	−۷ / −۲۸	−۹ / −۳۴	−۱۰ / −۴۰	−۱۲ / −۴۷
	۸	−۴ / −۲۲	−۵ / −۲۷	−۶ / −۳۳	−۷ / −۴۰	−۹ / −۴۸	−۱۰ / −۵۶	−۱۲ / −۶۶
	۹	−۴ / −۳۶	−۵ / −۴۱	−۶ / −۴۹	−۷ / −۵۹	−۹ / −۷۱	ـــــ	ـــــ
H	۵	+۵ / ۰	+۶ / ۰	+۸ / ۰	+۹ / ۰	+۱۱ / ۰	+۱۳ / ۰	+۱۵ / ۰
	۶	+۸ / ۰	+۹ / ۰	+۱۱ / ۰	+۱۳ / ۰	+۱۶ / ۰	+۱۹ / ۰	+۲۲ / ۰
	۷	+۱۲ / ۰	+۱۵ / ۰	+۱۸ / ۰	+۲۱ / ۰	+۲۵ / ۰	+۳۰ / ۰	+۳۶ / ۰
	۸	+۱۸ / ۰	+۲۲ / ۰	+۲۷ / ۰	+۳۳ / ۰	+۳۹ / ۰	+۴۸ / ۰	+۵۴ / ۰
	۹	+۳۰ / ۰	+۳۶ / ۰	+۴۳ / ۰	+۵۲ / ۰	+۶۲ / ۰	+۷۴ / ۰	+۸۷ / ۰
m	۵	+۹ / +۴	+۱۲ / +۶	+۱۵ / +۷	+۱۷ / +۸	+۲۰ / +۹	+۲۴ / +۱۱	+۲۸ / +۱۳
	۶	+۱۲ / +۴	+۱۵ / +۶	+۱۸ / +۷	+۲۱ / +۸	+۲۵ / +۹	+۳۰ / +۱۱	+۳۵ / +۱۳
	۷	+۱۶ / +۴	+۲۱ / +۶	+۲۵ / +۷	+۲۹ / +۸	+۳۴ / +۹	+۴۱ / +۱۱	+۴۸ / +۱۳
	۸	+۲۲ / +۴	+۲۸ / +۶	+۳۴ / +۷	+۴۱ / +۸	+۴۸ / +۹	ـــــ	ـــــ
	۹	+۳۴ / +۴	+۴۲ / +۶	+۵۰ / +۷	+۶۰ / +۸	+۷۱ / +۹	ـــــ	ـــــ

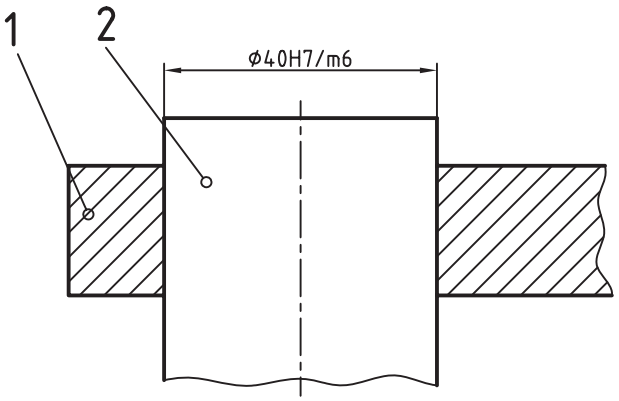
جدول IT (۹،۸،۷،۶،۵) برای چهار رده‌ی انطباقی H،g،f و m

(هر بخش این جدول، جزیی از یک جدول بزرگ اســت که در این‌جا فقط برای آشنایی آورده شده است. برای اطلاعات بیشتر می‌توان به منابع دیگر مراجعه کرد.)

اکنون تفسیر چند نمونه از انطباق را ببینید.

