

مثال ۳: می خواهیم چرخ دنده ماریچی با مشخصات زیر  
بتراشیم سایر مشخصات آن را به دست آورید.

$$mn = 1/5$$

$$Z = 47$$

$$\beta = 22^\circ$$

$$pt = 6\text{mm}$$

$$I = 40:1$$

$$\cos 22^\circ = 0.92718$$

$$\text{tg} 22^\circ = 0.4040$$

معلومات مسئله

حل مسئله

$$d_o = \frac{z \times mn}{\cos \beta} = \frac{47 \times 1/5}{0.92718} = \frac{70/5}{0.92718}$$

$$d_o = 76/0.37$$

قطر متوسط

$$d_k = d_o + 2mn$$

$$d_k = 76/0.37 + 2(1/5)$$

$$d_k = 76/0.37 + 3 = 79/0.37\text{mm}$$

$$d_k = 79/0.37$$

قطر خارجی

$$h = 2/167 \times mn$$

$$h = 2/167 \times 1/5 = 3/25\text{mm}$$

$$h = 3/25\text{mm}$$

عمق چرخ دنده

$$nk = \frac{I}{Z} = \frac{40}{47}$$

$$nk = \frac{40}{47}$$

از طریق محاسبه و جدول

$$Ph = \frac{d_o \times \pi}{\text{tg} \beta} = \frac{76/0.37 \times 3/1415}{0.4040} = \frac{238/877}{0.4040}$$

$$Ph = 591/28$$

$$\frac{A}{D} = \frac{Pt \times 40}{Ph} = \frac{6 \times 40}{591/4} = \frac{240}{591/4}$$

$$\frac{A}{B} \times \frac{C}{D} = \frac{24}{86} \times \frac{64}{44}$$

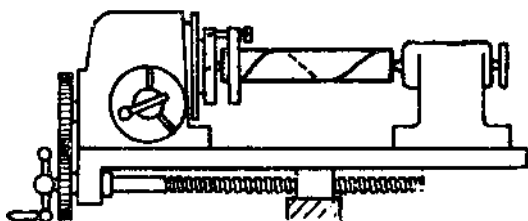
از روی جدول

چرخ دنده‌ها به صورت مرکب سوار می شوند

$$z_i = \frac{z}{\cos \beta^3} = \frac{47}{0.92718} = 50/69$$

$$No = 7$$

تیغه فرز مدول ۱/۵ نمره ۷ انتخاب شود



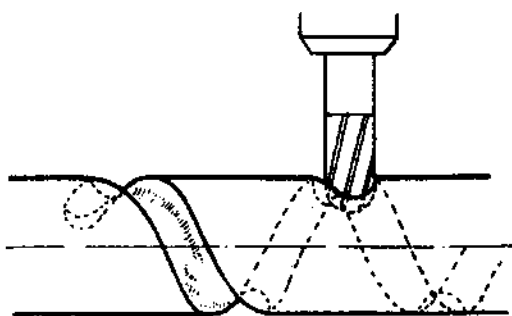
شکل ۱۶-۱۰

حال اگر به صفحه سوم جدول ۳-۱۰ مراجعه کنید در  
ستون اصلی دوم در زیر ستون عمودی گام ۶ عدد ۵۹۱/۴ میلی متر  
را پیدا می کنید که به گام محاسبه شده بسیار نزدیک است و نهایتاً  
چرخ دنده‌های سوار شونده را از روی همین گام پیدا می کنید.

۳-۳-۱۰- شیارهای ماریچ: اگر نقطه ای ضمن این که

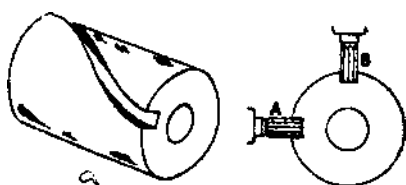
روی محیط یک استوانه دوران می کند در امتداد محور آن حرکت  
یکنواخت داشته باشد یک مسیر ماریچی از خود به جای  
می گذارد. این عمل را با سوار کردن یک میله سرتیز به محور  
کله گی ماشین فرز به شرطی که کله گی با سطح میز عمود باشد  
می توان امتحان کرد (شکل ۱۶-۱۰).

چرخ‌دنده‌های سوارشونده قبلاً محاسبه و سوار شده است.



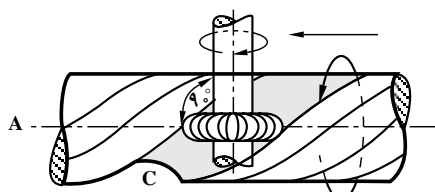
شکل ۱۰-۱۷

حال اگر به جای میله سرتیز یک تیغه فرز انگشتی ببندیم و میز را که قبلاً دندانه‌های سوارشونده را محاسبه و سوار کرده‌ایم به حرکت درآوریم یک شیار ماریچ با همان گام به دست می‌آید. در شکل ۱۷-۱۰ تیغه فرز انگشتی، سرکروی می‌باشد.



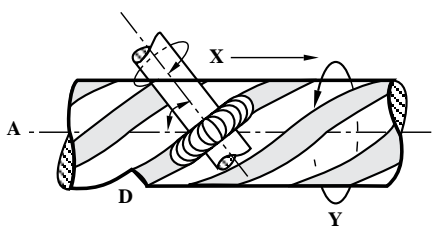
شکل ۱۰-۱۸

در صورتی که در محور عمودی یا محور اصلی دستگاه فرز تیغه فرز انگشتی ببندیم و مجدداً با گام تعیین شده میز را به حرکت درآوریم یک شیار ماریچ مانند شکل ۱۸-۱۰ به وجود می‌آید.



شکل ۱۰-۱۹

در صورتی که به جای تیغه فرز انگشتی در مثال قبل و با همان گام از تیغه فرز صفحه‌ای به هر فرم و اندازه استفاده کنیم و کله‌گی را در ماشین فرز عمودی و یا میز را در ماشین فرز افقی تحت زاویه تنظیم قرار ندهیم شیار ایجاد شده گشادتر از اندازه لازم خواهد شد (شکل ۱۹-۱۰).



شکل ۱۰-۲۰

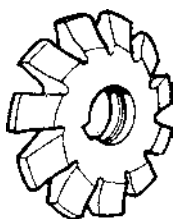
برای رفع این نقیصه و همان طوری که قبلاً گفته شد باید تیغه فرز همواره در امتداد مسیر ماریچ باشد. این مسیر همان زاویه  $\beta$  است.

توجه: در این حالت جهت چپ و راست بودن شیار باید حتماً در نظر گرفته شود (شکل ۲۰-۱۰).

#### ۱۰-۴- دستورالعمل تراشیدن شیارها و چرخ‌دنده‌های ماریچ

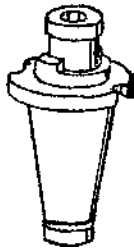
برای تراشیدن چرخ‌دنده‌های ماریچ از دو روش استفاده می‌کنیم.

۱-۴-۱- تراشیدن چرخ‌دنده‌های ماریچ توسط ماشین فرز عمودی: برای این منظور باید مراحل زیر را انجام داد. انتخاب تیغه فرز و بستن آن روی میل فرزگیر، تیغه فرز مدول را نسبت به عمق شیار دنده و همچنین نمره ایده‌آل محاسبه کنید (شکل ۲۱-۱۰).



