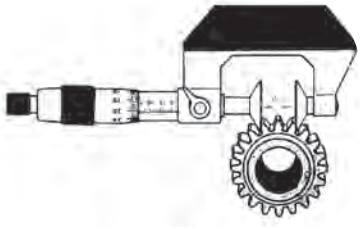


استفاده از شابلن در کنترل دندهی چرخدنده

۸ـ۴ - اصول کنترل دندانههای چرخدنده ساده با میکرومتر فک بشقابی

بـا اسـتفاده از این میکرومتر میتـوان فاصله بین دندههای چرخدنده سـاده یا مارپیچ را اندازهگیری کرد.

روش کار به شرح زیر میباشد:

۱- ابتدا تعداد دندانههایی که باید بین دو فک میکرومتر قرار داشـته باشـد را از جدول زیر استخراج میکنیم.

تعداد دنده Z	ضریب زاویه فشار α = 20° C	تعداد دنده Z	ضریب زاویه فشار α = 20° C	تعداد دنده Z	ضریب زاویه فشار α = 20° C	تعداد دنده Z	ضریب زاویه فشار α = 20° C
12	4.5963	48	16.9090	84	0.2217	120	0.5344
13	4.6103	49	16.9230	85	0.2372	121	0.5485
14	4.6243	50	16.9370	86	0.2497	122	44.5146
15	4.6383	51	16.9510	87	32.2169	123	0.5266
16	4.6523	52	19.9121	88	0.2299	124	0.5406
17	7.6184	53	19.9311	89	0.2439	125	0.5566
18	7.6324	54	19.9451	90	0.2579	126	0.5706
19	7.6161	55	19.9592	91	0.2719	127	0.5866
20	7.6605	56	19.9732	92	0.2859	128	0.5986
21	7.6745	57	19.9872	93	0.2999	129	0.6166
22	7.6883	58	20.0012	94	0.3139	130	47.5768
23	7.7025	59	20.0152	95	0.3229	131	0.5998
24	7.7165	60	20.0292	96	35.2940	132	0.6068
25	7.7305	61	22.9953	97	0.3080	133	0.6263
26	10.6966	62	23.0093	98	0.3220	134	0.6308
27	10.7106	63	0.0233	99	0.3361	135	0.6488
28	10.7246	64	0.0373	100	0.3501	136	0.6698
29	10.7386	65	0.0513	101	0.3641	137	0.6768
30	10.7576	66	0.0654	102	0.3781	138	0.6958
31	10.7666	67	0.0791	103	0.3971	139	50.6569
32	10.7806	68	0.0934	104	38.3587	140	0.6769
33	10.7916	69	0.1074	105	0.3777	141	0.6809
34	10.8086	70	26.0735	106	0.3867	142	0.6989
35	13.7748	71	0.0625	107	0.4002	143	0.7179
36	13.7888	72	0.1015	108	0.4146	144	0.7270
37	13.6028	73	0.1155	109	0.4283	145	0.7410
38	13.8168	74	0.1265	110	0.4423	146	0.7550
39	13.8308	75	0.1435	111	38.4563	147	0.7650
40	13.8448	76	0.1575	112	0.4793	148	53.7191
41	13.8688	77	0.1715	113	41.4354	149	0.7391
42	13.8728	78	29.1377	114	0.4504	150	0.7651
43	13.8868	79	0.1517	115	0.4614	151	0.7771
44	16.8530	80	0.1657	116	0.4784	152	0.7911
45	16.8669	81	0.1797	117	0.4994	153	0.6051
46	16.8810	82	0.1937	118	0.5011	154	0.8192
47	16.8950	83	0.2077	119	0.5204	155	0.8338

مقادیر داده شـــده برای مدول یک می‌باشد. به طور مثال اگر چرخ‌دنده با مدول ۱ و تعداد دندانه ۴۲ عدد داشـــته باشـــیم، مقدار فاصله بیـــن دو فک میکرومتر W=۷/۷۱۶۵ می‌باشـــد. اگر مدول دو برابر بشـــود این مقدار هم دو برابر خواهد شد.

۲-دهانه میکرومتر را کمی بیشتر از اندازه W باز می‌کنیم.

۳-پس از تمیز کردن سطوح فک‌ها و دندانه‌ها، فک ثابت را با یک طرف دندانه‌ها مماس می‌کنیم.

۴-با گرداندن پیچ میکرومتر، فک متحرک را به دندانه نزدیک کرده و پیچ تثبیت را بسته و اندازه را می‌خوانیم.

۵-مقدار خوانده شده را با مقدار محاسبه شده مقایسه می‌کنیم.

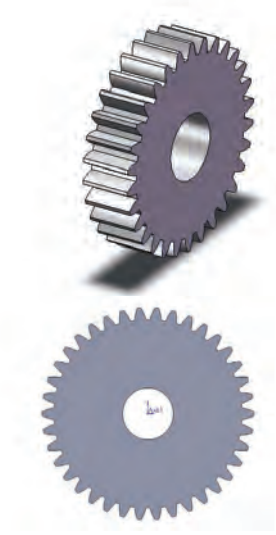
با استفاده از شابلن‌های مخصوص نیز می‌توان پروفیل دندانه‌ها را کنترل کرد.

زاویه فشـــار یک مشـــخصه در چرخ‌دنده ها اســـت و دو مقدار می‌تواند داشته باشد α=۲۰,α=۱۴/۵درجه. مقدار W در اینجا برای α=۲۰قابل استفاده است.

استفاده از شابلن در کنترل دنده‌ی چرخ‌دنده

ساخت چرخ‌دنده اختلافی Z=۳۳ و m=۲

توضیح : این چرخ دنده در صورت وجود صفحه سوراخ دار ۳۳ سوراخه بصورت ساده نیز می‌تواند تراشیده شود. اما به دلیل استفاده از این چرخ‌دنده در پروژه پایانی(سنگ رومیزی) و همچنین تمرین روش اختلافی، پیشنهاد می‌گردد که با روش اختلافی ساخته می‌شود.