نــوع انطباق و مفهــوم عددی عبــارت ∅40H7/m6 چیســت؟ لازم اســت، در این عبارت، به دو بخش H7 و m6 دقت شود. در H7، حرف H، نشانه‌ی سوراخ مبناست و عدد ۷، نماینده‌ی کیفیت تولرانس آن (یا مقدار تولرانس آن) بر اســاس جدول اصلی‌تولرانس‌هاست. پس، می‌توان

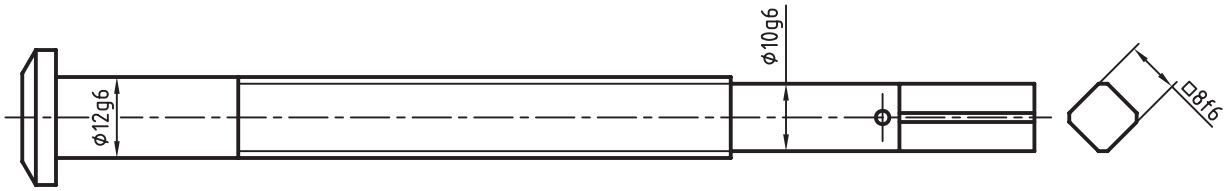
با مراجعه به جدول اصلی تولرانس‌ها، در مقابل عدد ۴۰ و زیر کیفیت۷، مقدار تولرانس را برابر ۲۵ µm خواند. برای نشانه‌ی m۶ نیز مقدار تولرانس طبق کیفیت شماره‌ی ۶ از جدول اصلی برابر ۱۶ µm (۲۵ µm – ۹ µm) حاصل خواهد شد. حرف m هم نشانه‌ی میله در حالت روان خواهد بود. به این ترتیب، دیده می‌شود که این یک انطباق از دستگاه سوراخ مبناست که سوراخ در حالت مبنا و میله در حالت روان (عبوری) است. این انطباق معمولاً با فشار کم انجام می‌شود حتی در شـــرایطی بدون نیاز به فشار. برای درک مفهـــوم عددی آن، پس از مراجعه به جدول، اعداد لازم را به دست می آوریم. در پایان به مفاهیم زیر خواهیم رسید.



$$\phi 40\ H7 \longrightarrow \phi 40\ ^{+0,025}_{\ 0}$$

$$\phi 40\ m6 \longrightarrow \phi 40\ ^{+0,025}_{+0,009}$$

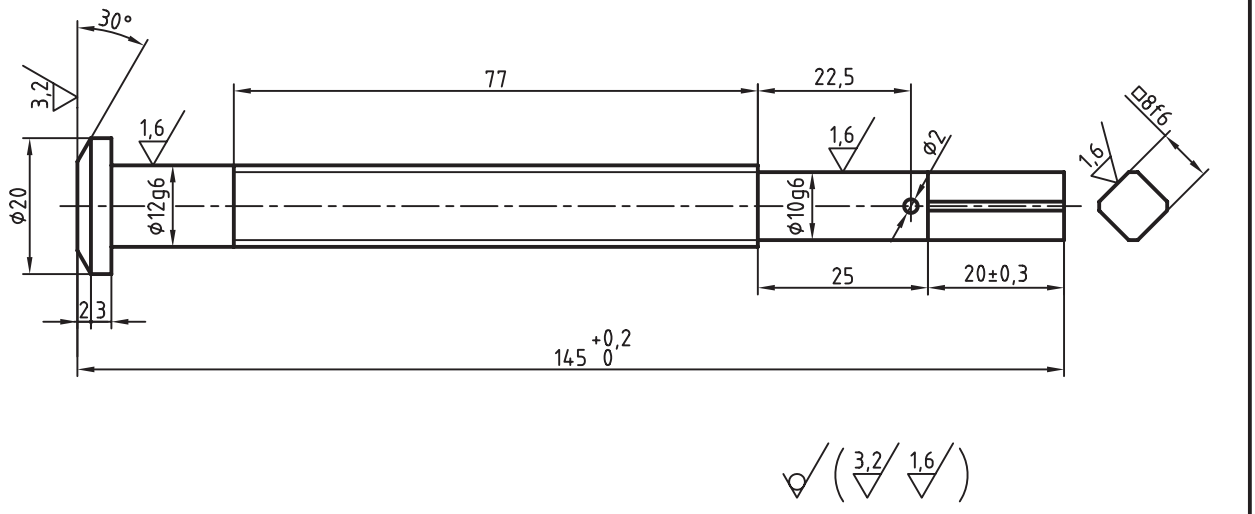
نقشه‌ی نمونه ۱: به کاربردهایی از اندازه‌های انطباقی توجه کنید.



