جمهوری اسلامی ایران
وزارت کار و امور اجتماعی

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

کتاب درسی

# انطباقات در صنعت

## مطابق با استاندارد ملی مهارت

بسم الله الرحمن الرحيم

# کتاب درســـی

## انطباقات در صنعت

## مطابق با استاندارد ملی مهارت

نام کتاب : کتاب درسی انطباقات در صنعت براساس استاندارد ملی مهارت
تهیه و تنظیم : سیدمسعود مظهری
حروفچین : معصومه رضاقلی
صفحه آرا : زهره محمدحسینی
ناشر : سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور - مدیریت پژوهش
تیراژ : ۲۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول
سال انتشار : خرداد ۱۳۷۹
لیتوگرافی، چاپ و صحافی : چاپخانه سازمان آموزش فنی وحرفه ای کشور

کلیه حقوق برای سازمان آموزش فنی وحرفه ای کشور محفوظ می باشد.

**بسمه تعالی**

**مقدمه**

اساسی ترین هدف هر دوره آموزشی تربیت افراد و متناسب ساختن شخصیت و قابلیت های آنان با دگرگونی و تحولات اجتماعی ـ اقتصادی و فرهنگی است . تا کارآیی لازم را برای پذیرش و ایفای نقشی که در پیشبرد وظایف اجتماعی و شغلی در جهت حفظ و حراست از ارزشهای جامعه که در آن زندگی می کنند ، کسب نمایند .

با توجه به اینکه رشد سریع تکنولوژی ، تغییرات و تأثیرات عمیقی در مسایل اجتماعی و اقتصادی بدنبال داشته ، اتخاذ روشهایی که هماهنگ کننده برنامه های آموزشی با توسعه تکنولوژی وتحول ومتضمن تأمین نیروی انسانی ماهرومتخصص مورد نیاز آن باشد ، اجتناب ناپذیر است .

تجربه و مطالعه نشان داده که مناسبترین روش آموزشی که جوابگوی امر مزبور می باشد « کارآموزی نیروی انسانی » است . این روش بدین لحاظ حائز اهمیت است که در ماهیت برنامه ها ، مطالب و محتوای درسی کارآموزان ویژگیهای زیر مشاهده می شود :

۱- ملاک و معیاربرای انتخاب مواد و موضوعات دروس نظری و عملی کارآموزی، با توجه به ایجاد مهارتها برای جوابگویی به نیازهای متنوع مشاغل و روشهای جدید و نوین کار و آماده ساختن افراد برای احراز شغلی مفید و انجام کار مناسب و درخور شخصیت والای انسان ، می باشد .

۲- محتوای برنامه های کارآموزی ، سازگاری انسانها در مقابل زندگی عینی و شایستگی آنان را برای سازندگی ، تضمین می نماید .

۳- ایجاد مهارتهای تخصصی از طریق کارآموزی

۴- برنامه های آموزشی کارآموزان در دو جهت یادگیری مهارتها و تغییر رفتار موثر است و یادگیری را در جهت تغییر رفتار مطلوب ، تأمین می نماید .

۵- هرچند که در کارآموزی ، آموزش مهارتها به افراد برای انجام کارهای محوله اهمیت دارد ، لیکن در برنامه های کارآموزی نکاتی منظور می شود تا کارآموزان با فراگیری آنها ضوابط و معیارهای سازمانی را رعایت نموده و تأثیرفعالیتهای آنان در جهت اهداف سازمان افزون گردد .

۶- محتوای دروس کارآموزی ، نه تنها کارآموزان را با یافته های جدید علمی آشنا می نماید ، بلکه آنان را قادر می سازد تا خلاقیت و ابتکار تازه ای پدید آورند .

**۷-از طریق کارآموزی و اثر آن در ایجاد مهارتهای قابل اشتغال و ارتقاء مهارت بر اساس تغییرات فرآیند کار ، اهداف و فعالیتهای تولید تحقق خواهند یافت ، که مهمترین این اهداف عبارتند از :**

**۷-۱ - افزایش میزان کمی و کیفی تولید .**

**۷-۲ - بهبود و روشهای عملیات پشتیبانی در امر تولید ، از قبیل برنامه ریزی دقیق برای روشهای برآوردقیمت ـ بازاریابی ـ خدمات مهندسی ـ تحقیقاتی و . . . .**

**۷-۳- بهبود روابط کار و ایجاد روحیه همکاری بین کارکنان .**

**۷-۴- تقلیل ضایعات در تولید و حوادث کار .**

**۷-۵- هموار شدن راه شغلی کارکنان و قبول مسئولیتهای بیشتر از طرف آنان .**

**۷-۶ - بهبود یافتن روشهای تولید و توزیع کالاها ـ ارائه خدمات مفید پس از فروش و تحویل به موقع سفارشات خریداران .**

**۷-۷- ایجاد همبستگی بیشتر کارکنان با سازمان و واحدهای تولیدی و رضایت شغلی در آنها به لحاظ مهارتهای اکتسابی .**

**۷-۸- از بین رفتن تعارض بین اهداف سازمانی و خواسته های کارکنان .**

**لازم به ذکراست که کارآموزی به منظور عام آن محدود به رشته های خاص و تحصیل در حرف مشخص برای افراد بخصوص نبوده و دامنه آن بسیار وسیع می باشد . بطوریکه تمامی حرفه ها و مشاغل را شامل گشته و ایجاد زمینه های اشتغال و کسب شرایط احراز شغل ، برای همگان حتی کسانی که دوره های آموزش عالی را گذرانیده اند ، ضروری است .**

**به موجب قانون کار جمهوری اسلامی ایران ، فراهم نمودن امکانات جهت برگزاری دوره کارآموزی و تربیت نیروی انسانی ماهر و متخصص و اجرای این دوره ها بعهده سازمان آموزش فنی و حرفه ای وابسته به وزارت کار و امور اجتماعی گذاشته شده است .**

**به منظورحصول به این هدف آنچه در گام اول مطرح می شود شناسایی صنایع و مهارتها و جمع آوری اطلاعاتی است که منجر به تهیه استانداردهای مهارت و آموزشی کتب و جزوات و وسایل کمک آموزشی توسط مدیریت پژوهش شده که گام موثری در شناخت عوامل و صفات مورد نیاز در واحد های تولیدی و صنعتی برداشته است .**

**حسین کمالی**
**وزیر کار و امور اجتماعی**

## فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| مقدمه | ۱ |
| هدف | ۱ |
| لقی | ۲ |
| تلرانس ـ درگیری | ۳ |
| سیستم های انطباقات | ۳ |
| تلرانس انطباق | ۵ |
| سیستم تلرانس ISO و اصول تعیین آن | ۶ |
| علامت گذاری تلرانس ها | ۸ |
| انتخاب نوع انطباق برحسب استانداردآلمان | ۱۰ |
| سیستم انتخاب تلرانس ها در آلمان | ۱۱ |
| طرزاستفاده از جداول تلرانس | ۱۷ |
| تلرانس ها(اندازه گذاری با اعداد) | ۱۷ |
| نمایش اندازه اضافی در نقشه ها و رسم فنی | ۲۰ |
| اندازه گذاری زنجیری | ۲۴ |
| مرکزیت | ۲۶ |
| علامت گذاری اختصاری برای میدان های تلرانس در ISO | ۲۷ |




## مقدمه:

در ساختن قطعات صنعتی که به تعداد بیشتری تهیه می شود، اندازه گیری را باید طوری انجام داد که درحد امکان شکل ساختمانی در جایی که برای آن طرح اصلی پیش بینی شده است منطبق گردد تا درنتیجه قیمت تمام شده به حداقل ممکن برسد.

قواعد و مقرراتی که بدین منظور در هرکشور صنعتی مانندفرانسه، آمریکا، آلمان و اتحادجماهیر شوروی و غیره تهیه و اجراء شده است که در بعضی موارد با هم اختلاف جزیی دارند (صرف نظر از سیستم آحاد آنها) در یک کنفرانس بین المللی (ISO) این مطالب را بررسی و سیستم واحدی برای انطباق قطعات پیشنهاد شده است که مورد تایید هیجده کشور صنعتی قرار گرفته و عمل می شود. اصول سیستم انطباقات بطور اختصار یادآوری می شود.

## هدف :

قطعات منطبق در صنعت به قطعاتی اتلاق می شود که حالت خاصی از انطباق را که در زیر توضیح داده می شود برای آنها درنظر گرفته شود. سطوح منطبق ممکن است منحنی (قرار گرفتن محورها در یاتاقان) و غیره و یا در کشوها باشد، در هر دو صورت احتمالاً منظور این است که دو قطعه پس از انطباق نسبت به هم حرکت داشته باشد و یا بدون حرکت نسبی بمانند.

اگردقت شودهیچگاه نمی توان ابعاد یک قطعه کاررابحد ریاضی دقیقاً تهیه کرد و حتماً بامقداری خطای اضافی یانقصانی درشرایط معلوم توأم است، ازسویی اعمال نیرو وتغییرات درجه حرارت ابعاد اجسام در حال تغییر است که بدون پیش بینی های لازم موجد اشکالاتی در عمل ماشین های مختلف صنعتی است.

وقتی در نقشه های فنی اندازه قطر یک میله و قطر سوراخی که این میله در آن باید منطبق شود دقیقاً اندازه گیری می شود باید نوع و هدف انطباق معلوم باشد والا اندازه گیری ناقص خواهد بود، بدین معنی که در اندازه گذاری وجود یا عدم حرکت نسبی دو قطعه باید نشان داده شده باشند.

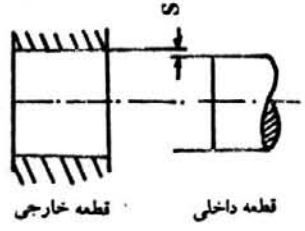
بین قطعات منطبق برحسب اندازه ممکن است مقداری لقی یا مقداری درگیری پیش بینی شده باشد که در اولی بین دو قطعه حرکت نسبی ممکن است و در دومی در شرایط کار باید غیر ممکن شود اما بطوریکه اشاره شد هنگام ساخت قطعات صنعتی هیچگاه نمی توان اندازه یک قطعه را به مقدار حساب شده بطور دقیق رعایت نمود و همواره مقداری خطای اضافی یا نقصانی وجود خواهد داشت .

## لقی:

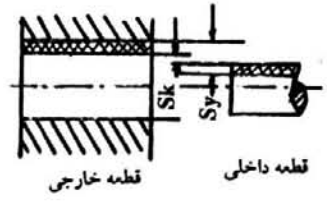
وقتی اندازه داخلی قطعه خارجی پیش از اندازه خارجی قطعه باشد اختلاف آنها را لقی یا بازی نامیده و با حرف S نشان می دهند . ممکن است اندازه داخلی قطعه خارجی ماگزیمم خطای نقصانی و اندازه خارجی قطعه داخلی ماگزیمم خطای اضافی را داشته باشد اختلاف آنها یا لقی بین دو قطعه در اینحالت حداقل بوده و این اختلاف را با حرف SK نشان می دهند .

بالعکس اگر اندازه داخلی قطعه خارجی ماگزیمم خطای اضافی و اندازه خارجی قطعه داخلی هم ماگزیمم خطای نقصانی را داشته باشد اختلاف آنها یا لقی بین آنها را که حداکثر بوده با حرف Sy مشخص می نمایند .

بطوری که ملاحظه می شود در این حالت بین دو قطعه همیشه مقداری لقی وجود دارد که در صنعت Sy و Sk را تا حدی قابل قبول و اجراء محدود کرده است که مقدار اختلاف آنها را Sy - Sk=T تلرانس گویند .