جدول DIN ISO 7168

اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 210 تا 400
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2

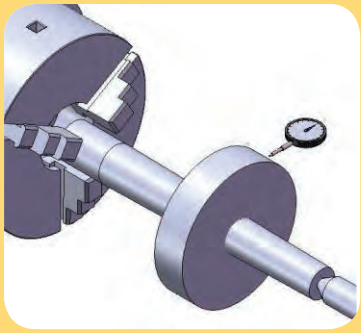
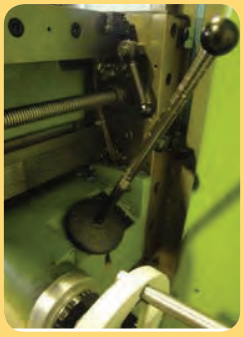
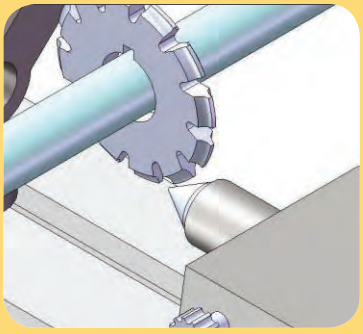
شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۱	۸	st۳۷	۷۰mm		۱	

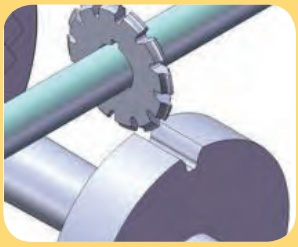
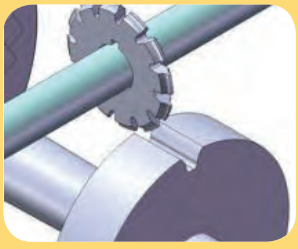
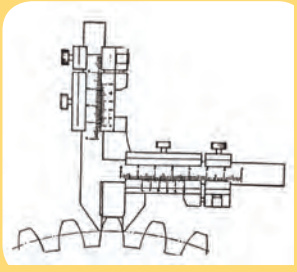
زمان: ۶ ساعت	هدف آموزشی: فرزکاری چرخ‌دنده اختلافی	مقیاس:۱:۱
درجه تولرانس: متوسط		استاندارد:ISO

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	افقی، عمودی و آچارهای لازم	۱
۲- تیغه فرز و میله فرزگیر	مدولی۲ شماره ۳	۱
۳- مرغک	مخصوص دستگاه	۱
۴- دستگاه تقسیم	نسبت ۴۰:۱ یا ۶۰:۱	۱
۵- کولیس دنده‌سنج	دقت ۰/۰۵ میلی‌متر	۱
۶- چرخ‌دنده های تعویضی		به تعداد محاسبه شده

مراحل انجام کار

ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	ابتـدا محاسـبات لازم جهت تـراش چرخ‌دنده اختلافی را انجام دهید. چرخ‌دنده‌های تعویضی را با رعایت شرایط نصب، محاسبه و آماده کنید.	
۲	ماده خام را بر اسـاس جنس چرخ‌دنده انتخاب و آماده کنید. در مرکز کار و روی ماشین تراش سوراخی در مرکز ایجاد کنید (جهت عبور درن یا محور مخروطی)یک طرف استوانه را پیشانی تراشـی نمائید.اسـتوانه را روی درن یـا محور مخروطی شـکل سـوارکنید. قطر و عرض مواد انتخاب شـده استوانه‌ای شکل را به اندازه اصلی یعنی dk و B بگیرید.	

۳	درن یـا محور را که اسـتوانه روی آن قـرار دارد، بین دو مرغک یا مرغک و سـه نظام ماشـین فرز محکم نمائید. از ساعت جهت کنترل دور بودن قطعه کمک بگیرید.	
۴	به وسیله پیچ‌های مخصوص، حرکت عرضی و عمودی میز ماشین را متوقف (ترمز) نمائید	
۵	تیغه فرز را روی محور ماشـین فرز سوار نموده و سپس آن را با مرکز چرخ‌دنده میزان کنید.	
۶	هنگام گـردش تیغه فرز با حرکت طولی و عمودی میز ماشـین تیغه فرز را روی چرخ مماس کنید	

۷	با حرکت عمودی میز ماشـــین کار را با اندازه h ارتفاع دندانه بار دهید.	
۸	در صورتی‌که جنس کار ســخت باشــد، عمل بار دادن را در چند مرحله انجام دهید. با حرکت طولی میز ماشــین (خلاف جهــت دور تیغه فرز) اولین شیار دندانه چرخ‌دنده را درآورید.	
۹	بــا حرکت طولی میز (موافق جهــت دور تیغه فرز) تیغه فرز را از کار خارج نموده و میز را به حالت اول برگردانید. دســته حلزون دستگاه تقســیم را به اندازه حساب شده برای هر دندانه که قبلاً محاســبه و آماده شده بچرخانید. سپس شروع به تراشیدن شیار دوم چرخ‌دنده نمائید.	
۱۰	با کولیس دنده‌سنج اولین دنده‌ی تولید شده را کنترل کنید.	
۱۱	با تکرار مرحله ۱۰ تراش بقیه دندانه‌های چرخ‌دنده را ادامه دهید. هنــگام تراش چرخ‌دنده از مواد خنــک کننده مانند آب صابون و گازوئیل و یا کمپرس باد اســتفاده نمائیــد تا نوک تیغه فرز گرم نشده و از بین نرود.	
	ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم	
	ارزشیابی نهایی	

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)	ارزشیابی پایانی

سوالات صحیح و غلط:

۱- در روش اختلافی صفحه سوراخ‌دار با گردش دستگیره به چرخش در می‌آید.

۲- سریع ترین روش کنترل چرخ‌دنده استفاده ازکولیس مخصوص است.

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

۳- برای ایجاد شیار دندانه، حرکت طولی میز ماشین باید جهت ..... تیغه فرزحرکت کند.

۴- انتقال حرکت از محور خروجی دستگاه تقسیم به صفحه سوراخ‌دار به کمک ..... انجام می‌شود.

