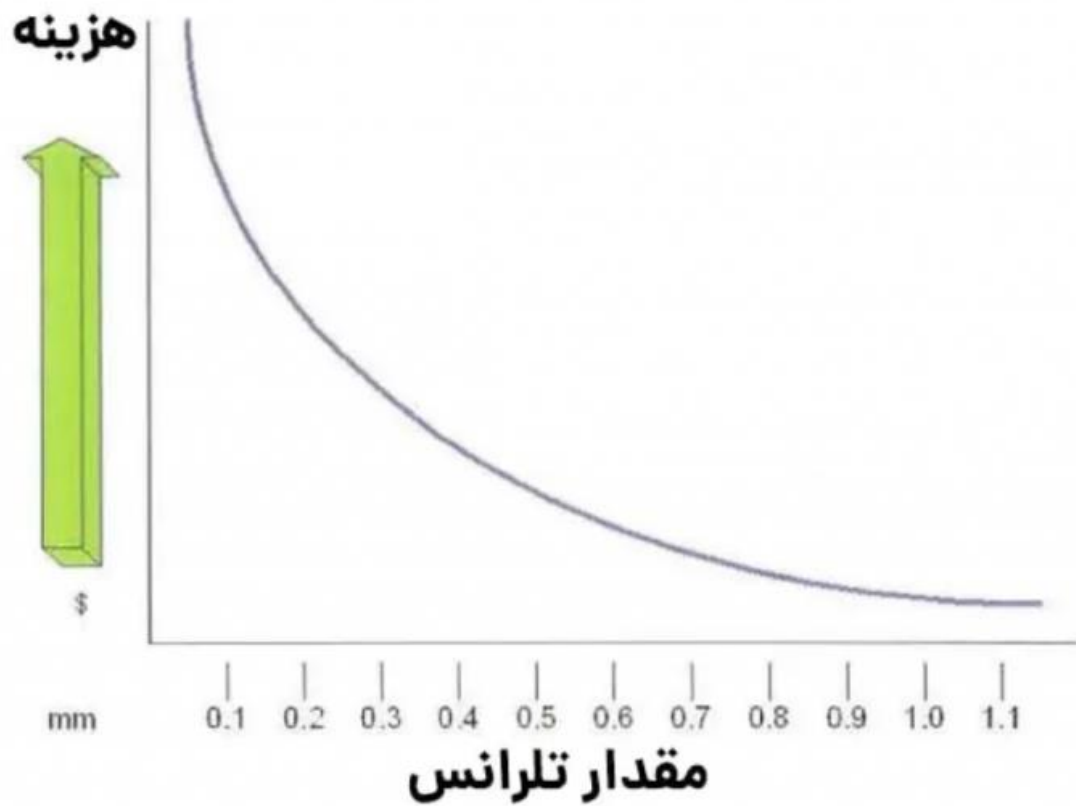


دوره آموزشی

تلرانس‌های ابعادی و انطباق

www.sharifcadcam.ir

چرا باید از تolerانس (رواداری) استفاده کنیم؟



یکی از بزرگ ترین مزایای تolerانس ها آن است که امکان تولید قطعات بیدکی را فراهم آورده است

- ۱- غیر ممکن است بتوان قطعه‌ای را با همان اعداد داده شده روی نقشه، ساخت
- ۲- در فرایند ساخت، انحراف از اندازه داده شده امری اجتناب ناپذیر است.
- ۳- به همین خاطر در نقشه، مقدار انحراف نسبت به اندازه پایه (اندازه مبنا) بر روی آن نوشته می شود.
- ۴- انحراف زیاد لطمه به عملکرد (Functionality) قطعه میزند و انحراف کم هم هزینه تولید را افزایش می دهد.

۱- **اندازه مبنا یا پایه** (Nominal Dimension / Basic Size): اندازه‌های تئوری که از روی محاسبات طراحی به دست می‌آید و بر روی نقشه نوشته می‌شود.

۲- **اندازه واقعی** (Actual Size): اندازه ای است که پس از تولید اندازه گرفته می‌شود.

۳- **اندازه های حدی یا حدود اندازه:** دو اندازه مجازی که اندازه واقعی باید بین آنها یا مساوی

با یکی از آنها باشد

$$\varnothing 20 \begin{matrix} +0.6 \\ +0.2 \end{matrix}$$

۴- **حد بیشینه اندازه یا حد بالایی** (Upper Limit): بزرگترین اندازه مجاز یک قطعه

$$\varnothing 20 \begin{matrix} +0.0 \\ -0.2 \end{matrix}$$

۵- **حد کمینه اندازه یا حد پایینی** (Lower Limit): کوچکترین اندازه مجاز یک قطعه

۶- **انحراف** (Deviation): اختلاف جبری یک اندازه با اندازه ی اسمی مربوط به آن

$$\varnothing 20^{+0.6}_{+0.2} \quad T = es - ei = 0.6 - (0.2) = 0.4$$

$$\varnothing 20^{+0.0}_{-0.2} \quad T = es - ei = 0.0 - (-0.2) = 0.2$$

es: Error from zero line (Basic Size) to superior size of shaft.

ei: Error from zero line (Basic Size) to inferior size of shaft.

ES: Error from zero line (Basic Size) to superior size of hole.

EI: Error from zero line (Basic Size) to inferior size of hole.

کوچکترین اندازه - بزرگترین اندازه = تolerانس

انحراف پایینی - انحراف بالایی = تolerانس

۷- **انحراف بالایی** (Upper Deviation):

تفاوت حد بالایی و اندازه اسمی مربوط به آن

و با es نمایش می دهند

۸- **انحراف پایینی** (Lower Deviation):

تفاوت حد پایینی و اندازه اسمی مربوط به آن

و با ei نمایش می دهند.

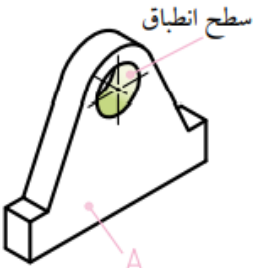
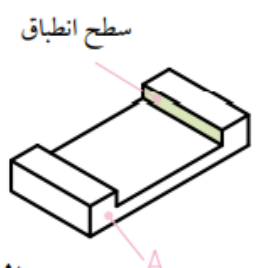
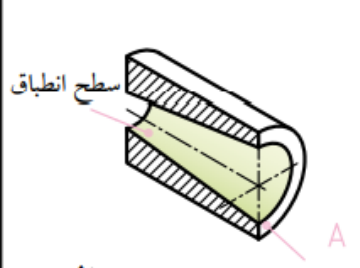
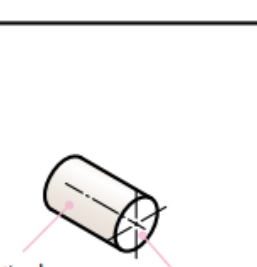


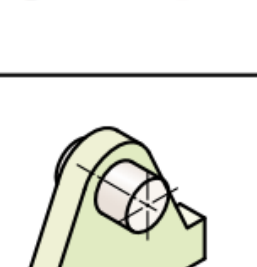

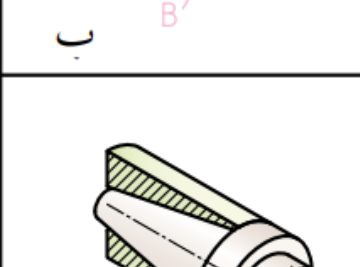
۹- **tolerانس** (Tolerance): به اختلاف بین

بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازه tolerانس

گفته می شود. یا اختلاف بین حد بالایی و حد

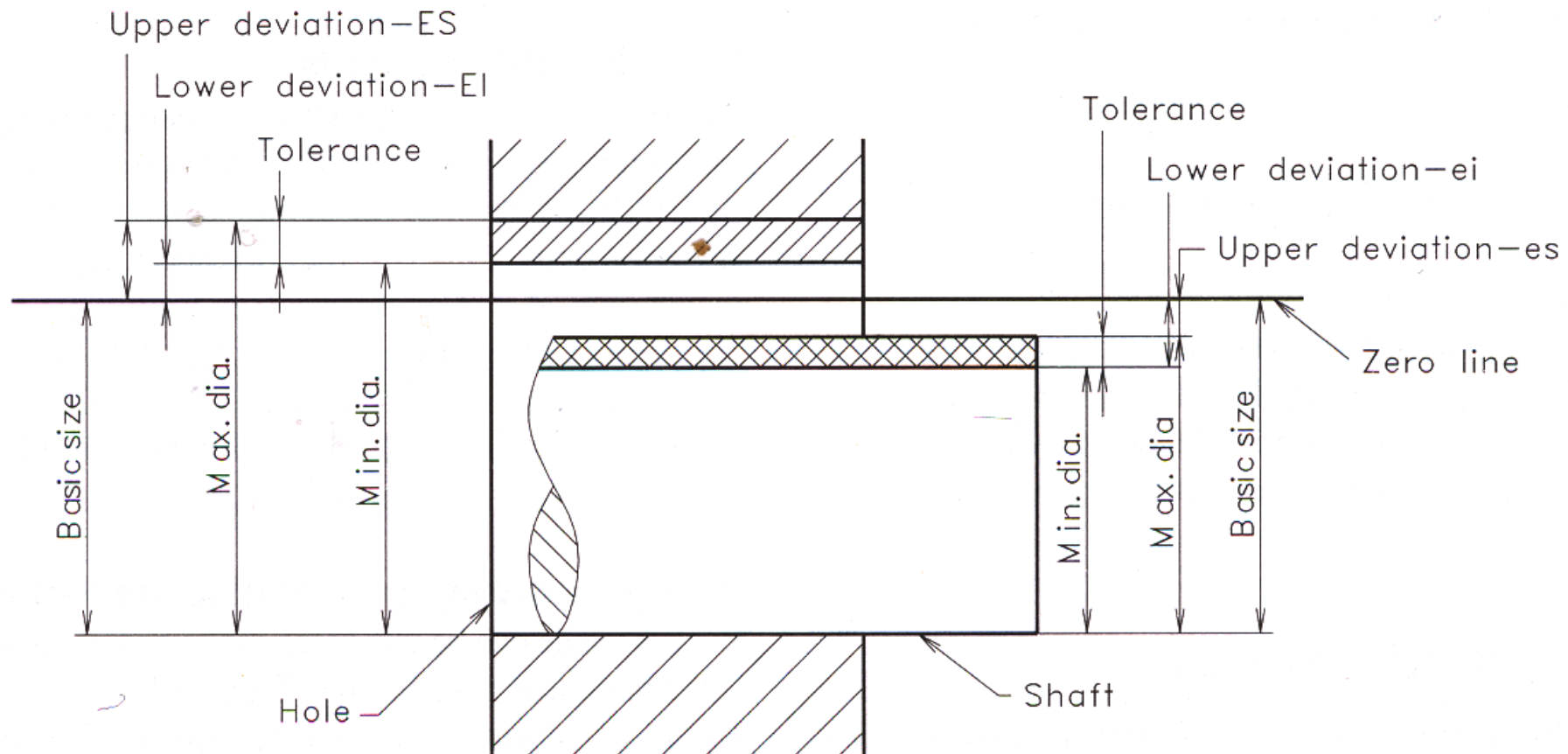
اصطلاحات و واژگان تلرانس

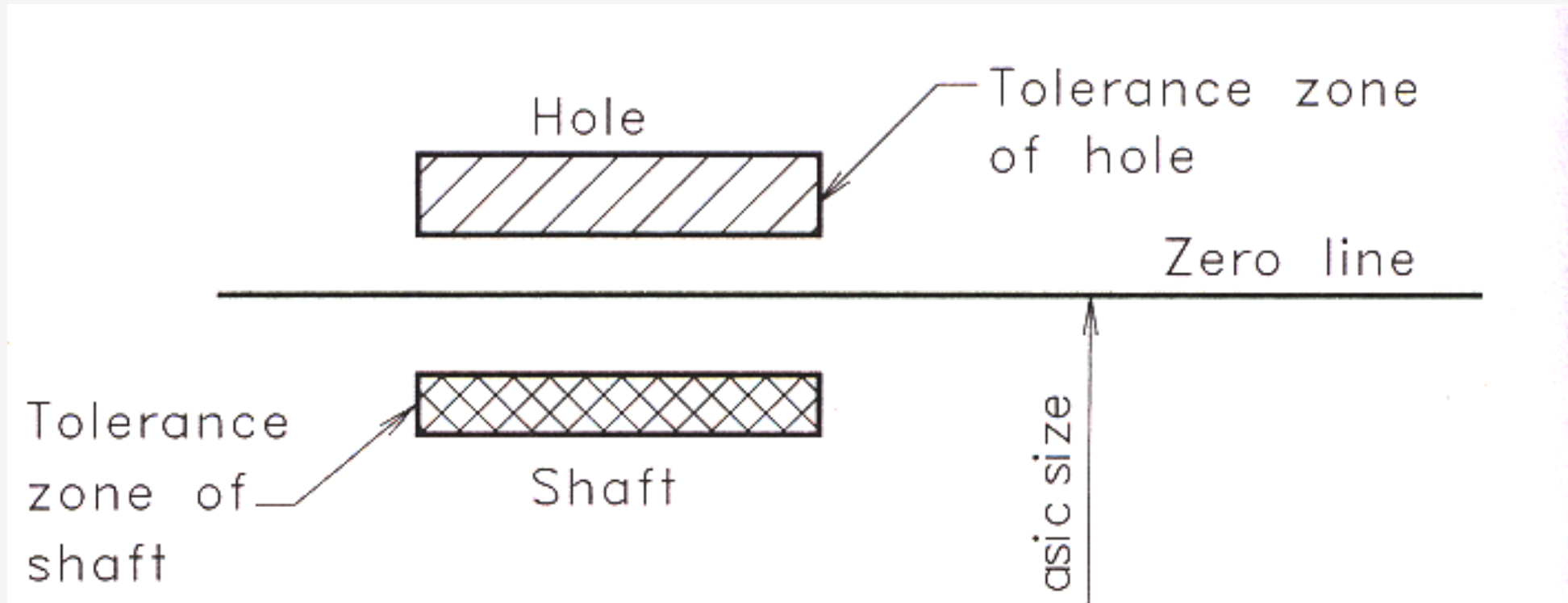
- ۷- **سوراخ (Hole)**: تمامی اجزای داخلی یک قطعه حتی اگر غیرگرد باشند
- ۸- **میله (Shaft)**: تمامی اجزای خارجی یک قطعه حتی اگر غیرگرد باشند.

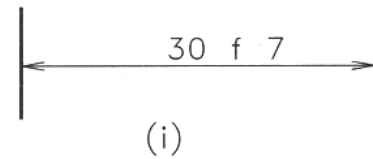
اجزای انطباق	قبل از مونتاژ	 <p>الف</p>	 <p>الف</p>	 <p>الف</p>
	بعد از مونتاژ	 <p>ب</p>	 <p>ب</p>	 <p>ب</p>
	بعد از مونتاژ	 <p>الف+ب</p>	 <p>الف+ب</p>	 <p>الف+ب</p>

سطح انطباق سطحی است که اجزای مونتاژ شونده باهم دیگر تماس خواهند داشت.

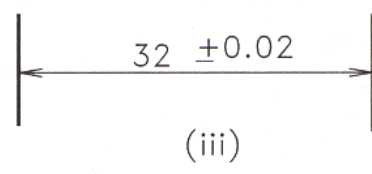
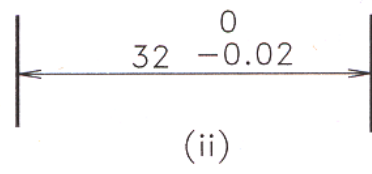
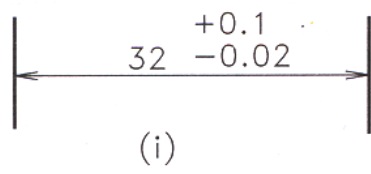
۹- خط صفر (Zero Line): در نمایش گرافیکی سیستم حدود و انطباقها، خط افقی مستقیمی است که بیانگر اندازه اسمی بوده و انحرافهای بالایی و پایینی نسبت به آن سنجیده می‌شوند.



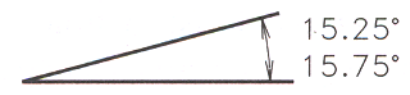
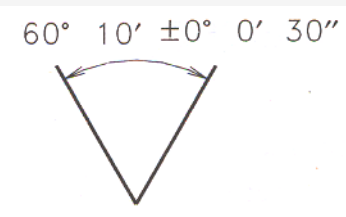
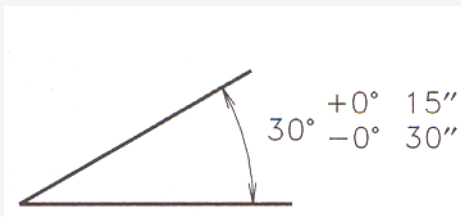
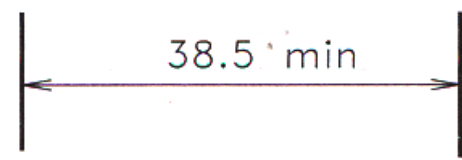
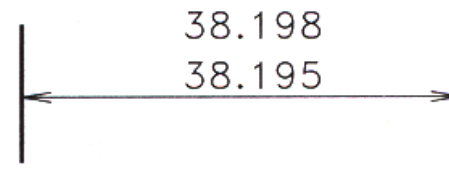




