

# تولانس های ابعادی و هندسی

(GD&T)

تهیه و تنظیم:

مهندس میرافشاری

فهرست

|    |       |                               |
|----|-------|-------------------------------|
| ۲  | ----- | تلرانس های ابعادی             |
| ۲  | ----- | تعاریف.                       |
| ۴  | ----- | تلرانس                        |
| ۷  | ----- | تلرانس آزاد                   |
| ۱۰ | ----- | تلرانس زاویه                  |
| ۱۱ | ----- | نمایش تلرانس                  |
| ۱۳ | ----- | سیستم انطباق                  |
| ۲۴ | ----- | تلرانسهای هندسی               |
| ۲۸ | ----- | ناحیه های تلرانس              |
| ۳۱ | ----- | نماد های مواضع مبنا           |
| ۳۳ | ----- | نمایش و تفسیر تلرانسهای هندسی |
| ۳۶ | ----- | تلرانس جهت                    |
| ۳۸ | ----- | تلرانس موقعیت                 |
| ۳۹ | ----- | تلرانس لنگی                   |

## تولرانس های ابعادی

برای تولید قطعات در صنعت از روش های گوناگون ساخت استفاده میشود. هر روش ساخت دارای دقت خاصی است از این رو اندازه های داده شده برای قطعه همواره با مقداری انحراف از اندازه ی حقیقی ساخته میشود. به همین دلیل در صنعت ، هرگز نمی توان قطعه ای را تولید نمود که با دقت مطلق تولید شده باشد بلکه تنها میتوان اندازه ها را به اندازه ی واقعی نزدیک نمود. بدیهی است هرچه دقت تولید بالا رود هزینه ی تولید نیز افزایش می یابد و لازم است از ابزار دقیق تر و کارگر ماهر تر استفاده نمود. از این رو در طراحی، پارامتری جدید به نام تولرانس ابعادی وارد می شود.

### تعاریف

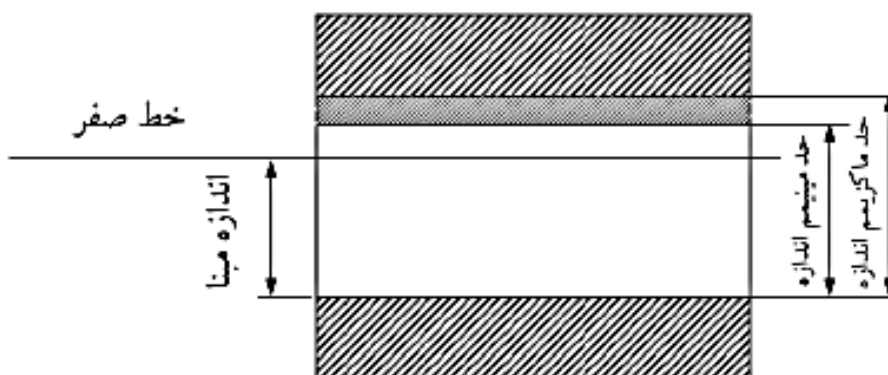
**اندازه اسمی (مبنا):** اندازه ای است که انحرافات بالایی و پایینی با آن مقایسه میشود.

**خط صفر:** در نمایش گرافیکی سیستم حدود و انطباقات، خط مستقیمی است که مابین اندازه ی مبنا بوده و انحرافات و تولرانس ها نسبت به آن سنجیده میشوند.

**حد بالای (حد ماکسیمم اندازه):** بزرگترین اندازه ی مجاز یه قطعه است.

**حد پایینی (حد مینیمم اندازه):** کوچکترین اندازه ی مجاز یه قطعه است.

**حد اندازه:** دو اندازه ی حدی مجاز قطعه است که اندازه ی عملی آن بین این دو حد و یا مساوی با یکی از آن ها است.



**انحراف:** اختلاف یک اندازه (اندازه در عمل، حد اندازه و غیره) با اندازه ی مبنای مربوط به آن است.

**انحراف بالایی:** اختلاف اندازه ی حداکثر و اندازه ی مبنای مربوطه است.

**انحراف پایینی:** اختلاف اندازه ی حداقل و اندازه ی مبنای مربوطه است.

**اندازه واقعی:** اندازه ای است که به وسیله ابزار اندازه گیری به دست می آید.

**انحراف حدی:** شامل انحراف بالایی و انحراف پایینی است.



## تولرانس

اندازه اختلاف بین حد بزرگترین اندازه و حد کوچکترین اندازه و یا اختلاف بین انحراف بالایی و پایینی تولرانس نامیده میشود.

کوچک ترین اندازه - بزرگترین اندازه = تولرانس

انحراف پایینی - انحراف بالایی = تولرانس

**تولرانس استاندارد (IT):** در سیستم حدود و انطباق ISO، هر تولرانس با عبارت (IT) شروع می شود.

**درجات تولرانس استاندارد (IT):** در سیستم حدود و انطباق ISO، هر تولرانس مشخص (مثلا IT7) برای هر دسته از اندازه های مبنای،

دارای دقت مشابه ای است.

**منطقه ی تولرانس:** در نمایش هندسی ، منطقه ی محصور بین خط دو خط اندازه ی حدی ماکسیمم و مینیمم است.

**انحراف پایه:** انحرافی است که موقعیت منطقه ی تولرانس را نسبت ب خط صفر تعیین می کند.

**کلاس تولرانس:** این عبارت برای ترکیب انحراف پایه و درجه ی تولرانس به کار می رود (مثل h9 یا D13)

### جدول اصلی مقدار های تولرانس

انتخاب دلخواه تولرانس برای اندازه های مختلف، صنعت را دچار اختلال می کند . به عبارت دیگر اگر قرار باشد که تولید کنندگان برای اندازه های مورد نیاز خود، اختلاف اندازه های متفاوت در نظر گیرند، ارتباط صنعتی از میان می رود . برای هماهنگی ، استاندارد ISO یک جدول اصلی برای اختلاف اندازه های مجاز یا تولرانس ها پیشنهاد کرده است . پیش از آوردن این جدول بنیادی، یک جدول کوچک را با در نظر گرفتن آنچه که درباره کیفیت تولرانس گفته شد می آوریم .

جدول ۴-۱. شماره های IT

| ←           |   | اندازه ها |   |   |   |   |   |   |   |   |    | →          |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|
| بادقت بیشتر |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    | بادقت کمتر |    |    |    |    |    |    |    |
| ۰۱          | ۰ | ۱         | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱         | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ |

طبق این جدول، استاندارد ISO برای کیفیت یا مرغوبیت تولرانس، ۲۰ مرحله در نظر گرفته است که با ۰۱ شروع و با ۱۸ پایان می یابد .

برای عبارت تولرانس ایزو، نشانه IT را برمی گزینند . بنابراین کیفیت های بیست گانه را می توان به صورت IT۰ ، IT۰۱ ، IT۱ ، IT۲ ، و .... IT۱۸ نشان داد .

از IT۰۱ تا IT۵ برای کارهای بسیار دقیق مانند ساخت ابزارهای اندازه گیری

از IT۶ تا IT۱۱ برای ماشین سازی عمومی و دقیق و از آن به بعد برای کارهای کم دقت تر و صنایع سنگین استفاده می شود.

اکنون جدول اصلی مقادارهای تولرانس پیشنهادی ISO را ببینید. ( تولرانس ایزو ISO Tolerance IT )

به این جدول با دقت نگاه کنید. این جدول پایه و مبنای همه مطالب آورده شده در این بحث است .

به چند نکته مهم تر درباره آن توجه کنید:

۱ - ستون اول با واحد میلی متر در سمت چپ، مربوط به طول یا قطر است، مانند " ۸۰ تا ۵۰ > " که مفهوم آن برای بیشتر از ۵۰ است تا ۸۰ و همچنین خود ۸۰ ( که شامل ۵۰ نخواهد بود)

۲ - ستون دوم یا ۰۱، با واحد میکرون متر (  $\mu\text{m}$  ) اولین کیفیت تولرانس است .

در این ستون اختلاف اندازه مجاز برای اندازه ها داده شده است. برای نمونه در مورد " ۳۰ تا ۱۸ > " ، تولرانس پیشنهادی برابر ۰/۶ میکرون متر خواهد بود و شامل اندازه های بیشتر از ۱۸ تا ۳۰ و خود ۳۰ می شود .

۳ - دیده می شود که در ستون های بعدی به طور مرتب مقدار تولرانس افزایش می یابد . به گونه ای که برای نمونه پیشین یعنی ۳۰ تا ۱۸ > و مثلاً در IT۹ خواهیم داشت .  $52 \mu\text{m}$

دیده می شود که مطابق این جدول، استاندارد ISO بیست کیفیت تولرانس برای هر اندازه در نظر گرفته است . انتخاب کیفیت طبق نظر طراح انجام می شود.

Supplementary table 8 Numerical values for standard tolerance grades IT (ISO 286-1 : 1988)

| Basic size (mm) | Standard tolerance grades (IT) |     |     |     |    |    |    |    |     |     |     |     |      |                  |                  |                  |                  |                  |       |
|-----------------|--------------------------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
|                 | 1                              | 2   | 3   | 4   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9   | 10  | 11  | 12  | 13   | 14 <sup>1)</sup> | 15 <sup>1)</sup> | 16 <sup>1)</sup> | 17 <sup>1)</sup> | 18 <sup>1)</sup> |       |
| over            | Tolerances (µm)                |     |     |     |    |    |    |    |     |     |     |     |      |                  |                  |                  |                  |                  |       |
| up to           | Tolerances (mm)                |     |     |     |    |    |    |    |     |     |     |     |      |                  |                  |                  |                  |                  |       |
| -               | 3                              | 0.8 | 1.2 | 2   | 3  | 4  | 6  | 10 | 14  | 25  | 40  | 60  | 0.10 | 0.14             | 0.26             | 0.40             | 0.60             | 1.00             | 1.40  |
| 3               | 6                              | 1   | 1.5 | 2.5 | 4  | 5  | 8  | 12 | 18  | 30  | 48  | 75  | 0.12 | 0.18             | 0.30             | 0.48             | 0.75             | 1.20             | 1.80  |
| 6               | 10                             | 1   | 1.5 | 2.5 | 4  | 6  | 9  | 15 | 22  | 36  | 58  | 90  | 0.15 | 0.22             | 0.36             | 0.58             | 0.90             | 1.50             | 2.20  |
| 10              | 18                             | 1.2 | 2   | 3   | 5  | 8  | 11 | 18 | 27  | 43  | 70  | 110 | 0.18 | 0.27             | 0.43             | 0.70             | 1.10             | 1.80             | 2.70  |
| 18              | 30                             | 1.5 | 2.5 | 4   | 6  | 9  | 13 | 21 | 33  | 52  | 84  | 130 | 0.21 | 0.33             | 0.52             | 0.84             | 1.30             | 2.10             | 3.30  |
| 30              | 50                             | 1.5 | 2.5 | 4   | 7  | 11 | 16 | 25 | 39  | 62  | 100 | 160 | 0.25 | 0.39             | 0.62             | 1.00             | 1.60             | 2.50             | 3.90  |
| 50              | 80                             | 2   | 3   | 5   | 8  | 13 | 19 | 30 | 46  | 74  | 120 | 190 | 0.30 | 0.46             | 0.74             | 1.20             | 1.90             | 3.00             | 4.60  |
| 80              | 120                            | 2.5 | 4   | 6   | 10 | 15 | 22 | 35 | 54  | 87  | 140 | 220 | 0.35 | 0.54             | 0.87             | 1.40             | 2.20             | 3.50             | 5.40  |
| 120             | 180                            | 3.5 | 5   | 8   | 12 | 18 | 25 | 40 | 63  | 100 | 160 | 250 | 0.40 | 0.63             | 1.00             | 1.60             | 2.50             | 4.00             | 6.30  |
| 180             | 250                            | 4.5 | 7   | 10  | 14 | 20 | 29 | 46 | 72  | 115 | 185 | 290 | 0.46 | 0.72             | 1.15             | 1.85             | 2.90             | 4.60             | 7.20  |
| 250             | 315                            | 6   | 8   | 12  | 16 | 23 | 32 | 52 | 81  | 130 | 210 | 320 | 0.52 | 0.81             | 1.30             | 2.10             | 3.20             | 5.20             | 8.10  |
| 315             | 400                            | 7   | 9   | 13  | 18 | 25 | 36 | 57 | 89  | 140 | 230 | 360 | 0.57 | 0.89             | 1.40             | 2.30             | 3.60             | 5.70             | 8.90  |
| 400             | 500                            | 8   | 10  | 15  | 20 | 27 | 40 | 63 | 97  | 155 | 250 | 400 | 0.63 | 0.97             | 1.55             | 2.50             | 4.00             | 6.30             | 9.70  |
| 500             | 630                            | -   | -   | -   | -  | -  | 44 | 70 | 110 | 175 | 280 | 440 | 0.70 | 1.10             | 1.75             | 2.80             | 4.40             | 7.00             | 11.00 |





## تولرانس های ابعادی و هندسی

روش ۲: استفاده از جدول تولرانس های آزاد پیشنهادی ایزو. در این جدول که ویژه اندازه های غیرمؤثر است، تولرانس ها در

چهار گروه ظریف، متوسط، خشن و خیلی خشن معرفی شده اند. پس می توان تولرانس را برای یک طول معین، ظریف، متوسط یا خشن در نظر گرفت