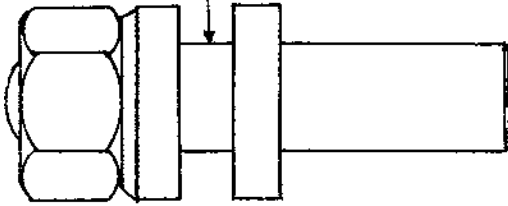
شکل ۱۰-۲۱

– میل فرز یک طرفه‌ای متناسب با قطر سوراخ تیغه فرز  
انتخاب کنید (شکل ۲۲-۱۰).



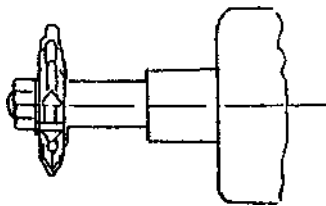
شکل ۲۲-۱۰

به اندازه قطر سوراخ تیغه فرز



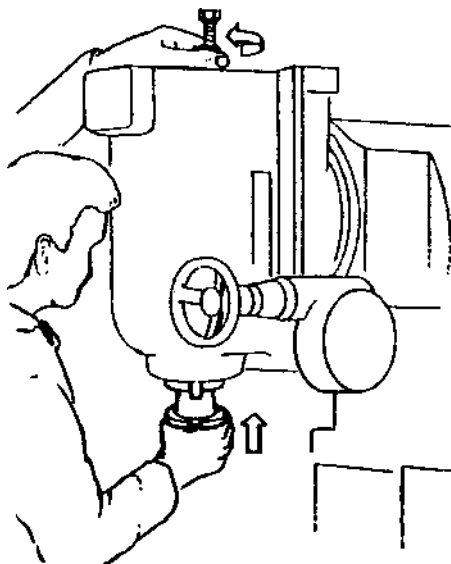
شکل ۲۳-۱۰

توجه: در صورت نبودن میل فرز متناسب با قطر سوراخ  
تیغه فرز باید یک رابط مانند شکل روبه‌رو تراشیده به شرطی که  
قطر دنباله آن به اندازه قطر گیره فشنگی و طرف دیگر آن به اندازه‌ی  
قطر سوراخ تیغه فرز باشد این روش برای مدول‌های کوچک  
مناسب می‌باشد (شکل ۲۳-۱۰).



شکل ۲۴-۱۰

– تیغه فرز را در موقعیت مناسب در روی میل فرز قرارداده  
و محکم ببندید (شکل ۲۴-۱۰).



شکل ۲۵-۱۰

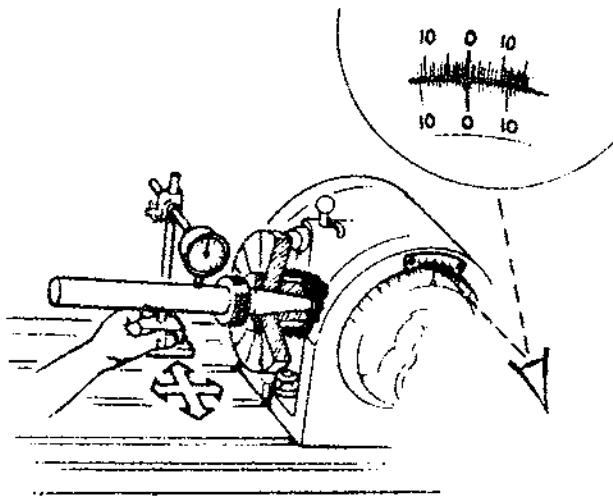
#### ● بستن میل فرز به کله‌گی ماشین فرز

– مخروط محور اصلی میل فرز را تمیز کرده و آن را در  
محور کله‌گی قرار دهید.

– میل فرز را در محل خود کمی بپیچانید تا شیارهای آن  
در خارهای کله‌گی قرار گیرد.

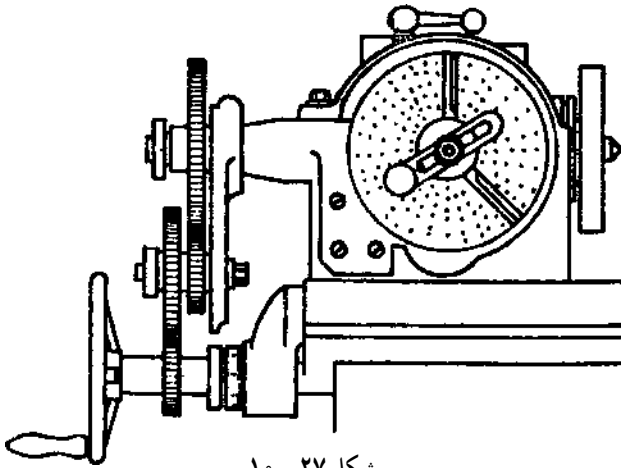
پیچ نگهدارنده میل فرز را بپیچانید تا با میل فرز به‌خوبی  
درگیر شود سپس مهره آن را ببندید تا میل فرز در جای خود  
محکم شود (شکل ۲۵-۱۰).

● قرار دادن دستگاه تقسیم در انتهای میز ماشین فرز و آماده کردن آن



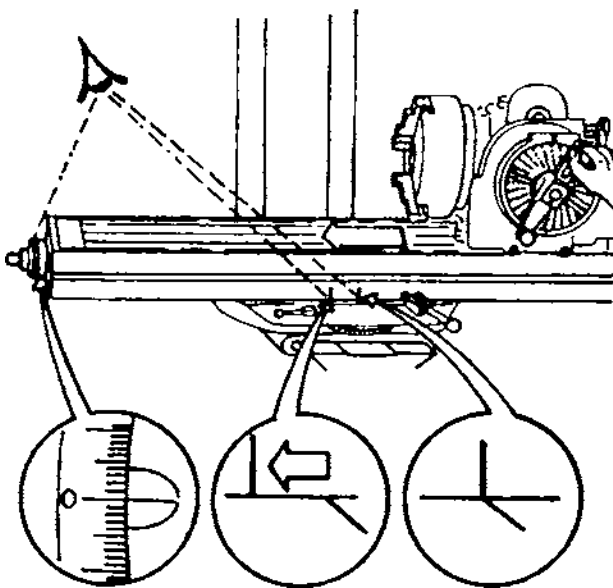
شکل ۲۶-۱۰

- دستگاه تقسیم را در انتهای میز ماشین فرز قرار دهید و آن را در حالت افقی ببندید و یا ساعت اندازه گیری کنترل کنید.
- صفحه تقسیم انتخابی را در جای خود در روی محور پیچ حلزون قرار داده و آن را ببندید.
- قیچی را در روی صفحه قرار داده و دسته لنگ را ببندید و شیطانک را در روی سوراخ محاسبه شده صفحه قرار داده و قیچی را تنظیم کنید (شکل ۲۶-۱۰).