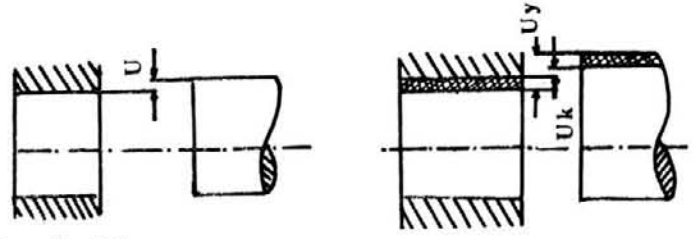

(شکل ۱)




(شکل ۲)

لقی = S  لقی ماگزیمم = Sy  لقی مینیموم = SK






اندازه درگیری =U  درگیری مینیموم =Uk (شکل ۳)  درگیری ماگزیموم =uy (شکل ۴)

اختلاف اندازه موجود بین دو قطعه را پس از اتمام کار قطعه لقی موجود نامیده و با حرف Si مشخص نموده و بطوری که گفته شد این لقی موجود از حد قابل قبول نباید (Si) تجاوز نماید .

## درگیری :U

هرگاه اندازه خارجی قطعه داخلی بیشتر از اندازه داخلی قطعه خارجی باشد پس از انطباق دو قطعه حرکت نسبی نداشته و اختلاف آنها را که با حرف U نشان می دهند . درگیری یا اضافه اندازه بین دو قطعه خواهد بود و عمل انطباق باید با پرس یا استفاده از انبساط حرارتی اجسام انجام گیرد . (شکل ۳ در بالا مشخص است) .

در اینجا خطا نیز وجود دارد و اندازه اضافی حداقل اختلاف بین اندازه داخلی قطعه خارجی باخطای ماگزیمم و اندازه خارجی قطعه داخلی باخطای مینیموم است که باحرف UK نشان داده می شود وبه همین ترتیب اندازه اضافی یادرگیری حداکثر اختلاف بین اندازه داخلی قطعه خارجی باخطای مینیموم واندازه خارجی قطعه داخلی با خطای ماگزیمم است که با حرف Uy نشان داده شده است (شکل ۴) . اختلاف موجود بین اندازه خارجی قطعه داخلی و اندازه قطعه خارجی پس از ساخت و انطباق با حرف Ui نشان داده می شود که آن هم نباید از حد تلرانس خارج شود .

## سیستم های انطباقات

اختلاف اندازه بین اندازه‌های لقی یا درگیری درعمل بی نهایت نوع انطباق بوجود می آورد . در صنعت ردیف معین و معقولی را که در عمل بسادگی قابل اجراء

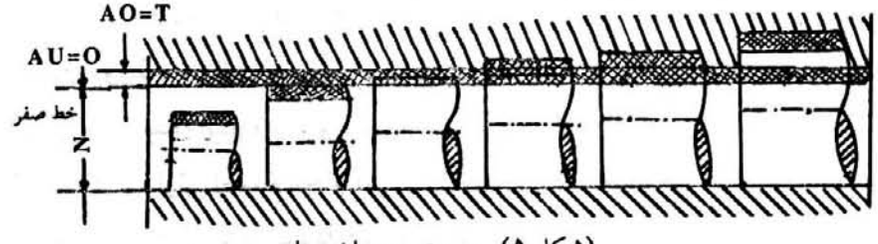
باشد، انتخاب کرده و آن را یک سیستم انطباق می نامند.

سیستم های معمولی دیگر که تاکنون در کشورهای صنعتی اجراء شده است بدین ترتیب می باشد که اندازه سوراخ یا اندازه قطعه خارجی را ثابت گرفته و مقدار لقی یا درگیری را روی قطعه داخلی (محور) عمل می کنند و به سیستم «سوراخ مبنا» معروف است.

یا اینکه اندازه میله یا قطعه داخلی را ثابت گرفته و مقدار لقی یا درگیری روی قطعه خارجی یا سوراخ عمل می نمایند که به «میله مبنا» نامیده می شود.

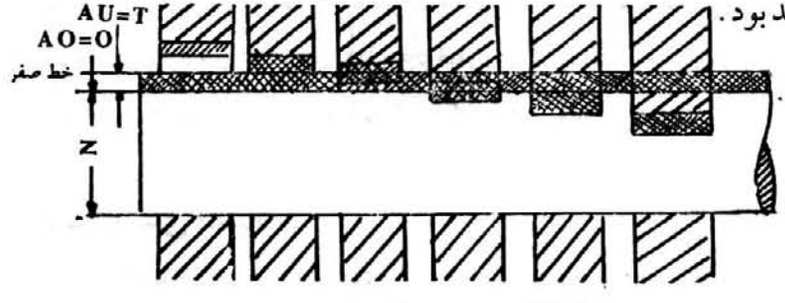
با اجرای هریک از آنها می توان به هدف واحد یا مطلوبی دست یافت.

در سیستم سوراخ مبنا اندازه سوراخ باید برای تمام حالات انطباق همان اندازه اسمی سوراخ اختیار گردد. مقدار لقی لازم یا اندازه گیری را برحسب نوع انطباق روی اندازه قطر میله منظور می دارند. (شکل ۵)




(شکل ۵) ـ سیستم سوراخ مبنا

در این سیستم خط صفر روی اندازه حداقل سوراخ قرار می گیرد و اندازه درگیری AO=O برابر صفر است. اندازه ماگزیمم AO=T تلرانس اندازه گیری انطباق خواهد بود. (شکل ۶)




(شکل ۶) ـ سیستم میله مبنا



در سیستم میله مبنا اندازه اسمی قطر میله را برای تمام حالات انطباق ثابت نگهداشته و اندازه لقی یا درگیری لازم را برای هر حالت از انطباق مورد نظر روی اندازه سوراخ منظور می دارند.

در سیستم میله مبنا خط صفر برخط بزرگترین اندازه قطر میله قرار دارد و در نتیجه اندازه بالایی آن یعنی AO=O برابر صفر و اندازه پایین آن برابر تلرانس T قطر میله خواهد بود. AO=T شکل ۶

انطباق در هر دو سیستم با لقی صفر یا بیشتر را انطباق لقی گویند، زیرا پس از انطباق و مونتاژ قطعات تلرانس و خطا هرچه باشند باز هم مقداری لقی بین صفحات منطبق وجود دارد و برعکس تمام انطباقاتی که با حداقل اندازه گیری برابر صفر یا بیشتر باشند «انطباق ثابت» یا محکم نامیده می شوند. زیرا تلرانس و خطا هرچه باشد ضخامت منطبق پس ازمونتاژ حرکت نسبی نداشته و عمل مونتاژ مستلزم اعمال نیروی پرس یا عملیات حرارتی است.

بین انطباق آزاد و انطباق ثابت یا محکم می توان حد وسطی رادرنظر گرفت که اگر لقی محسوسی وجود داشته باشد یا درگیری قابل ملاحظه ای پیش آید آن را «انطباق آزاد» می نامند.

بطور واضح می توان گفت در کارهای دقیق ممکن است وضعی بوجود آورد که انطباق نیرویی بیش از نیروی دست انسان لازم نداشته و لقی آن نامحسوس باشد.

## تلرانس انطباق: (Tp)

جمع تلرانس اندازه قطعه داخلی و خارجی را تلرانس انطباق گویند که امکان ایجاد مقادیر مختلف لقی و درگیری را ایجاب می کند. تلرانس انطباق در انطباق با لقی برابر اختلاف لقی ماگزیمم و لقی مینیموم است و در انطباق محکم مساوی اختلاف درگیری ماگزیمم و مینیموم بوده و در انطباق آزاد برابر جمع لقی ماگزیمم و درگیری ماگزیمم است.

## سیستم تلرانس ISO و اصول تعیین آن

برای وحدت نظر و کلام و علامات قراردادی در رسم فنی در تمام ممالک صنعتی از سالها قبل تشکیلاتی بوجود آمده است که نظریاتی را که مهندسین مختلف از کشورها و کارخانجات سراسرجهان ابراز داشته اند مورد بررسی قرار داده و مناسبترین آنها را به تصویب رسانده و استفاده از آن را توصیه می نمایند. این موسسه بین المللی که اولین کنفرانس خود را در سال ۱۹۵۱ برای رسم فنی تشکیل داد، جانشین موسسه دیگری نظیر خودش بوده که به "ISA" معروف بود. در کنفرانس "ISO" پیشنهاداتی به تصویب رسید که بیشتر کشورهای صنعتی از آن پیروی و استفاده می کنند.

تلرانس های ISO اولاً برای اندازه های از یک میلیمتر تا ۵۰۰ میلیمتر تهیه و تصویب شده است، این تلرانس ها در سیزده دسته با فاصله اسمی یک تا ۵۰۰ متمایز هستند بدین ترتیب:

| | | |
|---|---|---|
| 1....3mm | >18.....30mm | >120....180mm |
| >3....6mm | >30....50mm | >180....250mm |
| >6....10mm | >50....80mm | >250....315mm |
| >10....18mm | >80....120mm | >315....400mm |

و

>400....500mm

حدود مختلفی برای لقی های بزرگ و اندازه درگیری های بزرگ درنظر گرفته شده است، این حدود که در صفحه بعد ملاحظه می شود.

برای هرفاصله اسمی از ۱۳ فاصله مذکور ۲۰ اندازه مختلف تلرانس درنظر گرفته شده است، این طبقات بیست گانه از هر فاصله اسمی را با اعداد 01-0-1-2...18 مشخص می نمایند که کیفیت های تلرانس گفته می شود. کیفیت 01 به کوچکترین و 18 بزرگترین تلرانس ها تعلق دارد.

با کیفیت های بیست گانه ارزش تلرانس و مقدار اختلاف بین کوچکترین و



بزرگترین اندازه و در نتیجه دقت اندازه بیان می شود، بدیهی است نمی توان اندازه تلرانسی را که در مورد قطعه کاری با ابعاد بزرگ بکار رفته است برای منظورمشابه در مورد قطعه کاری با ابعاد کوچک مورد عمل قرار داده و واضح است برای قطعات بزرگتر در شرایط مساوی تلرانس بیشتر از قطعات کوچک مشابه است و به همین جهت هریک از کیفیت های تلرانس با طبقات حدود اسمی افزایش یافته تلرانس های بزرگتری تشکیل می یابد.

مجموعه تلرانس های واقع در فاصله یک کیفیت را ردیف اصلی تلرانس نامیده و در هر کشور شماره استانداردی برای آن درنظر می گیرند، برای مثال در کشور آلمان غربی شماره و استاندارد آن DIN 7151 می باشد.

واحد تلرانس را برحسب μm=0.001mm میکرومتر یا میکرون مشخص کرده که از آحاد تلرانس بین المللی I اقتباص شده است و از رابطه زیر برای تعیین و محاسبه آن استفاده می شود.

$$I=0.45\sqrt[3]{D}+0.001D$$

در این رابطه I برحسب μm و D برحسب میلیمتر است.

اندازه D واسطه هندسی دو مقدار حد طرفین فاصله آزاد اسمی است که D در آن فاصله قرار دارد، مثلاً اندازه D برای کیفیتی بین حدود اندازه اسمی 80 و 120 به شرح زیر است:

$$D=\sqrt{80mm\times120mm}=\sqrt{9600mm^2}\approx 98mm$$

که تلرانس های این فاصله از اندازه اسمی براساس آن آحاد تلرانس ها چنین محاسبه می شود:

$$I=0.45\sqrt[3]{D}+0.001D=0.45\sqrt[3]{98}+0.001\times98=$$

$$0.45\times461mm+0.098=2173\ \mu m$$

بنابراین آحاد تلرانس ها تابعی از اندازه حدود فاصله اندازه اسمی آن می باشد. یادآوری می نمایدکه اعدادکیفیت رابه وسیله علامت"IT=ISO"مشخص می نمایند.