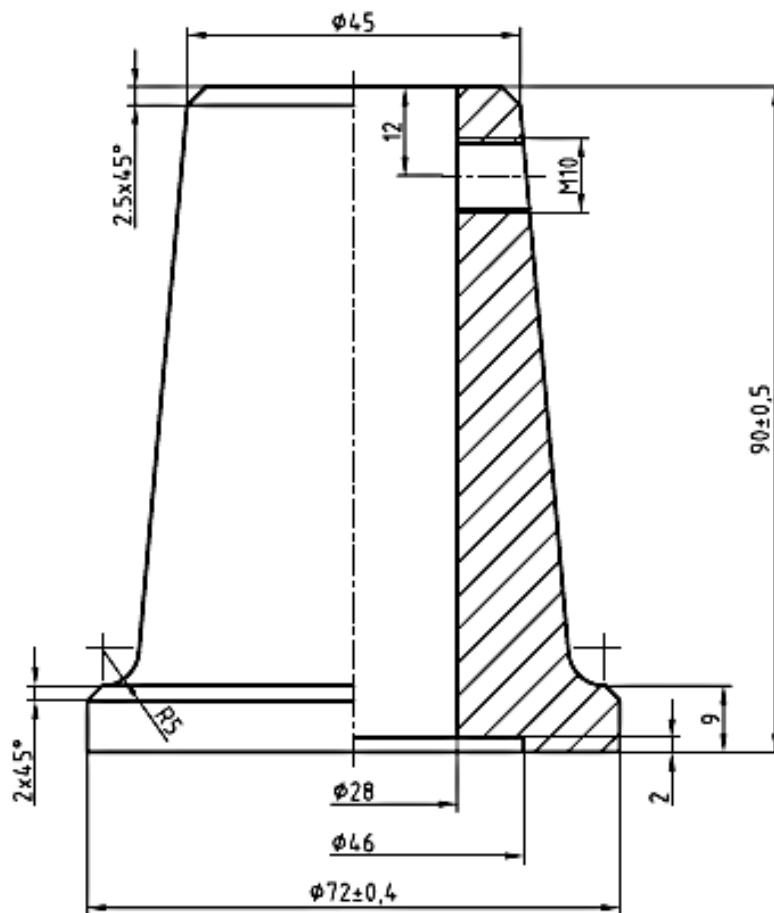
جدول ۳-۴- مقادیر پیشنهادی تولرانس آزاد ISO به شماره ۲۷۶۸

| اندازه ها بر حسب mm | ظریف f | متوسط m | خشن c | خیلی خشن c.v |
|---------------------|--------|---------|-------|--------------|
| ۳۶۰/۵               | ±۰/۰۵  | ±۰/۱    | ±۰/۱۵ | —            |
| ۶۶۳ <               | ±۰/۰۵  | ±۰/۱    | ±۰/۲  | ±۰/۵         |
| ۳۰۶۶ <              | ±۰/۱   | ±۰/۲    | ±۰/۵  | ±۱           |
| ۱۲۰۶۳۰ <            | ±۰/۱۵  | ±۰/۳    | ±۰/۸  | ±۱/۵         |
| ۳۱۵۶۱۲۰ <           | ±۰/۲   | ±۰/۵    | ±۱/۲  | ±۲           |
| ۱۰۰۰۶۳۱۵ <          | ±۰/۳   | ±۰/۸    | ±۲    | ±۳           |
| ۲۰۰۰۶۱۰۰۰ <         | ±۰/۵   | ±۱/۲    | ±۳    | ±۴           |

- ۱- ظریف، fine
- ۲- متوسط، medium
- ۳- خشن، coarse
- ۴- خیلی خشن، very coarse

برای نمونه طراح برای اندازه های موجود بدون تولرانس یک نقشه، تولرانس آزاد، مرحله متوسط را انتخاب کرده است، بنابراین

این مطلب را در جدول نقشه بنویسد. چون شماره این جدول ۲۷۶۸ می باشد، در جدول نقشه می نویسد . m - ISO 2768



| مقیاس              | نام موسسه | نقشه کش  |
|--------------------|-----------|----------|
| تاریخ              |           | بازبین   |
| تولرانس ISO 2768-m | پایه جک   | نام نقشه |

## تولرانس زاویه

زاویه هم یکی از کمیت های قابل اندازه گیری است، پس دارای تولرانس خواهد بود. این رواداری برحسب درجه، دقیقه و ثانیه بیان خواهد شد.

برای زاویه جدول اصلی خاصی در نظر نمی گیریم و مقادیر تولرانس زاویه یا با نظر طراح و یا از جدول تولرانس های آزاد برای زاویه استخراج می شود.

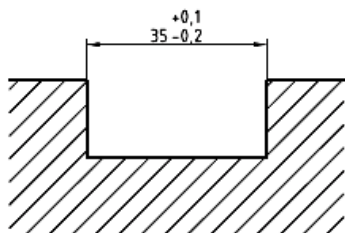
جدول ۴-۴- تولرانس زاویه

| اندازه ضلع کوتاه زاویه |                        | تا ۱۰           | ۱۰ تا ۵۰  | ۵۰ تا ۱۲۰ | ۱۲۰ تا ۴۰۰ |
|------------------------|------------------------|-----------------|-----------|-----------|------------|
| تولرانس                | درجه، دقیقه            | $\pm 1^{\circ}$ | $\pm 30'$ | $\pm 20'$ | $\pm 10'$  |
|                        | میلی متر در طول<br>۱۰۰ | $\pm 1/8$       | $\pm 0/9$ | $\pm 0/6$ | $\pm 0/3$  |

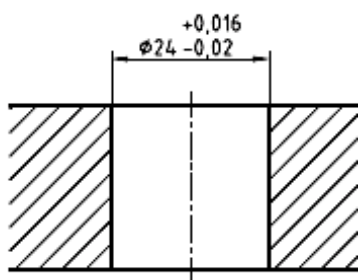
طبق این جدول دیده می شود که هرچه طول کوتاه تر زاویه افزایش یابد، دقت اندازه گیری بیشتر می شود. پس می توان زاویه را دقیق تر ساخت

## نمایش تولرانس

برای نمایش تولرانس در مقابل اندازه ی اسمی دو عدد نوشته می شود. عدد بالایی بیانگر انحراف بالایی و عدد پایینی بیانگر انحراف پایینی است.

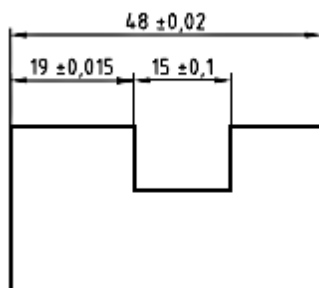


۱- هر دو انحراف دارای مقدار است. شکاف موجود همان مفهوم سوراخ را دارد.

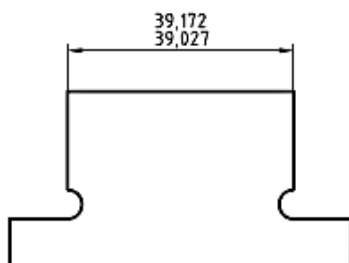


۲- نمونه دیگری با تولرانس خیلی کم ارائه شده است.

۳- تولرانس به صورت متقارن تقسیم به دو حد بالا و پایین شده است. ضمناً شکاف موجود هم دارای اندازه گذاری است.

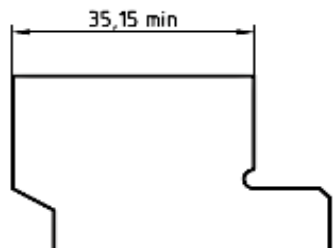


۴- نیاز بوده است که هم بزرگترین و هم کوچکترین اندازه مستقیماً درج شود.

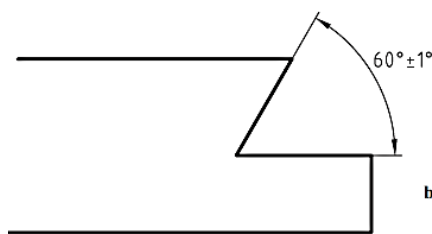
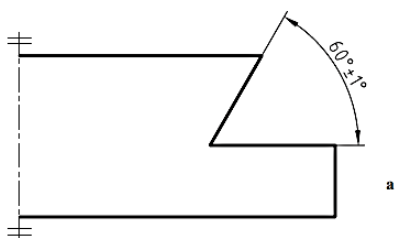


۵- ممکن است نیاز باشد کوچکترین اندازه از حد معینی کمتر نشود، این کوچکترین اندازه را با نشانه min مشخص می کنیم.

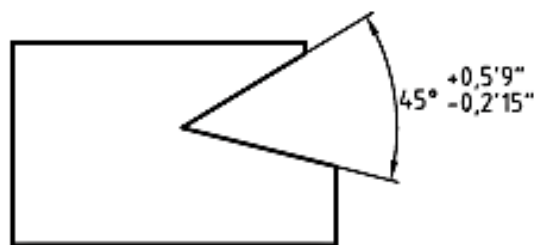
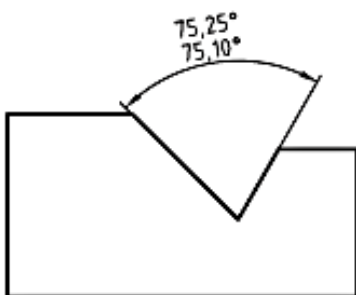
البته این کار را برای بزرگترین اندازه هم می توان با نماد max انجام داد



۶- زاویه ای با تولرانس ۲ درجه و با دو حد متقارن داده شده است.



۷- یک زاویه با بزرگترین و کوچکترین اندازه داده شده است.



شکل زاویه ای را با دو حد بالایی و پایینی متفاوت معرفی می کند.

نقشه ای که همه تولرانس های آن مشخص نباشد، بی ارزش است!؟

## سیستم انطباقات

هنگامی که دو قطعه در داخل یکدیگر قرار می گیرند سطوح آن دو قطعه مجاور هم قرار گرفته و بر هم منطبق می شوند در اینصورت نوعی انطباق حاصل شده است. در سیستم انطباق برای بیان نمودن مفهوم جسم داخل شونده و قطعه ای که جسم داخل آن میشود، از دو مفهوم میله و سوراخ استفاده میشود. انطباق، به نحوه ی درگیری میله و سوراخ گفته میشود. انطباق می تواند لقی، تداخلی و فی ما بین باشد.

**میله:** این اصطلاح طبق قرارداد برای بیان شکل خارجی یک قطعه به کار می رود و شامل شکل های غیر استوانه ای می گردد.

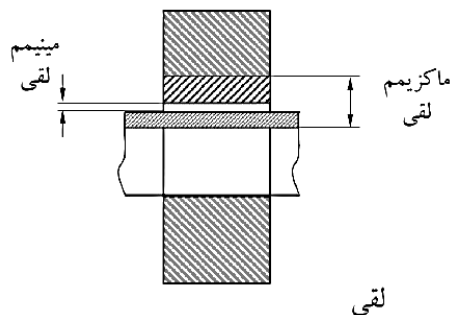
**میله ی مبنا:** انتخاب میله به عنوان مبنا در انطباقات را سیستم میله ی مبنا می گویند. میله مبنا در سیستم حدود و انطباق ISO، میله ای است با انحراف بالایی صفر.

**سوراخ:** طبق قرارداد این عبارت برای بیان شکل های داخلی قطعات، که شامل شکل های غیراستوانه ای نیز می باشد، به کار می رود.

**سوراخ مبنا:** انتخاب سوراخ به عنوان مبنا در انطباقات را سیستم سوراخ مبنا می گویند. سوراخ مبنا در سیستم حدود و انطباق ISO، سوراخی ای است با انحراف پایینی صفر.

به عبارت دیگر هر قطعه ای که در یک انطباق، وارد قطعه ی دیگر می شود اصطلاحاً میله نامیده میشود. یا مانند قطعه ای T شکل که در یک شیار قرار میگیرد و مانند یک محور که درون یاتاقان وارد میشود. و از طرف دیگر، هر قطعه ای که در یک انطباق، قطعه ای دیگر وارد آن میشود، اصطلاحاً سوراخ نامیده میشود.

**لقی:** مقدار مثبت اختلاف بین اندازه های سوراخ و شافت قبل از سوار کردن به شرطی که قطر میله کوچک تر از قطر سوراخ باشد.



## انواع انطباق

روشن است که گوناگونی تولیدات صنعتی درجه های مختلفی از انطباق را طلب می کند. از نظر کلی سه مرحله برای انطباق وجود دارد.

انطباق بازی دار: انطباق بازی دار یا آزاد، زمانی پیش می آید که دو قطعه منطبق شوند، نسبت به هم دارای لقی باشند. به طور کلی:

اندازه فعلی میله - اندازه فعلی سوراخ = لقی

لقى یا میزان بازی میان میله و سوراخ هم می تواند دارای دو حد بالا و پایین باشد.

کوچکترین اندازه میله - بزرگترین اندازه سوراخ = بیشترین لقی

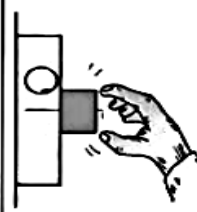
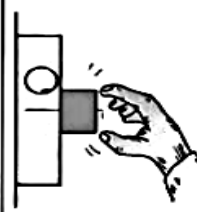
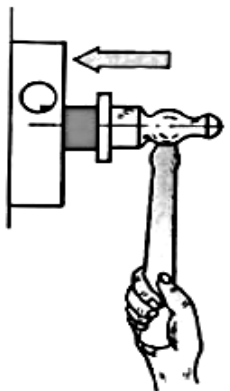
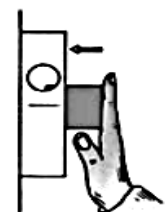
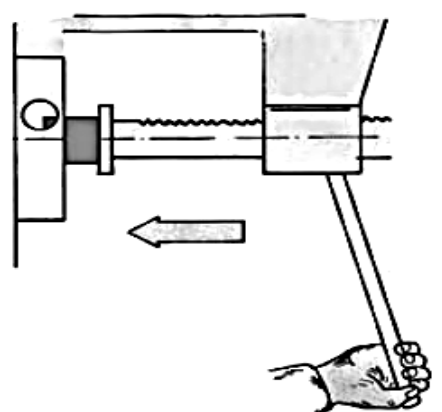
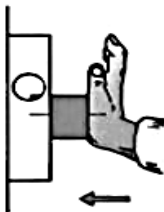
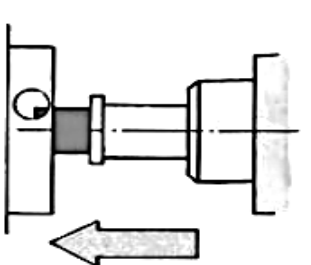
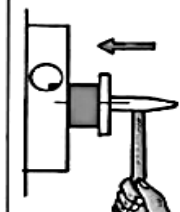
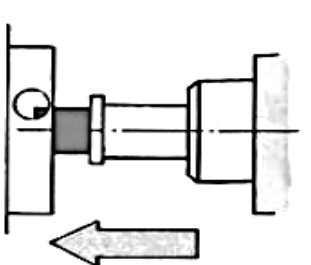
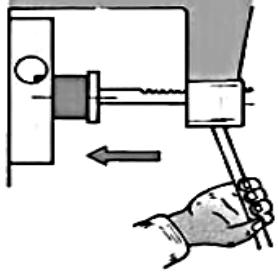
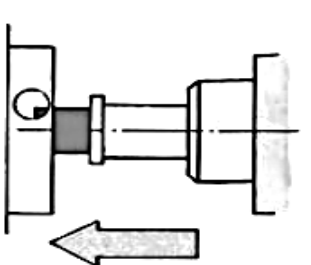
بزرگترین اندازه میله - کوچکترین اندازه سوراخ = کمترین لقی

انطباق روان: انطباق عبوری یا روان یا انتقالی، حالتی است که دو قطعه ضمن نداشتن لقی در یکدیگر قابل حرکت و لغزیدن با نیروی کم هستند. این نتیجه گیری با اندازه های فعلی تقریباً مساوی حاصل می شود.