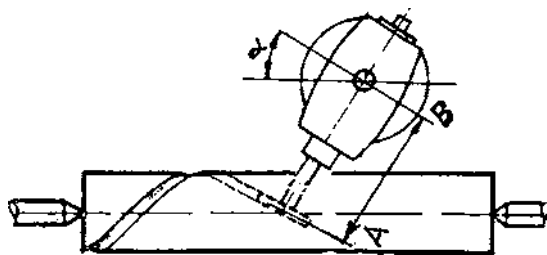
شکل ۲۷-۱۰

- چرخ دنده های تعویضی را محاسبه و آماده کنید.
- صفحه شیاردار را در محل خود ببندید.
- میل های رابط را نسبت به تعداد واسطه در روی صفحه شیاردار سوار کنید.
- چرخ دنده های محاسبه شده را سوار کرده و با هم درگیر کنید (شکل ۲۷-۱۰).



شکل ۲۸-۱۰

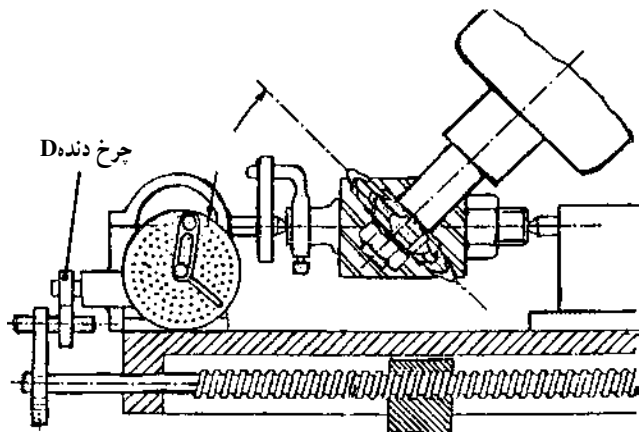
- با آزاد کردن ضامن نگهدارنده صفحه تقسیم میز طولی را حرکت دهید تا سه نظام یک دور کامل بچرخد.
- مانند شکل با علامت گذاری در روی دستگاه فرز و با کمک ورنیه طول گام را کنترل کنید (شکل ۲۸-۱۰).
- نسبت به چپ و راست بودن شیار ماریچ واسطه سوار کنید.



شکل ۲۹-۱۰

● **قرار دادن کله‌گی دستگاه فرز تحت زاویه تنظیم**  
 - مهره‌های کله‌گی را به وسیله آچار باز کنید.  
 - کله‌گی را تحت زاویه لازم قرار دهید.  
 - به وسیله ساعت اندازه‌گیری درست بودن کله‌گی را کنترل کنید.

- پس از اطمینان از تنظیم بودن زاویه، پیچ و مهره‌های کله‌گی را مجدداً محکم کنید (شکل ۲۹-۱۰).



شکل ۳۰-۱۰

● **تراشیدن اولین شیار مارپیچ**

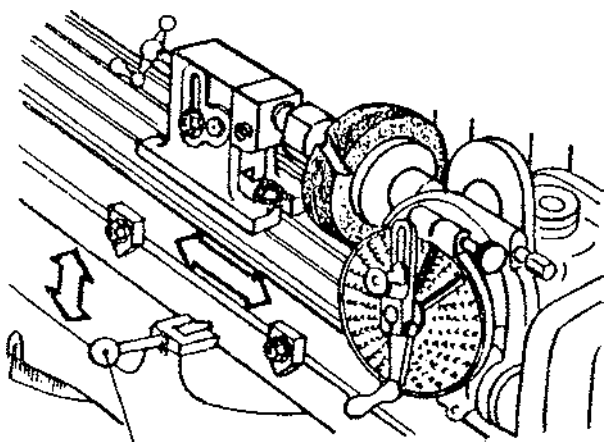
- دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.  
 - تیغه فرز را در بالاترین قوس قطعه کار مماس کنید تا کاملاً در مرکز دنده قرار گیرد.

- ورنیه عرضی را روی صفر قرار داده و میز عرضی را کمی به عقب ببرید و میز طولی ماشین فرز را از به انتهای کار برده و نسبت به عمق محاسبه شده توسط میز عرضی بار بدهید (شکل ۳۰-۱۰).

- دستگاه را در اتومات قرار داده و شیار اول دندانه را بتراشید.

- پس از اتمام شیار اول میز عرضی را یک دور کامل به عقب برگردانید تا لقی، بین دنده‌ها باعث گشاد شدن شیار نگردد.  
 - میز طولی را به عقب برگردانید و ورنیه میز عرضی را در عمق لازم قرار دهید (شکل ۳۱-۱۰).

توجه: در تمام مراحل حتماً از مواد خنک‌کننده استفاده کنید.

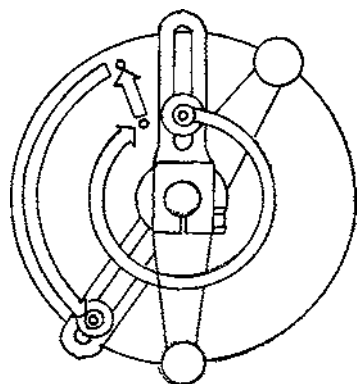


شکل ۳۱-۱۰

● **آماده کردن صفحه برای شیار بعدی**

- شیطانک را از سوراخ خارج کرده و به اندازه دور محاسبه شده دسته را بگردانید و مجدداً شیطانک را در سوراخ تعیین شده قرار دهید.

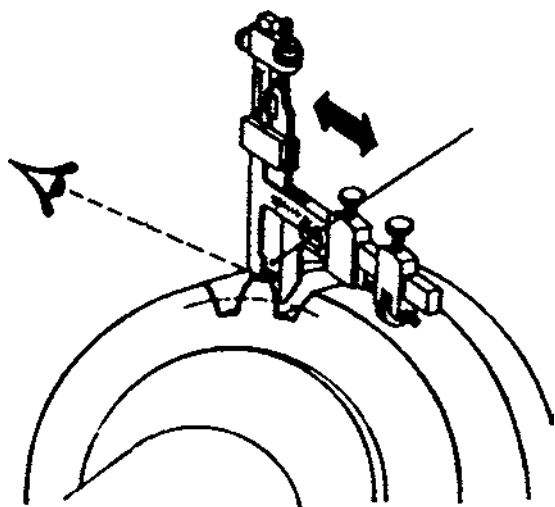
- دستگاه را به جلو آورده و اهرم اتومات را به کار اندازید.  
 - پس از تنظیم عمق لازم برش شیار بعدی را ادامه دهید (شکل ۳۲-۱۰).



شکل ۳۲-۱۰

### ● کنترل اولین دنده

- کولیس دنده سنج را برای اندازه گیری تنظیم کنید.
- در صورتی که به اندازه لازم رسیده بود بقیه شیارها را بتراشید در غیر این صورت بار لازم را بدهید تا عمق دنده به اندازه اصلی برسد.
- توجه: در موقع اندازه گیری، شیارها باید کاملاً تمیز باشد تا دچار اشتباه نشوید (شکل ۱۰-۳۳).