IT 18-IT 7-IT 01

در سیستم آحاد تلرانس ها I از IT 5 به بالا مقیاس اندازه تلرانس ها را در اعدادی ضرب می نمایند.

| ردیف اصلی تلرانس | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 | IT18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ضریب مقیاس تلرانس | ≈7 | 10 | 16 | 25 | 40 | 64 | 100 | 160 | 250 | 400 | 640 | 1000 | 1600 | 2500 |

مثلاً مقدار تلرانس برای کیفیت شماره 9 و برای فاصله اندازه اسمی 80...120 میلیمتر با ضرب کردن مقیاس تلرانس حساب شده برای این فاصله I=2.173μm در ضریبی که برای IT9 مساوی 40 تعیین شده است، بدست می آید.

$$2.173\mu m \times 40 = 87\mu m$$

برحسب این مثال تلرانس های IT6 تا IT18 تهیه شده اند و در موارد دیگر قواعد به خصوصی بکار می رود.

ردیف های تلرانس اصلی IT 01 تا IT7 را می توان گفت اصولاً برای ساختن ابزار اندازه گیری پیش بینی کرده اند وردیف های IT5 تا IT13 مخصوص قطعات صنعتی در ماشین آلاتی که با عمل براده برداری در کارگاههای ماشین افزار تهیه می‌شود درنظر گرفته شده و IT14 تا IT18 برای کارهای صنعتی که بدون براده‌برداری درکارگاههای پرسکاری، قالب سازی، غلتک کاری و کوره کاری و آهنگری آماده می شود، اختصاص داده شده است.

## علامت گذاری تلرانس ها:

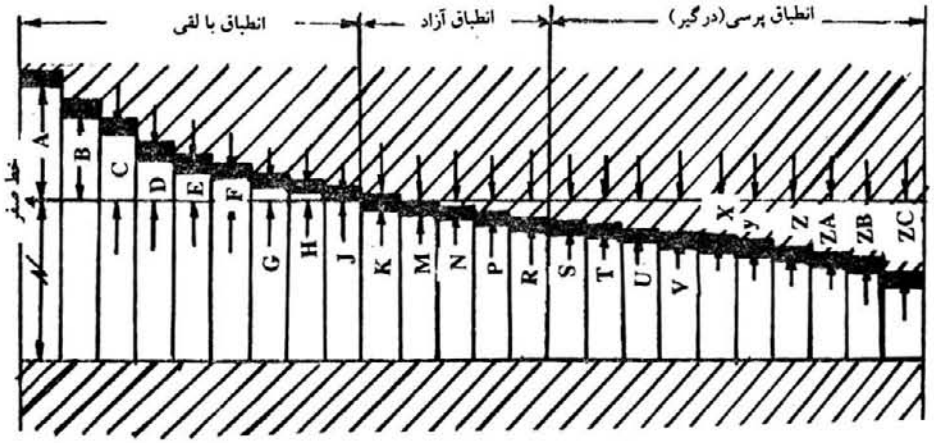
وضعیت میدان تلرانس و تغییرات تلرانس هانسبت به خط صفردرسیستم I.S.O به وسیله حروف الفبا مشخص می‌شود. روی قطعه خارجی(سوراخها)را با حروف بزرگ الفبای لاتین از A تا Z علامت گذاری کرده و روی قطعه داخلی (محورها ـ میله ها) را با حروف الفبای لاتین کوچک از a تا z نشان می دهند. این علامت ها برای کوچکترین فواصل حوزه تلرانس از خط صفر بکار می روند و برای مواردی



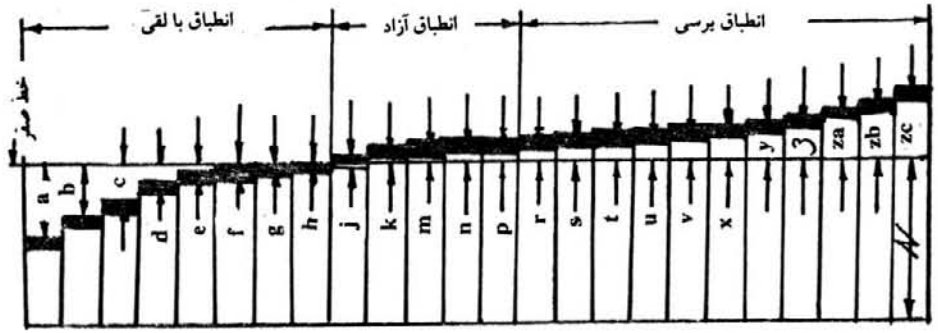
که تلرانس بالا یا پایین خط صفر قرار داشته باشد ارزش دارد.

حروف J , L , O , Q , W , j , l , o , μ, w در سیستم های قبل از I.S.O مورد استفاده نبوده، ولی در کنفرانس سال ۱۹۶۱ ژنو استفاده از این حروف نیز توصیه شده است. برای تکمیل مقدار لازم تلرانس ها از دو حرف با هم مثل ZA , ZB , ZC , 3a , 3b , 3c برای علامت گذاری استفاده شده است.

اندازه پلان یک تلرانس با ردیفی که در آن قرار دارد با عدد کیفیتی از 01 تا 18 مشخص می شود.




(شکل ۷) ـ میدانهای تلرانس برای قطعات خارجی(سوراخها)




(شکل ۸) ـ میدانهای تلرانس برای قطعات داخلی (میله ها)

حروف الفبا و عددی که بعد از آن نوشته می شود علامت اختصار تلرانس I.S.O

را تشکیل می دهند، مثلاً H7 , m6 و بدین ترتیب اندازه و جای میدان تلرانس کاملاً مشخص می شود.

## انتخاب نوع انطباق برحسب استاندارد آلمان

چون شروع به هرکار علمی یا صنعتی ایجاب می کند که ابتدا اطلاعاتی که دیگران از آن موضوع بدست آورده را نتیجه تجربیات خود بدانیم در این مورد نحوه عمل و بکار بردن تلرانس در قطعات صنعتی را آنطوری که در کشور آلمان که خود نیز عضو کنفرانس بین المللی I.S.O است بطور اختصار بیان می نماییم.

از آنجایی که گفته شد بی نهایت اندازه و وضعیت ممکن میدان تلرانس بوجود آمده (برای قطعه خارجی و داخلی) که بطور دلخواه می توانند بر یکدیگر مونتاژ شوند و تعداد زیادی انطباق مختلف ایجاد نمایند. با درنظر گرفتن اینکه هر اندازه دقیق اندازه گیر مخصوصی لازم دارد با رعایت صرفه جویی در کار انتخاب اعداد مرجح توصیه و عمل شده است.

برای اینکار ابتدا اندازه داخلی قطعه (سوراخ) را به اندازه اسمی ثابت اختیار کرده و لقی یا درگیری بین دو قطعه را کاملاً روی قطعه داخلی میله منظور می نمایند (سیستم سوراخ مبنا) و یا بالعکس اندازه قطعه داخلی (میله) را مبناء گرفته لقی و درگیری را روی قطعه خارجی عمل می کنند. بدیهی است هر کیفیت معین و فاصله میدان تلرانس را می توان با هر دو روش نتیجه گرفت:

برای حالتی که سیستم سوراخ مبنا برای انطباق درنظر گرفته شود هشت کیفیت با وضع مشخص H6 تا H13 انتخاب و استاندارد شده است و برای هر یک از سوراخهای با کیفیت و وضعیت مشخص که میدان تلرانس آن روی خط صفر قرار دارد چندین اندازه برای قطعه داخلی (میله) با قطرهای بزرگتر یا کوچکتر از اندازه اسمی سوراخ پیش بینی شده است.

تمام انطباقاتی که با یک سوراخ مبنا انجام می گیرد یک گروه انطباق هم خانواده را تشکیل می دهند. در حالتی که سیستم میله مبنا درنظر گرفته شده باشد به همان ترتیب هشت نوع میله (قطعه داخلی) h5 , h6 , h8 ,....h13 انتخاب شده اند که میدان تلرانس آنها روی خط صفر است.



تمام انطباقاتی که در این سیستم با یک میله مبنا انجام شود گروه انطباق هم خانواده خواهدبود. با درنظر گرفتن کیفیت‌های معلوم حالات زیرنیزبوجود می آید.

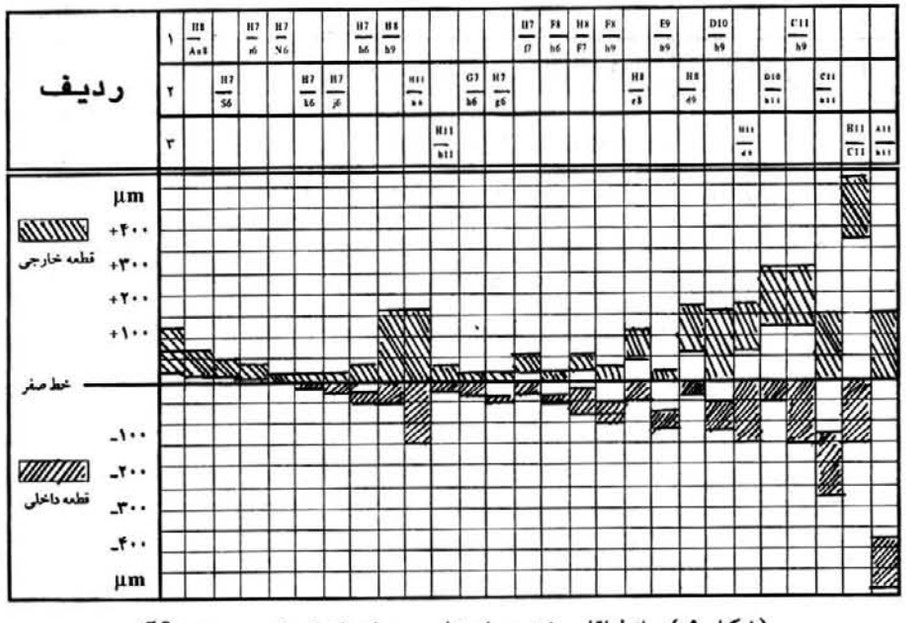
الف ـ انطباق با لقی با بکار بردن سوراخ H در شکل ۷ بامیله‌ای از a تا h در شکل ۸ و همچنین به وسیله میله مبنای h در شکل ۸ با سوراخهای A تا H در شکل ۷.

ب ـ انطباق آزاد بدون لقی و درگیری با بکار بردن سوراخ H با کوچکترین اندازه اسمی در حالات با میله های از J تا g (شکل ۸) و همچنین به وسیله میله h با سوراخهای J تا P (شکل ۷).

ج ـ انطباق درگیر یا پرسی با بکار بردن سوراخ H با میله از r تا ZC (شکل ۸) و نیز با میله مبنا h با سوراخهای R تا ZC (شکل ۷).

## سیستم انتخاب تلرانس ها در آلمان DIN 7157

برای ایجادبهبود بیشتر درطرحها ازنظراقتصادی انتخاب فواصل فشرده ازترکیب انطباقات هر دو سیستم(سوراخ مبنا و میله مبنا) انجام شده است که برای منظور و هدف های متعددی رساومفید است.




(شکل ۹) ـ انطباقات فشرده انتخابی. برای اندازه اسمی 50mm

سایرانطباقات بایدفقط درموارد الزامی و خاص مورد استفاده قرار گیرند. (فواصل فشرده مربوط را درشکل ۹ ملاحظه می نمایید). انطباقات انتخاب شده در شکل ۹ بدین صورت تشکیل یافته است.