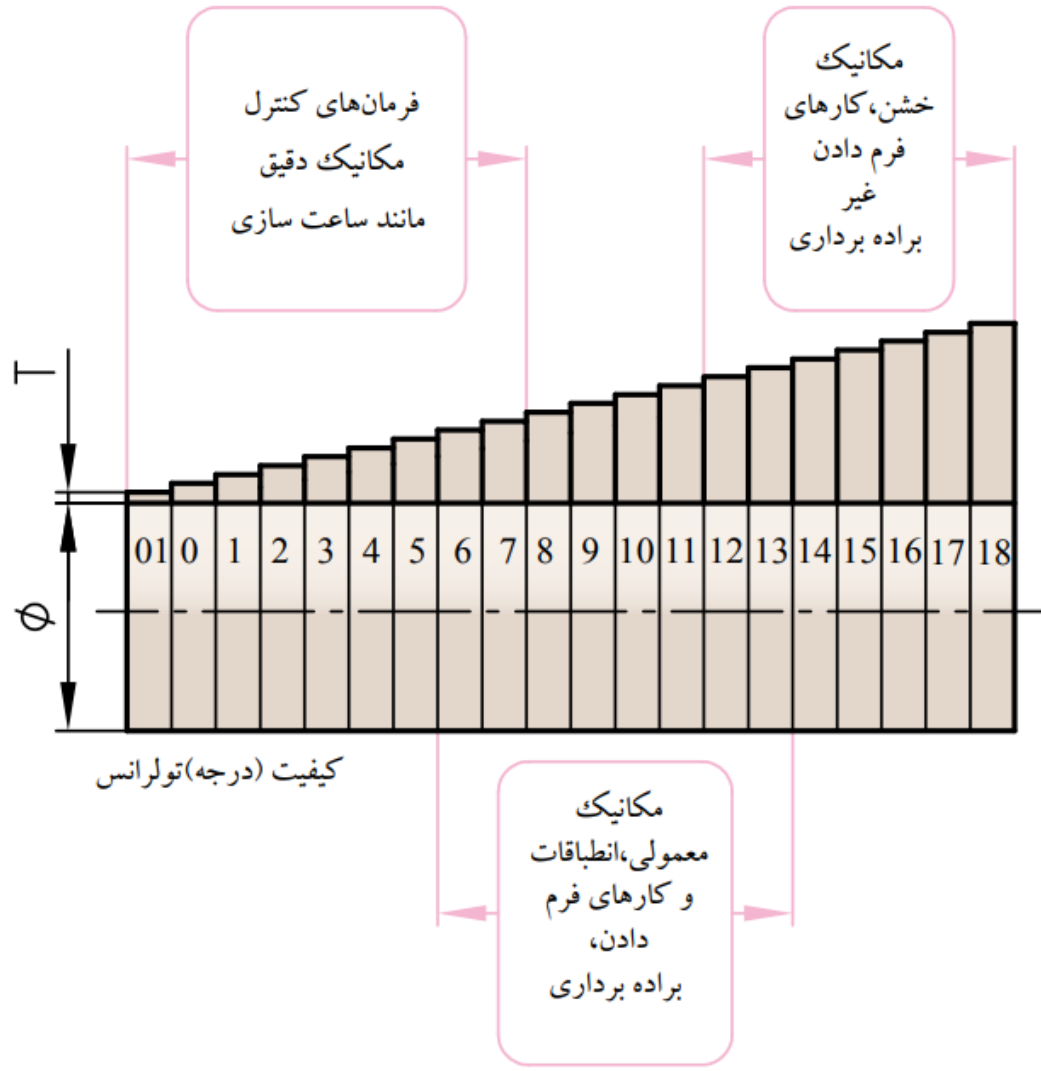
Indication of linear tolerance using ISO symbol.



Indication of linear tolerance by showing the value of deviation.

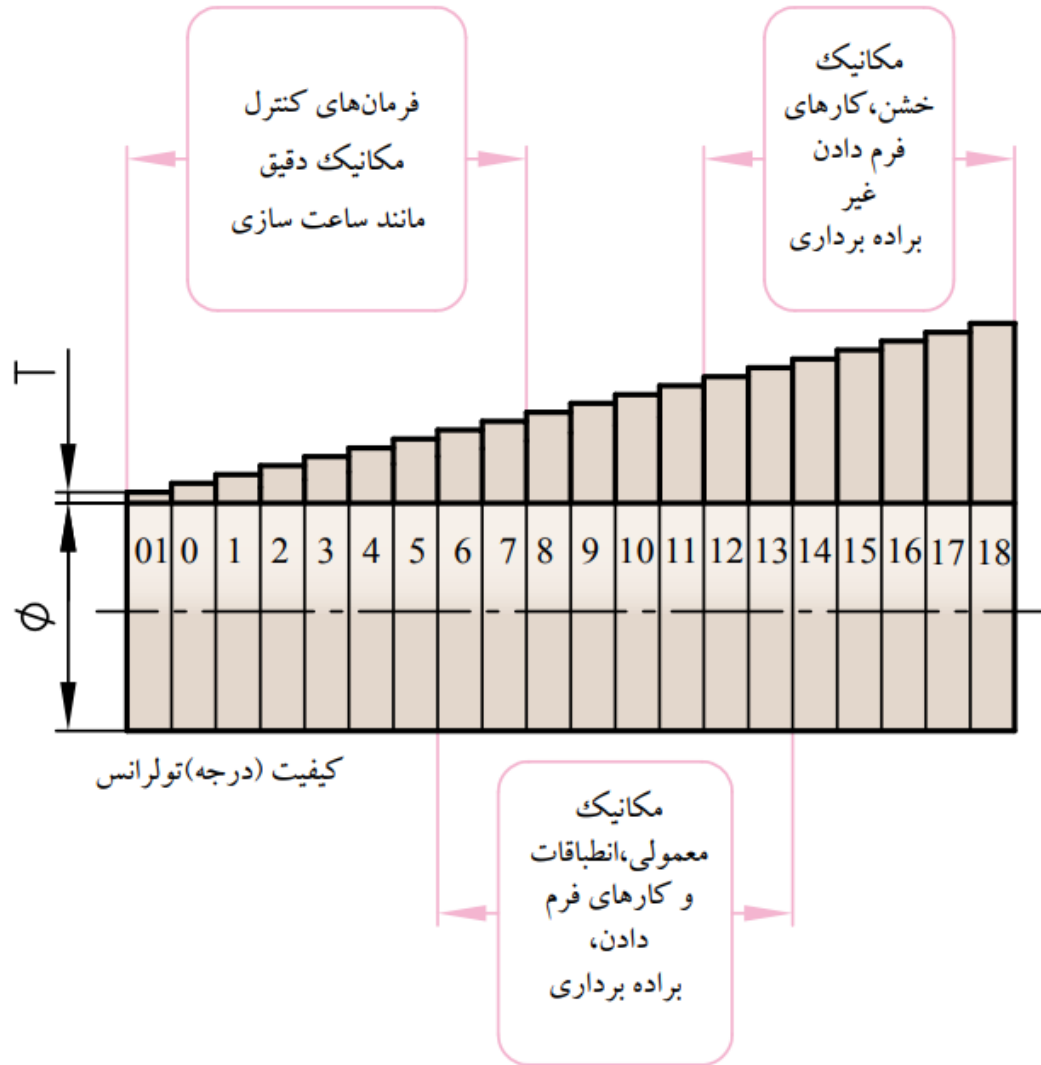


درجه تolerانس بین المللی IT grade مخفف International Tolerance



- یک شیوه دسته‌بندی استاندارد برای تolerانس است که در سال ۱۹۳۸ توسط سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ایزو) در استاندارد ISO 286 بیان گردیده است.
- برای مشخص کردن دقت ابعادی و کیفیت ساخت از ۲۰ دسته عددی استفاده می‌شود که هر کدام برای کاربردی در صنعت مناسب هستند.
- این دسته‌ها از IT01 تا (کمترین تolerانس و بیشترین دقت) آغاز می‌شود و با IT18 (بیشترین تolerانس و کمترین دقت) پایان می‌پذیرد.

درجه تolerانس بین المللی IT grade مخفف International Tolerance



- کیفیت های IT01 تا IT4 در تolerانس کارهای خیلی دقیق مثل شابلون ها، ابزارهای اندازه گیری و اندازه های خیلی حساس استفاده می شود.
- کیفیت های IT5 تا IT11 کیفیت های متوسط برای کارهای دقیق هستند و برای انطباقات متداول در صنعت استفاده می شوند.
- کیفیت های IT12 تا IT18 در تolerانس های خشن و تolerانس های تولیدی بزرگ مثل ابزارآلات نورد و حدیده ها استفاده می شوند.