سوالات چند گزینه‌ای:

۵- در یک چرخ‌دنده اختلافی قطر خارجی برابر d_k= ۵۰۵ mm و z=۹۹ دندانه می‌باشد. مدول این چرخ‌دنده چند میلیمتر است؟

الف- ۲ ب- ۳ ج- ۴ د- ۵

۶- در یک چرخ‌دنده اختلافی با Z=۵۱ دندانه و m=۲ میلیمتر، اگر Z=۵۰ انتخاب شود، نسبت چرخ‌دنده‌های تعویضی کدام است؟

الف- $\frac{۲۸}{۴۰}$ ب- $\frac{۳۲}{۴۰}$ ج- $\frac{۴۰}{۴۸}$ د- $\frac{۴۰}{۵۶}$

۷- مدول یک چرخ‌دنده اختلافی ۴ و تعداد دندانه آن z=۸۹ می‌باشد. قطر متوسط آن چقدر است؟

الف- ۳۶۴ ب- ۳۵۶ ج- ۳۴۶ د- ۳۷۴

سوالات تشریحی:

۸- برای تولید یک چرخ‌دنده ساده با ۶۳ دندانه و مدول ۲ محاسبات زیر را انجام دهید:

قطر متوسط، قطر داخلی، پهنای دندانه B، ضخامت دندانه، چرخ دندانه های تعویضی

۹- اگر تعداد دندانه یک چرخ‌دنده ۸۹ باشد از جدول، صفحه سوراخ دار مناسب و چرخ‌دنده‌های تعویضی را به دست آورید.

۱۰- روش کنترل دنده به کمک کولیس مخصوص را شرح دهید.

واحد کار ۹

هدف کلی: توانایی تراشیدن دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل

پس از آموزش این واحد کار، از فراگیر انتظار می‌رود:

هدف‌های رفتاری:

۱- هدف از ساختن دنده‌های شانه‌ای ساده و کج و کاربرد آن‌ها را بیان کند.

۲- محاسبات مربوط به دنده‌های شانه‌ای ساده و کج را انجام دهد.

۳- قطعه کار مورد نظر را به دستگاه بسته و تنظیم کند.

۴- تیغه فرز مدول محاسبه شده را به میل فرز، کله‌گی ببندد و تنظیم کند.

۵- دنده‌های شانه‌ای ساده و کج را بتراشد.

۶- دنده‌های تراشیده شده را کنترل کند.

۷- هنگام تراشیدن دنده‌های شانه‌ای، نکات ایمنی را رعایت کند.

	زمان آموزش	
توانایی تراشیدن دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل با ماشین فرز	نظری	عملی
	یک ساعت و ۳۰ دقیقه	۱۹ ساعت
ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی	۳۰ دقیقه	یک ساعت
جمع	۲۲ساعت	

پیش آزمون: (۱۵ دقیقه)

۱- تا به حال فکر کرده‌اید ، میز دریل‌های ستونی چگونه بالا و پایین می‌شود؟

۲- آبـا تا به حال دقت کرده‌اید که وقتی فلکه سـوپرت اصلی ماشـین تراش را می‌چرخانید، چگونه این حرکت به حالت خطی تبدیل می‌شود؟

۳- آیا با دو چرخ‌دنده می‌شود حرکت دورانی را به خطی تبدیل کرد؟

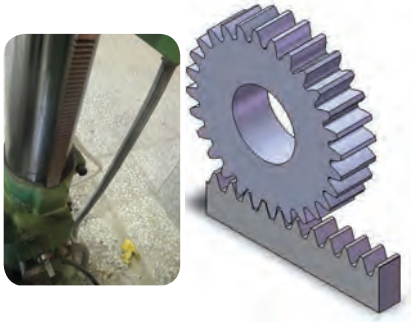
۴- سیستم جابجایی سوپرت طولی دستگاه تراش چگونه است؟

۱-۹- چرخ‌دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل و کاربرد آن‌ها

یکـی دیگر از مکانیزم‌های پر کاربرد که در آن از چرخ‌دنده اسـتفاده می‌شـود مکانیزم چرخ و شـانه است. در یک مکانیزم چرخ و شانه از یک چرخ‌دنده ساده یا مایل و یک شانه استفاده می‌شود.

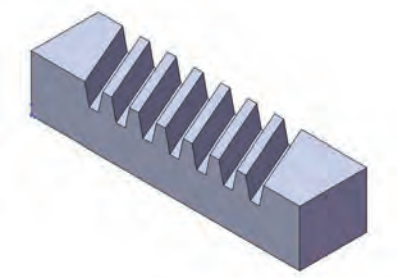
چرخ و شـانه عمدتاً برای تبدیل حرکت دورانی بـه خطی به کار می‌رود. مانند حرکت سوپرت طولی ماشین‌تراش و یا حرکت عمودی میز دستگاه دریل ستونی که با گردش فلکه سوپرت اصلی می‌توان میز ماشین تراش را بطور خطی جابجا کرد. شـانه نیز دارای دندانه‌هایی شـبیه چرخ‌دنده سـاده می‌باشد که می‌تواند مسـتقیم و یا مایل ایجاد شود. ساخت دنده‌های شـانه‌ای مایل مانند دنده‌های شـانه‌ای سـاده بوده، با این تفاوت که بـرای ایجاد زاویه انحـراف در دنده‌های شانه‌ای مایل می‌بایست گیره مدرج دستگاه فرز انیورسال را به اندازه زاویه لازم در مقابـل تیغه فرز کج نمود. نحوه انتخاب تیغه فرز مناسـب جهت تراشـیدن دنده‌های مایل، مانند انتخاب تیغه فرز برای تراشـیدن دنده‌های شـانه‌ای ساده می‌باشد. چون این نوع دنده‌ها تعداد دندانه بی‌نهایت دارند. پس باید از تیغه فرز شماره ۸ در سری ۸ تایی و یا شماره ۱۵ در سری ۱۵ تایی استفاده کرد.

اشکال زیر نمونه‌هایی از کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های ابزار می‌باشد.



کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های مته

کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های تراش



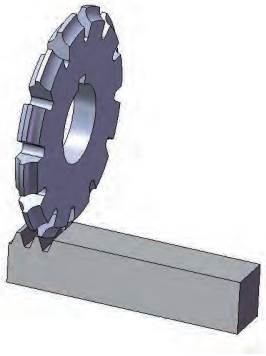
دنده مایل در چرخ‌دنده شانه‌ای

۹-۲- نحوه تراشیدن دنده‌های شانه‌ای:

برای تراشیدن دنده‌های شانه‌ای معمولاً از دو روش زیر استفاده می‌شود:

الف- بوسیله ماشین فرز افقی و عمودی:

در این روش باید از تیغه فرز مدولی استفاده نمود. بطوریکه از تیغه فرز مدولی با آخرین شـماره و حرکت تدریجی (به اندازه گام) میز ماشین می‌توان دنده‌های شانه را ایجاد کرد.