ردیفI= از ردیف ۱ جدول شماره ۱۰

ردیف II= از ردیفهای ۱ و ۲ جدول شماره ۱۰

ردیف III= از ردیف ۲ جدول شماره ۱۰

ولی انتخاب هر زوج دلخواه در داخل ردیف ها ممکن است و برای منظورهای خاص میدان های تلرانس درگیری هم می توان تشکیل داد. اندازه ساخته شده سوراخی که با مته های مارپیچ ایجادشده باشد معمولاً در داخل میدان تلرانس H11 قرار می گیرد.

جدول شماره ۱۰ حاوی اندازه هایی است که با آنها اندازه تلرانس ها و اندازه انطباقات در مورد هر انطباق انتخاب شده محاسبه می شود.

**مثال:** وضع انطباق میله hg را که باید در سوراخ F8 مونتاژ شود در سیستم مبناء مشخص کنید.

| **60ø انطباق گرد** | **سوراخ F8** | **میله h9** | **انطباق** |
|---|---|---|---|
| اندازه بالا | (+ 76Mm=)+0.076 | (0=) 0 | |
| اندازه پایین | (+30Mm=) +0.03 | (-74Mm=) 0.074 | |
| اندازه ماگزیمم | 60+0.076 = 60.076 | 60 + 0 = 60 | |
| اندازه مینیموم | 60+0.03 = 60.03 | 60 - 0.074 = 59.824 | |
| اندازه تلرانس | 60.076-60.03=0.046 | 60 - 59.926 = 0.074 | |
| لقی ماگزیمم | | | 60.076 -59.926=0.15 |
| لقی مینیموم | | | 60.03-60=0.03 |
| تلرانس انطباق | | | 0.15-0.03=0.12 |

اندازه ها برحسب میکرون $\mu m = \frac{1}{1000}$ mm در جدول صفحه بعدی مشخص شده است.



| اندازه اسمی به میلیمتر از | تا | سوراخ ( μ = 0.001 mm) A11 | B11 | C11 | D9 | D11 | E9 | F7 | H6 | H7 | H8 | H10 | H11 | H12 | J7 | K7 | M7 | N7 | P7 | S7 | U7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | + 330<br>+ 270 | + 200<br>+ 140 | + 120<br>+ 60 | + 45<br>+ 20 | + 80<br>+ 20 | + 39<br>+ 14 | + 16<br>+ 7 | + 7<br>+ 0 | + 7<br>0 | + 14<br>0 | + 40<br>0 | + 60<br>0 | + 90<br>0 | + 3<br>6 | -<br>- | 0<br>- 9 | - 4<br>- 13 | - 7<br>- 16 | - 13<br>- 22 | - 16<br>- 25 |
| 3 | 6 | + 345<br>+ 270 | + 215<br>+ 140 | + 145<br>+ 70 | + 60<br>+ 30 | + 105<br>+ 30 | + 50<br>+ 20 | + 22<br>+ 10 | - 2<br>0 | + 12<br>0 | + 18<br>0 | + 49<br>0 | + 75<br>0 | + 120<br>0 | + 5<br>- 7 | -<br>- | 6<br>- 12 | - 4<br>- 16 | - 8<br>- 20 | -15<br>- 27 | - 19<br>-31 |
| 6 | 10 | + 370<br>+ 280 | + 240<br>+ 150 | + 170<br>+ 80 | + 76<br>+ 40 | + 130<br>+ 40 | + 61<br>+ 25 | + 128<br>+ 13 | + 9<br>0 | + 15<br>0 | + 22<br>0 | + 58<br>0 | + 90<br>0 | + 150<br>0 | + 8<br>- 7 | + 5<br>- 10 | 0<br>- 15 | - 4<br>- 19 | - 9<br>- 24 | - 17<br>- 32 | - 22<br>- 37 |
| 10 | 18 | + 400<br>+ 290 | + 260<br>+ 150 | + 205<br>+ 95 | + 93<br>+ 50 | + 160<br>+ 50 | + 75<br>+ 32 | + 34<br>+ 16 | + 11<br>0 | + 10<br>0 | + 27<br>0 | + 70<br>0 | + 110<br>0 | + 180<br>0 | + 10<br>- 8 | + 6<br>- 12 | 0<br>- 18 | - 5<br>- 23 | - 11<br>- 29 | - 21<br>- 39 | - 26<br>- 44 |
| 18 | 24 | + 430 | + 290 | + 240 | + 117 | + 195 | + 92 | + 41 | + 13 | + 21 | + 33 | + 84 | + 130 | + 210 | + 12 | + 6 | 0 | - 7 | - 14 | - 27 | 33<br>- 54 |
| 24 | 30 | + 300 | + 160 | + 110 | + 55 | + 65 | + 40 | + 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - 9 | - 15 | - 21 | - 28 | - 35 | - 48 | - 40<br>61 |
| 30 | 40 | + 470<br>+ 310 | + 330<br>+ 170 | + 280<br>+ 120 | + 142<br>+ 80 | + 240<br>+ 90 | + 112<br>+ 50 | + 50<br>+ 25 | + 16<br>0 | + 15<br>0 | + 39<br>0 | + 100<br>0 | + 160<br>0 | + 250<br>0 | + 14<br>- 11 | + 7<br>- 10 | 0<br>- 25 | - 0<br>- 33 | - 17<br>- 42 | - 34<br>- 59 | 51<br>- 75 |
| 40 | 50 | + 480<br>+ 320 | + 340<br>+ 180 | + 290<br>+ 130 | | | | | | | | | | | | | | | | | - 61<br>- 85 |
| 50 | 65 | + 530<br>+ 540 | + 380<br>+ 190 | + 330<br>+ 140 | - 174<br>+ 100 | + 290<br>+ 100 | + 134<br>+ 50 | + 60<br>+ 30 | + 19<br>0 | + 30<br>0 | + 45<br>0 | + 120<br>0 | + 190<br>0 | + 300<br>0 | + 18<br>- 12 | + 9<br>- 21 | 0<br>- 30 | - 9<br>- 39 | - 21<br>- 51 | 42<br>- 72 | 75<br>- 105 |
| 65 | 80 | + 550<br>+ 360 | + 399<br>+ 200 | + 340<br>+ 150 | | | | | | | | | | | | | | | | - 68<br>- 78 | - 91<br>- 121 |
| 80 | 100 | + 600<br>+ 380 | + 440<br>+ 220 | + 390<br>+ 170 | + 207<br>+ 120 | + 340<br>+ 120 | + 15<br>+ 72 | + 71<br>+ 36 | + 22<br>0 | + 35<br>0 | + 54<br>0 | + 140<br>0 | + 220<br>0 | + 350<br>0 | + 22<br>- 13 | + 10<br>- 25 | 0<br>- 35 | - 10<br>- 45 | - 24<br>- 59 | - 58<br>- 95 | - 111<br>- 146 |
| 100 | 120 | + 630<br>+ 410 | + 460<br>+ 240 | + 400<br>+ 180 | | | | | | | | | | | | | | | | - 66<br>- 101 | - 131<br>- 166 |
| 120 | 140 | + 710<br>+ 460 | + 510<br>+ 260 | + 450<br>+ 200 | | + 395<br>+ 145 | | | + 25<br>0 | + 40<br>0 | + 63<br>0 | | + 250<br>0 | + 400<br>0 | | | | | | | |
| 140 | 160 | + 770<br>+ 520 | + 530<br>+ 260 | + 460<br>+ 210 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 160 | 180 | + 830<br>+ 580 | + 560<br>+ 310 | + 480<br>+ 230 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 180 | 200 | + 950<br>+ 660 | + 639<br>+ 343 | + 530<br>+ 240 | | + 460<br>+ 170 | | | + 29<br>0 | + 46<br>0 | + 72<br>0 | | + 290<br>0 | + 460<br>0 | | | | | | | |
| 200 | 225 | + 1030<br>+ 740 | + 370<br>+ 360 | + 550<br>+ 260 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 225 | 250 | + 1110<br>+ 820 | + 710<br>+ 420 | + 570<br>+ 280 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | A11 | B11 | C11 | D9 | D11 | E9 | F7 | H6 | H7 | H8 | H10 | H11 | H12 | J7 | K7 | M7 | N7 | P7 | S7 | U7 |

محور ( $\mu = 0.001$ mm)

| اندازه اسمی به میلیمتر تا از | | لغزشی | | | | | | | گردش سفت | کمی روان | | خیلی روان | | | | | | | | | | | | آزاد | | | | برسی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h5 | h6 | h8 | h9 | h10 | h11 | h12 | g5 | 1 7 | 1 8 | e8 | e9 | d10 | d11 | d12 | n5 | n6 | n7 | p6 | p7 | b12 | b11 | a12 | a11 | r5 | r6 | r7 | r9 |
| 1 | 3 | 0 -5 | 0 -7 | 0 -14 | 0 -25 | 0 -40 | 0 -60 | 0 -90 | -3 -8 | 0 -32 | -7 -21 | -16 -22 | -14 -30 | -20 -30 | -20 -60 | -20 -120 | +11 +6 | +13 +8 | +15 +6 | +16 +9 | +18 +8 | -140 -200 | -140 -200 | -270 -340 | -270 -330 | +17 +12 | +19 +12 | +21 +12 | +37 +32 |
| 3 | 6 | 0 -6 | 0 -8 | 0 -18 | 0 -30 | 0 -48 | 0 -75 | 0 -120 | -4 -9 | 0 -40 | -10 -26 | -28 -34 | -20 -30 | -30 -50 | -30 -65 | -70 -145 | +13 +8 | +16 +8 | +20 +8 | +20 +12 | +24 +12 | -140 -215 | -140 -250 | -270 -390 | -270 -345 | +20 +15 | +23 +15 | +27 +15 | +45 +15 |
| 6 | 10 | 0 -7 | 0 -9 | 0 -22 | 0 -36 | 0 -58 | 0 -9 | 0 -150 | -5 -11 | 0 -13 | -13 -35 | -26 -47 | -26 -61 | -40 -130 | -40 -98 | -80 -170 | +16 +10 | +19 +10 | +25 +10 | +24 +15 | +30 +15 | -150 -240 | -150 -300 | -280 -430 | -280 -370 | +23 +19 | +28 +19 | +34 +19 | +55 +19 |
| 10 | 18 | 0 -8 | 0 -11 | 0 -27 | 0 -43 | 0 -70 | 0 -110 | 0 -180 | -6 -14 | 0 -15 | -15 -43 | -32 -59 | -32 -75 | -50 -160 | -50 -120 | -95 -205 | +19 +12 | +23 +12 | +30 +12 | +29 +18 | +36 +18 | -150 -260 | -150 -330 | -290 -470 | -290 -400 | +28 +23 | +34 +23 | +41 +23 | +66 +23 |
| 18 | 24 | 0 -33 | 0 -13 | 0-84 | 0 -52 | | 0 -130 | 0 -210 | -7 -16 | -20 -53 | | -40 -73 | -40 -92 | -65 -195 | -65 -195 | -110 -240 | +20 +15 | +28 +15 | +36 +15 | +35 +22 | +43 +22 | -160 -290 | -160 -370 | -300 -430 | -300 -430 | +34 +28 | +41 +28 | +49 +28 | +80 +28 |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 40 | 0 -9 | 0 -18 | 0 -39 | 0 -62 | 0 -100 | 0 -160 | 0 -250 | -9 -20 | -25 -64 | | -50 -69 | -50 -112 | -80 -240 | -80 -330 | -120 -230 | +24 +17 | +28 +17 | +36 +15 | +35 +22 | +43 +22 | -170 -310 | -170 -420 | -310 -560 | -320 -480 | +37 +26 | +45 +34 | +54 +34 | +96 +34 |
| 40 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 65 | 0 -11 | 0 -18 | 0 -44 | 0 -74 | 0 -120 | 0 -190 | 0 -300 | -10 -23 | -30 -76 | | -60 -105 | -60 -134 | -100 -290 | -100 -400 | -140 -330 | +28 +17 | +33 +20 | +42 +17 | +42 +25 | +51 +26 | -180 -340 | -180 -430 | -340 -640 | -340 -640 | +45 +34 | +54 +41 | +64 +41 | +115 +41 |
| 65 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 100 | 0 -13 | 0 -22 | 0 -57 | 0 87 | 0 -140 | 0 -220 | 0 -350 | -12 -34 | -36 -90 | | -72 -126 | -72 -159 | -120 -340 | -120 -470 | -170 -390 | +33 +23 | +38 +23 | +48 +13 | +48 +23 | +58 +23 | -200 -380 | -200 -500 | -380 -660 | -380 -600 | +54 +41 | +64 +51 | +76 +54 | +138 +51 |
| 100 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 | 140 | 0 -15 | 0 -22 | 0 -57 | 0 87 | 0 -140 | 0 -220 | 0 -350 | -12 -34 | -36 -90 | | -72 -126 | -72 -159 | -120 -340 | -120 -470 | -170 -390 | +33 +15 | +40 +15 | +52 +27 | +58 +43 | +83 +43 | -200 -450 | -200 -500 | -410 -760 | -410 -630 | +83 +65 | +90 +65 | +105 +65 | +141 +54 |
| 140 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 160 | 180 | 0 -18 | 0 -26 | 0 -63 | 0 -100 | 0 -250 | 0 -400 | | -14 -39 | -43 -106 | | -85 -148 | -85 -185 | -145 -395 | -145 -545 | -210 -460 | +37 +17 | +46 +17 | +63 +17 | +58 +43 | +96 +50 | -240 -530 | -240 -600 | -520 -770 | -460 -710 | +103 +63 | +113 +84 | +130 +84 | +163 +84 |
| 180 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 225 | 0 -20 | 0 -29 | 0 -72 | 0 -115 | | 0 -290 | 0 -460 | -15 -44 | -50 -122 | | -100 -172 | -100 -215 | -170 -330 | -170 -540 | -240 -530 | +37 +17 | +46 +17 | +63 +17 | +75 +58 | +96 +50 | -260 -550 | -260 -600 | -740 -1050 | -660 -950 | +113 +80 | +123 +80 | +146 +80 | +186 +80 |
| 225 | 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | لغزشی | | | | | | | گردش سفت | کمی روان | | خیلی روان | | | | | | | | | | | | آزاد | | | | برسی | | |