انطباق فشاری: اگر اندازه فعلی میله از اندازه فعلی سوراخ زیادتر باشد، برای انجام انطباق نیاز به نیروی فشاری با درجات مختلف هست.

روشن است که هرچه اندازه میله نسبت به سوراخ بیشتر شود، نیروی فشاری بیشتری لازم خواهد بود.

آیا تقسیم انطباق به سه درجه کافی است؟ پاسخ منفی است. بنابراین هر یک از موارد باید خود دارای مرحله هایی باشند.

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>وضعیت</p>  | <p>نوع انعطاف</p> <p>آزاد یا باری دار</p>  |
| <p>وضعیت</p>  | <p>نوع انعطاف</p> <p>بازی کم</p>   | <p>وضعیت</p>  |
| <p>وضعیت</p>   | <p>نوع انعطاف</p> <p>بازی کم</p>   | <p>وضعیت</p>   |
| <p>وضعیت</p>    | <p>نوع انعطاف</p> <p>بازی کم</p>   | <p>وضعیت</p>    |
| <p>وضعیت</p>    | <p>نوع انعطاف</p> <p>بازی کم</p>   | <p>وضعیت</p>    |
| <p>وضعیت</p>    | <p>نوع انعطاف</p> <p>بازی کم</p>   | <p>وضعیت</p>    |



## دستگاه های مبنا

امروزه صنعت بر پایه یکی از دستگاه های سوراخ مبنا یا میله مبنا استوار است. درغیراین صورت، ارتباط صنعتی و مسئله ساخت یدکی و قطعات تعویضی منتفی خواهد بود.

دستگاه سوراخ مبنا: گفته شد که در این روش یا دستگاه، ابتدا قطر یا اندازه سوراخ آماده و سپس میله با آن هماهنگ می شود

دستگاه میله مبنا: دراین دستگاه یا روش، ابتدا قطر یا اندازه میله ها آماده و سپس سوراخ با آن هماهنگ می شود.

**کاربرد دستگاه مبنا**: روش سوراخ مبنا را «دستگاه ثبوت سوراخ» هم می گویند که درصنایع سبک به کار می رود و روش «میله مبنا» یا «ثبوت میله» هم درصنایع سنگین کاربرد دارد.

مراحل انطباق: اگر منظور جفت شدن دو قطعه برای مقصودی معین باشد، پرسشی که مطرح می شود این است

که این انطباق باید چگونه باشد؟

اگر بازی داراست، درچه مرحله ای و با چه میزانی از لقی؟

اگر عبوری و روان است، با چه درجه ای از روانی؟

اگر فشاری است، با چه میزان از فشار؟

پس سه مرحله انطباقی یعنی بازی دار (آزاد)، عبوری و فشاری (پرسی) باید با دقت بررسی شود.

به همین دلیل امروزه استاندارد، این مراحل اصلی سه گانه را به ۲۸ مرحله با تغییرات کاملاً مناسب تقسیم کرده است. دراین

۲۸ مرحله، آن چه به سوراخ مربوط است با حرف بزرگ و آنچه به میله مربوط است با حرف کوچک معرفی می شود.

جدول ۳-۵- مراحل موقعیت تولرانس برای سوراخ

| سوراخ (اندازه درونی) |    |   |   |    |   |   |    |   |    |    |    |
|----------------------|----|---|---|----|---|---|----|---|----|----|----|
| بازی‌دار             | A  | B | C | CD | D | E | EF | F | FG | G  |    |
| مبنا                 | H  |   |   |    |   |   |    |   |    |    |    |
| عبوری                | JS | J | K | M  | N | P |    |   |    |    |    |
| فشاری                | R  | S | T | U  | V | X | Y  | Z | ZA | ZB | ZC |

جدول ۴-۵- مراحل موقعیت تولرانس برای میله

| میله (اندازه بیرونی) |   |    |   |    |   |   |    |   |    |    |    |
|----------------------|---|----|---|----|---|---|----|---|----|----|----|
| بازی‌دار             | a | b  | c | cd | d | e | ef | f | fg | g  |    |
| مبنا                 | h |    |   |    |   |   |    |   |    |    |    |
| عبوری                | j | js | k | m  | n | p |    |   |    |    |    |
| فشاری                | r | s  | t | u  | v | x | y  | z | za | zb | zc |

تفرانس های ابعادی و هندسی

جدول ۵-۵- نماینده حدود (انحرافات) اصلی برای سوراخ ها

| حرف    | انحرافات مثبت       |     |    |    |    |    |    |   |    |   | انحرافات منفی       |   |   |    |    |    |    |     |    |    | تفرانس |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|---------------------|-----|----|----|----|----|----|---|----|---|---------------------|---|---|----|----|----|----|-----|----|----|--------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | A                   | B   | C  | CD | D  | E  | EF | F | FG | G | H                   | I | J | K  | L  | M  | N  | Pzc | P  | R  |        | S  | T  | U  | V  | X  | Y   | Z   | ZA  | ZB  | ZC  |     |     |
| گروه   | تمام ابعاد مثبت (+) |     |    |    |    |    |    |   |    |   | تمام ابعاد منفی (-) |   |   |    |    |    |    |     |    |    |        |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
| ۲۱U>۲۰ | ۲۱۰                 | ۱۴۰ | ۶۰ | ۲۴ | ۷۰ | ۱۴ | ۱۰ | ۶ | ۴  | ۷ | ۰                   | ۲ | ۷ | ۱۴ | ۲۱ | ۲۸ | ۳۵ | ۴۲  | ۴۹ | ۵۶ | ۶۳     | ۷۰ | ۷۷ | ۸۴ | ۹۱ | ۹۸ | ۱۰۵ | ۱۱۲ | ۱۱۹ | ۱۲۶ |     |     |     |
| ۲۰U>۱۹ | ۲۰۰                 | ۱۳۰ | ۵۰ | ۲۳ | ۶۰ | ۱۳ | ۹  | ۵ | ۳  | ۶ | ۰                   | ۱ | ۶ | ۱۳ | ۲۰ | ۲۷ | ۳۴ | ۴۱  | ۴۸ | ۵۵ | ۶۲     | ۶۹ | ۷۶ | ۸۳ | ۹۰ | ۹۷ | ۱۰۴ | ۱۱۱ | ۱۱۸ | ۱۲۵ |     |     |     |
| ۱۹U>۱۸ | ۱۹۰                 | ۱۲۰ | ۴۰ | ۲۲ | ۵۰ | ۱۲ | ۸  | ۴ | ۲  | ۵ | ۰                   | ۰ | ۵ | ۱۲ | ۱۹ | ۲۶ | ۳۳ | ۴۰  | ۴۷ | ۵۴ | ۶۱     | ۶۸ | ۷۵ | ۸۲ | ۸۹ | ۹۶ | ۱۰۳ | ۱۱۰ | ۱۱۷ | ۱۲۴ |     |     |     |
| ۱۸U>۱۷ | ۱۸۰                 | ۱۱۰ | ۳۰ | ۲۱ | ۴۰ | ۱۱ | ۷  | ۳ | ۱  | ۴ | ۰                   | ۰ | ۴ | ۱۱ | ۱۸ | ۲۵ | ۳۲ | ۳۹  | ۴۶ | ۵۳ | ۶۰     | ۶۷ | ۷۴ | ۸۱ | ۸۸ | ۹۵ | ۱۰۲ | ۱۰۹ | ۱۱۶ | ۱۲۳ |     |     |     |
| ۱۷U>۱۶ | ۱۷۰                 | ۱۰۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۱۰ | ۶  | ۲ | ۰  | ۳ | ۰                   | ۰ | ۳ | ۱۰ | ۱۷ | ۲۴ | ۳۱ | ۳۸  | ۴۵ | ۵۲ | ۵۹     | ۶۶ | ۷۳ | ۸۰ | ۸۷ | ۹۴ | ۱۰۱ | ۱۰۸ | ۱۱۵ | ۱۲۲ |     |     |     |
| ۱۶U>۱۵ | ۱۶۰                 | ۹۰  | ۱۰ | ۱۹ | ۲۰ | ۹  | ۵  | ۱ | ۰  | ۲ | ۰                   | ۰ | ۲ | ۹  | ۱۶ | ۲۳ | ۳۰ | ۳۷  | ۴۴ | ۵۱ | ۵۸     | ۶۵ | ۷۲ | ۷۹ | ۸۶ | ۹۳ | ۱۰۰ | ۱۰۷ | ۱۱۴ | ۱۲۱ |     |     |     |
| ۱۵U>۱۴ | ۱۵۰                 | ۸۰  | ۰  | ۱۸ | ۱۹ | ۸  | ۴  | ۰ | ۰  | ۱ | ۰                   | ۰ | ۱ | ۸  | ۱۵ | ۲۲ | ۲۹ | ۳۶  | ۴۳ | ۵۰ | ۵۷     | ۶۴ | ۷۱ | ۷۸ | ۸۵ | ۹۲ | ۹۹  | ۱۰۶ | ۱۱۳ | ۱۲۰ |     |     |     |
| ۱۴U>۱۳ | ۱۴۰                 | ۷۰  | ۰  | ۱۷ | ۱۸ | ۷  | ۳  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۷  | ۱۴ | ۲۱ | ۲۸ | ۳۵  | ۴۲ | ۴۹ | ۵۶     | ۶۳ | ۷۰ | ۷۷ | ۸۴ | ۹۱ | ۹۸  | ۱۰۵ | ۱۱۲ | ۱۱۹ | ۱۲۶ |     |     |
| ۱۳U>۱۲ | ۱۳۰                 | ۶۰  | ۰  | ۱۶ | ۱۷ | ۶  | ۲  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۶  | ۱۳ | ۲۰ | ۲۷ | ۳۴  | ۴۱ | ۴۸ | ۵۵     | ۶۲ | ۶۹ | ۷۶ | ۸۳ | ۹۰ | ۹۷  | ۱۰۴ | ۱۱۱ | ۱۱۸ | ۱۲۵ |     |     |
| ۱۲U>۱۱ | ۱۲۰                 | ۵۰  | ۰  | ۱۵ | ۱۶ | ۵  | ۱  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۵  | ۱۲ | ۱۹ | ۲۶ | ۳۳  | ۴۰ | ۴۷ | ۵۴     | ۶۱ | ۶۸ | ۷۵ | ۸۲ | ۸۹ | ۹۶  | ۱۰۳ | ۱۱۰ | ۱۱۷ | ۱۲۴ |     |     |
| ۱۱U>۱۰ | ۱۱۰                 | ۴۰  | ۰  | ۱۴ | ۱۵ | ۴  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۴  | ۱۱ | ۱۸ | ۲۵ | ۳۲  | ۳۹ | ۴۶ | ۵۳     | ۶۰ | ۶۷ | ۷۴ | ۸۱ | ۸۸ | ۹۵  | ۱۰۲ | ۱۰۹ | ۱۱۶ | ۱۲۳ |     |     |
| ۱۰U>۹  | ۱۰۰                 | ۳۰  | ۰  | ۱۳ | ۱۴ | ۳  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۳  | ۱۰ | ۱۷ | ۲۴ | ۳۱  | ۳۸ | ۴۵ | ۵۲     | ۵۹ | ۶۶ | ۷۳ | ۸۰ | ۸۷ | ۹۴  | ۱۰۱ | ۱۰۸ | ۱۱۵ | ۱۲۲ |     |     |
| ۹U>۸   | ۹۰                  | ۲۰  | ۰  | ۱۲ | ۱۳ | ۲  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۲  | ۹  | ۱۶ | ۲۳ | ۳۰  | ۳۷ | ۴۴ | ۵۱     | ۵۸ | ۶۵ | ۷۲ | ۷۹ | ۸۶ | ۹۳  | ۱۰۰ | ۱۰۷ | ۱۱۴ | ۱۲۱ |     |     |
| ۸U>۷   | ۸۰                  | ۱۰  | ۰  | ۱۱ | ۱۲ | ۱  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۱  | ۸  | ۱۵ | ۲۲ | ۲۹  | ۳۶ | ۴۳ | ۵۰     | ۵۷ | ۶۴ | ۷۱ | ۷۸ | ۸۵ | ۹۲  | ۹۹  | ۱۰۶ | ۱۱۳ | ۱۲۰ |     |     |
| ۷U>۶   | ۷۰                  | ۰   | ۰  | ۱۰ | ۱۱ | ۰  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۰  | ۷  | ۱۴ | ۲۱ | ۲۸  | ۳۵ | ۴۲ | ۴۹     | ۵۶ | ۶۳ | ۷۰ | ۷۷ | ۸۴ | ۹۱  | ۹۸  | ۱۰۵ | ۱۱۲ | ۱۱۹ | ۱۲۶ |     |
| ۶U>۵   | ۶۰                  | ۰   | ۰  | ۹  | ۱۰ | ۰  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۰  | ۶  | ۱۳ | ۲۰ | ۲۷  | ۳۴ | ۴۱ | ۴۸     | ۵۵ | ۶۲ | ۶۹ | ۷۶ | ۸۳ | ۹۰  | ۹۷  | ۱۰۴ | ۱۱۱ | ۱۱۸ | ۱۲۵ |     |
| ۵U>۴   | ۵۰                  | ۰   | ۰  | ۸  | ۹  | ۰  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۰  | ۵  | ۱۲ | ۱۹ | ۲۶  | ۳۳ | ۴۰ | ۴۷     | ۵۴ | ۶۱ | ۶۸ | ۷۵ | ۸۲ | ۸۹  | ۹۶  | ۱۰۳ | ۱۱۰ | ۱۱۷ | ۱۲۴ |     |
| ۴U>۳   | ۴۰                  | ۰   | ۰  | ۷  | ۸  | ۰  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۰  | ۴  | ۱۱ | ۱۸ | ۲۵  | ۳۲ | ۳۹ | ۴۶     | ۵۳ | ۶۰ | ۶۷ | ۷۴ | ۸۱ | ۸۸  | ۹۵  | ۱۰۲ | ۱۰۹ | ۱۱۶ | ۱۲۳ |     |
| ۳U>۲   | ۳۰                  | ۰   | ۰  | ۶  | ۷  | ۰  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۰  | ۳  | ۱۰ | ۱۷ | ۲۴  | ۳۱ | ۳۸ | ۴۵     | ۵۲ | ۵۹ | ۶۶ | ۷۳ | ۸۰ | ۸۷  | ۹۴  | ۱۰۱ | ۱۰۸ | ۱۱۵ | ۱۲۲ |     |
| ۲U>۱   | ۲۰                  | ۰   | ۰  | ۵  | ۶  | ۰  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۰  | ۲  | ۹  | ۱۶ | ۲۳  | ۳۰ | ۳۷ | ۴۴     | ۵۱ | ۵۸ | ۶۵ | ۷۲ | ۷۹ | ۸۶  | ۹۳  | ۱۰۰ | ۱۰۷ | ۱۱۴ | ۱۲۱ |     |
| ۱U>۰   | ۱۰                  | ۰   | ۰  | ۴  | ۵  | ۰  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۰  | ۱  | ۸  | ۱۵ | ۲۲  | ۲۹ | ۳۶ | ۴۳     | ۵۰ | ۵۷ | ۶۴ | ۷۱ | ۷۸ | ۸۵  | ۹۲  | ۹۹  | ۱۰۶ | ۱۱۳ | ۱۲۰ |     |
| ۰U>۰   | ۰                   | ۰   | ۰  | ۳  | ۴  | ۰  | ۰  | ۰ | ۰  | ۰ | ۰                   | ۰ | ۰ | ۰  | ۰  | ۷  | ۱۴ | ۲۱  | ۲۸ | ۳۵ | ۴۲     | ۴۹ | ۵۶ | ۶۳ | ۷۰ | ۷۷ | ۸۴  | ۹۱  | ۹۸  | ۱۰۵ | ۱۱۲ | ۱۱۹ | ۱۲۶ |