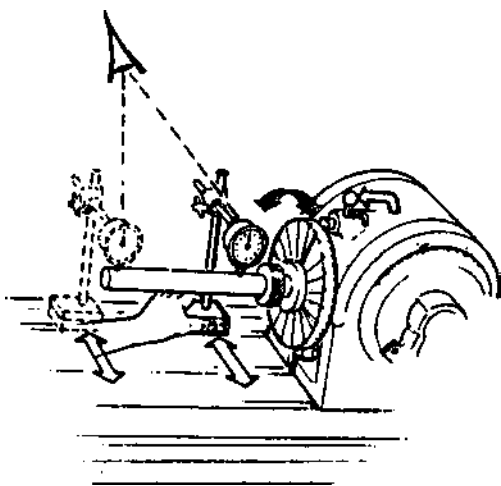


شکل ۳۳- ۱۰

### ۱۰-۴-۲- تراشیدن چرخ دنده های مارپیچ به وسیله

#### ماشین فرز افقی

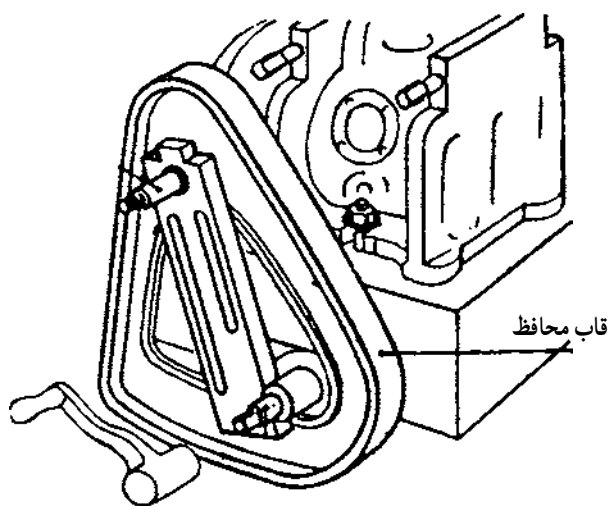
- قراردادن دستگاه تقسیم بر روی میز ماشین فرز
- با وسیله ای مطمئن دستگاه تقسیم را بلند کنید.
- دستگاه تقسیم را در انتهای میز ماشین فرز قرارداده و یا پیچ و مهره مخصوص ببندید.
- دستگاه تقسیم را در حالت افقی قرارداده و با ساعت اندازه گیری افقی بودن دقیق آن را کنترل کنید (شکل ۱۰-۳۴).



شکل ۳۴- ۱۰

### ● بستن قاب و صفحه نگهدارنده (شیاردار)

- دسته میله هدایت را باز کنید.
- قاب محافظ دنده ها را در محل تعیین شده ببندید.
- چرخ دنده های تعویضی را که قبلاً محاسبه کرده اید آماده کنید.
- صفحه شیاردار را در محل تعیین شده ببندید (شکل ۱۰-۳۵).



شکل ۳۵- ۱۰

● سوار کردن رابط‌های گیرنده دنده در روی صفحه

شیار دار ۲

– محورهای گیرنده دنده را نسبت به تعداد واسطه تعیین

کنید.

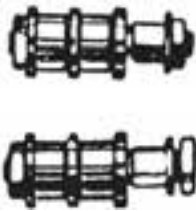
– محورها را از هر نظر کنترل کرده و معایب احتمالی آن

را برطرف کنید.

– بوش‌های محورها را باز کرده و روغن کاری کنید.

– محورها را در شیار صفحه شیاردار قرار داده و کمی

سفت کنید (شکل ۱۰-۳۶).



شکل ۱۰-۳۶

● سوار کردن چرخ دنده‌های محاسبه شده

– چرخ دنده‌های محاسبه شده را تمیز کرده و برای بستن

آماده کنید.

– چرخ دنده محرک را که در فرمول به A یا  $Z_1$  نشان داده

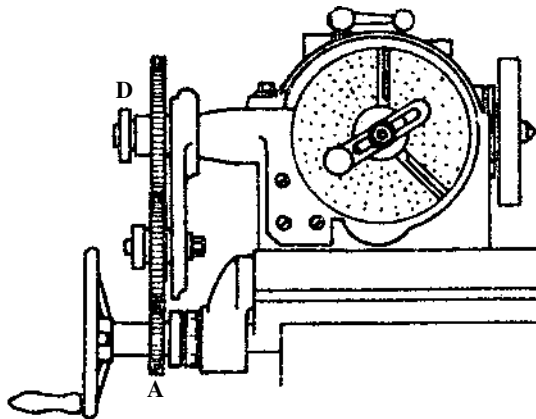
شده است روی محور میله هدایت سوار کنید.

– چرخ دنده D یا  $Z_4$  را روی میله دیفرانسیل سوار کنید.

– نسبت به چپ یا راست بودن جهت شیارها چرخ دنده‌های

واسطه را سوار کرده و چرخ دنده‌ها را با هم درگیر کنید

(شکل ۱۰-۳۷).



شکل ۱۰-۳۷

توجه: در صورتی که طول گام طوری بود که چرخ دنده‌های

محرک و متحرک مستقیماً به دست آمد چرخ دنده‌های واسطه بدون

محاسبه سوار می‌شود و معمولاً برای شیارهای راست دو واسطه

و برای شیارهای چپ یک واسطه مانند شکل ۱۰-۳۷ به طور

مستقیم سوار می‌شود ولی اگر طول گام طوری بود که چرخ دنده‌های

محرک و متحرک را نتوان مستقیماً به دست آورد و یا اصلاً چنین

چرخ دنده‌هایی در سری دنده‌های دستگاه موجود نباشد باید صورت

و مخرج کسر اصلی را تجزیه نمود و چرخ دنده‌های جدیدی از آن

به دست آورد و به جای  $\frac{A}{D}$  نسبت  $\frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$  را در سوار کردن

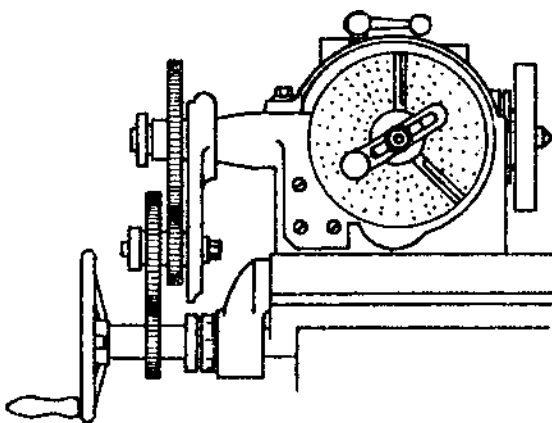
چرخ دنده‌ها در نظر گرفت.

طریقه سوار کردن آن‌ها به صورت N معکوس می‌باشد.