محور ( $\mu = 0.001$ mm)

| اندازه اسمی به میلیمتر تا از | | برشی | | | | فشاری | | | | سفت محکم | | سفت | | | فشاری چکشی | | | روان | | | سفت محکم | | | | برسی | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | J5 | J6 | J6 | J10 | K5 | K6 | K7 | K10 | m5 | m6 | m7 | n5 | n6 | n7 | d9 | d10 | d11 | d12 | e8 | e9 | p6 | p7 | b12 | b11 | a12 | a11 | r5 | r6 | r7 | r9 |
| 1 | 3 | +4 -1 | +6 -1 | +7 -1 | +20 -20 | +4 -1 | +6 -1 | - - | +40 0 | +7 +2 | +9 +2 | - - | +11 +6 | +13 +6 | +15 +6 | -20 -35 | -20 -30 | -20 -60 | -20 -120 | -16 -22 | -14 -30 | -16 -24 | -140 -200 | -140 -200 | -270 -340 | -270 -330 | +17 +12 | +19 +12 | +21 +12 | +37 +32 |
| 3 | 6 | +4 -1 | +7 -1 | +9 -9 | +24 -24 | +4 -1 | +7 -1 | - - | +48 0 | +9 +4 | -12 -4 | - - | +13 +8 | +16 +8 | +20 +8 | -30 -50 | -30 -79 | -30 -60 | -30 -50 | -28 -34 | -20 -30 | -30 -50 | -140 -215 | -140 -250 | -270 -390 | -270 -345 | +20 +15 | +23 +15 | +27 +15 | +45 +15 |
| 6 | 10 | +4 -2 | -7 -2 | +11 -11 | +29 -29 | +7 +1 | +10 +1 | +16 +1 | +58 0 | +12 +6 | -15 +6 | +27 +6 | +16 +10 | +19 +10 | +25 +10 | -40 -98 | -40 -130 | -80 -170 | -40 -190 | -26 -47 | -26 -61 | -30 -50 | -150 -240 | -150 -300 | -280 -430 | -280 -370 | +24 +15 | +28 +19 | +34 +19 | +55 +19 |
| 10 | 18 | +5 -3 | +8 -3 | +14 -13 | +35 -35 | +9 +1 | +12 +1 | +19 +1 | +70 0 | +15 +7 | +18 +7 | +25 +7 | +20 +12 | +23 +12 | +30 +12 | -50 -93 | -50 -120 | -95 -205 | -50 -230 | -32 -59 | -32 -75 | -50 -80 | -150 -260 | -150 -330 | -290 -470 | -290 -400 | +29 +18 | +34 +23 | +41 +23 | +66 +23 |
| 18 | 24 | | | | | | | | | | | | | | | -65 -149 | -65 -195 | -110 -240 | -65 -275 | -48 -73 | -40 -92 | -50 -80 | -160 -290 | -160 -370 | -300 -430 | -300 -430 | +35 +22 | +43 +22 | +51 +26 | +74 +22 | +83 +26 |
| 24 | 30 | +5 -4 | +9 -4 | +17 -16 | +42 -42 | +11 +2 | +15 +2 | +23 +2 | +84 0 | +17 +8 | +21 +8 | +29 +8 | +24 +15 | +28 +15 | +36 +15 | -55 -117 | -65 -145 | -110 -240 | -142 | -50 -69 | -50 -112 | -80 -130 | -160 -290 | -160 -370 | -300 -430 | -300 -430 | +35 +22 | +43 +22 | +51 +26 | +74 +22 | +83 +26 |
| 30 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 50 | +6 -5 | +11 -5 | +20 -19 | +50 -50 | +13 +2 | +18 +2 | +27 +2 | +100 0 | +20 +9 | +25 +9 | +34 +9 | +28 +17 | +33 +17 | +42 +17 | -100 -174 | -100 -220 | -140 -330 | -100 -400 | -60 -105 | -60 -134 | -80 -130 | -180 -340 | -180 -430 | -340 -640 | -340 -640 | +42 +25 | +51 +26 | +62 +32 | +83 +26 | +106 +32 |
| 50 | 65 | +6 -7 | +12 -7 | +23 -23 | +60 -60 | +15 +2 | +21 +2 | +32 +2 | +120 0 | +24 +11 | +30 +11 | +41 +11 | +33 +20 | +33 +20 | +59 +20 | -120 -207 | -120 -260 | -170 -390 | -120 -470 | -72 -126 | -72 -159 | -120 -180 | -240 -460 | -240 -590 | -380 -660 | -380 -600 | +58 +43 | +72 +37 | +92 +37 | +124 +37 | |
| 65 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 100 | +6 -9 | +13 -9 | +27 -27 | +70 -70 | +18 +3 | +25 +3 | +38 +3 | +140 0 | +28 +13 | +35 +13 | +48 +13 | +38 +23 | +45 +23 | +58 +23 | -145 -245 | -145 -305 | -210 -460 | -145 -545 | -85 -148 | -85 -185 | -120 -200 | -240 -530 | -240 -590 | -380 -660 | -380 -600 | +69 +37 | +92 +37 | +118 +37 | +156 +37 | |
| 100 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 | 140 | +7 -11 | +14 -11 | +32 -31 | | +21 +3 | +22 +3 | +43 +3 | | +33 +15 | +40 +15 | +59 +15 | +45 +27 | +52 +27 | +67 +27 | -145 -245 | -145 -305 | -210 -460 | -145 -545 | -85 -148 | -85 -185 | -120 -200 | -240 -530 | -240 -590 | -380 -660 | -380 -600 | +83 +43 | +92 +43 | +118 +43 | +156 +43 | |
| 140 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 160 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | -170 -285 | -170 -355 | -210 -480 | -170 -540 | -100 -172 | -100 -215 | -120 -200 | -260 -550 | -260 -600 | -740 -1050 | -660 -950 | +113 +80 | +123 +80 | +146 +80 | +186 +80 | |
| 180 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 225 | +7 -13 | +15 -13 | +36 -36 | | +24 +4 | +33 +4 | +50 +4 | | +37 +17 | +46 +17 | +63 +17 | +51 +31 | +59 +31 | +77 +31 | -170 -285 | -170 -355 | -240 -570 | -170 -540 | -100 -172 | -100 -215 | -120 -200 | -260 -550 | -260 -600 | -740 -1050 | -660 -950 | +113 +80 | +123 +80 | +146 +80 | +186 +80 | |
| 225 | 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | برشی | | | | فشاری | | | | سفت محکم | | | سفت | | | فشاری چکشی | | | | روان | | | | | | | | برسی | | | |

| اندازه اسمی به میلیمتر تا | از | محور ( μ = 0.001 mm) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | پرسی محکم | | | | | | | |
| | | s6 | s7 | t5 | t6 | u5 | u6 | u7 | u9 |
| 3 | 1 | +22<br>+15 | +24<br>+15 | +23<br>+18 | +25<br>+18 | +23<br>+18 | +25<br>+18 | +27<br>+18 | +43<br>+18 |
| 6 | 3 | +27<br>+19 | +31<br>+19 | +28<br>+23 | +31<br>+23 | +20<br>+23 | +31<br>+23 | +35<br>+23 | +53<br>+23 |
| 10 | 6 | +32<br>+23 | +38<br>+23 | +34<br>+28 | +37<br>+28 | +34<br>+28 | +37<br>+28 | +43<br>+28 | +64<br>+28 |
| 18 | 10 | +39<br>+28 | +46<br>+28 | +41<br>+33 | +44<br>+33 | +41<br>+33 | +44<br>+33 | +51<br>+33 | +76<br>+33 |
| 24 | 18 | +48<br>+35 | +56<br>+35 | +50<br>+41 | +54<br>+41 | +50<br>+41 | +54<br>+41 | +62<br>+41 | +93<br>+41 |
| 30 | 24 | | | +50<br>+41 | +54<br>+41 | +57<br>+48 | +61<br>+48 | +69<br>+48 | +100<br>+48 |
| 40 | 30 | +59<br>+43 | +58<br>+43 | +59<br>+48 | +64<br>+48 | +71<br>+60 | +76<br>+60 | +85<br>+60 | +122<br>+60 |
| 50 | 40 | | | +65<br>+54 | +70<br>+54 | +81<br>+70 | +86<br>+70 | +95<br>+70 | +132<br>+70 |
| 65 | 50 | +72<br>+53 | +83<br>+53 | +79<br>+66 | +85<br>+66 | +100<br>+87 | +106<br>+87 | +117<br>+87 | +161<br>+87 |
| 80 | 65 | +78<br>+59 | +89<br>+59 | +88<br>+75 | +24<br>+75 | +115<br>+102 | +121<br>+102 | +132<br>+102 | +176<br>+102 |
| 100 | 80 | +93<br>+71 | +106<br>+71 | +106<br>+91 | +113<br>+91 | +139<br>+124 | +146<br>+124 | +159<br>+124 | +211<br>+124 |
| 120 | 100 | +101<br>+79 | +114<br>+79 | +119<br>+104 | +126<br>+104 | +159<br>+144 | +166<br>+144 | +179<br>+144 | +231<br>+144 |
| 140 | 120 | +117<br>+92 | +132<br>+82 | +140<br>+122 | +147<br>+122 | +188<br>+170 | +195<br>+170 | +210<br>+170 | |
| 160 | 140 | +125<br>+100 | +140<br>+100 | +152<br>+134 | +159<br>+134 | +200<br>+190 | +215<br>+190 | +230<br>+190 | |
| 180 | 160 | +133<br>+108 | +148<br>+108 | +164<br>+146 | +<br>+ | +220<br>+120 | +225<br>+210 | +250<br>+210 | |
| 200 | 180 | +151<br>+122 | +156<br>+122 | +185<br>+166 | +<br>+166 | +25<br>+236 | +265<br>+236 | +282<br>+236 | |
| 225 | 200 | +159<br>+130 | +170<br>+130 | +200<br>+180 | +289<br>+100 | +278<br>+258 | +287<br>+258 | +304<br>+258 | |
| 250 | 225 | +159<br>+140 | +166<br>+140 | +216<br>+196 | +225<br>+136 | +304<br>+284 | +313<br>+284 | +330<br>+284 | |
| | | s6 | s7 | t5 | t6 | u5 | u6 | u7 | u9 |
| | | پرسی محکم | | | | | | | |

**طرز استفاده از جدول :**

ابتداء اندازه سوراخ در ستون اندازه اسمی انتخاب می گردد، با درنظر گرفتن امکانات ساخت برای سوراخ کاری تلرانس موردنظر مشخص می شود. پس از انتخاب تلرانس محدود یکی از فرم های داخل شدن محور در سوراخ را از روی جدول انتخاب کرده (لغزشی، فشاری، پرسی، روان و . . .) و همرنگ ستون تلرانس سوراخ جهت محور مشخص می شود.