| انحرافات پایه محورها         |                                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                                   |                   |                  |                           |                   | طبق DIN ISO 286-2 (1990-11) |       |       |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------|-------|-------|
| انحراف پایه                  | a                                 | c                 | d                 | e                 | f                 | g                 | h                 | j                                 | k                 | m                | n                         | p                 | r                           | s     |       |
| درجه تولرانس پایه            | IT9<br>تا<br>IT13                 | IT8<br>تا<br>IT12 | IT5<br>تا<br>IT13 | IT5<br>تا<br>IT10 | IT3<br>تا<br>IT10 | IT3<br>تا<br>IT10 | IT1<br>تا<br>IT18 | IT5<br>تا<br>IT8                  | IT3<br>تا<br>IT13 | IT3<br>تا<br>IT9 | IT3<br>تا<br>IT9          | IT3<br>تا<br>IT10 |                             |       |       |
| جدول برای صدق می کند         | همه درجه های تولرانس پایه         |                   |                   |                   |                   |                   |                   | IT7                               | IT4<br>تا<br>IT7  | بیش<br>از<br>IT7 | همه درجه های تولرانس پایه |                   |                             |       |       |
| اندازه نامی تا ... بیش از mm | انحراف بالایی es به $\mu\text{m}$ |                   |                   |                   |                   |                   |                   | انحراف پایینی ei به $\mu\text{m}$ |                   |                  |                           |                   |                             |       |       |
| تا 3                         | - 270                             | - 60              | - 20              | - 14              | - 6               | - 2               | 0                 | - 4                               | 0                 | 0                | + 2                       | + 4               | + 6                         | + 10  | + 14  |
| 3...6                        | - 270                             | - 70              | - 30              | - 20              | - 10              | - 4               | 0                 | - 4                               | + 1               | 0                | + 4                       | + 8               | + 12                        | + 15  | + 19  |
| 6...10                       | - 280                             | - 80              | - 40              | - 25              | - 13              | - 5               | 0                 | - 5                               | + 1               | 0                | + 6                       | + 10              | + 15                        | + 19  | + 23  |
| 10...18                      | - 290                             | - 95              | - 50              | - 32              | - 16              | - 6               | 0                 | - 6                               | + 1               | 0                | + 7                       | + 12              | + 18                        | + 23  | + 28  |
| 18...30                      | - 300                             | - 110             | - 65              | - 40              | - 20              | - 7               | 0                 | - 8                               | + 2               | 0                | + 8                       | + 15              | + 22                        | + 28  | + 35  |
| 30...40                      | - 310                             | - 120             | - 80              | - 50              | - 25              | - 9               | 0                 | - 10                              | + 2               | 0                | + 9                       | + 17              | + 26                        | + 34  | + 43  |
| 40...50                      | - 320                             | - 130             |                   | - 60              | - 30              | - 10              | 0                 | - 12                              | + 2               | 0                | + 11                      | + 20              | + 32                        | + 41  | + 53  |
| 50...65                      | - 340                             | - 140             | - 100             | - 72              | - 36              | - 12              | 0                 | - 15                              | + 3               | 0                | + 13                      | + 23              | + 37                        | + 43  | + 59  |
| 65...80                      | - 360                             | - 150             | - 120             | - 85              | - 43              | - 14              | 0                 | - 18                              | + 3               | 0                | + 15                      | + 27              | + 43                        | + 51  | + 71  |
| 80...100                     | - 380                             | - 170             |                   | - 100             | - 50              | - 15              | 0                 | - 21                              | + 4               | 0                | + 17                      | + 31              | + 50                        | + 54  | + 79  |
| 100...120                    | - 410                             | - 180             | - 145             | - 110             | - 56              | - 17              | 0                 | - 26                              | + 4               | 0                | + 20                      | + 34              | + 56                        | + 63  | + 92  |
| 120...140                    | - 460                             | - 200             |                   | - 100             | - 15              | 0                 | - 21              | + 4                               | 0                 | + 17             | + 31                      | + 50              | + 80                        | + 84  | + 108 |
| 140...160                    | - 520                             | - 210             | - 170             | - 125             | - 62              | - 18              | 0                 | - 28                              | + 4               | 0                | + 21                      | + 37              | + 62                        | + 65  | + 100 |
| 160...180                    | - 580                             | - 230             |                   | - 110             | - 18              | 0                 | - 28              | + 4                               | 0                 | + 21             | + 37                      | + 62              | + 68                        | + 84  | + 108 |
| 180...200                    | - 660                             | - 240             | - 190             | - 135             | - 68              | - 20              | 0                 | - 32                              | + 5               | 0                | + 23                      | + 40              | + 68                        | + 77  | + 122 |
| 200...225                    | - 740                             | - 260             |                   | - 110             | - 20              | 0                 | - 32              | + 5                               | 0                 | + 23             | + 40                      | + 68              | + 80                        | + 84  | + 130 |
| 225...250                    | - 820                             | - 280             | - 210             | - 125             | - 62              | - 18              | 0                 | - 28                              | + 4               | 0                | + 21                      | + 37              | + 62                        | + 84  | + 140 |
| 250...280                    | - 920                             | - 300             |                   | - 135             | - 18              | 0                 | - 28              | + 4                               | 0                 | + 21             | + 37                      | + 62              | + 94                        | + 98  | + 158 |
| 280...315                    | - 1050                            | - 330             | - 230             | - 125             | - 62              | - 18              | 0                 | - 28                              | + 4               | 0                | + 21                      | + 37              | + 62                        | + 98  | + 170 |
| 315...355                    | - 1200                            | - 360             |                   | - 135             | - 18              | 0                 | - 28              | + 4                               | 0                 | + 21             | + 37                      | + 62              | + 108                       | + 114 | + 208 |
| 355...400                    | - 1350                            | - 400             | - 230             | - 135             | - 68              | - 20              | 0                 | - 32                              | + 5               | 0                | + 23                      | + 40              | + 68                        | + 126 | + 232 |
| 400...450                    | - 1500                            | - 440             |                   | - 135             | - 20              | 0                 | - 32              | + 5                               | 0                 | + 23             | + 40                      | + 68              | + 126                       | + 132 | + 232 |
| 450...500                    | - 1650                            | - 480             | - 230             | - 135             | - 68              | - 20              | 0                 | - 32                              | + 5               | 0                | + 23                      | + 40              | + 68                        | + 132 | + 252 |

تولرانس های ابعادی و هندسی

| طبق DIN ISO 286-2 (1990-11)  |                                   |             |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   | انحرافات پایه سوراخها (انتخابی) |       |       |  |  |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|---|---------------------------------|-------|-------|--|--|
| انحراف پایه                  | A                                 | C           | D           | E           | F           | G           | H           | J                                 | K              | M               | N               | P, R, S   | P                               | R     | S     |  |  |
| درجه تولرانس پایه            | IT9 تا IT13                       | IT8 تا IT13 | IT6 تا IT13 | IT5 تا IT10 | IT3 تا IT10 | IT3 تا IT10 | IT1 تا IT18 | IT6 تا IT8                        | IT3 تا IT10    | IT3 تا IT10     | IT3 تا IT11     | IT3 تا IT10   |                                 |       |       |  |  |
| جدول برای صدق می کند         | همه درجه تولرانس پایه             |             |             |             |             |             |             | IT8                               | IT8 تا IT3     |                 |                 | IT7 تا  | IT10 تا IT8                     |       |       |  |  |
| اندازه نامی تا ... بیش از mm | انحراف پایینی EI به $\mu\text{m}$ |             |             |             |             |             |             | انحراف بالایی ES به $\mu\text{m}$ |                |                 |                 |   |                                 |       |       |  |  |
| تا 3                         | + 270                             | + 60        | + 20        | + 14        | + 6         | + 2         | 0           | + 6                               | 0              | - 2             | - 4             | مقادیر انحراف بالایی ES : مانند درجه تولرانس پایه IT8 تا IT10 به علاوه $\Delta$ | - 6                             | - 10  | - 14  |  |  |
| 3...6                        |                                   | + 70        | + 30        | + 20        | + 10        | + 4         | 0           | + 10                              | - 1 + $\Delta$ | - 4 + $\Delta$  | - 8 + $\Delta$  |   | - 12                            | - 15  | - 19  |  |  |
| 6...10                       | + 280                             | + 80        | + 40        | + 25        | + 13        | + 5         | 0           | + 12                              | - 1 + $\Delta$ | - 6 + $\Delta$  | - 10 + $\Delta$ |   | - 15                            | - 19  | - 23  |  |  |
| 10...18                      | + 290                             | + 95        | + 50        | + 32        | + 16        | + 6         | 0           | + 15                              | - 1 + $\Delta$ | - 7 + $\Delta$  | - 12 + $\Delta$ |   | - 18                            | - 23  | - 28  |  |  |
| 18...30                      | + 300                             | + 110       | + 65        | + 40        | + 20        | + 7         | 0           | + 20                              | - 2 + $\Delta$ | - 8 + $\Delta$  | - 15 + $\Delta$ |   | - 22                            | - 28  | - 35  |  |  |
| 30...40                      | + 310                             | + 120       | + 80        | + 50        | + 25        | + 9         | 0           | + 24                              | - 2 + $\Delta$ | - 9 + $\Delta$  | - 17 + $\Delta$ |   | - 26                            | - 34  | - 43  |  |  |
| 40...50                      | + 320                             | + 130       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   | - 32                            | - 41  | - 53  |  |  |
| 50...65                      | + 340                             | + 140       | + 100       | + 60        | + 30        | + 10        | 0           | + 28                              | - 2 + $\Delta$ | - 11 + $\Delta$ | - 20 + $\Delta$ |   | - 32                            | - 43  | - 59  |  |  |
| 65...80                      | + 360                             | + 150       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   | - 37                            | - 51  | - 71  |  |  |
| 80...100                     | + 380                             | + 170       | + 120       | + 72        | + 36        | + 12        | 0           | + 34                              | - 3 + $\Delta$ | - 13 + $\Delta$ | - 23 + $\Delta$ |   | - 37                            | - 54  | - 79  |  |  |
| 100...120                    | + 410                             | + 180       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   | - 43                            | - 63  | - 92  |  |  |
| 120...140                    | + 460                             | + 200       | + 145       | + 85        | + 43        | + 14        | 0           | + 41                              | - 3 + $\Delta$ | - 15 + $\Delta$ | - 27 + $\Delta$ |   | - 43                            | - 65  | - 100 |  |  |
| 140...160                    | + 520                             | + 210       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   | - 68                            | - 108 |       |  |  |
| 160...180                    | + 580                             | + 230       | + 170       | + 100       | + 50        | + 15        | 0           | + 47                              | - 4 + $\Delta$ | - 17 + $\Delta$ | - 31 + $\Delta$ |   | - 50                            | - 77  | - 122 |  |  |
| 180...200                    | + 660                             | + 240       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   | - 80                            | - 130 |       |  |  |
| 200...225                    | + 740                             | + 260       | + 190       | + 110       | + 56        | + 17        | 0           | + 55                              | - 4 + $\Delta$ | - 20 + $\Delta$ | - 34 + $\Delta$ |   | - 50                            | - 84  | - 140 |  |  |
| 225...250                    | + 820                             | + 280       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   | - 56                            | - 94  | - 158 |  |  |
| 250...280                    | + 920                             | + 300       | + 210       | + 125       | + 62        | + 18        | 0           | + 60                              | - 4 + $\Delta$ | - 21 + $\Delta$ | - 37 + $\Delta$ |   | - 56                            | - 98  | - 170 |  |  |
| 280...315                    | + 1050                            | + 330       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   | - 62                            | - 108 | - 190 |  |  |
| 315...355                    | + 1200                            | + 360       | + 230       | + 135       | + 68        | + 20        | 0           | + 66                              | - 5 + $\Delta$ | - 23 + $\Delta$ | - 40 + $\Delta$ |   | - 62                            | - 114 | - 208 |  |  |
| 355...400                    | + 1350                            | + 400       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 | - 68  | - 126                           | - 232 |       |  |  |
| 400...450                    | + 1500                            | + 440       | + 230       | + 135       | + 68        | + 20        | 0           | + 66                              | - 5 + $\Delta$ | - 23 + $\Delta$ | - 40 + $\Delta$ | - 68  | - 132                           | - 252 |       |  |  |
| 450...500                    | + 1650                            | + 480       |             |             |             |             |             |                                   |                |                 |                 |   |                                 |       |       |  |  |

تعیین نوع انطباق: انتخاب نوع انطباق در یک تداخل به عهده طراح است. در این راستا اطلاعات زیادی براساس تجربه های صنعتی جمع آوری شده است که به کمک طراحان می آید.