Fundamental tolerances of IT grades 5 to 11 (in microns)

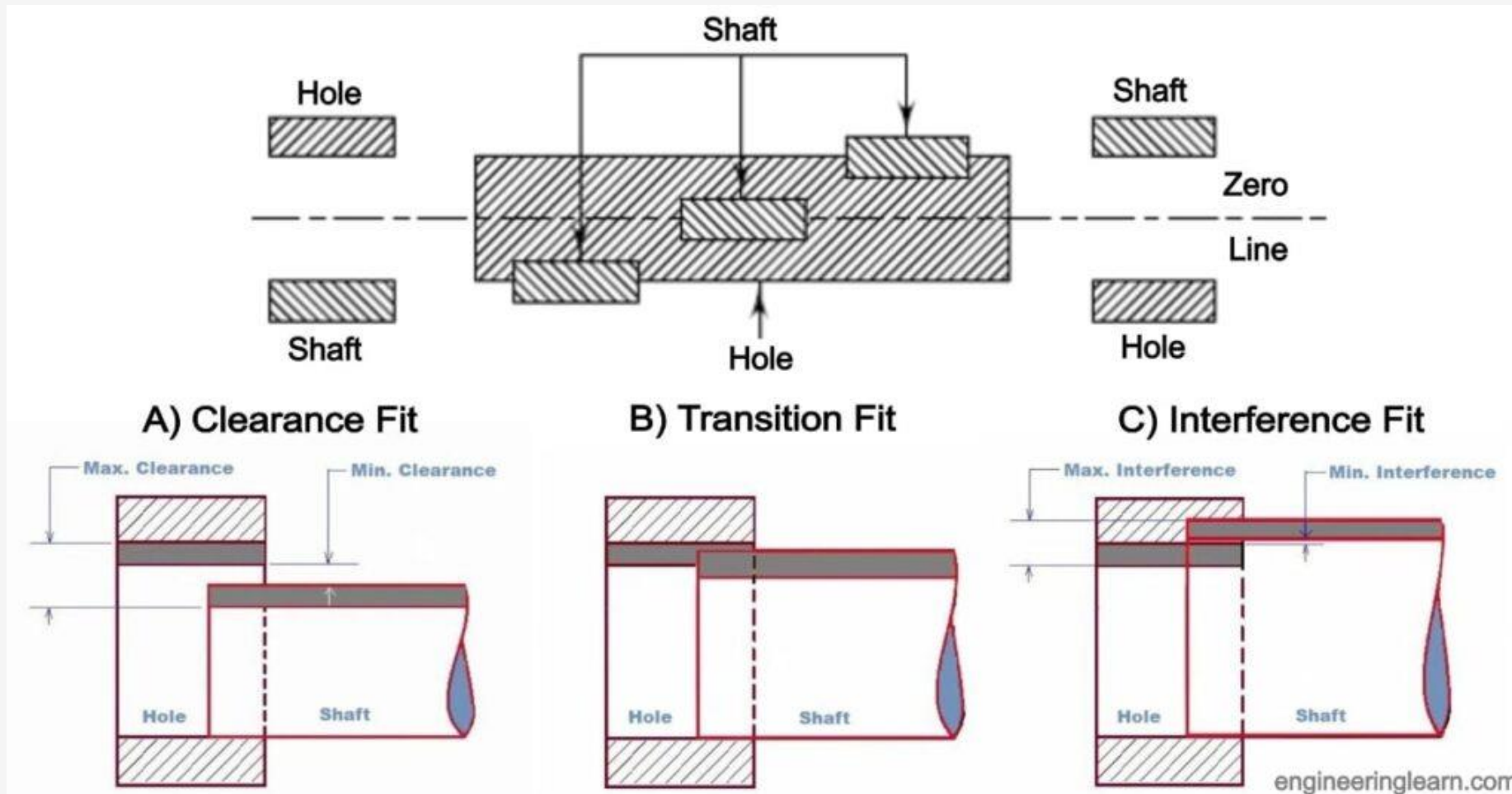
Dia. steps in mm		Tolerance grades						
Over	to	5	6	7	8	9	10	11
–	3	4	6	10	14	25	40	60
3	6	5	8	12	18	30	48	75
6	10	6	9	15	22	36	58	90
10	18	8	11	18	27	43	70	110
18	30	9	13	21	33	52	84	130
30	50	11	16	25	39	62	100	160
50	80	13	19	30	46	74	120	190
80	120	15	22	35	54	87	140	220
120	180	18	25	40	63	100	160	250
180	250	20	29	46	72	115	185	290
250	315	23	32	52	81	130	210	320
315	400	25	36	57	89	140	230	360
400	500	27	40	63	97	155	250	400

دقت روش‌های مختلف ساخت

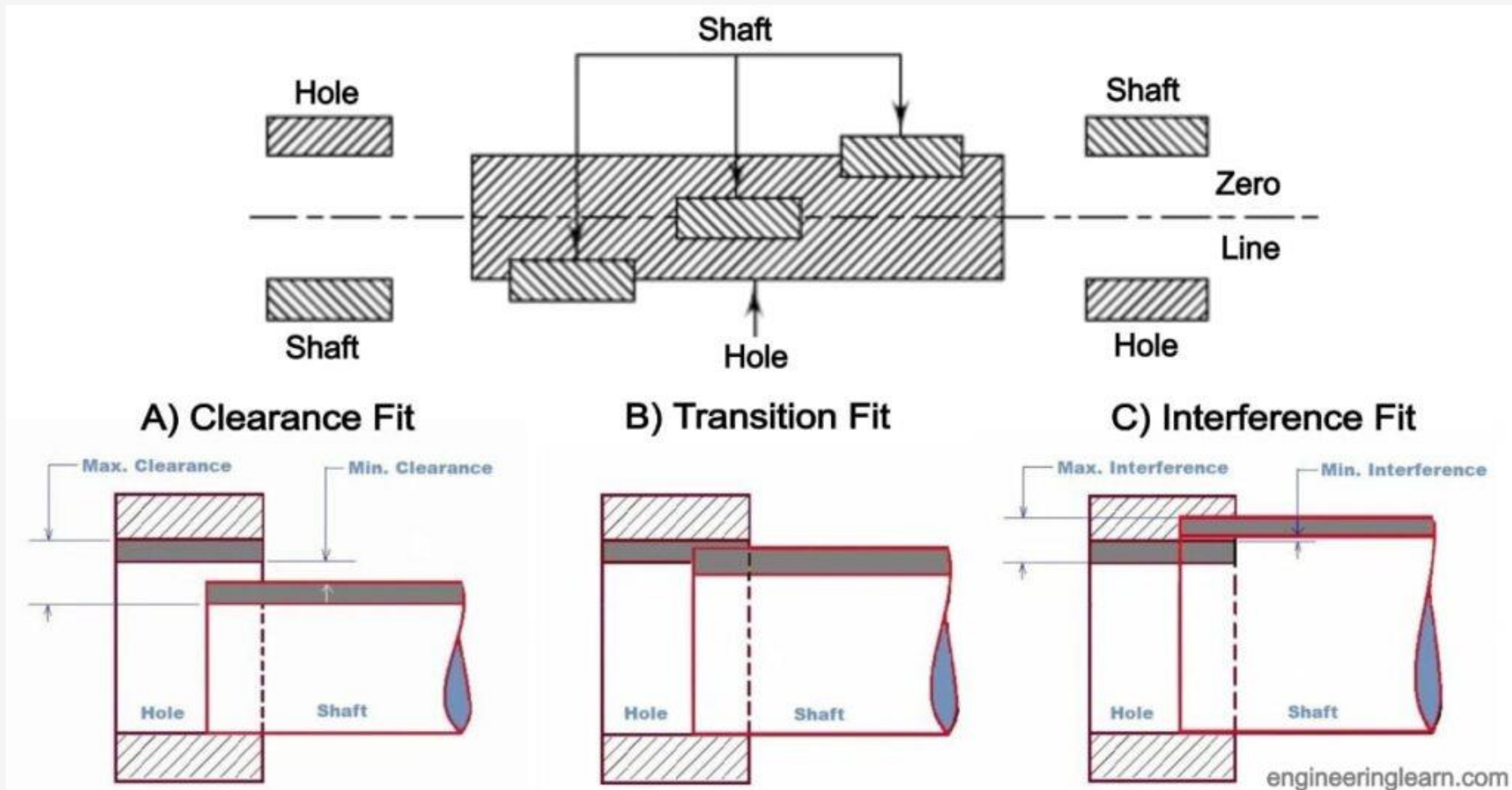
		IT Grades							
		4	5	6	7	8	9	10	11
Lapping & Honing	پرداخت و صیقل	■	■						
Cylindrical Grinding	سنگ زنی استوانه ای		■	■	■	■			
Surface Grinding	سنگ زنی تخت		■	■	■	■	■		
Diamond Turning	تراشکاری با تیغه الماسه		■	■	■	■			
Diamond Boring	داخل تراشی با تیغه الماسه		■	■	■	■			
Broaching	خان کشی		■	■	■	■	■		
Powder Metal sizes	پودر فلزی			■	■	■	■		
Reaming	برقوکاری			■	■	■	■	■	
Turning	تراشکاری			■	■	■	■	■	■
Powder Metal sintered	سینتر پودر فلزات				■	■	■	■	■
Boring	داخل تراشی				■	■	■	■	■
Milling	فرزکاری							■	■
Planing & Shaping	صفحه تراشی							■	■
Drilling	مته کاری							■	■
Punching	پانچ							■	■
Die Casting	ریخته گری								■