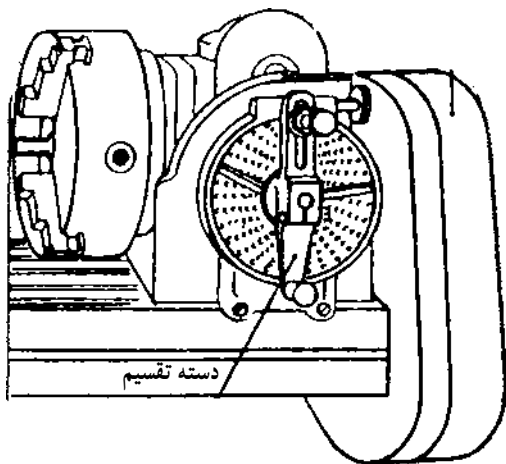
$$\frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$$

سپس نسبت به راست یا چپ بودن شیار واسطه اضافی

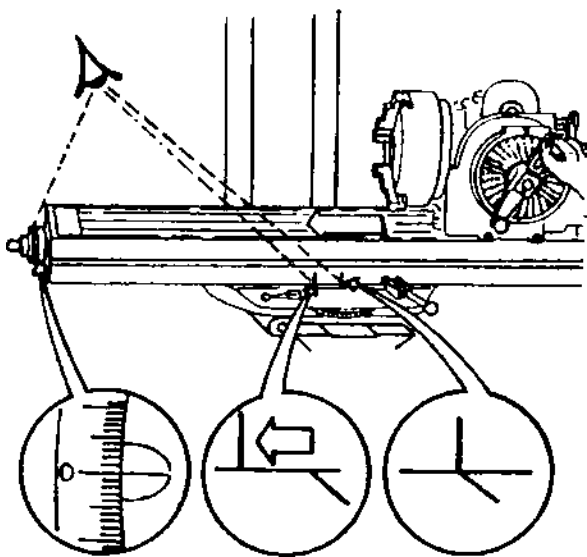
سوار کنید (شکل ۱۰-۳۸).



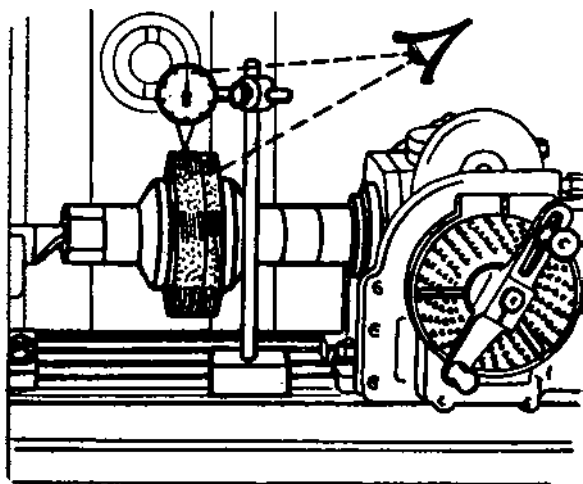
شکل ۱۰-۳۸



شکل ۳۹-۱۰



شکل ۴۰-۱۰



شکل ۴۱-۱۰

– درب قاب محافظ دنده‌ها را ببندید.

– دنده‌ها را به وسیله میز طولی یا دسته چرخ حلزون که با صفحه سوراخ دار درگیر است بگردانید تا مطمئن شوید که بیش از حد لازم خلاصی نداشته باشد و به راحتی نیز بچرخد.

– درجه ورنیه طولی را روی عدد صفر میزان کنید (شکل

۳۹-۱۰).

### ● امتحان طول گام ماریچ

– در حالی که ورنیه طولی میز روی صفر میزان است

به وسیله یک مداد روی بدنه ثابت و میز طولی خطی بکشید.

– دسته میز طولی را بچرخانید تا سه نظام دستگاه تقسیم

یک دور کامل بچرخد.

– پس از آن تغییر میز طولی را نسبت به خط کشیده شده و

خط بعدی اندازه بگیرید (شکل ۴۰-۱۰).

– در صورت درست بودن اندازه بقیه عملیات را دنبال

کنید و چنانچه اشتباه بود مجدداً محاسبات را انجام دهید و چرخ دنده‌های سوار شونده را کنترل کنید.

توجه: در مواقعی که گام کم و زاویه ماریچ زیاد است

دستگاه را در اتومات قرار دهید زیرا فشار بیش از حدی به دستگاه

و دنده‌های اتومات وارد می‌شود. در این حالت بهتر است با

دست دسته لنگ صفحه تقسیم را در حالی که شیطانک که در

داخل سوراخ صفحه تقسیم است بگردانید تا میز طولی به اندازه

دلخواه تغییر نماید.

### ● بستن و تنظیم چرخ دنده تراشیده شده در روی

#### دستگاه تقسیم

– چرخ دنده تراشیده شده را در روی درن (میل دنده) مناسبی

سوار کنید مشروط بر آن که در قسمتی سوار شده باشد که در

حین کار تیغه فرز به مانعی برخورد نکند.

– مخروط میل محور را تمیز کرده و در قسمت مخروط

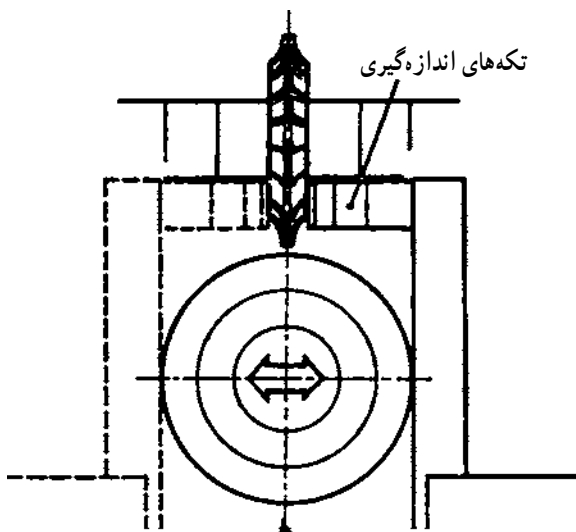
دستگاه تقسیم جا بزنید.

– سر دیگر میل محور را در مرغک دستگاه جا بزنید.

– به وسیله ساعت اندازه گیری دور بودن دنده را کنترل کنید

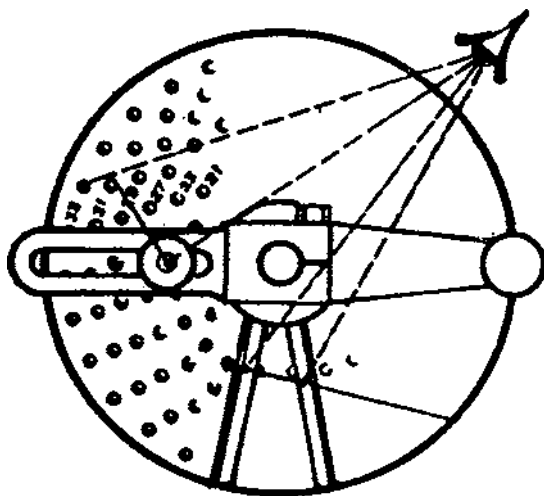
و معایب احتمالی را برطرف کنید (شکل ۴۱-۱۰).