مربوط به ماشین سازی عمومی با دقت معمولی

| دستگاه سوراخ مبنا | دستگاه میله مبنا                    | نوع انطباق    | برخی از کاربردها   |
|-------------------|-------------------------------------|---------------|--|
| H۱۱               | h۸<br>و<br>h۹<br>و<br>e۹<br>و<br>f۸ | H۸            | حلقه های مکانی - دسته های لنگ - چرخ دنده ها - چرخ تسمه های محکم    |
|                   |                                     | E۹<br>و<br>F۸ | میله سوپاپ ها - پیستون های اتومبیل - یاتاقان دینام - یاتاقان تلمبه |
|                   |                                     | D۱۰           | بوش محور جرثقیل ها - یاتاقان ماشین های کشاورزی                     |

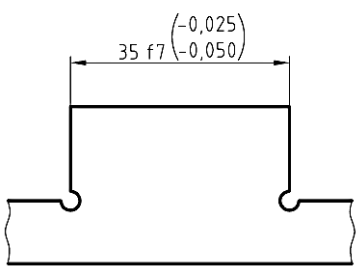
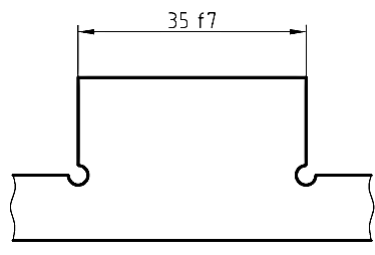
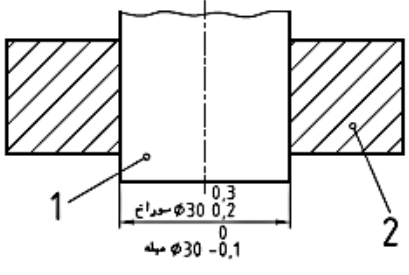
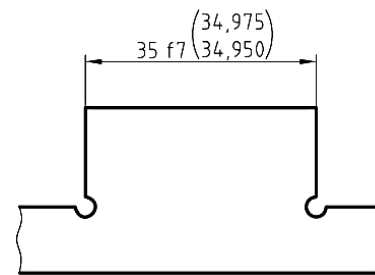
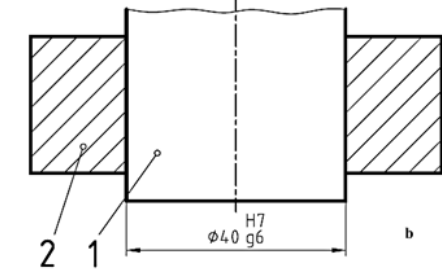
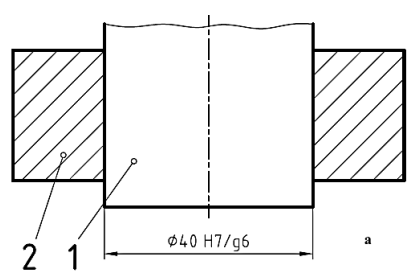
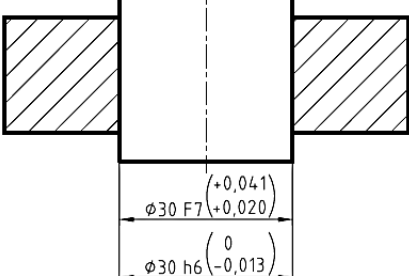
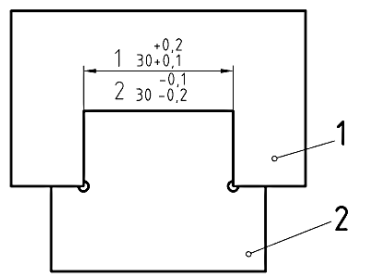
مواردی که تولرانس زیاد مجاز است «در صورت زنگ زدن اشکالی پیش نمی آید»

| دستگاه سوراخ مبنا | دستگاه میله مبنا                                    | نوع انطباق      | برخی از کاربردها  |
|-------------------|---|-----------------|---|
| H۱۱               | h۱۱<br>و<br>d۱۱<br>و<br>c۱۱<br>و<br>b۱۱<br>و<br>a۱۱ | H۱۱             | جایی که باوجود تولرانس زیاد در ساختن دو قسمت، بازی میان آنها کم باشد            |
|                   |   | D۱۱             | حرکت تحت هر شرایطی امکان برداشت - میخ پرچ ها - پین مفصل ها                      |
|                   |   | C۱۱<br>و<br>B۱۱ | یاتاقان کلیدهای گردنده برق - پین های متحرک                                      |
|                   |   | A۱۱             | میله رگولاتور بخار در لوکوموتیو - یاتاقان میله ترمز - بوش چرخ ها در درهای کشویی |

جدول ۱۲-۵- مربوط به ماشین سازی دقیق

| مثال هایی از کاربرد  | نوع انطباق                                      | دستگاه میله |    | دستگاه سوراخ مبنا |    |
|--|---|-------------|----|-------------------|----|
|  |   | مبنا        |    |                   |    |
| بوش یاتاقان ها - صفحات روتور ماشین های برق   | با فشار زیاد                                    | RV<br>SV    | h۶ | r۶<br>s۶          | HV |
| بوش یاتاقان ها - اهرم و لنگ روی میله ها  | نشیمن محکم بدون ضامن                            | NV          |    | n۶                |    |
| چرخ دنده ها - چرخ تسمه ها، حلقه داخلی بلبرینگ روی میله                                     | سوار شدن به وسیله چکش با ضامن                   | MV          |    | m۶                |    |
| فلکه ها - اهرم ها  | با نیروی کمتر و با ضامن (جلوگیری کننده از چرخش) | KV          |    | k۶                |    |
| چرخ دنده های عوض شونده در جعبه دنده، حلقه های خارجی بلبرینگ ها در موقع سوار شدن در جای خود | اتصال به آسانی                                  | JV          |    | j۶                |    |
| قسمت های با حرکت انتقالی - پین دسته ها - فلاش های متحدالمرکز کننده                         | قابل حرکت انتقالی با دست                        | HV          |    | h۶                |    |
| چرخ دنده های آزاد - میله دستگاه تقسیم ماشین فرز - پیستون ها                                | متحرک با بازی کم                                | G۶          |    | g۶                |    |
| یاتاقان ها - غلاف ها - میله ها با دور زیاد   | متحرک   | FV          |    | f۷                |    |
| میله پیچ های حرکتی - میله های گذرنده از داخل چند یاتاقان - میله ها با دور متوسط            | قسمت های متحرک با بازی نسبتاً زیاد              | EA          |    | e۸                |    |
| میله های ترانس میسیون و چرخ های آزاد روی آن ها   | متحرک با بازی خیلی زیاد                         | D۹          | d۹ |                   |    |

کاربرد نشانه های انطباقی در نقشه

|  |  |
|--|--|
|  <p>۲- اگر به دلیلی لازم باشد که انحراف بالایی و پایینی هم نوشته شود، می توان آن ها را داخل پرانتز نوشت</p>   | <p>۱- می توان یک اندازه را با استفاده از ردیف های انطباقی و عدد کیفیت تولرانس یعنی IT معرفی کرد</p>              |
|  <p>۴- در موردی که از تولرانس های آزاد، یعنی آنچه که در جدول اصلی تولرانس ها نیست، استفاده می شود، باید سوراخ و میله را به طور جداگانه اندازه گذاری کرد</p> | <p>۳- ممکن است ضمن به کاربردن علائم انطباقی، بخواهیم کوچکترین و بزرگترین اندازه ها را بدهیم</p>                  |
|     | <p>۵- در یک اندازه گذاری که میله و سوراخ هر دو وجود دارند، ابتدا علامت انطباقی سوراخ و سپس میله نوشته می شود. طبق شکل ممکن است اندازه ها را به صورت خطی و یا ستونی نوشت.</p>                       |
|  <p>۷- می توان ضمن به کار بردن نشانه های انطباقی، مقادیر انحراف را هم نوشت</p>  | <p>۶- در این مورد از واژه های سوراخ و میله استفاده خواهد شد. می توان به جای واژه ها، شماره قطعات را نوشت.</p>  |



### تولرانس های هندسی

در بسیاری از موارد در کارگاه های مونتاژ به قطعاتی برخورد می شود که از لحاظ ابعادی و تولرانس های اندازه کاملاً سالم و تایید شده است ولیکن تحت هیچ یک از شرایط مجاز مونتاژ نمی شود. دلیل چنین اتفاقی را می توان، انحرافات شکلی قطعات از اشکال هندسی تئوریک آنها دانست. بنابراین باید انحرافات شکلی به صورتی محدود شود. با توجه به این که هرگز نمی توان جسمی را بدون خطاهای هندسی ساخت، محدود کردن این خطاها اهمیت فوق العاده در سوار کردن و کارکرد بعدی آن ها دارد. پس تولرانس های هندسی به جهت محدود کردن این خطاها مورد توجه واقع می شوند. در نقشه های قطعاتی که تولرانس هندسی به کار رفته است هر چند ممکن است قطعات خوب رد شوند ولی هیچگاه قطعات ناصحیح پذیرفته نمیشوند. تولرانس های هندسی همچنین باعث جلوگیری از توضیحات اضافی در نقشه و جلوگیری از تفسیرهای مختلف توسط افراد می شود.

**تعریف تولرانس هندسی:** تولرانس هندسی، انحراف مجاز یک شکل از فرم ایده آل آن است. این انحراف می تواند تا آن حد باشد که، قطعه بتواند کار خود را به خوبی انجام دهد.

### انواع تولرانس

تولرانس های هندسی را به دو بخش عمده تقسیم می کنند.

- ۱- تولرانس های غیر وابسته، یعنی آن ها که به جزء دیگری بستگی ندارند. آن ها را زیر نام تولرانس های فرم بررسی می کنند.
- ۲- تولرانس های وابسته، یعنی آن ها که به جزء دیگری بستگی دارند و در واقع متکی به یک مبنا هستند. آن ها به نوبه خود در سه بخش تولرانس های جهت، موقعیت و لنگی بررسی می شوند.

**نشانه ها:** جدول نشانه های تولرانسی مربوط به فرم، جهت، موقعیت و دویدگی را فهرست وار معرفی می کند.

| نوع                | مشخصه                               | نماد |
|--------------------|-------------------------------------|------|
| فرم<br>Form        | مستقیمی - Straightness              | —    |
|                    | تختی - Flatness                     |      |
|                    | دایره ای - Circularity              |      |
|                    | استوانه ای - Cylindricity           |      |
|                    | پروفیل خط - Profile of a Line       |      |
|                    | پروفیل سطح - Profile of a Surface   |      |
| جهت<br>Orientation | زاویه ای - Angularity               |      |
|                    | توازی - Parallelism                 | //   |
|                    | تعامد - Perpendicularity            |      |
| موقعیت<br>Location | موقعیت - Position                   |      |
|                    | هم مرکزی و هم محوری - Concentricity |      |
|                    | تقارن - Symmetry                    |      |
| لنگی<br>Runout     | لنگی دایره ای - Circular Runout     |      |
|                    | لنگی کل - Total Runout              |      |

**کادر تولرانس:** اندازه و مشخصات تولرانس در داخل خانه های مستطیل شکل که از دو، سه و گاهی بیشتر تشکیل می شوند، قرار می گیرند. ترتیب قرار گرفتن نشانه ها و اندازه ها در داخل خانه ها به ترتیب از چپ به راست عبارت است از :

|    |     |   |
|----|-----|---|
| // | 0,1 | A |
|----|-----|---|

نشانه تولرانس، مقدار آن بر حسب میلی متر و مینا .

بلندی کادر یعنی عرض مستطیل، می تواند ۵ یا ۷، با توجه به پهنای خط اصلی ۰/۵ باشد

تمام نشانه ها و حروف و کادر با خط ۰/۲۵ یعنی خط نازک خواهد بود

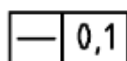
نشانه های کمکی: در جدول تعدادی از نشانه های کمکی آورده شده است.

| توضیحات                             |               | نشانه‌ها |
|-------------------------------------|---------------|----------|
| نشانه‌ها برای جزء تولرانس گذاری شده | مستقیم        |          |
|                                     | به وسیله حروف |          |
| نشانه‌های مبنا                      | مستقیم        |          |
|                                     | به وسیله حروف |          |
| اندازه دقیق تئوری                   |               |          |

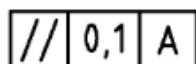
### مستطیل تولرانس

### اطلاعات مستطیل تولرانس

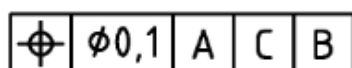
مشخصه ی تولرانس گذاری شده



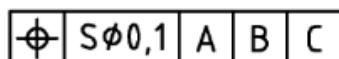
مشخصه ی تولرانس گذاری شده نسبت به مبنا



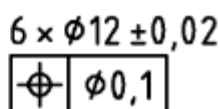
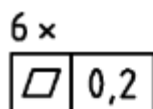
در صورتی که ناحیه تولرانس دایره ای یا استوانه ای باشد علامت  $\emptyset$  باید قبل از مقدار تولرانس قید شود



در صورتی که ناحیه تولرانس کروی باشد علامت  $S\emptyset$  باید قبل از تولرانس قید شود.



در صورتی که تولرانس برای بیش از یک موضوع (مثلاً شش سوراخ) به کار رود ذکر آن در بالای مستطیل تولرانس ضروری است و جهت اشاره به موضوع مورد نظر اندازه ی مورد نظر نیز اضافه میشود.