تراشیدن دنده شانه‌ای بوسیله ماشین فرز افقی و عمودی

ب- تراشیدن دنده شانه‌ای بوسیله ماشین های صفحه تراش یا کله زنی:

در این روش با اسـتفاده از جابجایی تدریجی میز ماشین و یک رنده ذوزنقه ای شکل با زاویه ۴۰ درجه می‌توان دنده شانه‌ای را ایجاد کرد.

قبل از شـروع به تراشیدن دنده شـانه‌ای باید محاسبات اولیه را برای آن انجام داد.

۹-۳-محاسبات دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل:

دندانه‌های شانه با چرخ‌دنده‌های ساده و یا مایل درگیر می‌شود لذا بایستی دارای

مدول یکســان باشد. از این رو محاســبات ایجاد دندانه شانه‌ای مشابه محاسبات چرخ‌دنده ساده است.

۱-۳-۹- محاسبات مربوط به دنده‌های شانه‌ای ساده:

مهم‌ترین پارامتر و فرمول‌های محاسباتی این دنده به ترتیب عبارت است از:

الف-مدول

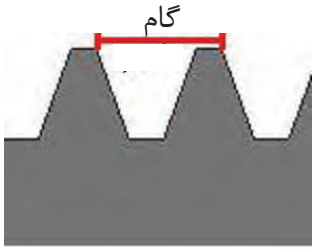
عدد ثابت چرخ‌دنده شانه‌ای مورد نظر است و آن را با m نشان می‌دهند که در سیستم متریک برحسب میلی متر است.

توجه: این اندازه برابر ارتفاع سردندانه می باشد.$h_k=m$

ب-گام

گام فاصله یک نقطه مشــابه از دو دنده پی در پی بر روی چرخ‌دنده می‌باشد که آن را با P نشان می‌دهند. مقدار گام را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

$P=m\times\pi$



معرفی گام

ج- ارتفاع دندانه

فاصله سر دنده تا پای‌دنده را ارتفاع دنده می‌گویند و با h نشان می‌دهند.

مقدار ارتفاع را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

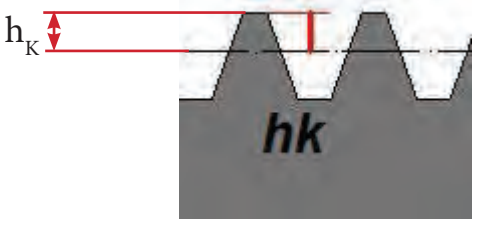
$H=۲/۱۶۷ \times m$

معرفی ارتفاع دنده

د- ارتفاع سردندانه

ارتفاع سر دنده فاصله ای است که برابر با مدول می‌باشد و این فاصله از سر دنده تا خط تماس دنده شانه با چرخ‌دنده می باشد. (دایره گام)

ارتفاع سر دنده را با h_k نشان می‌دهند.

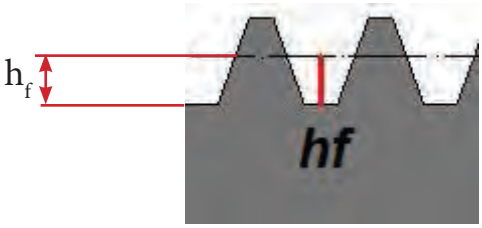


معرفی ارتفاع سر دنده

ه- ارتفاع پای دندانه

ارتفاع پای دنده فاصله خط تماس چرخ و شـــانه تا پای دنده را گویند و آن را با h_f نشان می‌دهند. این مقدار برابر مدول به اضافه لقی می‌باشد.

$$h_f = m + c, c = ۰/۱۶۷ \quad h_f = ۱/۱۶۷ \times m$$



معرفی ارتفاع پای دنده

و- ضخامت دندانه

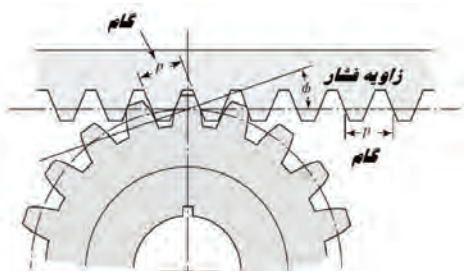
نصـــف مقدار گام دنده را ضخامت دنده می‌گویند. به عبارتی شـــیار دنده و دنده دقیقاً به اندازه هم بوده و نصف فاصله هر نقطه از دنده و شیار برابر ضخامت دنده خواهد شد. ضخامت دنده را با S نشان می‌دهند.

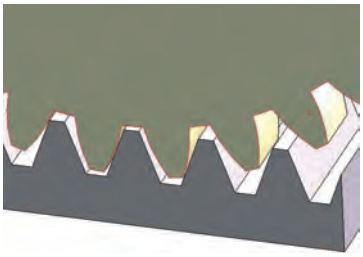
لازم به ذکر است این اندازه را باید در عمق h_k در نظر گرفت.

$$S = \frac{P}{۲}$$

ز-زاویه دندانه یا زاویه فشار

این زاویه را با α_p نشان می‌دهند و این مقدار در سیستم متریک برای دندانه‌های شانه‌ای ۲۰ درجه می باشد.





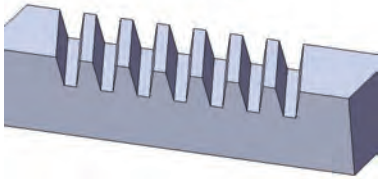
معرفی زاویه دندانه یا زاویه فشار

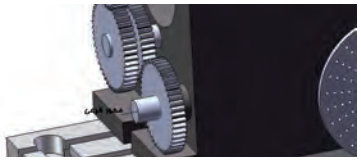
۲-۳-۹- محاسبات مربوط به دندانه‌های شانه‌ای مایل:

تنها تفاوت در چرخ‌دنده‌های شانه‌ای مستقیم و مایل دو مورد زیر است:

۱- شماره تیغه فرز انتخابی

۲- زاویه تمایل (α) که در دنده‌های شانه‌ی مایل با استفاده از گیره‌های انیورسال قابل تنظیم است. به دلیل زاویه‌دار بودن دنده شانه‌ای مایل، با مشاهده مقطع دنده از دید روبرو گام و مدول واقعی دنده‌ها دیده نمی‌شود لذا در این نوع شانه‌ها دو گام ظاهری و حقیقی وجود دارد.