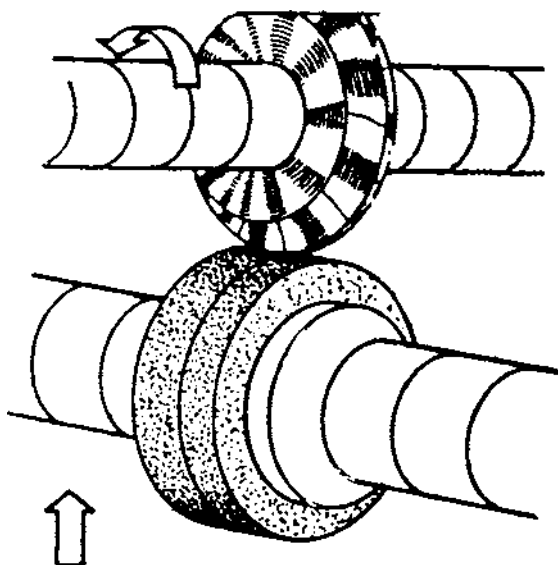
شکل ۴۲-۱۰

- **طریقه بستن و تنظیم تیغه فرز در روی میل فرز**
- تیغه فرز محاسبه شده را آماده کنید.
- میل فرز مناسبی انتخاب کرده و به محور اصلی دستگاه ببندید.
- تیغه فرز را مانند شکل در مرکز دنده تراشیده شده قرار دهید.
- کشوی عرضی دستگاه را قفل کنید.
- ورنیه عرضی را در روی صفر قرار دهید (شکل ۴۲-۱۰).



شکل ۴۳-۱۰

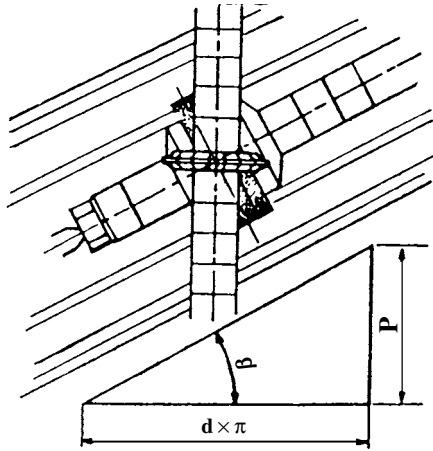
- **انتخاب صفحه تقسیم و بستن آن در روی دستگاه تقسیم**
- صفحه تقسیم محاسبه شده را آماده کنید.
- صفحه تقسیم را روی محور پیچ حلزون قرار داده و آن را ببندید.
- شیطانک را در ردیف سوراخ محاسبه شده قرار داده و سعی کنید که در سوراخ کاملاً آزاد باشد.
- قیچی را نسبت به سوراخ‌های محاسبه شده تنظیم کنید (شکل ۴۳-۱۰).



شکل ۴۴-۱۰

- **تنظیم عمق بار**
- تیغه فرز را در بالاترین قوس دایره دنده تراشیده شده قرار دهید.
- مقدار مسافتی را که باید قطعه کار جابه‌جا شود به وسیله‌ی بست‌های تنظیم کننده میزان کنید.
- چرخ‌دنده‌های تعویضی را از نظر نداشتن لقی بیش از حد، مجدداً کنترل کنید (شکل ۴۴-۱۰).

ایمنی: قاب محافظ دنده‌ها باید حتماً بسته شده باشد.



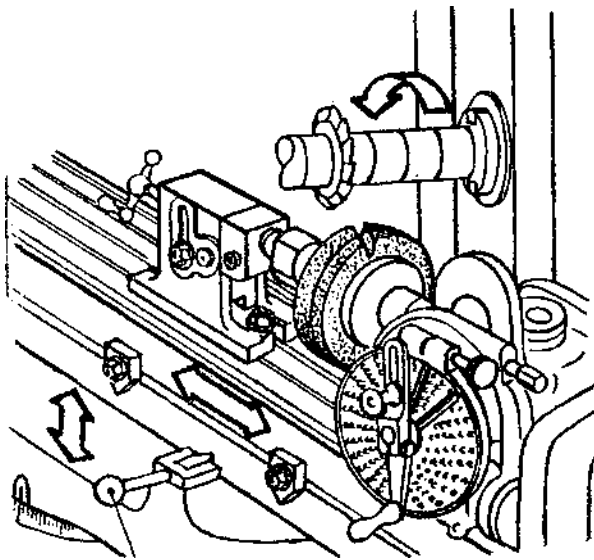
شکل ۴۵-۱۰

### ● قراردادن میز تحت زاویه لازم

- میز طولی را تحت زاویه لازم قرار دهید.
- زاویه تنظیم میز را به دقت کنترل کنید.
- میز را به دقت ببندید.
- در موقع پیش‌روی میز بین نگهدارنده صفحه تقسیم باید آزاد باشد (شکل ۴۵-۱۰).

### ● فرزکاری اولین شیار

- دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.
- تیغه فرز را در روی دنده تراشیده شده مماس کرده و ورنيه عمودی را روی صفر قرار دهید.
- تیغه فرز را از کار دور کرده و به اندازه عمق لازم بار بدهید.



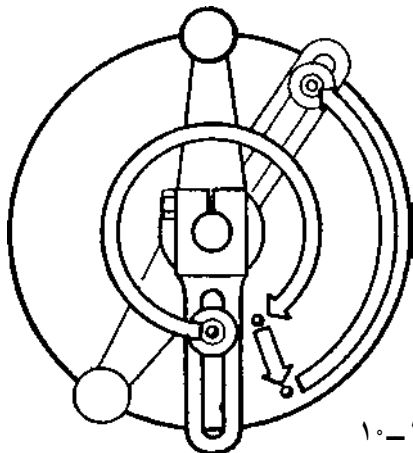
شکل ۴۶-۱۰

- با قراردادن دستگاه روی اتومات فرزکاری اولین شیار را کامل کنید (شکل ۴۶-۱۰).
- بعد از اتمام اولین شیار میز عمودی دستگاه تقسیم را پایین برده تا در موقع برگشت لقی مابین دنده‌ها باعث خرابی شیار نشود.
- میز طولی را برگردانید و لقی دنده‌ها را بگیرید.
- درجه اهرم عمودی دستگاه را در روی صفر که قبلاً علامت‌گذاری شده بود قرار دهید.
- در تمام طول تراشیدن شیارها از مواد خنک‌کننده استفاده کنید.

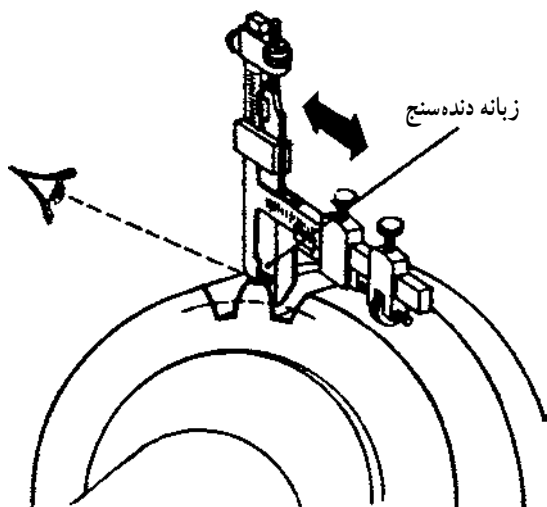
توجه: در صورتی که جنس قطعه کار سخت بود باید چند دفعه بار بدهید تا عمق شیار دنده کامل شود.