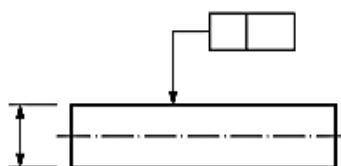
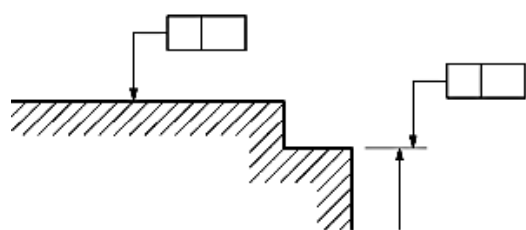
وجود بیش از یک شرط تولرانس

|    |      |   |
|----|------|---|
| —  | 0,01 |   |
| // | 0,06 | B |

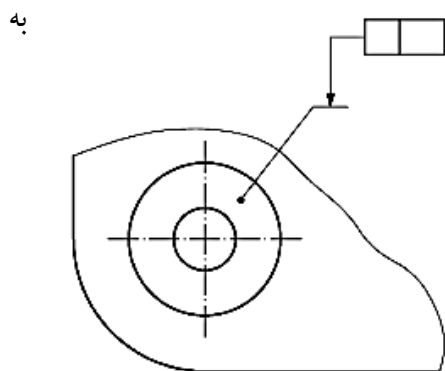
در صورتی که تعیین بیش از یک مشخصه تولرانس برای موضوع ضروری باشد ویژگی های تولرانس در مستطیل هایی مجزا نشان داده شده و زیر یک دیگر قرار می گیرند

موضع تولرانسی

با استفاده از خط فلش دار، به صورت های زیر می توان مستطیل تولرانس را به موضع تولرانسی وصل کرد:

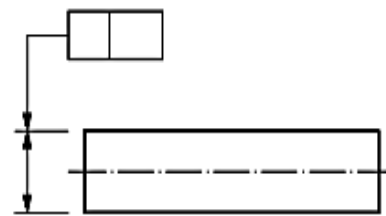
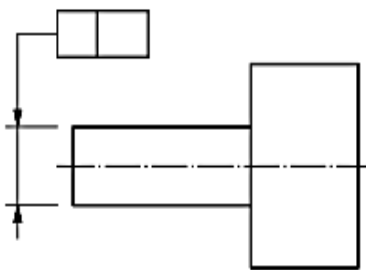
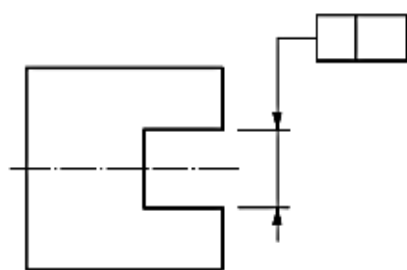


۱- در صورتی که تولرانس به لبه یا سطح قطعه مربوط باشد، روی موضع تولرانسی یا امتداد آن (به طور کامل) مجزا از خطوط اندازه قرار میگیرد.

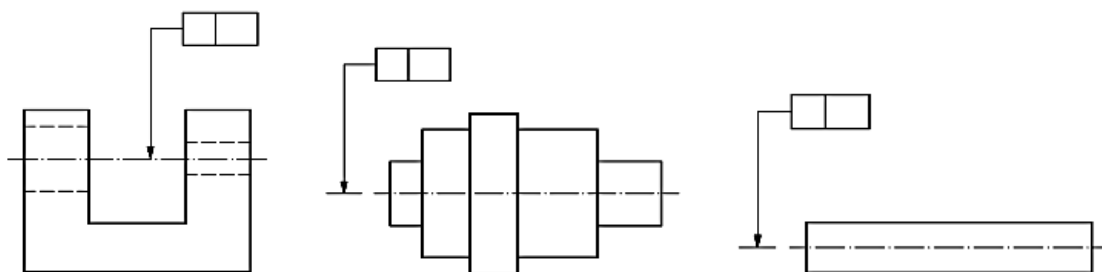


۲- در صورتی که ایجاد نمای جانبی در نقشه مقدور نباشد، با استفاده از یک نقطه سطح مربوطه وصل می شود.

۳- در صورتی که تولرانس به محوری یا صفحه میانی موضع تولرانسی مربوط شود، به امتداد خط اندازه وصل می شود.



۴- در صورتی که تولرانس برای صفحه میانی یا محور مشترک همه مواضع تولرانسی یا برخی از آنها به کار می رود، روی محور وصل می شود.

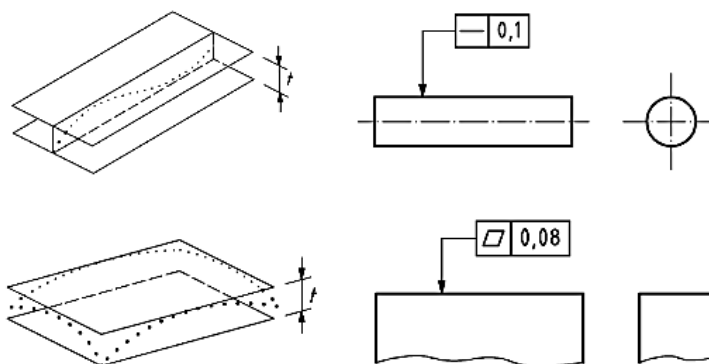


ناحیه های تولرانس

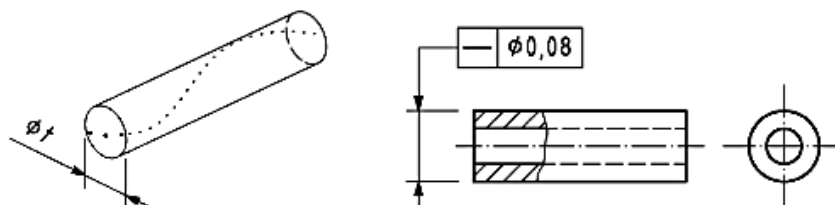
### امتداد تولرانس

مثال برای انواع امتداد تولرانسی:

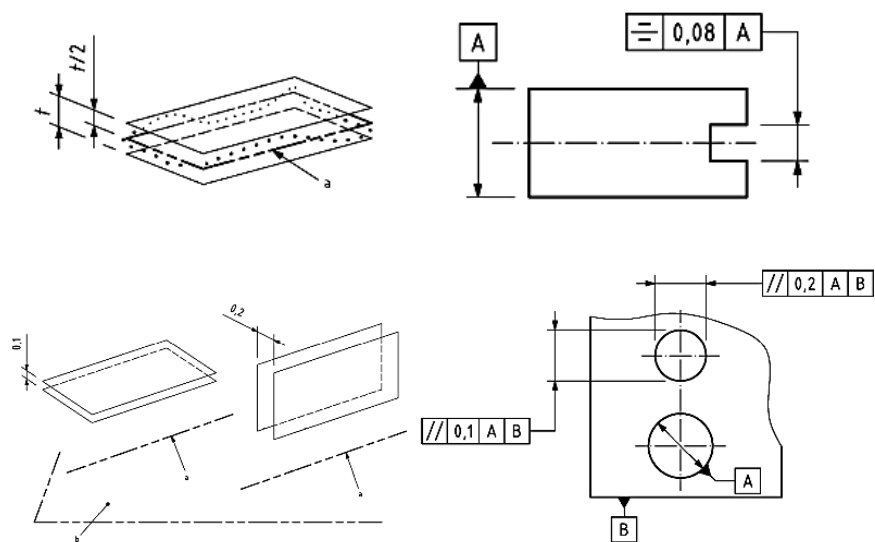
ناحیه تولرانسی در امتداد فلش مستطیل تولرانس و روی سطح مواضع اشاره شده تشکیل می شود.



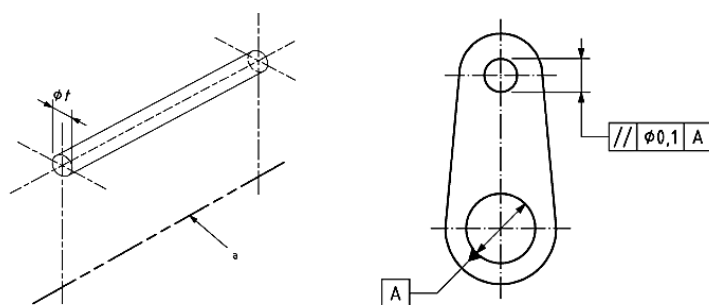
ناحیه تولرانسی در امتداد فلش مستطیل تولرانس و حول مرکز مواضع تولرانسی تشکیل می شود.



ناحیه تولرانس در جهت فلش خط متصل کننده مستطیل تولرانس به موضع تولرانی امتداد می یابد. (در وسط دو خط کمکی اندازه)

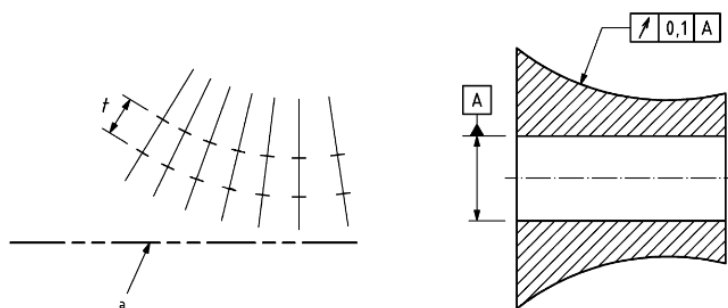


در صورتی که قبل از مقدار تولرانس علامت  $\emptyset$  قرار داشته باشد، ناحیه تولرانس دایره ای یا استوانه ای بوده و در نتیجه جهت فلش اهمیت ندارد.

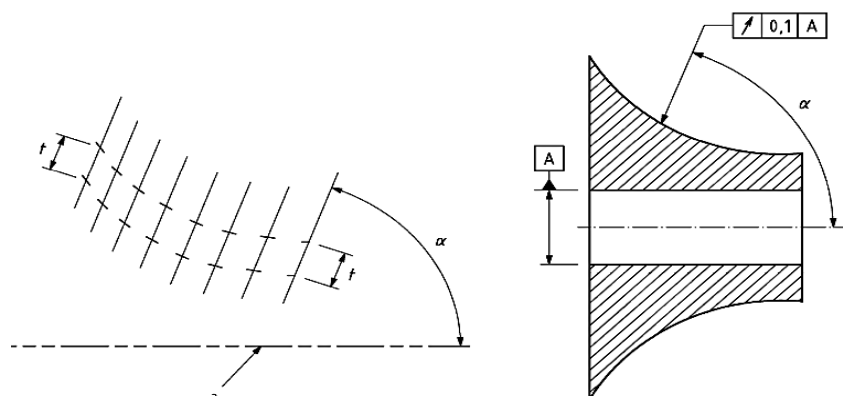


### جهت ناحیه تولرانس

به طور کلی جهت پهنای ناحیه تولرانس (در هر مقطع) نسبت به سطح هندسی قطعه، عمود می باشد.

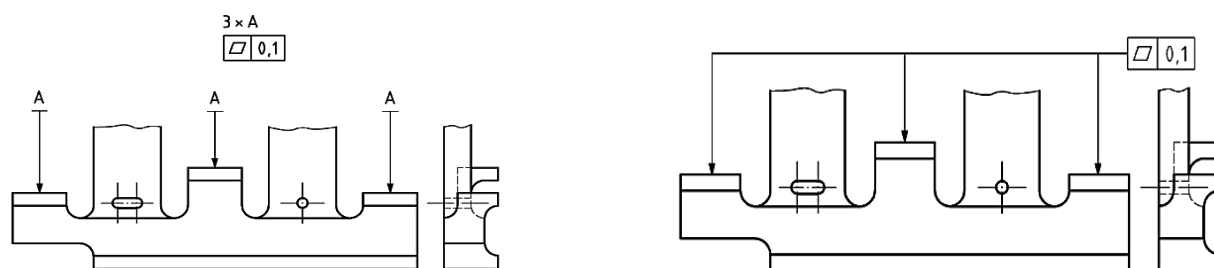


در صورتی که جهت ناحیه تولرانس نسبت به سطح هندسی قطعه عمود نباشد، باید جهت ناحیه تولرانس مشخص شود.

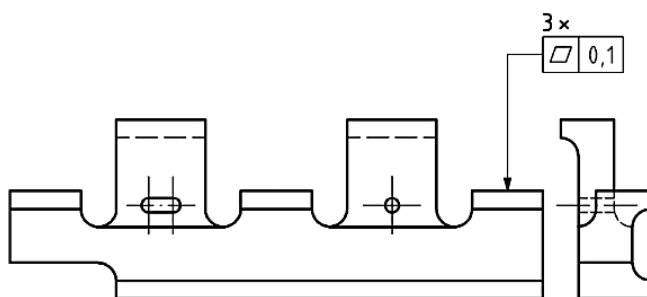


### مقدار تولرانس یکسان برای چند موضع تولرانی

در صورتی که برای چند موضع تولرانی با ناحیه های تولرانس مجزا، مقدار تولرانس یکسان باشد، این وضعیت را مانند شکل های زیر نشان می دهند.



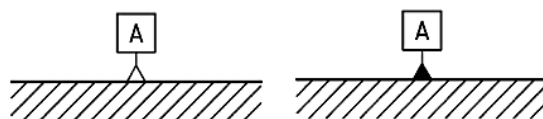
در صورتی که امکان اشتباه در تفسیر مواضع تولرانی وجود نداشته باشد، می توان فلش تولرانی را فقط به یک موضع اشاره کرد و بر روی آن تعداد مواضع تولرانی درج شود.



نمادهای مواضع مبنا

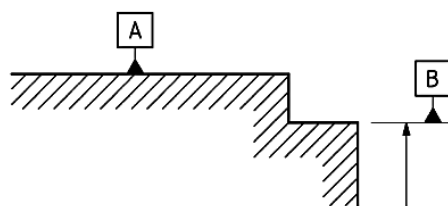
نشان دادن مواضع مبنا توسط حروف

در صورتی که مواضع تولرانی مربوط به یک موضوع مبنا باشد، برای نشان دادن آن از حروف استفاده میشود. همان حرفی که مبنا را تعریف می کند در مستطیل تولرانس نیز تکرار می شود. موقعیت مبنا توسط یک حرف انگلیسی بزرگ درون یک مربع و متصل به یک مثلث توپر، نشان داده می شود. مثلث مبنا ممکن است به صورت تو خالی نیز باشد.

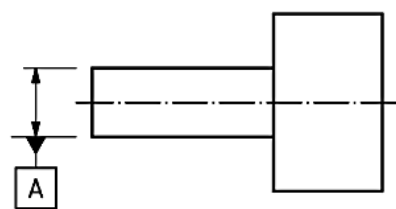


موقعیت مثلث مبنا

مثلث مبنا و حرف مبنا در مکان های زیر قرار می گیرند:

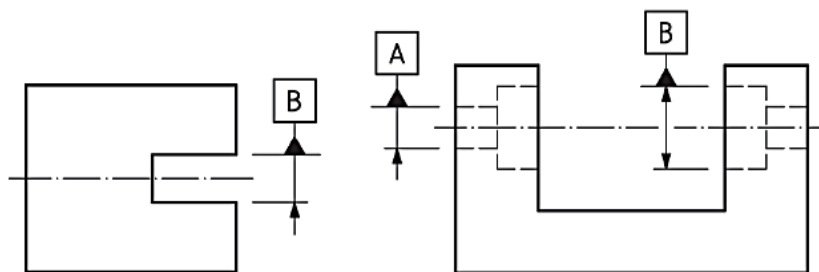


الف) روی محیط قطعه کار یا امتداد آن به طوریکه کاملا مجزا از خط اندازه قرار می گیرد.