- هنگامی که دو قطعه در کنار هم قرار می‌گیرند و با هم از نظر مکانیکی درگیر می‌شوند اصطلاحاً به آن **انطباق** گفته می‌شود.
- انطباق دو قطعه زمانی امکان پذیر است که اندازه‌اسمی مشترکی داشته باشند.
- محدوده تolerانسی میله و سوراخ را می‌توان به سه دسته اصلی زیر تعریف کرد:
 - انطباق آزاد یا لق (Clearance fit)
 - انطباق عبوری یا فیت ، جذب و فی مابین (Transition fit)
 - انطباق پرسشی یا تداخلی (Interference fit)

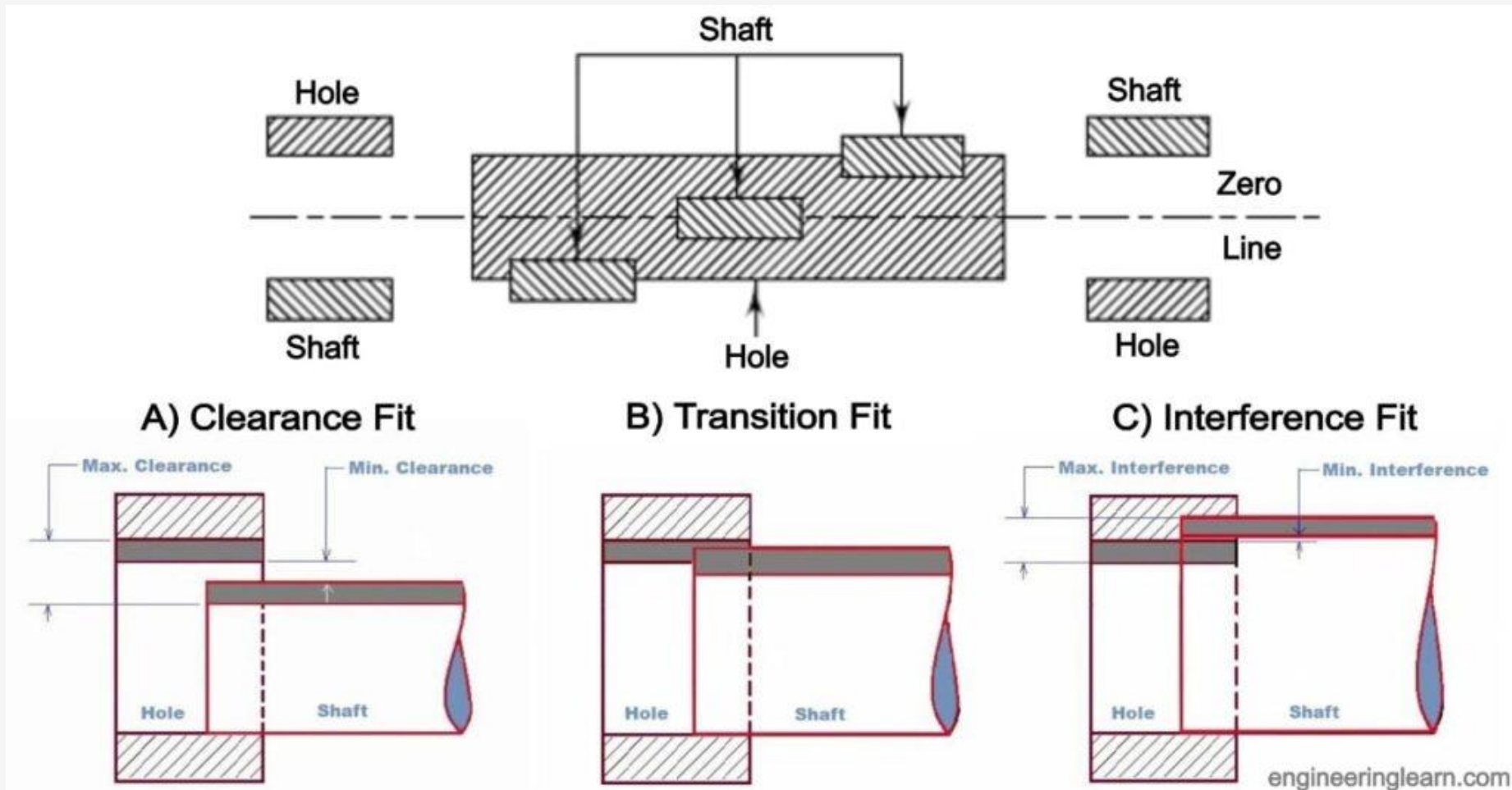
- در این انطباق، بزرگترین اندازه میله از کوچکترین اندازه سوراخ کوچکتر است.



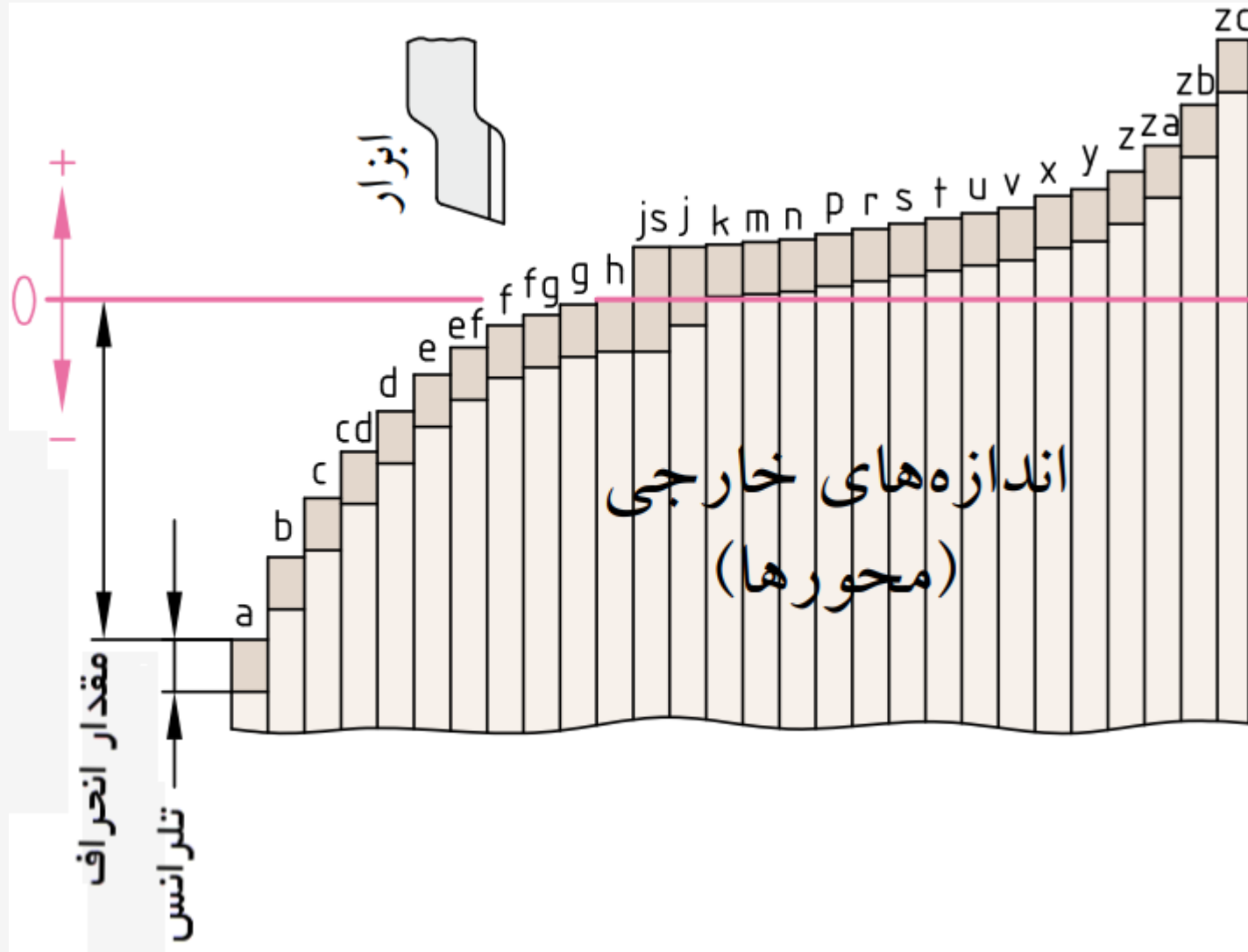
- در اين انطباق، كوچكترين اندازه ميله از بزرگترين اندازه سوراخ بزرگتر است.