### ● آماده کردن صفحه برای شیار بعدی

- شیطانک را از سوراخ صفحه تقسیم خارج کرده و به اندازه‌ی دور لازم دسته تقسیم را بگردانید.
- شیطانک را در سوراخ تعیین شده قرار دهید.
- دستگاه را در حالت اتومات قرار دهید.
- فرزکاری دومین شیار را به اتمام برسانید.
- دستگاه را خاموش نمایید (شکل ۴۷-۱۰).



شکل ۴۷-۱۰



شکل ۴۸-۱۰

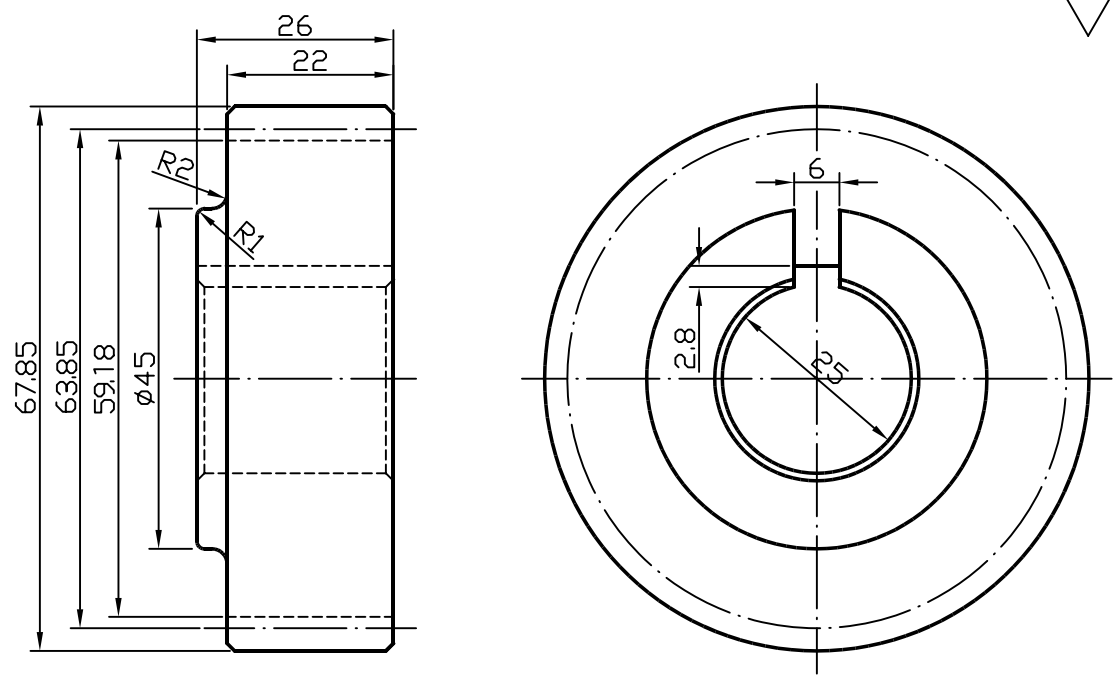
### ● کنترل اولین دنده

- شیارهای فرز کاری شده را تمیز کنید.
- کولیس دنده سنج مناسبی انتخاب کرده و برای اندازه گیری تنظیم کنید.
- دنده فرز کاری شده را کنترل کنید.
- معایب احتمالی را برطرف کنید.
- در صورت اندازه بودن عمق شیار دنده بقیه دنده ها را بتراشید (شکل ۴۸-۱۰).

### ۵-۱۰- کار عملی

برای کار عملی واحد کار دهم یک تمرین در نظر گرفته شده است. با مطالعه دقیقه نقشه و براساس مراحل اجرایی، عملیات فرز کاری چرخ دنده را با رعایت اندازه، کیفیت سطح و نکات ایمنی و حفاظتی انجام دهید.

12.5



$mn = 2\text{ mm}$   
 $\alpha_p = 20^\circ$   
 $z = 30$   
 $dk = 67 / 85\text{ mm}$   
 $h = 4 / 334\text{ mm}$   
 $d_o = 63 / 85\text{ mm}$   
 $\beta = 20^\circ$

وسایل و ابزارهای مورد نیاز  
 ۱- تیغه فرز مدولی ۲ میلی متر نمبر ۸ و با زاویه فشار  $20^\circ$   
 ۲- دستگاه تقسیم اونورسال

وسایل اندازه گیری  
 ۱- کولیس دنده سنج  
 ۲- میکرومتر بشقابی ۰-۲۵mm  
 ۳- کولیس مرکب

جدول 7168 DIN					
اندازه	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400
f (ظریف)	$\pm 0.05$	$\pm 0.05$	$\pm 0.1$	$\pm 0.15$	$\pm 0.2$
m (متوسط)	$\pm 0.1$	$\pm 0.1$	$\pm 0.2$	$\pm 0.3$	$\pm 0.5$
g (خشن)	$\pm 0.15$	$\pm 0.2$	$\pm 0.5$	$\pm 0.8$	$\pm 1.2$

-	4	-	قطعه‌ی تراشکاری شده	St37	10	1
شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه‌ی مواد اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره تمرین
مقیاس 1:1		هدفهای آموزشی: فرزکاری چرخ دنده های مارپیچ به وسیله تیغه فرز مدولی				زمان: ۱۶ ساعت
						درجه تیرانس m

● قبل از شروع به عملیات فرزکاری لازم است عوامل موردنیاز در فرزکاری چرخ‌دنده را محاسبه کنید. این عوامل عبارتند از:

$$d_o = \frac{z \times mn}{\cos \beta} = \frac{30 \times 2}{\cos 2^\circ}$$

$$d_o = \frac{60}{0.9996} = 63.85$$

$$d_o = 63.85$$

قطر متوسط

– قطر متوسط چرخ‌دنده

$$dk = d_o + 2mn$$

$$dk = 63.85 + 2(2)$$

$$dk = 63.85 + 4 = 67.85$$

$$dk = 67.85$$

قطر خارجی

– قطر خارجی چرخ‌دنده

$$h = 2 / 1.67 \times mn$$

$$h = 2 / 1.67 \times 2 = 4 / 334$$

$$h = 4 / 334$$

عمق دنده

$$nk = \frac{I}{z} = \frac{40}{z} = \frac{40}{30}$$

$$nk = \frac{4}{3} \times \frac{13}{13} = \frac{52}{39}$$

$$nk = 1 \frac{13}{39} \quad \text{مقدار گردش دسته تقسیم}$$

– از طریق محاسبه و جدول شماره ۱ این واحد کار

$$Ph = \frac{d_o \times \pi}{\text{tg} \beta} = \frac{63.85 \times 3.14}{0.36397}$$

$$Ph = \frac{200 / 59}{0.36397} = 551 / 118 \quad \text{گام ماریچ}$$

– گام پیچشی چرخ‌دنده

– چرخ‌دنده‌های تعویضی

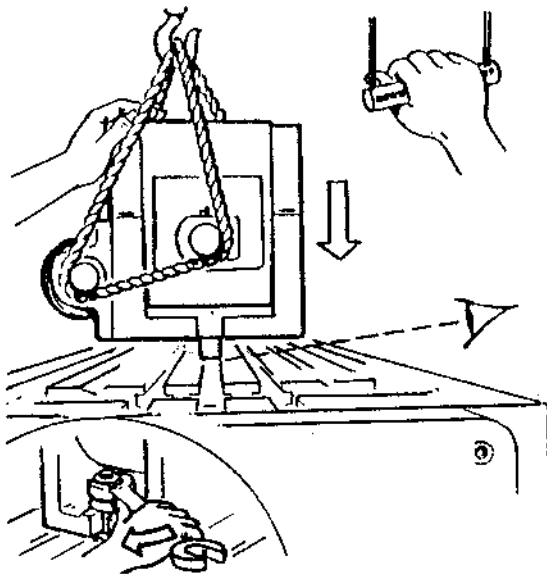
$$\frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$$

اگر به جدول چرخ‌دنده‌های تعویضی در همین واحد کار مراجعه کنید نزدیک‌ترین گام به گام محاسبه شده عدد ۵۵۰/۱ می‌باشد که در ردیف گام، پیچ هدایت مشاهده می‌شود.