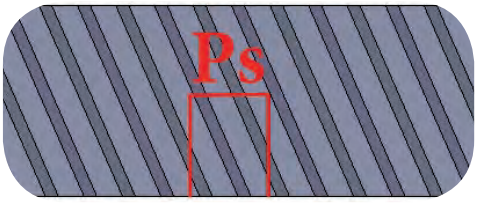
چرخ‌دنده شانه‌ای مایل

مهم‌ترین پارامترها و فرمول‌های محاسباتی این دندانه‌ها به قرار زیر است.

الف- گام ظاهری (P_s):

اگر در امتداد محور فرضی دندانه شانه‌ای مورب به دندانه‌های آن نگاه کنیم فاصله یک نقطه از یک دنده تا نقطه مشابه از دنده بعدی (دو نقطه روی خط طول متوسطه دنده) را گام ظاهری گویند وآن را به P_s نشان می‌دهند.

$$P_s=m_s\times\pi$$



معرفی گام ظاهری در چرخ‌دنده شانه‌ای مایل

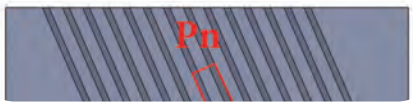
در این رابطه P_s گام ظاهری و m_s مدول ظاهری دنده‌ی شانه می‌باشد.

زاویه تمایل دنده‌های شانه‌ای حداکثر ۴۵ درجه می‌تواند در نظر گرفته شود.

ب-گام حقیقی یا نرمال:

در صورت مشاهده دنده‌های شانه از نمای بالا فاصله دو دنده از هم دیگر را گام حقیقی یا نرمال می‌گویند و آنرا با P_n نشان می‌دهند.

گام نرمال از رابطه $P_n = m_n \times \pi$ بدست می‌آید.



معرفی گام نرمال در چرخ‌دنده شانه ای مایل

آنچه که در عمل از آن استفاده می‌شود مدول حقیقی یا نرمال می باشد که تیغه فرز انتخابی را تعیین می‌کند و مدول ظاهری عمدتاً جنبه تئوریک دارد.

۴-۹- تراشیدن دنده شانه با استفاده از دستگاه فرز

برای تراشیدن دندانه‌های شانه بایستی از میز دستگاه فرز کمک گرفت. گام پیچ میز ماشین دارای مقدار مشخصی است و جابجای آن این امکان را فراهم می‌کند که بتوان دندانه‌های متوالی شانه را یکی یکی ایجاد کرد. بطور کلی این عمل را به دو صورت می‌توان با استفاده از میز ماشین انجام داد:

میز ماشین فرز و سیستم حرکتی آن

۱-۴-۹- جا به جا کردن میز طولی با ورنیه میز:

مشـــخص بودن گام میز و وجود ورنیه بر روی دســـته یا فلکه میز ماشین امکان حرکت طولی را با دقت بالا فراهم می‌کند بطوری‌که با محاســـبه مقدار جابجایی P و اعمال آن با استفاده از فلکه میز می‌توان دندانه‌های متوالی را ایجاد کرد. در صورت مستقیم بودن دنده شانه گام یا حرکت میز برای ایجاد هر دندانه از رابطه زیر بدست خواهد آمد. $P_n=m_n\times\pi$

و در صورتی‌که دندانه‌های شـــانه مایل باشند مقدار جابجایی برابر با گام ظاهری خواهد شد. $P_s=m_s\times\pi$

بنابراین برای ایجاد دنده شـــانه با استفاده از حرکت میز بایستی نوع و فرم دنده شانه و سپس گام حقیقی و یا ظاهری آن را مشخص کنیم.

مکانیزم جابجایی میز ماشین

بین m_s و m_n رابطه زیر برقرار است:

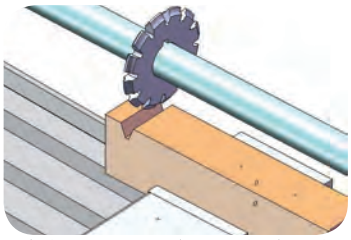
$$m_n = \cos\times m_n$$

مثال: برای ایجاد یک چرخ‌دنده شـــانه‌ای ساده با تعداد دنده ۱۰ و مدول نرمال ۳ مقدار حرکت میز برای ایجاد هر دنده را محاسبه کنید.

$P_n=m_n\times\pi=۳\times۳/۱۴=۹/۵۲$

این بدین معنی اســـت که پس از تراشـــیدن دنده اول با عمق h برای ایجاد دنده بعدی بایستی تیغه فرز از کار خارج شده، سپس به مقدار ۹/۵۲ میلی‌متر میز را جابجا کنیم و دنده بعدی را به همین ترتیب بتراشیم.

(عمق دنده $h=۲/۱۶۷\times m$)



نمایش ایجاد دنده اول در دنده شانه‌ای

(قابل توجه است که مانند ابعاد دنده شانه‌ای می‌تواند به صورت میلی‌متری و یا اینچی محاسبه و ساخته شود)

مثال: مقادیر لازم جهت تراشیدن شانه‌ای مایل با زاویه تمایل ۳۰ درجه و مدول ۴ را محاسبه کنید. $m_n = ۴$

$$m_n = \cos\alpha \times m_n \rightarrow m_s = \frac{m_n}{\cos\alpha}$$

$$m_s = \frac{۴}{\cos ۳۰} = \frac{۴}{۰/۸۶۶} = ۴/۶۱mm$$

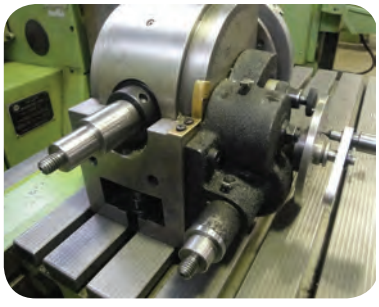
$$p_s = m_s \times p \rightarrow ۴/۶۱ \times ۳/۱۴ = ۱۴/۴۷mm$$

مقدار گام ظاهری یا به عبارتی مقدار حرکت میز به ازای هر دنده ۱۴/۴۷میلی‌متر خواهد بود. مقدار انحراف گیره نیز ۳۰ درجه باید در نظر گرفته شود. عمق بار:

$h = ۲/۱۶۷ \times m_n = ۲/۱۶۷ \times ۴ = ۸/۶۶$

۲-۴-۹-جا به جا کردن میز طولی به وسیله دستگاه تقسیم خطی:

روش دیگری که برای ایجاد دنده‌های شانه بر روی ماشین فرز بکار گرفته می‌شود اســتفاده از دستگاه تقسیم خطی اســت که بر روی میز ماشین نصب می‌گردد. دستگاه تقسیم می‌تواند بر روی میز ماشین نصب شود و با استفاده از چرخ‌دنده‌های تعویضی به پیچ ماشین فرز متصل گردد. در این حالت با چرخش دسته دستگاه تقسیم میز ماشین نیز حرکت خواهد کرد.