در این قطعه (پیچ گیره)، سه اندازه‌ی وابسته وجود دارد. آن‌هـا باید با قطعه‌های دیگری کار کنند. بنابراین، اگر هم قطر ۱۰ و هم قطر ۱۲، در سـوراخ‌هایی با همین اندازه‌ها وارد خواهند شد. به این ترتیب، اگر قطر آن سوراخ‌ها به ترتیب ۱۰ و ۱۲ با نشـانه‌ی انطباقی H7 باشد (در حالت مبنا و با کیفیت تولرانسـی شـماره‌ی ۷، از جدول اصلی تولرانس‌ها)، آن‌گاه این اندازه‌های میله در شرایط بازی‌دار خواهنـد بود (یعنی تقریباً بدون لقـی). در این حالت، از نظر گردش پیچ، بسیار حالت خوبی است. دنباله‌ی مربعی هم با یک دستگیر (به مفهوم آچار) دارای لقی کمی است (زیرا در مرحله‌ی F قرار دارد).

نقشـه‌ی نمونه‌ی ۲: اکنون می‌توانیم نقشه‌ی نسبتاً کاملی برای ساخت این پیچ ارائه کنیم.

این نقشه روی یک برگ A۴ با جدول داده شده است. در این نقشـه، همـه‌ی پرداخت‌ها و همـه‌ی تولرانس‌ها مشخص شده است.



	نام:	تاریخ	تولرانس: ISO 2768-m	جنس: فولاد پیچ
طراح				
نقشه‌کش			نام: پیچ گیره	سفارش:
بازبین				
تصویب				
مقیاس ۱:۱	کد			

یادآوری

برقو ابزاری اسـت بـرای پرداخت‌کاری داخل سـوراخ که می‌تواند وضعیت انطباقی مورد نیاز را هم به‌وجود آورد.