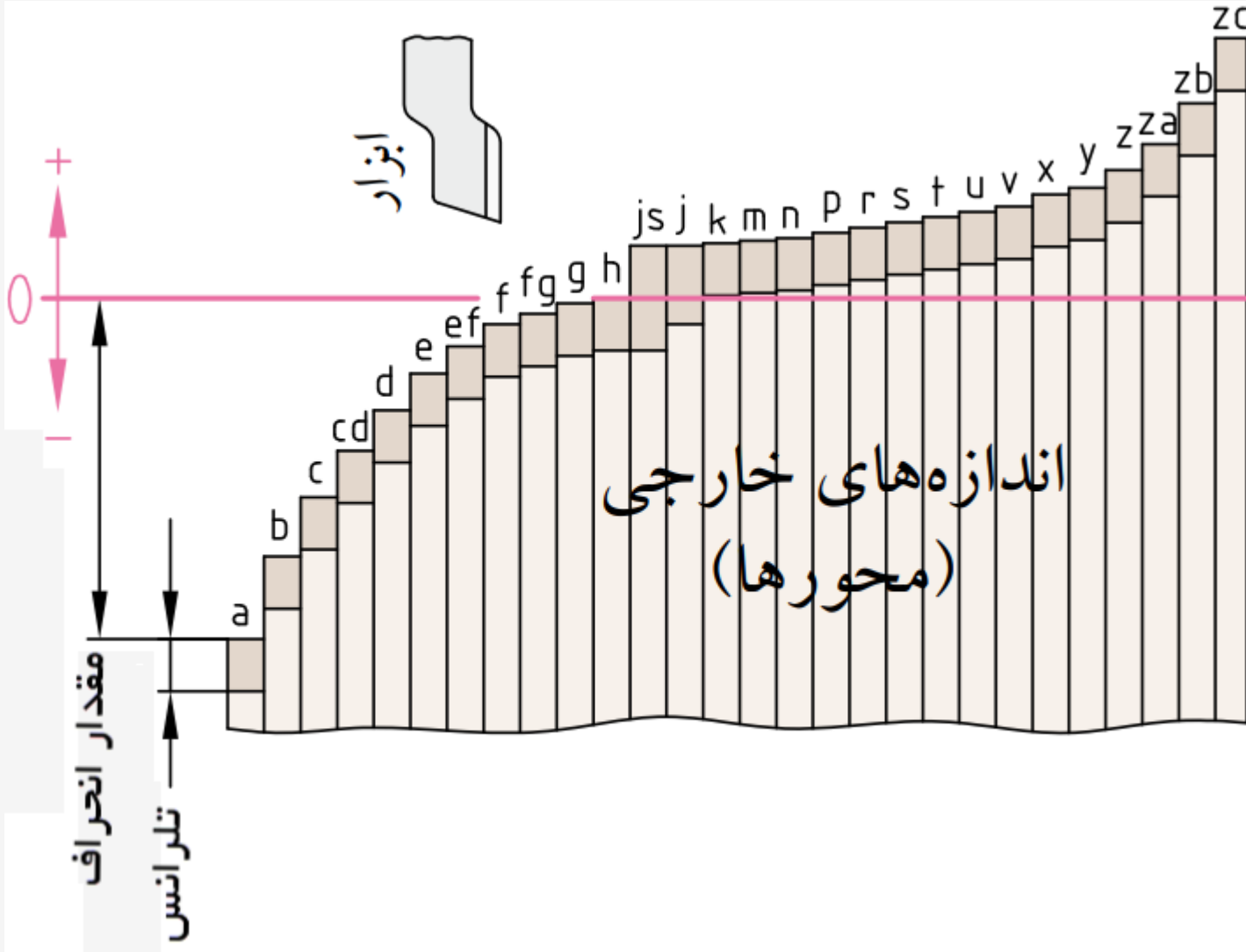
- در این انطباق، ناحیه تolerانسی میله و سوراخ با هم ناحیه اشتراکی دارند .



۲۸ گروه انطباقی

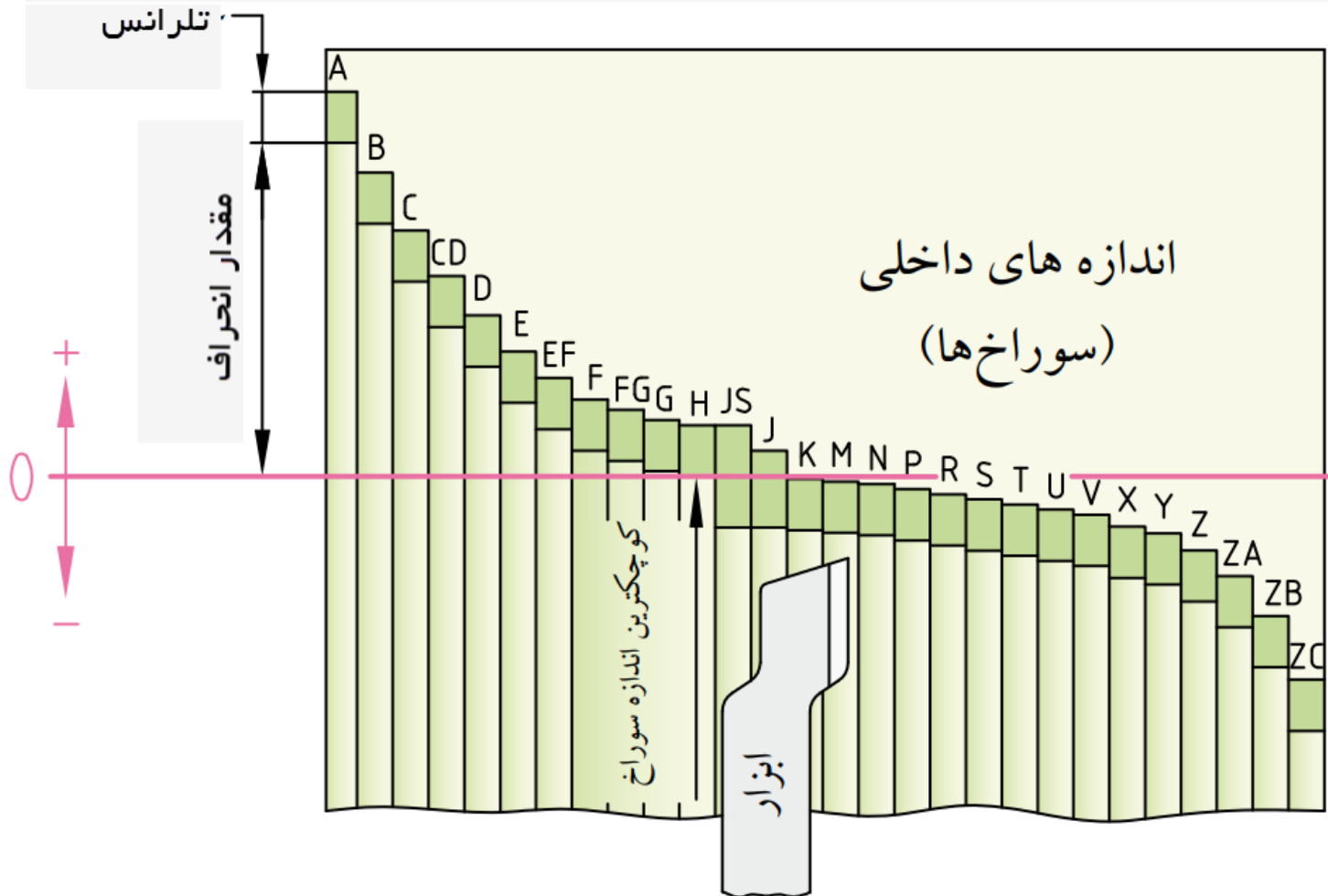


- استاندارد ISO286 انطباقات را به ۲۸ دسته تقسیم‌بندی و هر یک را با حروف لاتین مشخص کرده است. پنج حرف i, l, o, q, w در حروف انطباقی وجود ندارد.
- حروف بزرگ برای سوراخ و شیار و حروف کوچک برای میله و بلوک است.