محورهای خروجی دستگاه تقسیم

بر روی برخی از میزهای فرز، دستگاه تقسیمی تعبیه و نصب گردیده و با بر روی برخی از میزهای فرز، دستگاه تقسیمی تعبیه و نصب گردیده و با مکانیزمی به پیچ میز ماشین متصل شده است. که در این حالت دیگر نیازی به محاسبه چرخ‌دنده‌های تعویضی نیست.

در این روش دانستن مقدار گام پیچ میز ماشین ضروری است که با استفاده از دسته موجود بر روی دستگاه تقسیم میز می‌توان مقدار حرکت میز را کنترل و مقدار دهی کرد. در صورت موجود بودن دستگاه تقسیم خطی بر روی میز ماشین فرز این روش سریع و آسان تر می باشد.

محاسبه مقدار گردش دسته تقسیم خطی برای جابه‌جایی گام طولی میز:

مقدار گردش دسته تقسیم را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$n_k = \frac{p}{p_t}$$

P_t: گام میله پیچ میز ماشین فرز

P: گام دنده‌های شانه $P=m\times\pi$

n_k: مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم

دستگاه تقسیم فوق دارای صفحه سوراخ‌دار می‌باشد که توسط آن می‌توان

گام میله هدایت ماشین فرز (P_t) می‌تواند بر حسب میلی‌متر یا اینچ باشد.

مکانیزم دستگاه تقسیم به گونه‌ای طراحی شده است که نسبت آن ۱:۱ می‌باشد بدین معنی که با یک دور چرخش دسته دستگاه تقسیم میز به اندازه یک گام حرکت می‌کند.

مثال: در یک دندانه شانه‌ای مدول مساوی ۲ میلی متر می‌باشد در صورتی که جا به جایی میز طولی به وسیله دستگاه تقسیم خطی با نسبت ۱:۱انجام گیرد مقدار گردش دسته تقسیم را محاسبه کنید.

$$p_t = ۶mm$$

$$\pi = \frac{۲۲}{۷}$$

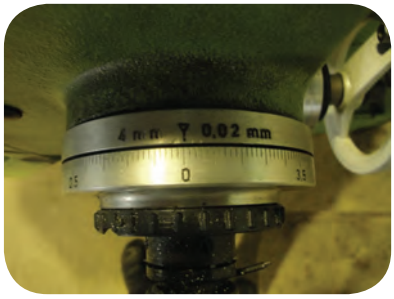
$$P = m\times\pi = ۲\times(\frac{۲۲}{۷}) = \frac{۴۴}{۷}$$

گام میلـه هدایت ماشـین فرز P_t=۶ mm می باشـد. در ضمـن در فرمول فوق بـه جای عدد ۳/۱۴ باید کسـر $\frac{۲۲}{۷}$ را قرار داد تا زودتر به نتیجه رسـید. در صورتیکه دسـته تقسـیم را به اندازه یک دور و یک سـوراخ از ردیف ۲۱ سوراخ بگردانیم گام روبرو به دست می‌آید.

امتحان طول گام:

پس از قرار دادن دسته تقسیم در موقعیت محاسبه شده به ترتیب زیر طول گام را امتحان می‌کنیم.

- ورنیه طولی میز را بر روی صفر قرار می‌دهیم.

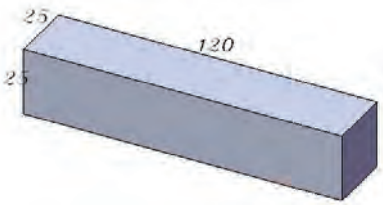


صفر کردن ورنیه دستگاه

- با مداد در روی میز ثابت و میز طولی در یک قسمت خطی می‌کشیم.
- مقدار گردش دسته تقسیم را طبق اندازه‌ی محاسبه شده می‌گردانیم و مجدداً در روی میز ثابت خطی می‌کشیم.
- تغییر طول گام را با کولیس اندازه گرفته و با درجات ورنیه مقایسه می‌کنیم.

۵-۹-دستورالعمل تراشیدن دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل

۱-۵-۹- چرخ‌دنده شـانه‌ای به ابعاد ۲۵×۲۵×۱۲۰ میلی‌متر بایسـتی تراشیده شود. فرم دندانه‌های آن ساده و دارای مدول ۳ و تعداد دنده ۸ می‌باشد. مراحل سـاخت و محاسبات لازم را برای ساخت این چرخ‌دنده شانه‌ای را در دستور کار زیر پی‌گیری کنید.



ابعاد قطعه اولیه

در این دستور کار از ماشین فرز افقی جهت تراشیدن چرخ‌دنده شانه‌ای استفاده می‌کنیم. برای این کار بایستی از یک تیغه فرز مدولی شماره ۸ از سری ۸ تایی و میله فرز گیر دو طرفه استفاده کرد.

میله فرزگیر دو طرفه

تیغه فرز مدولی

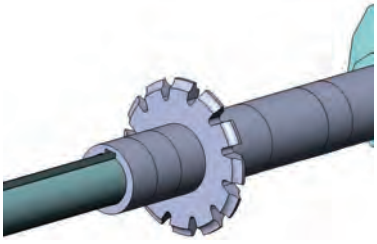
- ابتدا محاسبات لازم را برای ساخت شانه انجام می‌دهیم:

$m=۳ \rightarrow p=m\times\pi=۳\times۳/۱۴=۹/۴۲$

$h=۲/۱۶۷ \times ۳ =۶/۵$

تیغه فرز $N_r=۸$

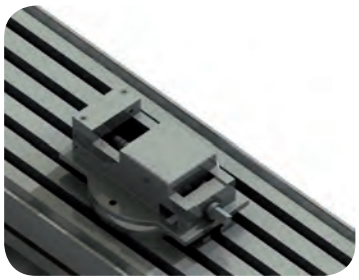
- تیغه فرز را بر روی میله فرز گیر سوار کرده و روی ماشین فرز افقی در موقعیتی مناسب می‌بندیم.