## طرز استفاده از جداول تلرانس:

ابتدا اندازه سوراخ در ستون اندازه اسمی انتخاب می گردد. بادرنظر گرفتن امکانات ساخت برای سوراخکاری تلرانس موردنظر مشخص می شود. پس از انتخاب تلرانس محدود یکی از فرم های داخل شدن محور در سوراخ را از روی جدول انتخاب کرده(لغزشی، فشاری، پرسی و روان) و همرنگ ستون تلرانس سوراخ جهت محور مشخص می شود.

مثال: سوراخ ø30 با تلرانس $H7\ ^{+0/021}_{-0.0}$ انتخاب می شود. فرض بر این است که محور در داخل سوراخ بصورت لغزشی جا برود تلرانس محور h6 برابر $^{+\ 0}_{-0/015}$ خواهد بود.

## تلرانس ها ( اندازه گذاری با اعداد)

**هدف اصلی :**

اندازه هایی را که روی نقشه های فنی نوشته می شود در عملیات اجرایی دقیقاً نمی توان رعایت نمود و همواره اندازه ساخته شده J مقداری کوچکتر یا بزرگتر از اندازه اسمی است. برای محدود کردن مقدار خطا درصورت لزوم دو اندازه تعیین می کنند که اندازه ساخته شده بین دوحد درهرجای ممکن قرارگیرد. این دو اندازه های تعیین شده را اندازه های حد نامند.

بزرگترین اندازه را حد ماگزیمم و کوچکترین اندازه را حد مینیموم می گویند.

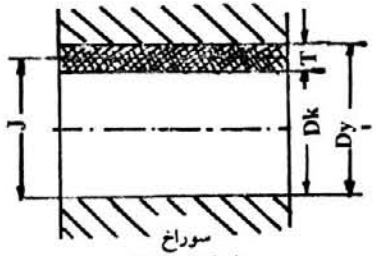
در خصوص اندازه قطر بدین صورت نشان داده می شود و قطرها را با Dk , Dy در نقشه مشخص می نمایند.

Dy = قطر ماگزیمم

Dk = قطر مینیموم

Ly = طول ماگزیمم

Lk = طول مینیموم




(شکل ۱۱)

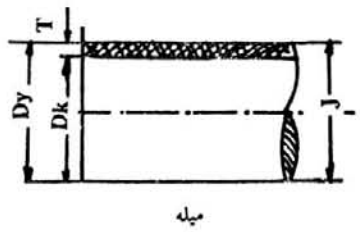
تلرانس T = اختلاف اندازه ها

مثال : Dy=50.05mm

DK=49.98mm

Dy-Dk=T=50.05 - 49.98

T=0/07 mm




سطح هاشورخورده در شکل ۱۱ را که بین اندازه های ماگزیمم و مینیموم قرار دارد «میدان های تلرانس» می نامند.

اندازه یک تلرانس اندازه وقتی خیلی کوچک باشد تلرانس نامیده شده و با ارتفاع میدان تلرانس مشخص شده برحسب مورد استعمال قطعات کار تنظیم می شود، ولی باید درنظر داشت که تلرانس کوتاه به مقدار غیرضروری کوچک انتخاب نشود، زیرا در آن صورت ارزش تهیه قطعه را بدون نتیجه خاصی بالا می برد.

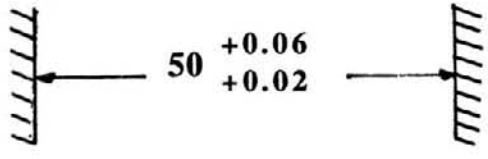
اندازه های حد ممکن است در فواصل کوتاهی از قطعه کار بالا یا پایین رود. همچنین این خطاها در فاصله بزرگترین و کوچکترین اندازه می توانند شکل هندسی قطعه را تغییر دهند که در عمل مجاز است.

مثلاً یک استوانه موضوع کار می تواند درفاصله میدان تلرانس و در چارچوب آن خمیده ـ مخروطی شکل شبیه بشکه وغیره باشد، درشکل ۱۲ یک اندازه گذاری مشاهده می شود که اندازه اسمی و حدود تغییرات مجاز آن تعیین گردیده است و اندازه ساخته شده می تواند در این فاصله میدان قرار گیرد.

N = اندازه اصلی است که بستگی به تلرانس دارد که به آن داده می شود.

Ao = اختلاف اندازه ماگزیمم و اندازه اسمی است.

Au =اختلاف اندازه مینیموم و اندازه اسمی است.




(شکل ۱۲) ـ اندازه انطباق



علامت اندازه بالا یا پایین ممکن است مثبت یا منفی باشد.

Ao=Dy-N Au=Dk-N

مثال : اندازه قطر اسمی میله 50mm است. اندازه ماگزیمم آن50.05mm و اندازه مینیموم آن برابر 49.98mm است. بنابراین :

اندازه بالایی مثبت Ao=0.05 Ao=50.05 - 50 Ao=Dy-N

اندازه پایینی آن منفی Au=-0.02 Au=49.98 - 50 Au=Dk-N

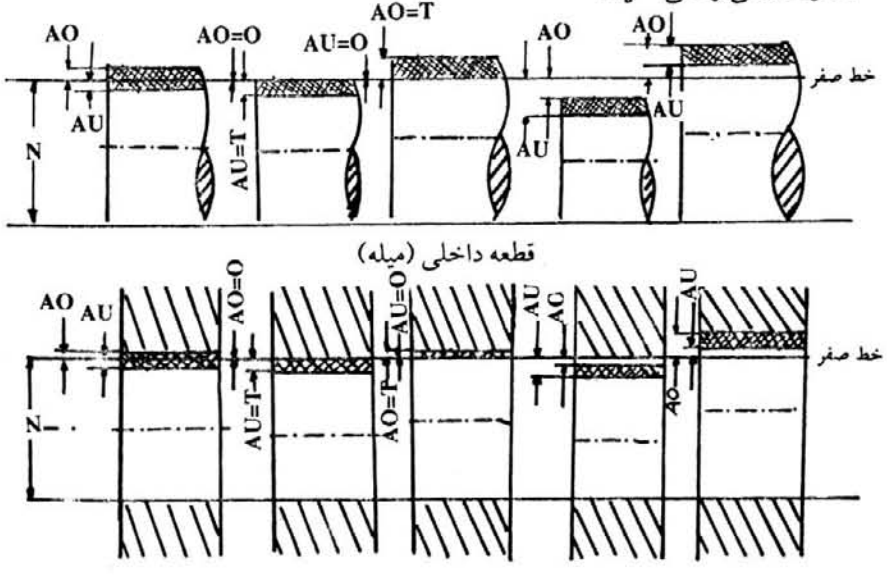
تمام اختلاف اندازه ها (بالا و پایین) از مبداء خطی که خط صفر گفته می شود و روی اندازه اسمی واقع است، اندازه گیری می شود(شکل ۱۳).

اضافه اندازه های باعلامت (+) بالای خط صفر و اضافه اندازه های باعلامت (-) زیر خط صفر قرار می گیرد. بنابراین علامت اضافه اندازه مشخص می نمایند که تلرانس بالا یا زیر خط صفر قرار گرفته است.

اعدادی که به عنوان اضافه اندازه نوشته می شود مقدار تلرانس را مشخص و معین می نماید.

اختلاف اندازه ساخته شده J و اندازه اسمی N را اضافه اندازه واقعی می نامند.

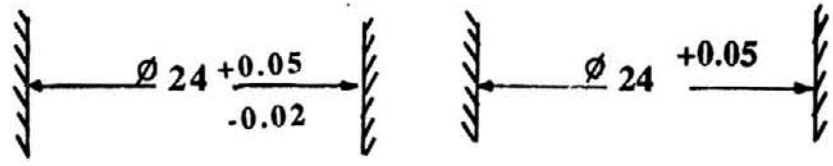
اندازه اضافی واقعی = $A_J$




(شکل ۱۳) ـ قطعه خارجی (سوراخ)

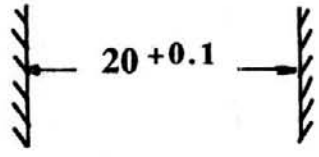
## نمایش اندازه اضافی در نقشه‌ها و رسم فنی

اندازه اضافی بالا را بالای خط اندازه و اندازه پایین را معمولاً زیر خط اندازه می نویسند. علامت جلو عدد نوشته می شود(شکل ۱۴) و اعداد اندازه اضافی را با اعداد زیر که در هر حال بلندی آن از حد میلیمتر کمتر نباشد، نوشته می شود. علامت قطر و شعاع را در استانداردISO قبل از عدد و علامت درجه و زاویه یا اینچ را بلافاصله پس از اندازه اسمی می نویسند.



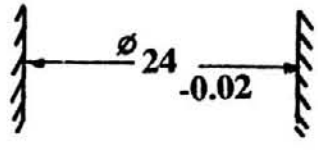

(شکل ۱۴)

اضافه اندازه های بالا و پایین که مساوی باشند یکبار نوشته و جلو آن علامت ± گذاشته می شود. (شکل ۱۵)




(شکل ۱۵)

اضافه اندازه صفر را معمولاً حذف کرده و اضافه اندازه موجود (اعم از بالا یا پایین) منحصراً نوشته می شود. (شکل ۱۶)

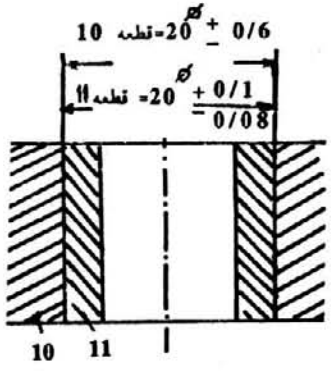



(شکل ۱۶)



قطعه خارجی به قطعه ای گفته می شودکه قطعه دیگری را که داخل آن می نماییم احاطه کرده یا دربر گیرد. اندازه یک قطعه خارجی (قطر سوراخها) خود یک اندازه داخلی است و اندازه یک قطعه داخلی (قطر میله) اندازه خارجی است.