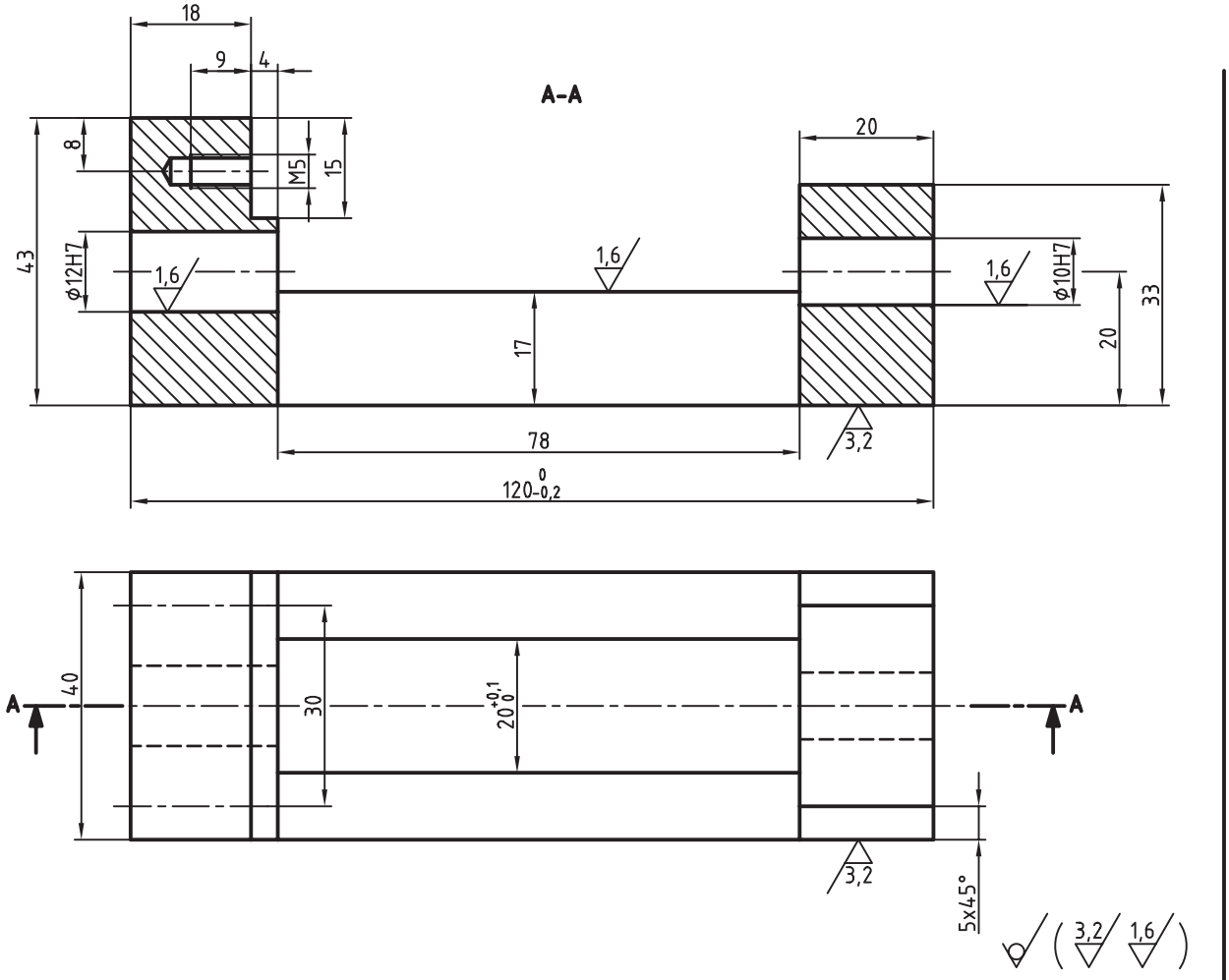
نقشه‌ی نمونه‌ی ۳: بدنه‌ی گیره‌ای کوچک را در شکل می‌بینید.

ـ جنس بدنه از چدن است.

ـ دو سوراخ به قطرهای ۱۰ و ۱۲ با مرحله‌ی انطباقی H۷ در یک راستا قرار دارند.

ـ داخل سـوراخ‌ها با برقو باید پرداخت شـود. پرداخت آن‌ها Ra۱/۶ خواهد بود.

– در این قطعه، دو سطح هم وجود دارد که چون فک متحرک گیره روی آن حرکت خواهد کرد که باید خوب پرداخت شده باشد.



	نام:	تاریخ	تولرانس: ISO 2768-m		جنس: چدن
طراح					
نقشه‌کش			نام: بدنه		سفارش:
بازبین					
تصویب					
مقیاس ۱:۱	کد				

خلاصه مطالب

اصول به دست آوردن مقادیر انطباقی از جداول انطباقی

۱. برای هر اندازه، که در شرایط انطباقی قرار می‌گیرد، یک بیراهی بالایی و یک بیراهی‌پایینی وجود دارد.

۲. اگر در این وضع انطباقی از حرف H یا h (مبنا) استفاده شده باشد، بیراهی از یک طرف صفر خواهد بود (برای H، بیراهی‌پایینی و برای h، بیراهی بالایی)

۳. چگونگی بیراهی را در شرایط دیگر (غیر از H یا h از جداول انطباقی به دست خواهیم آورد.