ب) در امتداد خط اندازه، هنگامی که موقعیت مبنا عبارت است از محوری یا صفحه میانی قطعه.

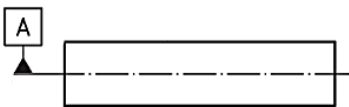
اگر فضای کافی برای نشان دادن هر دو فلش خط اندازه وجود نداشته باشد یکی از فلش ها حذف شده و به جای آن مثل مبنا قرار میگیرد.



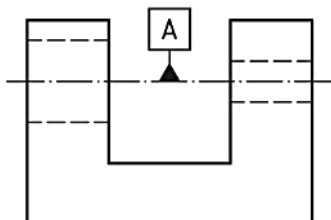


موقعیت مینا فقط در حالات زیر می تواند به محور اشاره کند:

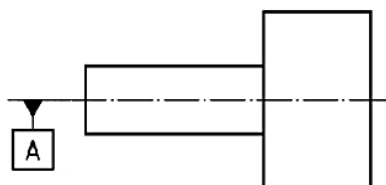
الف) محور یک استوانه ساده یا صفحه میانی یک مکعب ساده.



ب) محور یا صفحه میانی یک شکل هندسی مجزا که به صورت همزمان ایجاد می شود.

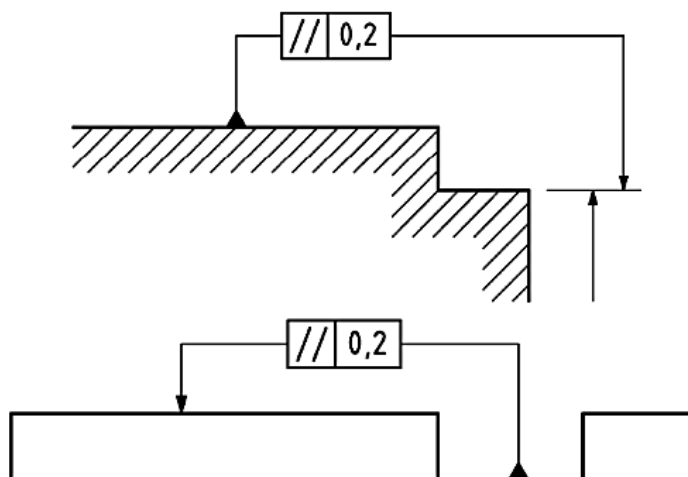


ج) محور یا صفحه میان مشترک که توسط دو شکل هندسی ایجاد می شود.



نشان دادن موضع مینا بدون استفاده از حروف

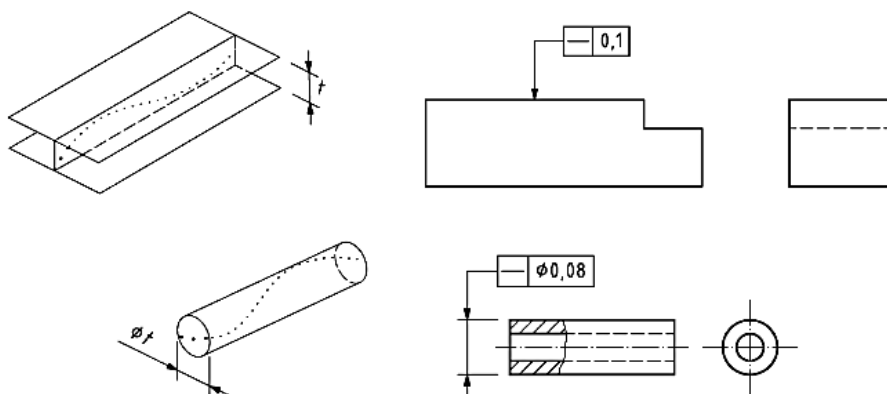
در صورتی که به کمک یک خط به طور مستقیم مستطیل تفرانس به موضع مینا وصل شود حرف مینا حذف می شود.



### تولرانس فرم

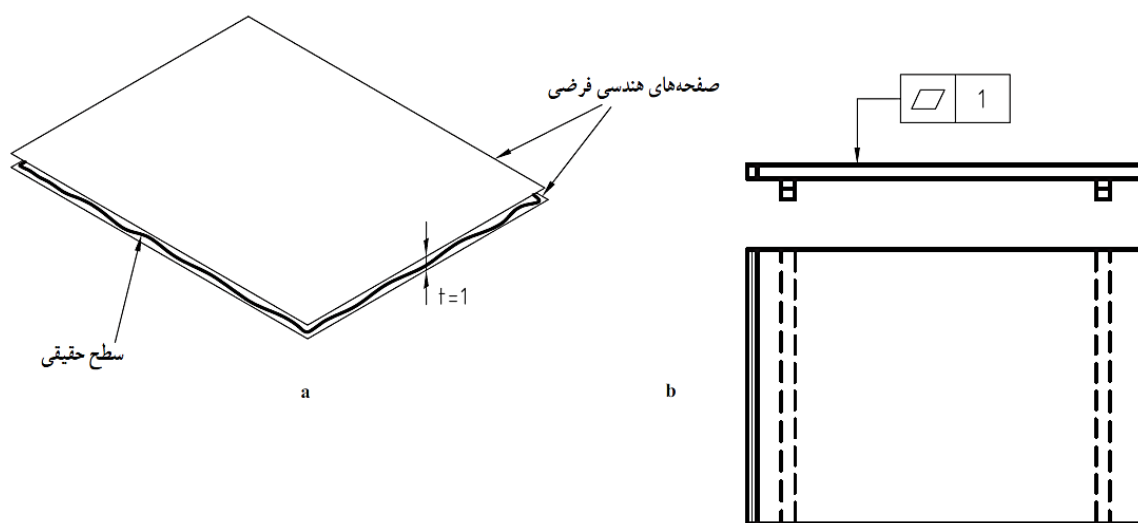
#### تولرانس مستقیم بودن

علامت این تولرانس به صورت  $\text{—}$  می باشد. ناحیه تولرانسی، روی سطح مورد نظر، بین دو خط موازی مستقیم به فاصله  $t$  (منظور از  $t$  مقدار تولرانس هندسی می باشد) از هم واقع می شود که خط اول ناحیه تولرانسی روی دو نقطه مرتفع از سطح قرار می گیرد. اگر قبل از عدد تولرانس از علامت  $\varnothing$  استفاده شود، نشان دهنده آن است که ناحیه تولرانسی، حول محور مورد نظر و بصورت یک استوانه به قطر  $t$  محصور شده است.



#### تولرانس تختی

علامت این تولرانس به صورت  $\square$  می باشد. ناحیه تولرانسی، روی سطح مورد نظر، بین دو صفحه موازی به فاصله  $t$  از همدیگر قرار دارد و صفحه اول ناحیه تولرانسی روی سه نقطه مرتفع از سطح قرار می گیرد.



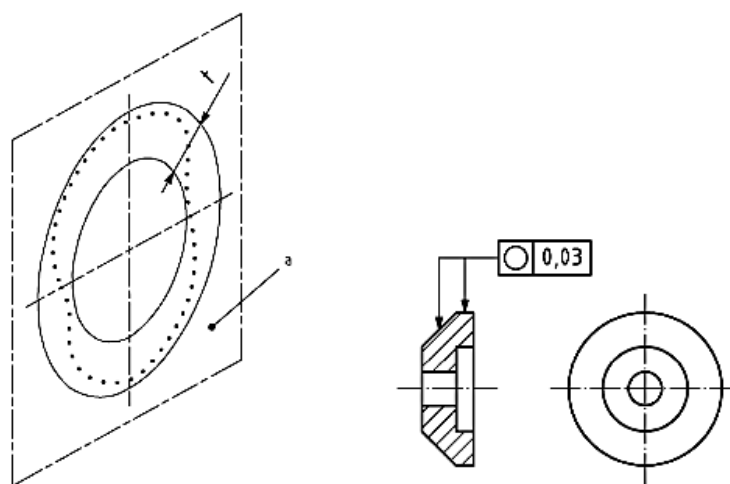
جدول ۳-۶- برای مستقیمی و تختی، اجزای مستقل

| mm        | $\mu\text{m}$ |     |    |            |    |    |             |    |     |
|-----------|---------------|-----|----|------------|----|----|-------------|----|-----|
| Ra →      | ۰٫۱ تا ۰٫۴    |     |    | ۰٫۸ تا ۳٫۲ |    |    | ۶٫۳ تا ۱۲٫۵ |    |     |
| مرغوبیت → | A             | B   | C  | A          | B  | C  | A           | B  | C   |
| تا ۱۰     | ۱٫۶           | ۲٫۵ | ۴  | ۴          | ۶  | ۱۰ | ۱۰          | ۱۶ | ۲۵  |
| > ۱۰-۳۰   | ۲٫۵           | ۴   | ۵  | ۵          | ۸  | ۱۲ | ۱۲          | ۱۸ | ۳۰  |
| > ۳۰-۸۰   | ۴             | ۶   | ۱۰ | ۱۰         | ۱۶ | ۲۵ | ۲۵          | ۴۰ | ۶۰  |
| > ۸۰-۱۸۰  | ۶             | ۱۰  | ۱۵ | ۱۲         | ۱۸ | ۳۰ | ۳۰          | ۵۰ | ۸۰  |
| > ۱۸۰-۴۰۰ | ۸             | ۱۲  | ۱۸ | ۱۸         | ۲۵ | ۴۰ | ۴۰          | ۶۰ | ۱۰۰ |

A خیلی خوب - B خوب - C متوسط

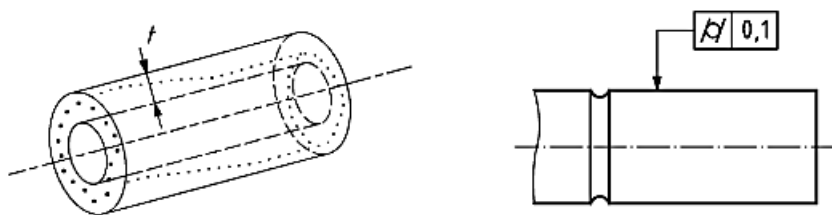
### گردی (دایره بودن)

علامت این تولرانس به صورت  $\bigcirc$  می باشد. گردی یا دایره ای بودن می تواند مربوط به هر مقطعی باشد که شکل دایره ای دارد. تعداد این دایره ها روی یک میله یا محور، بی شمار است. باز هم محور مرکز یاب را در نظر بگیرید. هر مقطع آن دایره است که باید دقت لازم را داشته باشد.



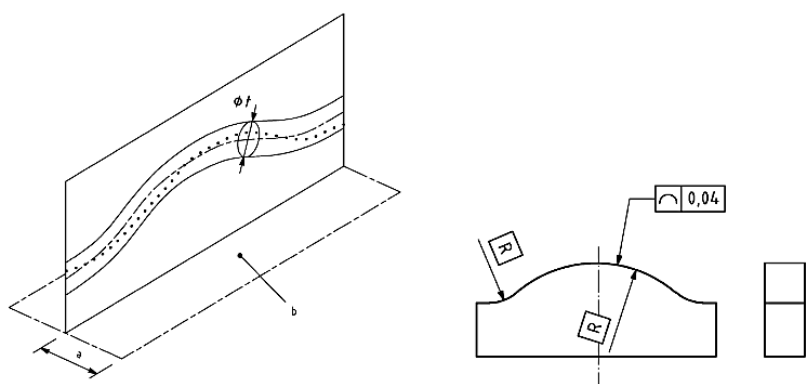
استوانه ای بودن

علامت این تولرانس به صورت  $\text{M}$  می باشد. دو استوانه هندسی در نظر بگیرید که فاصله آن ها برابر  $t$  یعنی تولرانس باشد. اکنون اگر استوانه ای ساخته شده بین آن دو قرار گیرد و به هیچ وجه خروجی از آن ها نداشته باشد، قابل قبول خواهد بود. روشن است که هر چه  $t$  کوچک تر شود، استوانه مورد نظر دقیق تر و به حالت هندسی نزدیک تر می شود



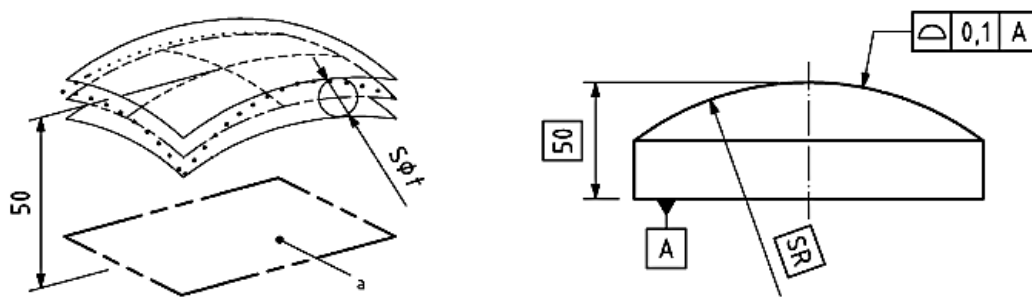
تولرانس پروفیل یک خط

علامت این تولرانس به صورت  $\text{R}$  می باشد. ناحیه تولرانسی به وسیله دو منحنی محدود می شود. این دو منحنی توسط دایره های به قطر  $t$  که مراکز همه آنها بر روی منحنی با فرم هندسی ایده آل قرار دارد مشخص می شوند. اگر ناحیه تولرانسی فضایی در نظر گرفته شود، به صورت تیوپی شکل بوده و توسط کره هایی به قطر  $t$  محدود می شود.