هرگاه دو قطعه داخلی وخارجی درنقشه های مرکب آن طوری که مونتاژ شده اند رسم شده باشند، اندازه قطعه خارجی بالای اندازه قطعه داخلی نوشته می شود. (شکل ۱۷)



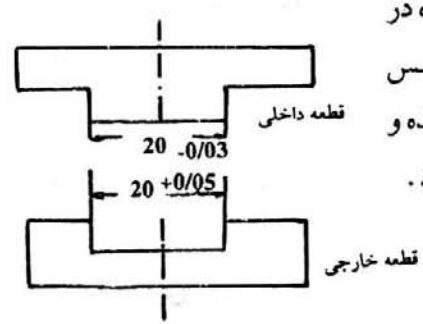

(شکل ۱۷) ـ اندازه انطباق برای قطعه خارجی و داخلی دررسم مرکب

ترتیب اندازه گذاری با نوشتن کلمات نیز مانند: سوراخ، میله، پین و . . . ترتیب قطعه در رسم را که ترکیبی باشد مشخص می نمایند. اگر برای هر قطعه یک اضافه اندازه لازم باشد و اضافه اندازه دیگر از هر قطعه صفر باشد فقط یک اضافه اندازه نوشته خواهد شد. (شکل ۱۸)

(شکل ۱۸) ـ ترکیب دو اندازه قطعه داخلی و خارجی در رسم مرکب

غالباً در تهیه قطعات صنعتی ایجاب می کند که ابتدا اندازه قسمت مشخص شده از قطعه کار در دومرحله انجام شود، یعنی براده برداری سنگین را با تیغه های خشن انجام داده، سپس با تیغه های ظریف و یا سنگ سنباده و غیره اندازه را به مقدار مطلوب و پیش بینی شده در طرح درمی آورند. اگر اندازه خشن تراشی را اندازه مقدماتی **بنامیم** در مورد **قطعه** خارجی یا **سوراخ اندازه مقدماتی** در داخل میدان تلرانس اندازه مینیموم و **قطعه** خارجی اندازه ماگزیمم باید رعایت گردد که می توان آن را اندازه اسمی نامیده و اضافه آن را صفر منظور نمود. (شکل ۱۹)

در شکل نوزده اندازه مقدماتی برای هر دوقطعه داخلی و خارجی ۲۰ بوده، زیرا هر دو قطعه را می توان با براده برداری بعدی اندازه نموده و اندازه ها را بحد خود رسانید، یعنی قطعه خارجی را با 0/05 براده برداری به اندازه 20.05=20+0.05 و قطعه داخلی را با 0.03 براده برداری به اندازه 19.97=20-0.03 رسانید که اندازه مطلوب است و با تجاوز از این اندازه در قطعه خارجی و یا کمتر شدن این اندازه در قطعه داخلی انطباق از میدان تلرانس خارج شده و قطعه کار بی مصرف شده و هزینه ساخت قطعه را بالاتر خواهد برد.




20.05mm

19.97mm

اندازه های مطلوب

(شکل ۱۹)

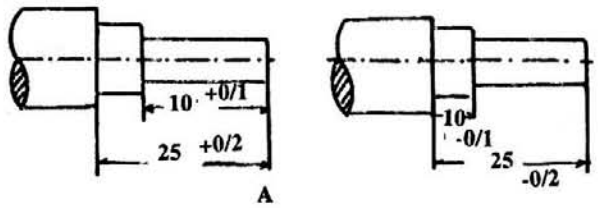
اگر اندازه مقدماتی روی اندازه اسمی اجرا شود، برای قطعه خارجی اضافه اندازه بالا و برای قطعه داخلی اضافه اندازه پایین رابایـد منظور کرد که اولی باعلامت (+) و دومی با علامت (ـ) مشخص می شود.

روش اخیر، معمول تر و در عین حال معقول تر بوده، زیرا اندازه مقدماتی از



ابتدای شروع بکار شناخته شده و فقط اندازه اضافه باید منظور گردد که آن هم با تلرانس اندازه برابر و یکی است.

در رسم فنی و نقشه های صنعتی تعیین و نوشتن اضافه اندازه ها معمولاً از یک سطح مبناء شروع شده و برحسب نوع تعیین این سطح می توان اندازه داخلی و خارجی را درنظر گرفت. (شکل ۲۰)

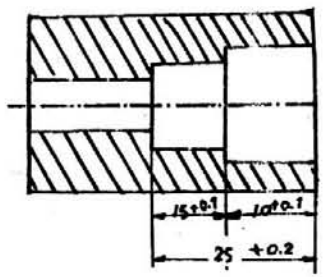



(شکل ۲۰) ـ علامت اضافه اندازه ها برحسب سطح مبنا تعیین می شوند.

در شکل فوق اضافه اندازه با حرف A نشان داده شده و در نقشه کشی فنی و صنعتی لزومی به نوشتن حرف A نخواهد بود.

اگر سطح مبنای اندازه گذاری مانند اندازه گیری در عمل از پیشانی یا سطح مقطع قطعه کار اندازه گیری شود.

اندازه های اضافی مفهوم اندازه داخلی را دارند و اضافه اندازه های بالا دارای علامت (+) خواهند بود. در شکل سمت راست اندازه گذاری با همان مفهوم اندازه خارجی بوده و اضافه اندازه (پایین) دارای علامت (ـ) خواهند بود.



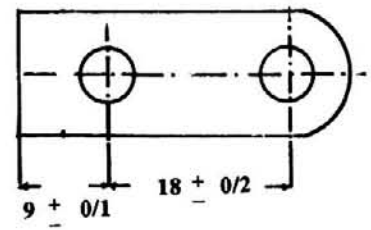

(شکل ۲۱) ـ اندازه گذاری غلط

## اندازه گذاری زنجیری

وقتی اندازه های جزء یک اندازه کلی پشت سرهم قرار گیرد ، تشکیل یک اندازه گذاری زنجیری رامی دهد . دراین صورت نبایداندازه کل وهریک از اندازه های جزیی را با تلرانس نوشت ، زیرا با خطایی که در اندازه تمام شده قطعات پیش می آید ممکن است اندازه قطعه خارجی از میدان تلرانس خارج شود .

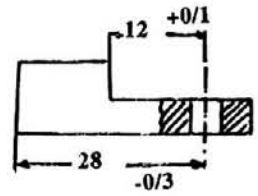
اندازه گذاری در شکل ۲۱ غلط و این نوع اندازه گذاری با تلرانس ممنوع اعلام شده است .

فرض شود اندازه 25+0.2 در ابتدا با تلرانس مینیموم ساخته شده و اندازه آن ۲۵ پس از اتمام باشد و یکی از اندازه ها زنجیری مثلاً 10+ 0/1 یا بالاترین حد تلرانس تهیه شود . دراین صورت برای اندازه دیگر زنجیری فقط 14.9=10.1- 25 باقی می ماند که خارج از میدان تلرانس و غیرقابل استفاده می‌باشد و روش درست وصحیح نیزبطورکلی غیرقابل اجراخواهد بود . فاصله محورسوراخها به همین علت با علامت های (+ و -) نوشته شده و تلرانس آنها تعیین می گردد . (شکل ۲۲)



(شکل ۲۲) ـ فواصل سوراخ با تلرانس

همچنین فاصله محور سوراخها را از کناره ای که قبلاً آماده می شود (درصورت تعیین مبناء)معمولاً تلرانس اندازه از هر دو طرف مساوی خواهند بود . در صورتی که فاصله یک صفحه یا کناره ای از محور سوراخ اندازه گیری شود ، درغیراین صورت سطح حاوی محور سوراخ سطح مبنای اندازه گیری خواهد بود . (شکل ۲۳)

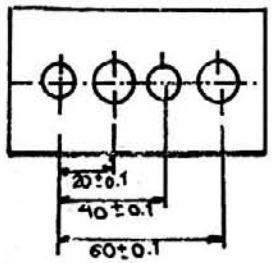


(شکل ۲۳) ـ محور سوراخ بعنوان سطح مبنا



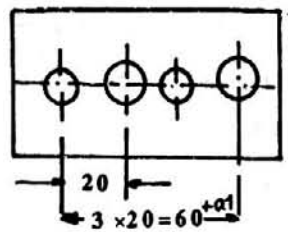
در هر دو اندازه آنکه در عمل ابتدا انجام شود اندازه مقدماتی را بجای اندازه اسمی نوشته و اندازه حد را بوسیله یک اضافه اندازه مشخص می نمایند .

فواصل تعیین شده تلرانس سوراخ ها از یکدیگر می تواند از وسط یک سوراخ بعنوان مبناءاندازه گذاری شود . (شکل ۲۴) پس در موردی که اضافه اندازه ها مساوی باشند تلرانس اولین فاصله مرکز در سوراخ نصف اندازه تلرانس 0.2= سایر قسمت ها است که 0.4 =

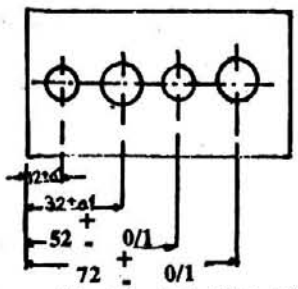


(شکل ۲۴) ـ فواصل سوراخها از خط تقارن یک سوراخ به عنوان مبنا اندازه گذاری شده است .

درصورتی که سطح مبنای اندازه گذاری از یک سطح کناره قطعه کار انتخاب شود(شکل ۲۵) و یا آنکه (مطابق شکل ۲۶) به صورت ساده اندازه گذاری گردد تلرانس تمام فواصل متوالی با هم برابر خواهند بود .



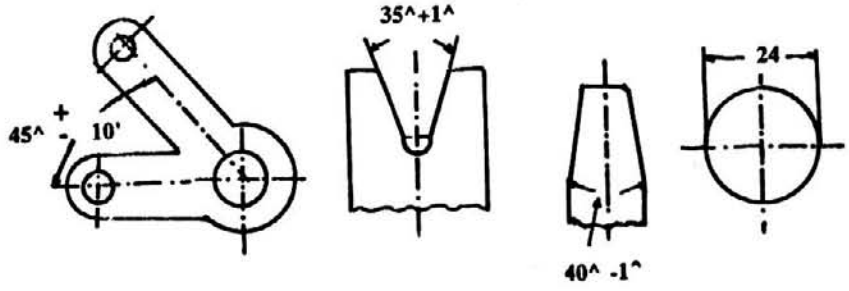
(شکل ۲۶) ـ تلرانس هرفاصله دلخواه نسبت به هم و اندازه گذاری ساده شده است .



(شکل ۲۵) ـ کناره قطعه کار به عنوان سطح مبنای اندازه گذاری انتخاب شده است .

تلرانس زوایا مطابق شکل ۲۷ نوشته می شود . برای اینکه تاثیر تلرانس زوایا روشن باشد یک آزمایش اضافی روی تلرانس طول اضلاع زوایا حایز اهمیت است . وقتی تغییرات اندازه های ساخته شده یا اسمی یکطرفه باشد اندازه ماگزیمم و

مینیموم مقدار کمی کوچکتر از عدد اندازه گذاری که کمتر از 2mm نباشد و همچنین پایین تر از اندازه حد نوشته می شود(شکل ۲۸).



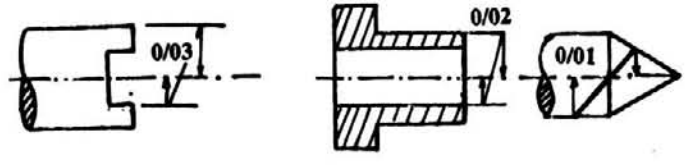

(شکل ۲۸) ـ محدودکردن تلرانس از یکطرف

(شکل ۲۷) ـ طرز نوشتن تلرانس زوایا

## مرکزیت:

هرگاه در قطعه اهمیت مرکز یا محور تقارن بیشتر شده و سطوح بیشتری نسبت به محور یا مرکز مذکور دارای تلرانس معینی باشند بطوریکه در مورد عمل هم پیش می آید واندازه گیری مطابق همین اندازه گذاری انجام می شود. اندازه تلرانس را روی خطی که از انتهای فاصله های موردنظر کشیده شده است می نویسند. (شکل ۲۹)

اندازه فاصله های اسمی در دوطرف خط مرکز مبنا با سهم های معکوس (فلش) نشان داده می شود.