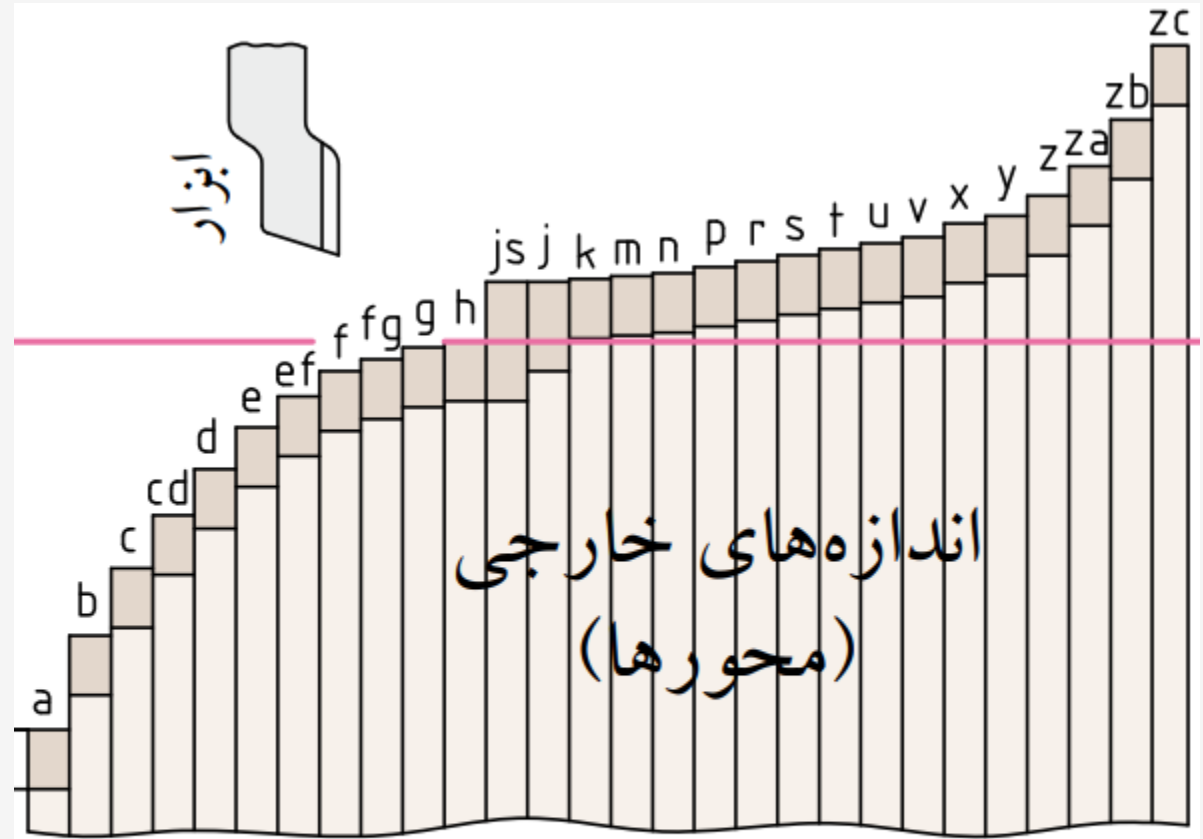
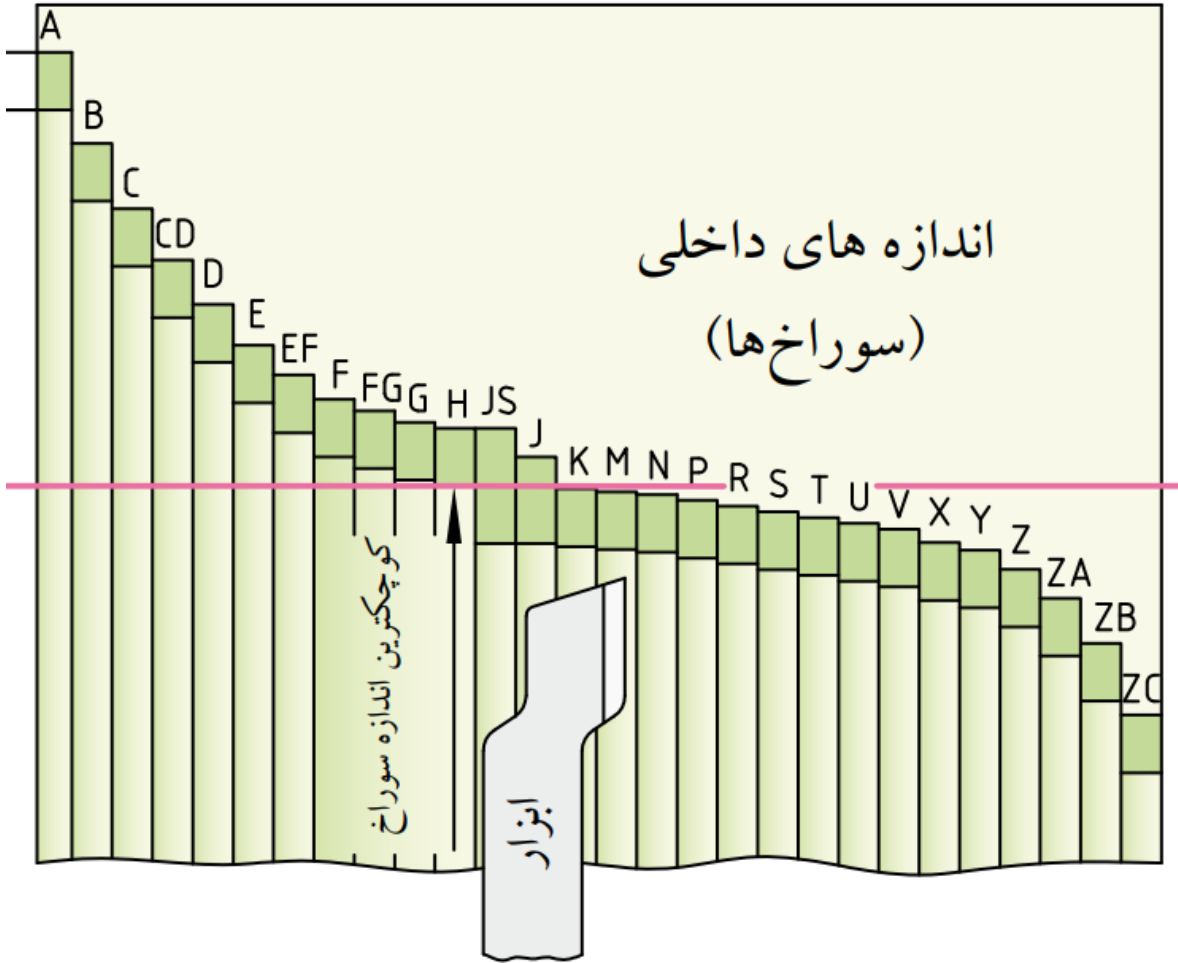
- از حروف a تا g قطر میله‌ها کوچکتر از اندازه اسمی هستند و پایین‌تر از خط صفر قرار دارند.
- در مرحله h بزرگترین اندازه میله با اندازه اسمی برابر است. یعنی انحراف بالایی میله صفر است.
- در مرحله انطباقی JS مقدار انحراف بالایی و پایینی برابر است.

۲۸ گروه انطباقی



- از حرف A تا G قطر سوراخها بزرگتر از اندازه اسمی است و بالاتر از خط صفر قرار دارند.
- در انطباق H کوچکترین اندازه سوراخ با اندازه اسمی برابر است. به عبارت دیگر در مرحله انطباقی H انحراف پایینی سوراخ صفر است.

کدام انطباق برای میله و سوراخ



دو سیستم انطباقی متداول در صنعت

• در صنعت به طور معمول از دو سیستم برای انتخاب انطباقات قطعات استفاده می‌کنند که عبارتند از:

۱- سیستم انطباق ثبوت میله (میله مبنا) h

در این روش ، ابتدا قطر یا اندازه میله ها آماده و سپس سوراخ با آن هماهنگ می شود .

آزاد										مبنا	عبوری یا فیت												فشاری					
A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	

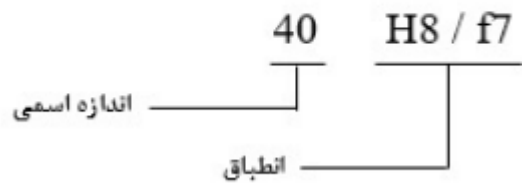
۲- سیستم انطباق ثبوت سوراخ (سوراخ مبنا) H

• در این روش ، ابتدا قطر یا اندازه سوراخ آماده و سپس میله با آن هماهنگ می شود. ۷۰٪ از این سیستم استفاده می‌کنند.

آزاد										مبنا	عبوری یا فیت												فشاری					
a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	

- انطباق دو قطعه به صورت زیر است. مطلوب است محاسبه تolerانس، انحراف بالایی و انحراف پایینی

انطباق محور و سوراخ



سوراخ



محور

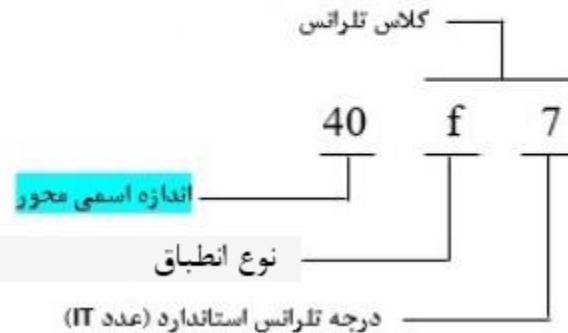


Table 10.5 Fundamental deviation for shafts of types *d* to *p* of sizes upto 500,mm (in microns)

Dia. steps in mm		Upper deviation (es)					Lower deviation (ei)			
Over	to	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>k</i> *	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>
–	3	–20	–14	–6	–2	0	0	+2	+4	+6
3	6	–30	–20	–10	–4	0	+1	+4	+8	+12
6	10	–40	–25	–13	–5	0	+1	+6	+10	+15
10	18	–50	–32	–16	–6	0	+1	+7	+12	+18
18	30	–65	–40	–20	–7	0	+2	+8	+15	+22
30	50	–80	–50	–25	–9	0	+2	+9	+17	+26
50	80	–100	–60	–30	–10	0	+2	+11	+20	+32
80	120	–120	–72	–36	–12	0	+3	+13	+23	+37
120	180	–145	–85	–43	–14	0	+3	+15	+27	+43
180	250	–170	–100	–50	–15	0	+4	+17	+31	+50
250	315	–190	–110	–56	–17	0	+4	+20	+34	+56
315	400	–210	–125	–62	–18	0	+4	+21	+37	+62
400	500	–230	–135	–68	–20	0	+5	+23	+40	+68

*The fundamental deviation of *k* for IT grades ≤ 3 and ≥ 7 is zero.