تولرانس پروفیل یک سطح

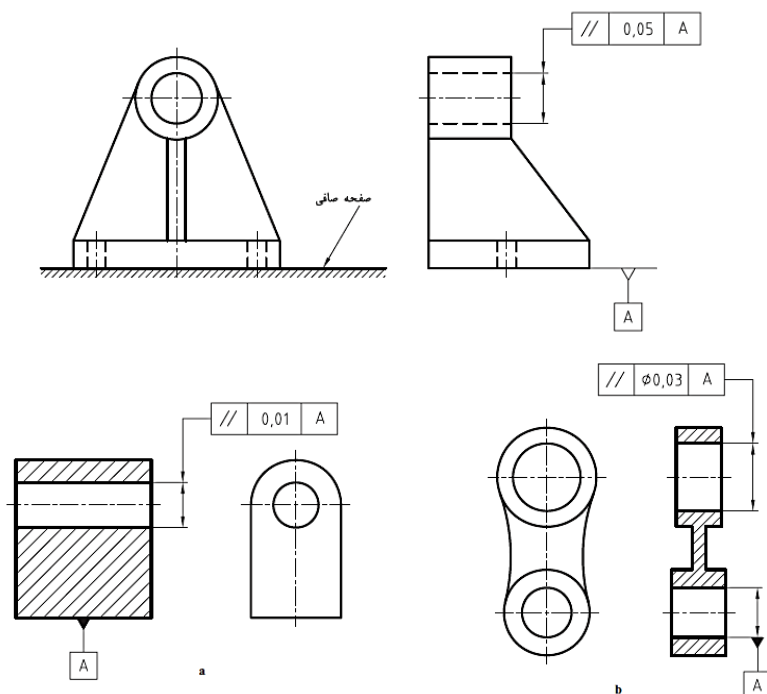
علامت تولرانس به صورت  $\text{S}$  می باشد. ناحیه تولرانسی به وسیله دو سطح در برگیرنده کره هایی به قطر  $T$  محدود می شود که مراکز این کره ها روی یک سطح با فرم هندسی ایده آل قرار دارند.



تولرانس جهت

موازی بودن

علامت تولرانس به صورت // می باشد. توازی اولین مورد از تولرانس های هندسی جهت است که موضوع آن موازی بودن یک سطح یا یک محور با یک سطح مبنا است. وقتی یک قطعه مانند یاتاقان دیوار کوب را روی صفحه صافی قرار می دهید، کف آن در نقاطی با صفحه صافی تماس می یابد که همان به عنوان سطح مبنا کافی است.

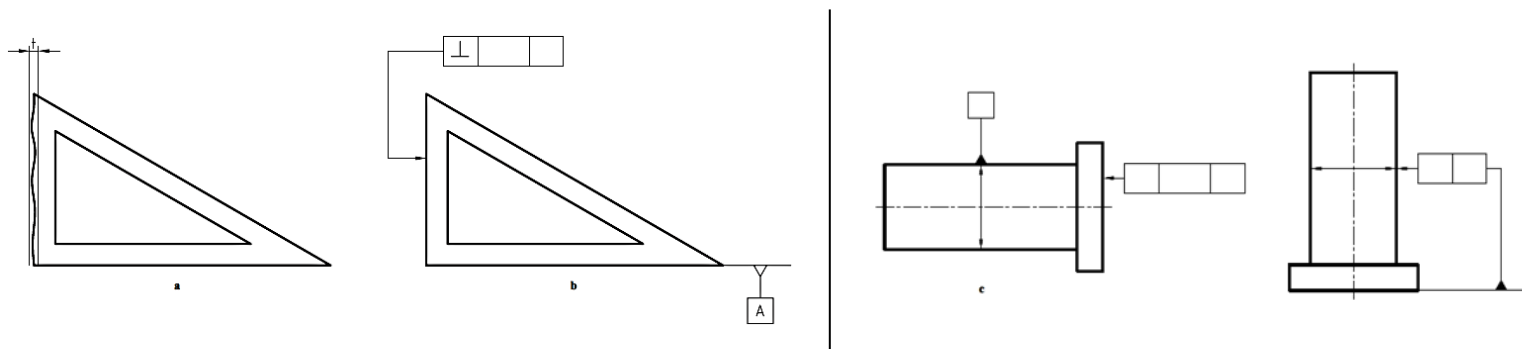


جدول ۴-۶- برای توازی، جزء غیر مستقل

| mm        | μm         |     |    |            |    |    |             |    |     |
|-----------|------------|-----|----|------------|----|----|-------------|----|-----|
| Ra →      | ۰,۱ تا ۰,۴ |     |    | ۰,۸ تا ۳,۲ |    |    | ۶,۳ تا ۱۲,۵ |    |     |
| مرغوبیت → | A          | B   | C  | A          | B  | C  | A           | B  | C   |
| ۱۰ تا ↓   | ۱,۶        | ۲,۵ | ۴  | ۴          | ۶  | ۱۰ | ۱۰          | ۱۶ | ۲۵  |
| > ۱۰-۳۰   | ۲,۵        | ۴   | ۵  | ۵          | ۸  | ۱۲ | ۱۲          | ۱۸ | ۳۰  |
| > ۳۰-۸۰   | ۴          | ۶   | ۱۰ | ۱۰         | ۱۶ | ۲۵ | ۲۵          | ۴۰ | ۶۰  |
| > ۸۰-۱۸۰  | ۶          | ۱۰  | ۱۵ | ۱۲         | ۱۸ | ۳۰ | ۳۰          | ۵۰ | ۸۰  |
| > ۱۸۰-۴۰۰ | ۸          | ۱۲  | ۱۸ | ۱۸         | ۲۵ | ۴۰ | ۴۰          | ۶۰ | ۱۰۰ |

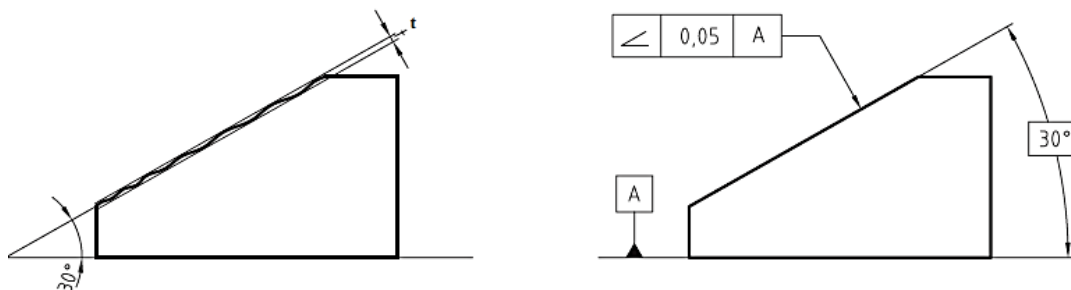
عمود بودن

علامت تولرانس به صورت  $\perp$  می باشد. تعامد به مفهوم عمود بودن یک جزء بر جزء دیگر است. برای نمونه، ضلع گونیا باید بر ضلع دیگر عمود باشد. پس باید یکی از ضلع های زاویه ۹۰ درجه را به عنوان مبنا انتخاب کنیم.

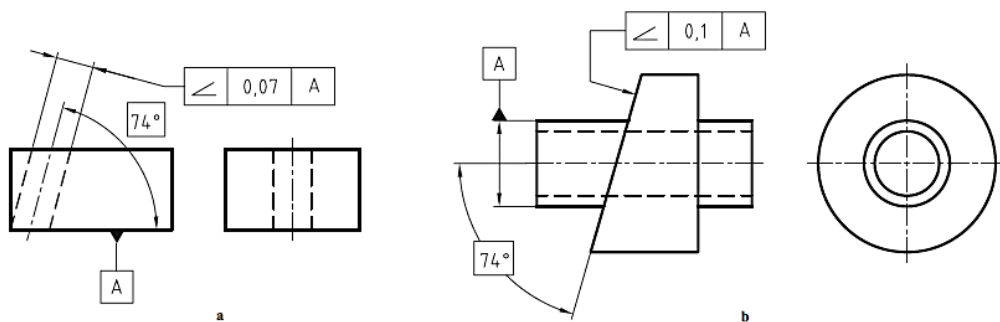


زاویه داشتن

علامت تولرانس به صورت  $\angle$  می باشد. ضلع بزرگ زاویه را مبنا می گیریم. اگر دو صفحه هندسی به فاصله  $t$  یعنی محدوده تولرانس، نسبت به مبنا زاویه درست را داشته باشند، ضلع کوچکتر فقط می تواند داخل این محدوده، دچار انحراف شود



توجه کنید که مفهوم زاویه داشتن به کلی با مفهوم تولرانس زاویه متفاوت است. در شکل زاویه ۳۰ درجه داخل کادر نوشته شده، که به معنی اندازه دقیق تئوری است. تولرانس این زاویه را صفر یا خیلی کم در نظر می گیرند و معرف زاویه محدوده تولرانس با خط یا سطح مبنا است.

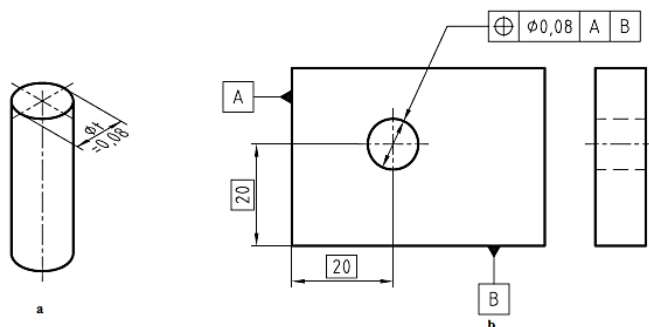


تولرانس موقعیت

وضعیت

علامت تولرانس به صورت  $\oplus$  می باشد. اولین مورد از تولرانس های موقعیت، تولرانس وضعیت است. بنابر تعریف، موقعیت

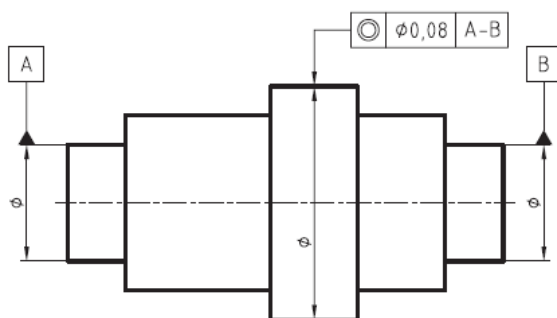
یعنی چگونگی قرار گرفتن یک جزء از یک قطعه، مثلاً محور یک سوراخ را نسبت به لبه های کار، وضعیت محور آن سوراخ می گویند. در شکل محور سوراخ می تواند داخل استوانه ای به قطر  $\phi 0.08$  با توجه فاصله های دقیق تئوری ۲۰ از لبه های مبنا، بازی داشته باشد.



هم محوری و هم مرکزی

علامت تولرانس به صورت  $\odot$  می باشد. یکی از مهم ترین مشکلاتی که در زمان سوار کردن قطعات پیش می آید، عدم هم

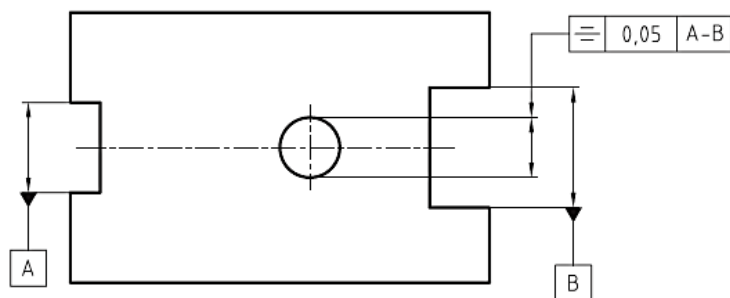
محوری است. اگر توجه کنیم خواهیم دید که تولرانس هم محوری در حقیقت شامل راست بودن، استوانه ای بودن و دایره ای بودن است. تولرانس هم محوری به ویژه در مورد قطعات پله دار مطرح می شود. در شکل محور کلی قطعه به عنوان مبنا می باشد که محور استوانه تولرانس گذاری شده، نسبت به آن سنجیده می شود.



قرینه بودن

علامت تولرانس به صورت  $\equiv$  می باشد. هنگامی که دو سطح موازی باید از یک محور یا سطح معین به یک فاصله باشند،

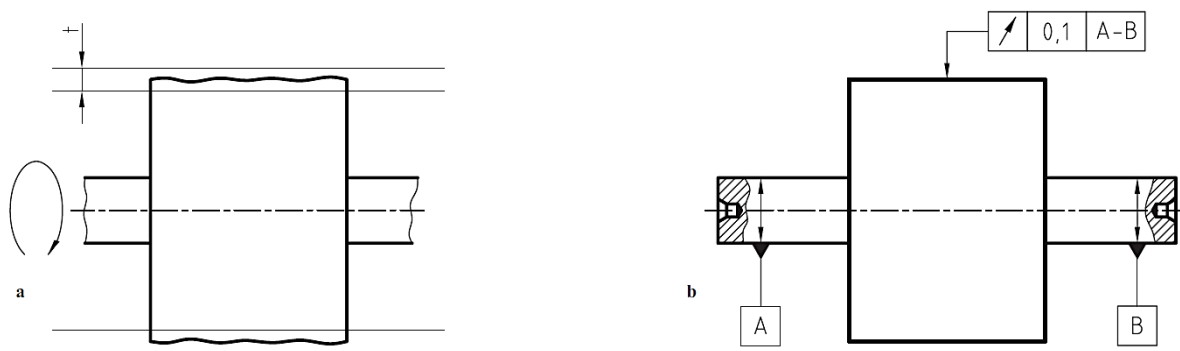
تولرانس تقارن یا قرینه بودن مطرح می شود.



## تولرانس های لنگی

### دویدگی دایره ای

علامت تولرانس به صورت  $\nabla$  می باشد. آن را لنگی ساده یا جزئی هم می گویند. لنگی هم شامل گرد نبودن است و هم خارج از مرکز بودن نسبت به محور تقارن قطعه. وقتی قطعه کار دارای دو جای مرغک است، قطعه را روی مرغک ها سوار و به کمک ساعت، لنگی ساده را در هر مقطع دایره ای اندازه گیری می کنند. پس لمس کننده ساعت، در هر نقطه ای که روی استوانه قرار گیرد، با چرخش استوانه، لنگی نباید از  $0.1$  بیشتر شود.



### لنگی کلی

علامت تولرانس به صورت  $\nabla$  می باشد. دویدگی کلی که به آن لنگی محوری هم می گویند، در حقیقت پیچیده ترین نوع انحراف شکلی است که بسیاری از موارد پیشین، مثل مستقیمی یا دایره ای بودن را در بر دارد. باز هم بازرسی روی مرغک انجام می شود و تولرانس به کل قطعه مربوط خواهد شد.