دستور کار

نوشتن تولرانس و انطباق

(۶۰ دقیقه)

هدف: یافتن تولرانس و انطباق از جدول و نوشتن آن در نقشه

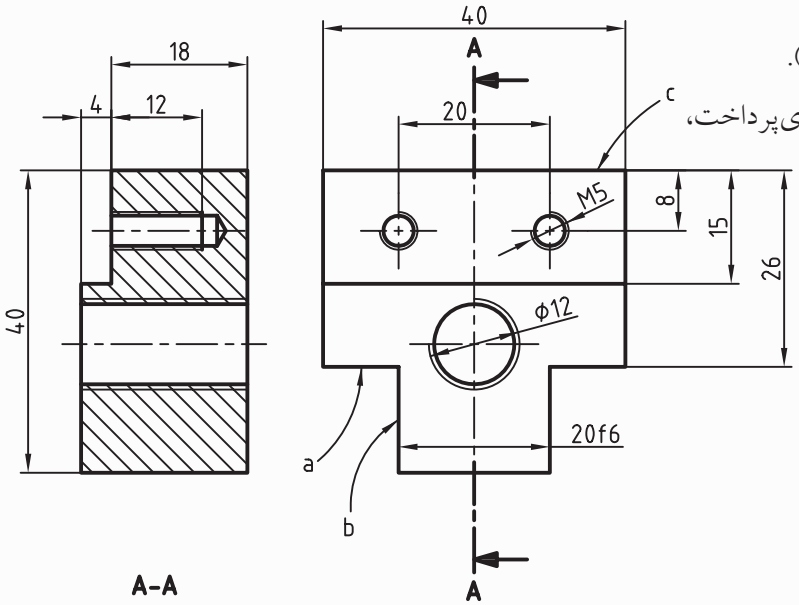
مراحل ترسیم

۱. کاغذ A۴ را به صورت افقی بچسبانید.

– نقشـــه‌ی داده شـــده، مربوط به فک لغزنده‌ی گیره را با مقیاس ۱:۱ ترسیم کنید.

– فاصله‌ی دو نما را افزایش دهید (حدود ۳۰).

– نقشه را اندازه‌گذاری نکنید (هدف تنها کار روی‌پرداخت، تولرانس و انطباق است)



۲. برای سطح c پرداخت ۳/۲ در نظر بگیرید.

– برای سطح a پرداخت ۱/۶ در نظر بگیرید.

– برای سطح b پرداخت ۳/۲ را بنویسید.

–برای اندازه‌ی ۴۰ در هر دو حالت تولرانس ۰/۱± را بگذارید.

– تولرانس‌هـــای دیگر را از جـــدول تولرانس‌های آزاد در نظر بگیرید.

– برای اندازه‌ی 20f6، بیراهی‌ها را معین کنید و بنویسید.

– با ترســـیم کادر و جدول و زیرنویس پرداخت، نقشه را کامل کنید.

– نقشـــه‌ی کامل شده را برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود نشان دهید.

ارزشیابی پایانی

◄ نظری

۱. با آوردن نمونه، مفهوم صنعتی انطباق را شرح دهید.

۲. مفاهیم فنی میله و سوراخ را شرح دهید.

۳. مراحل انطباقی کدام‌اند؟ (با رسم شکل دستی)

۴. تعداد مراحل بازی‌دار، روان و فشاری را با حروف آن توضیح دهید. (هم برای میله و هم برای سوراخ)

۵. در حالت مبنا، وضعیت بیراهی‌ها برای میله و سوراخ چگونه است؟

۶. کاربرد هر یک از دستگاه‌های مبنا در کجاست؟

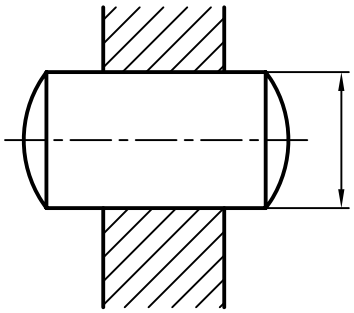
۷. سه انطباق داده شده را به گونه‌ای کامل کنید که به ترتیب از چپ به راست، بازی‌دار، روان، و فشاری باشند:

..../t7 ∅20 و ...../44k9∅ و .... / ∅32H7

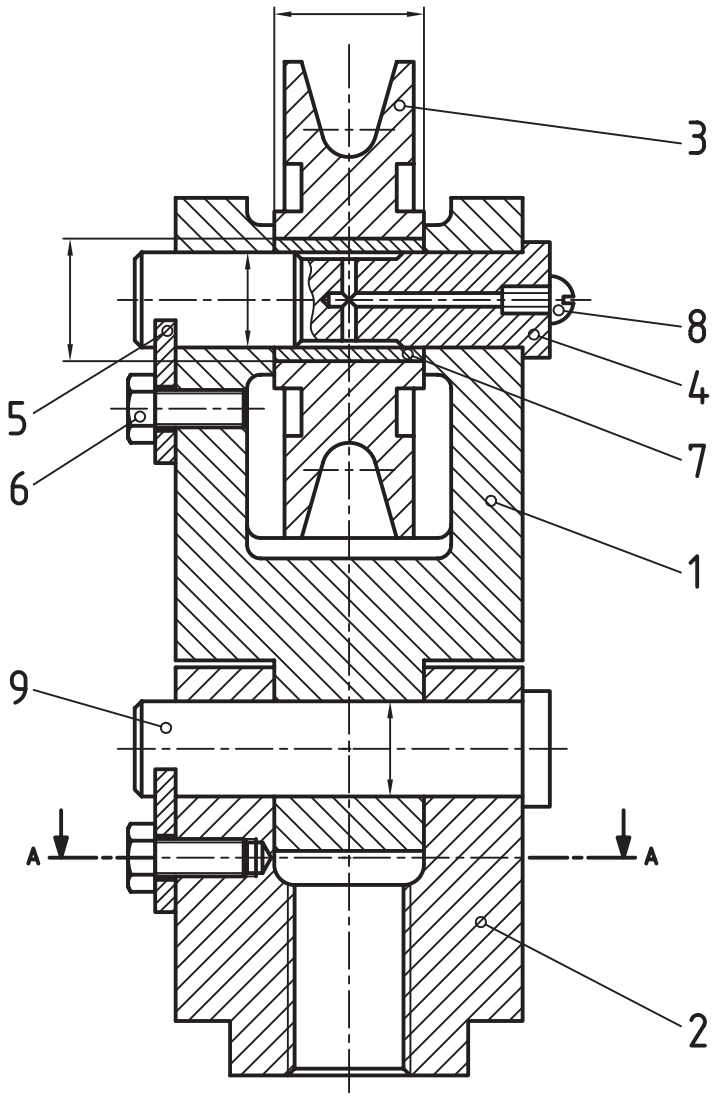
۸. نوع انطباق و مفهوم عددی عبارت‌های ∅60H6/m5، ∅33H7/f6 را شرح دهید.

عملی (زمان: ۶۰ دقیقه)

۱. برای میله و سوراخ داده شده یک انطباق با بازی کم در نظر بگیرید و روی آن بنویسید.



۲. برای مکانیزم قرقره، انطباق بوش ۷ و قرقره‌ی ۳، فشـــاری و انطباق ۴ و ۱، روان و انطباق ۳ و ۱، بازی‌دار و انطباق ۹ و ۲، روان و ۹ با ۲ بازی‌دار است آن‌ها را با انتخاب رده‌ها بنویسید (روی اندازه‌های مشخص شده).



۳. نقشه‌ی مربوط به‌یاتاقان را کامل کنید. با شرایط زیر:

- سوراخ اصلی رده‌ی مبنا و کیفیت تولرانسی ۸
- شکاف زیر قطعه از رده‌ی بازی‌دار G و کیفیت تولرانسی ۹
- تولرانس محور تا کف برابر ۰/۰۵ ±
- دیگر تولرانس‌ها از مرحله‌ی متوسط تولرانس آزاد
- پرداخت‌های جزئی و کلی را معین کنید.