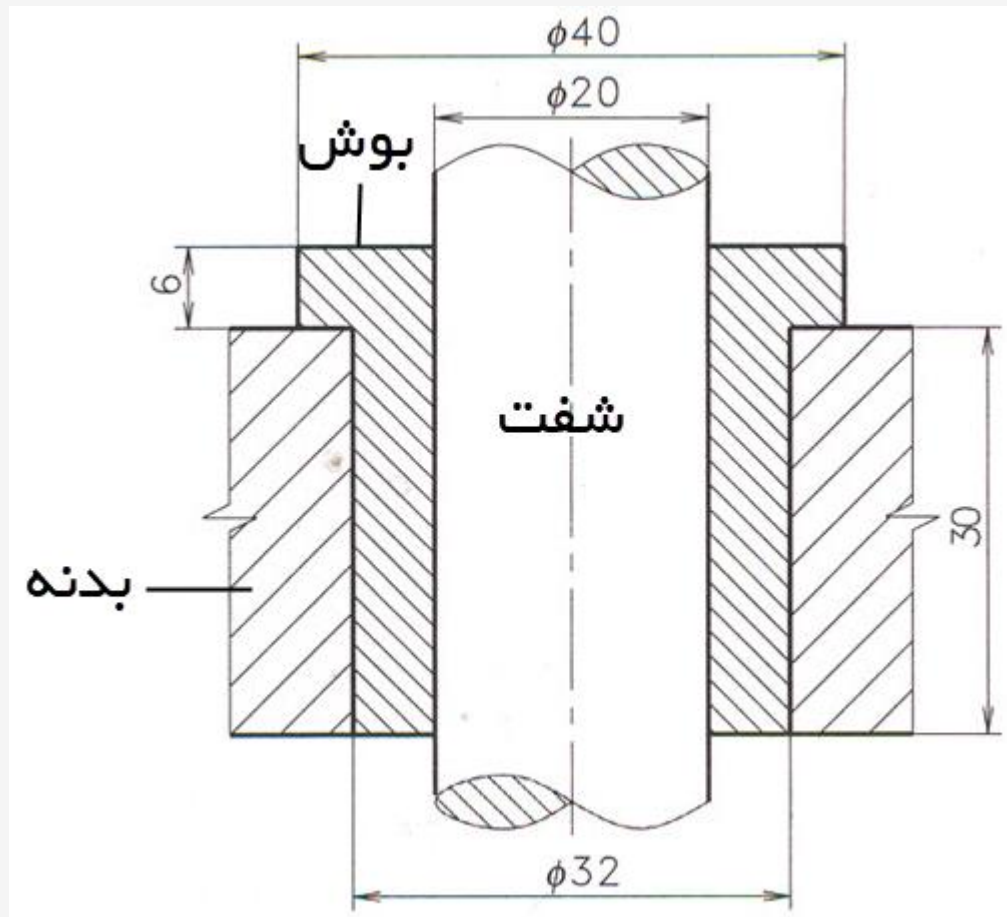
The fundamental deviation of *js* is $\pm IT/2$. If the IT value in microns is an odd value, replace it by the even value immediately below for *js* 7 to 11.

Nominal size mm		Fundamental deviation values Lower limit deviation, <i>ei</i>																
Above	Up to and including	IT4 to IT7	Up to and including IT3 and above IT7	All standard tolerance grades														
				k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
—	3	0	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18		+20		+26	+32	+40	+60	
3	6	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19		+23		+28		+35	+42	+50	+80	
6	10	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23		+28		+34		+42	+52	+67	+97	
10	14	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28		+33		+40		+50	+64	+90	+130	
14	18											+39		+45	+60	+77	+108	+150
18	24	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188	
24	30																	+41
30	40	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43		+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50																	
50	65	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405	
65	80						+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480	
80	100	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585	

Nominal size mm		Fundamental deviation values																		
		Lower limit deviation, <i>EI</i>												Upper limit deviation, <i>ES</i>						
Above	Up to and including	All standard tolerance grades												IT6	IT7	IT8	Up to and including IT8	Above IT8	Up to and including IT8	Above IT8
		A ^a	B ^a	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS							
—	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0		+2	+4	+6	0	0	-2	-2
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1 + Δ		-4 + Δ	-4
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1 + Δ		-6 + Δ	-6
10	14	+290	+150	+95	+70	+50	+32	+23	+16	+10	+6	0		+6	+10	+15	-1 + Δ		-7 + Δ	-7
14	18																			
18	24	+300	+160	+110	+85	+65	+40	+28	+20	+12	+7	0		+8	+12	+20	-2 + Δ		-8 + Δ	-8
24	30																			
30	40	+310	+170	+120	+100	+80	+50	+35	+25	+15	+9	0		+10	+14	+24	-2 + Δ		-9 + Δ	-9
40	50	+320	+180	+130																
50	65	+340	+190	+140	+100	+60	+30	+10	+10	+10	0		+13	+18	+28	-2 + Δ		-11 + Δ	-11	
65	80	+360	+200	+150																

ردیف	قطعات و نحوه درگیری	انطباق
۱	فرقره‌های هرزگرد که روی محور خود به صورت لقی دوران می‌کنند	H9/d10
۲	جا زدن درپوش‌های فلنجی پله‌ای شکل مربوط به شیرهای صنعتی در سوراخ مربوط به خود	H8/e8 یا H8/d9
۳	جا زدن درپوش گیربکس در سوراخ مربوط به خود	H8/e8
۴	چرخش شفت در یاتاقان لغزشی (یا بوش) با دقت بالا	H8/f7
۵	جا زدن پین استوانه‌ای در سوراخ مربوط به خود	H7/g6
۶	جا زدن گلند در سوراخ بدنه	H7/g6
۷	جا زدن یاتاقان غلتشی در سوراخ بدنه	H8/h6
۸	جا زدن یاتاقان غلتشی بر روی شافت	H6/h6
۹	جا زدن خار تخت در جای خار موجود بر روی شافت	H9/h9
۱۰	جا زدن چرخ دنده بر روی شفت	H8/n7
۱۱	جا زدن بوش در سوراخ بدنه	H7/p6
۱۲	پینی که به صورت دائمی در سوراخ خود پرس می‌شود و نقش میله راهنما را بازی می‌کند	H6/r6
۱۳	پرس کردن محور و چرخ لوکوموتیو	H8/u8

- مطلوب است برآورد انطباق و محاسبه تolerانس، انحراف بالایی و انحراف پایینی



- در استاندارد ISO2768 برای نقشه‌هایی که اندازه و زوایای موجود در آنها بدون تولرانس هستند چهار کلاس تولرانس ظریف f، متوسط m، خشن c و خیلی خشن v پیشنهاد شده است.

Tolerance class	Linear dimensions							
	Limit deviations in mm for nominal dimension ranges							
	0.5 to 3	over 3 to 6	over 6 to 30	over 30 to 120	over 120 to 400	over 400 to 1000	over 1000 to 2000	over 2000 to 4000
f (fine)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	-
m (medium)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
c (coarse)	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4
v (very coarse)	-	± 0.5	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6	± 8
Tolerance class	Radii and chamfers			Angular dimensions				
	Limit deviations in mm for nominal dimension ranges			Limit deviations in degrees and minutes for nominal dimension ranges (shorter angle leg)				
	0.5 to 3	over 3 to 6	6	to 10	over 10 to 50	over 50 to 120	over 120 to 400	400
f (fine)	± 0.2	± 0.5	± 1	± 1°	± 0° 30'	± 0° 20'	± 0° 10'	± 0° 5'
m (medium)	± 0.2	± 0.5	± 1	± 1° 30'	± 1°	± 0° 30'	± 0° 15'	± 0° 10'
c (coarse)	± 0.4	± 1	± 2	± 3°	± 2°	± 1°	± 0° 30'	± 0° 20'
v (very coarse)	± 0.4	± 1	± 2	± 3°	± 2°	± 1°	± 0° 30'	± 0° 20'

• مطلوب است برآورد انطباق و محاسبه تolerانس، انحراف بالایی و انحراف پایینی