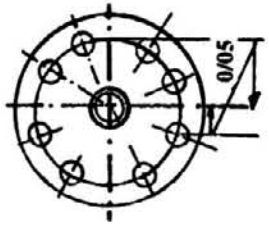



(شکل ۲۹) ـ الف ـ تلرانس های مختلف نسبت به یک محور یا مرکز



خط موربی که بین دو خط موازی مربوط به اندازه کشیده شده است از دو حد انتهایی اندازه ها کشیده می شود که تلرانس آنها دراین فاصله محدودمی شود.

انحراف خط مرکز مبنا همیشه صفر تلقی شده و از نوشتن آن باید صرف نظر نمود و فقط اضافه اندازه را بدون علامت در نقشه می نویسند.




(شکل ۲۹) ـ ب

در مثال اول دست چپ انحراف شکاف و گردی میله با 0.03 میلیمتر مشخص شده که لنگی هر قسمت دو برابر اضافه اندازه مزبور است.

## علامت گذاری اختصاری برای میدان های تلرانس در ISO

علامت های اختصاری در موارد زیر باندازه های اسمی اضافه می شود:

۱ ـ وقتی تلرانس های سیستم استانداردشدهISOحاوی اندازه های تلرانسی باشد.

۲ ـ در مواقعی که اندازه گیری با اندازه گذاری های مخصوص (ثابت) و اندازه گیرهای ساعتی امکان داشته باشد.

۳ ـ وقتی اندازه اسمی یک اندازه استاندارد شده از اعداد مرجح باشد.

ضمناًدر مواردی مثل شکل ۲۰ اگر سطح مبنا وسط سوراخ انتخاب شده باشد(شکل ۲۵) و یا مبنای محور یا مرکز مورد نظر باشد(شکل ۲۹) علامت اختصار قابل استفاده نخواهد بود و تلرانس در این مورد به مقدار اضافه و اندازه ای که با عدد نوشته می شود مشخص می نمایند.

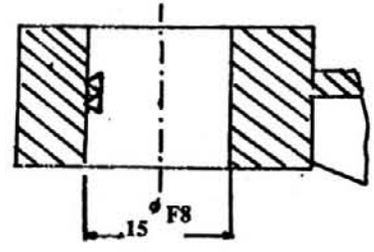
علامت اختصاری همیشه پشت اندازه اسمی نوشته می شود و هر دو را با هم(اندازه اسمی و اضافه اندازه) اندازه انطباق گویند.

علامت اختصاری از نظر درشتی حروف کوچکتر از عدد اندازه اسمی نوشته می شود و در هرصورت بلندی حروف آن نباید کمتر از 2mm باشد. علامت قطر و

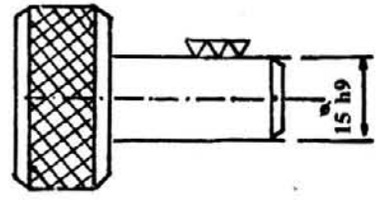
چهارگوش درصورت وجود برخلاف استانداردهای قبل پیش از عدد اندازه اسمی نوشته می شوند.

علامت اندازه داخلی (قطعه خارجی) با حروف الفباء را بالاتر (شکل ۳۰) و برای اندازه خارجی (قطعه داخلی) با حروف کوچک الفباء پایین تر از خط اندازه و اعداد اسمی می نویسند(شکل ۳۱). امتداد خط اندازه برحسب استاندارد ISO نباید قطع شود.

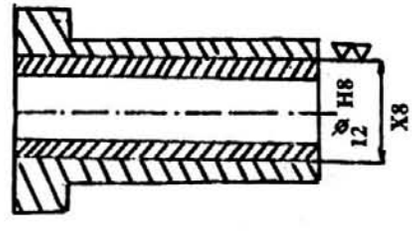
درصورتی که قطعات جفت شده بصورت مونتاژ یا ترکیبی در نقشه رسم شده باشد یک اندازه مشترک داشته (شکل ۳۲) و علامت اختصار قطعه داخلی (اندازه خارجی) را زیر خط اندازه و علامت قطعه خارجی (اندازه داخلی) را بالای خط اندازه اسمی درج می نمایند.



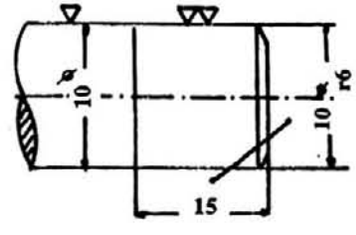

(شکل ۳۰) ـ اندازه انطباق اندازه داخلی




(شکل ۳۱) ـ اندازه انطباق اندازه خارجی




(شکل ۳۲) ـ علامت اختصاری اندازه داخل بالای اندازه خارجی می شود.




(شکل ۳۳) ـ اندازه گذاری فاصله ای که درطول آن باید رعایت تلرانس بشود



هرگاه تلرانس تعیین شده درطول فاصله معینی از قطعه کار مورد لزوم باشد این قسمت از قطعه کار مطابق (شکل ۳۲) اندازه گذاری می شود.

علامت های اختصاری فقط مربوط به دقت اندازه ابعاد قطعه کار است و به ظرافت، صافی، صیقلی بودن و کیفیت سطح خارجی ربطی نداشته و برای نشان دادن منظور اخیر علامت های خاصی که برای نشان دادن کیفیت سطوح تعیین شده است، مورد استفاده قرار می دهند.

در حقیقت نمی توان یک تلرانس را روی سطحی که خشن تراش شده است به مرحله اجراء درآورد. به نظر می رسد که برای اجرای میدان های تلرانس همزمان وضع ظرافت و خشونت سطوح باید فرق کند، درصورتی که در بسیاری از قطعات صنعتی ممکن است صیقلی بودن و ظرافت سطوح لازم ولی تلرانس بین سطوح زیاد باشد، بدین جهت معقول است که برای یک تلرانس پیش بینی شده اندازه صافی و دقت سطح اندازه گیری شده را قبلاً بررسی کنیم.

سطوحی راکه با چشم عادی صاف و صیقلی مشاهده می کنیم، اگر زیر دستگاههای اپتیک مانند میکروسکوپ و غیره و یا اندازه گیرهای دقیق سطح قرار داده شود پستی و بلندی هایی در سطح کار مشاهد می شود که در موارد خاص اندازه آنها قابل اغماض نیست.

برای تعیین درجه صافی یا خشونت و ناهمواری سطح یک قطعه صنعتی فاصله مرتفع ترین نقطه برآمده و پایین ترین نقطه عمق ناصافی سطح را تعیین کرده، فاصله این ماگزیمم ومینیموم را برحسب میکرون وعدداضافی سطح نامند وبا علامت های ~ و ∇ و ∇∇ و ∇∇∇ و ∇∇∇∇ نشان داده که مشخص کننده صافی و ناصافی سطوح قطعه کار می باشند.

با هریک از آنها بین دو عدد ناصافی برحسب قرارداد خاصی محدود می شود.

~ = برای نشان دادن سطوح یا ناصافی 160میکرون و بیشتر کاربرد دارد.

∇ = برای نشان دادن سطوحی که نیاز به تراشیدن و براده برداری ندارند.

∇∇ = برای مشخص کردن سطوحی که نیاز به خشن کاری و یا براده برداری

مختصری دارند.

∇∇∇ = جهت سطوحی که بایستی صاف و صیقلی باشند.

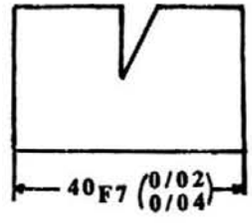
∇∇∇∇ = برای سطوحی که بایدبسیار صاف وصیقلی بوده و کلاً پرداخت کاری شود، حدود 0.4 میکرون در بعضی از شرایط کار پیش می آید که غیر از علامات فوق از اعداد تلرانس ها هم استفاده می شود.

در این صورت اعداد اضافه اندازه ها یا تلرانس را در داخل پرانتز نوشته و به علامت تلرانس اضافه می شود. (شکل ۳۴)

ممکن است اضافه اندازه یا تلرانس رابرای تمام نقشه های معینی برای اندازه های موجود در نقشه در جدولی مخصوص شکل (۳۵) تهیه کرد و در جدول نقشه یا در جای دیگر صفحه نقشه ها قراردادیا به صورت مهربا استامپ روی نقشه حک نمود. گاهی ممکن است به جای اضافه اندازه، اندازه ماگزیمم و مینیموم داده شود.

| | |
|---|---|
| $32^{\phi}$ | $^{0}_{-0.016}$ |
| $18^{\phi}$ mm D10 | $^{+0.120}_{+0.050}$ |
| ماکزیمم | مینیموم |

(شکل ۳۵) ـ جدول انطباق




(شکل ۳۴) ـ اندازه اضافی علاوه بر علامت اختصاری

درمورد قطعاتی که گالوانیزه شده اند یا بعبارت دیگر آبکاری و سخت می شوند، چون اندازه انطباق مربوط به حالت نهایی و آماده شدن قطعه کار است. برای اتمام کار قبل از عمل گالوانیزه شدن نیز اندازه هایی لازم است. در این مورد برای قطعه داخلی اندازه پایین و برای قطعه خارجی اندازه بالایی تلرانس داده می شود. نشان دادن مقدار انحراف اندازه های بدون تعیین تلرانس نیز به وسیله علامت (+ ، -) که در پرانتز نوشته شوند برحسب دقت تجربی هنگام عمل در بعضی از کشـ ـای



صنعتی معمول بوده است.

معمولاً حوزه دقت را به ۴ دسته یا درجه تقسیم‌بندی می کردند، بدین ترتیب که: ظریف، متوسط، خشن، خیلی خشن و دراین صورت درجدول زیرنقشه ستونی را پیش بینی کردند که تمام مشخصات تلرانس ها در آن ستون نوشته می شود.

مقادیر انحراف مذکور که در جدول زیر مشخص شده برای اندازه های طولی جهت خارجی و داخلی قطر و شعاع دوایر، ضخامت ها، پهنا، ارتفاع و اندازه های اضافی (تلرانس) و فواصل سوراخ ها قابل استفاده خواهد بود.

جدول انحراف مجاز طول برحسب میلیمتر

| حوزه دقت | >0.5 تا 3 | >3 تا 6 | >6 تا 30 | >30 تا 120 | >120 تا 315 | >315 تا 1000 | >1000 تا 2000 | >2000 تا 4000 | >4000 تا 8000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ظریف | ± 0.05 | ± 0.05 | ± 0.10 | ± 0.15 | ± 0.2 | ± 0.3 | ± 0.5 | ±8 | - |
| متوسط | ± 0.1 | ± 0.1 | ± 0.2 | ± 0.3 | ± 0.5 | ± 0.8 | ± 1.2 | ±2 | ±3 |
| خشن | - | ± 0.2 | ± 0.5 | ± 0.3 | ± 1.2 | ±2 | ±03 | ±4 | ±5 |
| خیلی خشن | - | ± 0.5 | ± 0.1 | ± 1.5 | ±2 | ±3 | ±4 | ±6 | ±8 |

جدول انحراف زوایا

| درجه دقت | 10 تا | 10 از 50 تا | 50 از 120 تا | 120 از ∞ تا |
|---|---|---|---|---|
| ظریف | ± 1° | ± 30° | ± 20° | 120° |
| خشن | ± 3° | ± 2° | ± 1° | ± 30° |