نحوه قرار دادن تیغه فرز مدولی روی میله فرزگیر

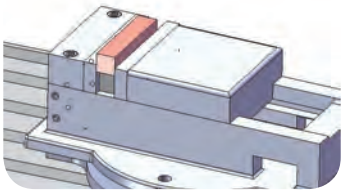
- پس از بستن مراحل گفته شده در مورد تیغه فرز و تنظیم آن دور بودن آن را با ساعت کنترل می‌کنیم.

- گیره را بر روی میز ماشین به گونه‌ای می‌بندیم که فک‌های گیره عمود بر امتداد طول میز باشد.



بستن گیره بر روی میز ماشین به طور صحیح

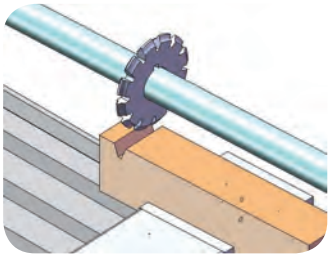
- قطعه کار را بین فک‌های گیره با اســتفاده از زیر ســری مناســب در ارتفاعی حساب شده می‌بندیم.



بستن قطعه کار در گیره به طور صحیح

- پس از بستن قطعه کار تیغه فرز را در نقطه مناسب با قطعه کار مماس می‌کنیم.

- با سیســتم باردهی عمودی مقدار ارتفاع دنده را در یک مرحله یا بیشــتر بار می‌دهیــم و بــا جابجا کردن میــز در جهت عرض قطعه کار دنــده اول را ایجاد می‌کنیم.



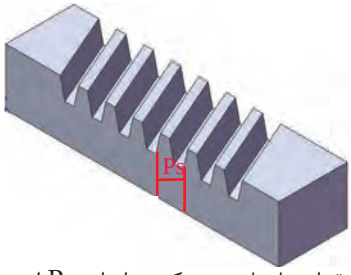
نمایش ایجاد دنده اول در دنده شانه‌ای

- پس از تراشــیدن اولین دنده با جابجایی میز به اندازه گام محاســبه شده دنده دوم و دنده‌های بعد را نیز می‌توانیم بتراشیم.

(روش جابجایی با توجه به سیســتم مورد اســتفاده در میز فرز تعیین می‌شــود کــه در صورت امــکان هر دو روش را امتحان می‌کنیم و دقت هر کدام را کنترل می‌نماییم.)

رعایت اصول ایمنی و فنی در هنگام کار الزامیست.

همان‌طور که گفته شد دنده‌های مایل را بایستی با گیره انیورسال و زاویه دادن آن به مقدار زاویه دندانه‌ها ایجاد کرد. روش کار مانند حالت قبل می‌باشد تنها تفاوت در مقدار جابجایی است که باید به اندازه Ps در نظر گرفته شود.

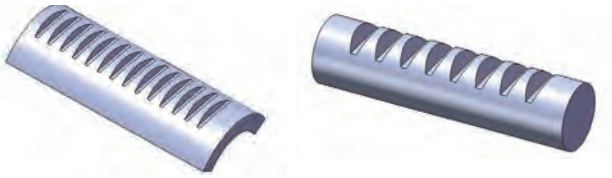


مقدار جابجایی میز که به اندازه Ps است

۳-۵-۹- فرزکاری دنده‌های شانه‌ای استوانه‌ای:

در مواقعی دنده‌های شانه‌ای را روی بدنه استوانه و یا قسمتی از یک استوانه ایجاد کرده و استفاده می‌کنند. برای ایجاد دنده‌های شانه‌ای روی استوانه می‌توان آن را بین سه نظام دستگاه تقسیم و مرغک بر روی میز ماشین فرز بسته و به همان صورت گفته شده دنده شانه‌ای را ایجاد کنیم.

در تمام طول مدت فرزکاری حتماً از مواد خنک کننده استفاده‌کنید.



ایجاد دنده روی استوانه

۶-۹- کنترل دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل

با استفاده از وسایل اندازه‌گیری مختلفی مانند کولیس و میکرومتر می‌توان دنده‌های یک چرخ‌دنده شانه‌ای را کنترل کرد.

کولیس عمق سنج

کولیس عمق ســنج وسیله مناسبی برای سنجش عمق شــیار دنده خواهد بود.

برای انجام عمل کنترل مراحل زیر را دنبال می‌کنیم:

- سطح دندانه‌های تراشیده شده را پلیسه‌گیری می‌کنیم.

-کولیس عمق ســنج مناســبی انتخاب کرده و آن را از لحاظ دقت و عدم خرابی کنترل می‌کنیم.

- تکیه‌گاه کولیس را در روی سطح تراشیده شده قرار می‌دهیم.

- عمق شیار را اندازه‌گیری کرده و با اندازه محاسبه شده کنترل می‌کنیم.

- معایب احتمالی را بر طرف می‌کنیم.

برای اندازه‌گیری عمق دندانه در چرخ‌دنده شــانه‌ای مایل نیز مراحل زیر را باید دنبال کنیم:

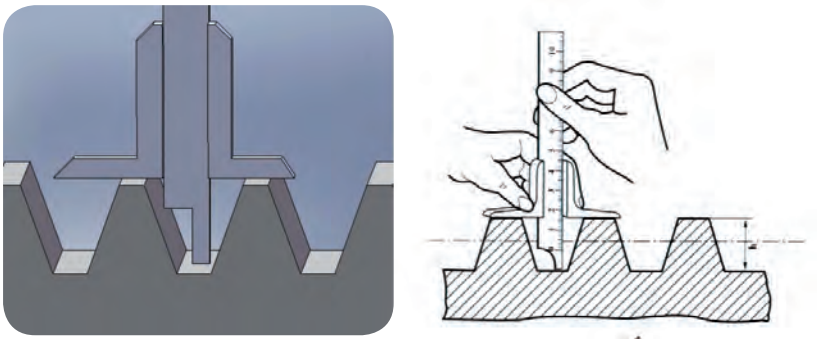
- سطح دنده تراشیده شده را کنترل کنیم.

-کولیس عمق سنج مناسبی انتخاب کنیم.

- تکیه گاه کولیس را در روی سطح تراشیده شده قرار دهیم.

- عمق شیار را اندازه‌گیری کنیم.

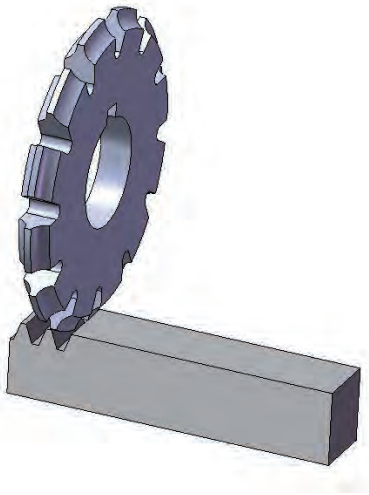
- معایب احتمالی را بر طرف کنیم.



نحوه استفاده از کولیس عمق سنج

ساخت چرخ‌دنده شانه‌ای ساده

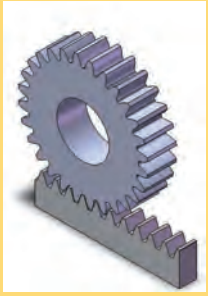
m=۳



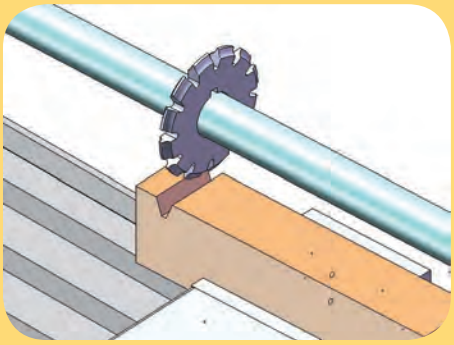
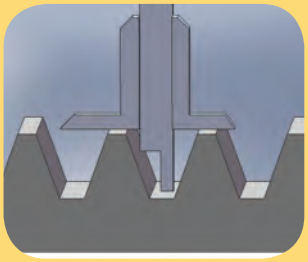
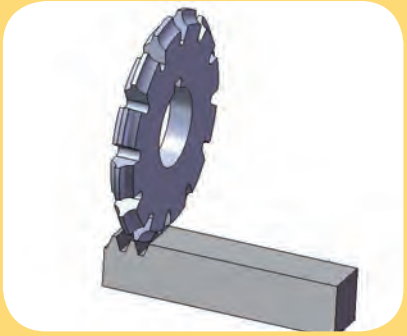
جدول DIN ISO 7168					
اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 210 تا 400
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2

شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۱	۹	st۳۷	۱۲۰×۳۰×۳۰		۱	-------
زمان:۶ ساعت	هدف آموزشی: ساخت چرخ‌دنده شانه‌ای ساده			مقیاس: ۱:۱		
درجه‌تولرانس: متوسط				استاندارد: ISO		

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- دستگاه فرز	افقی یا انیورسال	۱
۲- تیغه فرز	مدولی ۳ میلی‌متری نمره ۸ از سری ۸ تایی	۱
۳- ساعت اندازه‌گیری	با پایه مغناطیس و دقت ۰/۰۱ میلی‌متر	۱
۴- کولیس	دقت ۰/۰۵ میلی‌متر	۱
۵- کولیس عمق سنج	دقت ۰/۰۵ میلی‌متر	۱
۶- گیره موازی	مناسب با طول و عرض قطعه کار	۱

مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	ابتدا محاسبات لازم جهت تراش چرخ شانه را انجام دهید.	
۲	با وسیله‌ای مطمئن گیره را بلند کرده و در محل تعیین شده روی میز قرار دهید. بستن و تنظیم گیره مناسب در روی میز ماشین فرز را انجام دهید.	

۳	توسط ساعت اندازه‌گیری موازی بودن آن را کنترل کنید. معایب احتمالی را برطرف کنید. گیره و قطعه کار را کاملاً تمیز کنید.	
۴	دو عدد زیر سری مناسب انتخاب کرده و در داخل گیره قرار دهید. قطعه کار را در موقعیت مناسب در داخل گیره ببندید. تکیه‌گاه مناسبی در دو طرف قطعه کار قرار دهید تا در هنگام براده برداری دچار ارتعاش نگردد.	
۵	تیغه فرز را روی محور ماشین فرز سوار کنید.	
۶	دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید و قبل از روشن کردن دستگاه، دور بودن تیغه فرز را کنترل کنید.	

۷	دستگاه را روشن کرده و تیغه فرز را با روی قطعه کار مماس کنید. در صورتی‌که جنس قطعه کار سخت باشد عمل بار دادن را در چند مرحله انجام دهید. با جابه‌جا کردن میز طولی و عرضی تیغه فرز را در موقعیت مناسب قرار دهید. ورنیه عمودی را در روی صفر قرار دهید. با حرکت عمودی میز ماشین کار را با اندازه h ارتفاع دندانه بار دهید. با احتیاط تیغه فرز را به کار نزدیک کنید. با حرکت طولی میز ماشین (خلاف جهت دور تیغه فرز) اولین شیار دندانه چرخ‌دنده را بوجود آورید و میز دستگاه را به عقب برگردانید.	
۸	ابتدا قطعه کار را پلیسه‌گیری کنید.کولیس عمق سنج مناسبی انتخاب کنید. تکیه گاه کولیس را در روی سطح دنده تراشیده شده قرار دهید. عمق شیار را اندازه‌گیری کرده و معایب احتمالی را برطرف کنید.	
۹	میز طولی را نسبت به گام محاسبه شده تغییر دهید. تیغه فرز را به کار نزدیک کنید. دومین شیار را نیز تراشیده و میز عرضی را به عقب برگردانید و بقیه‌ی شیار را نیز بتراشید. در تمام مدت براده‌برداری از مواد خنک‌کننده استفاده کنید. با تکرار مراحل تراش بقیه دندانه‌های چرخ‌دنده را ادامه دهید.	
ارائه قطعه‌کار یا گزارش به هنرآموز محترم		
ارزشیابی نهایی		