پس چرخ‌دنده‌های تعویضی را به دست می‌آورید. حال نسبت به چپ یا راست بودن شیار چرخ‌دنده میز را تغییر داده و واسطه‌ها را نیز به دست می‌آورید.

$$\frac{40}{100} \times \frac{48}{44}$$

چرخ‌دنده‌های تعویضی



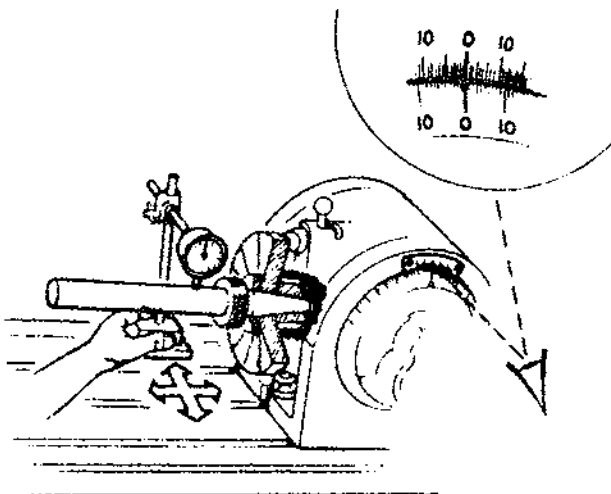
شکل ۴۹-۱۰

■ فرزکاری چرخ دنده ای ماریچی: برای فرزکاری چرخ دنده های ماریچ به ترتیب زیر عمل کنید:

- قرار دادن دستگاه تقسیم در روی میز ماشین فرز و بستن آن
- محل استقرار دستگاه تقسیم را کاملاً تمیز کنید.
- دستگاه تقسیم را توسط جرثقیل بلند کرده و پس از تمیز کردن زیر آن در روی میز قرار دهید.
- پیچ های T فرم را در محل خود قرار داده و دستگاه تقسیم را ببندید (شکل ۴۹-۱۰).

#### ● قرار دادن دستگاه تقسیم در حالت افقی

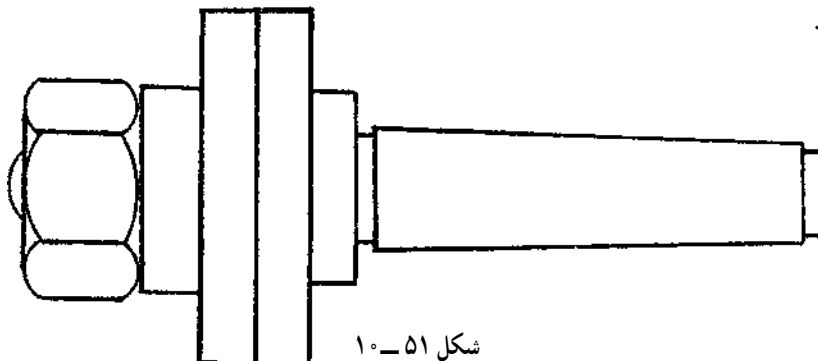
- صفحه مدرج دستگاه تقسیم را کاملاً در روی صفر قرار دهید.
- به وسیله میله محور و ساعت اندازه گیری افقی بودن دستگاه تقسیم را کاملاً کنترل کنید.
- در صورت موازی نبودن محور معایب آن را برطرف کنید (شکل ۵۰-۱۰).



شکل ۵۰-۱۰

#### ● انتخاب میل دنده مناسب

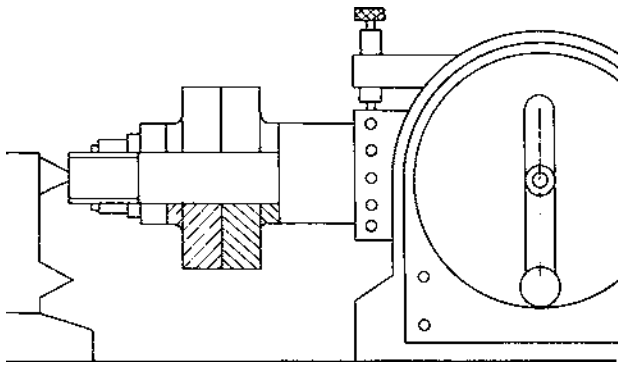
- نسبت به نوع دنده میل دنده مناسبی انتخاب کنید.
- پس از باز کردن سه نظام دستگاه تقسیم محور را کاملاً تمیز کنید.
- دنباله مخروطی محور میل دنده را در محل تعیین شده جا بزنید (شکل ۵۱-۱۰).



شکل ۵۱-۱۰

● بستن و تنظیم چرخ‌دنده‌ها روی میل‌دنده

- چرخ‌دنده مورد نظر را در روی میل‌دنده قرار دهید.
- به وسیله واشر و مهره چرخ‌دنده‌ها را به‌طور موقت ببندید.

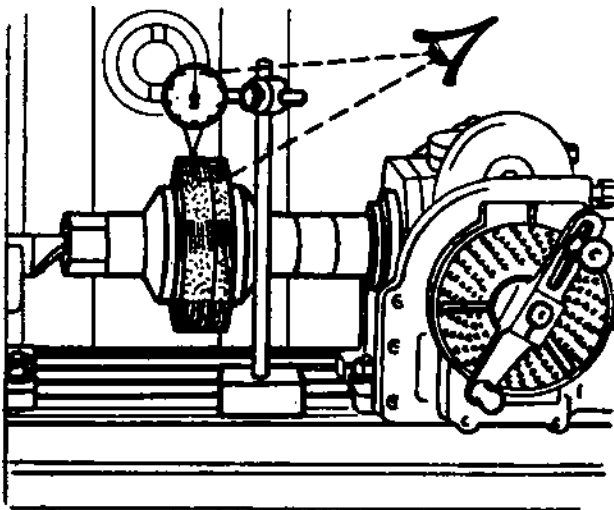


شکل ۵۲-۱۰

- دستگاه مرغک را جلو آورده تا سر مرغک در جای مرغک میل‌دنده قرار گیرد.
- به وسیله یک آچار مناسب مهره را محکم ببندید تا چرخ‌دنده‌ها در محل خود به خوبی بسته شود (شکل ۵۲-۱۰).

● کنترل دور بودن چرخ‌دنده‌ها

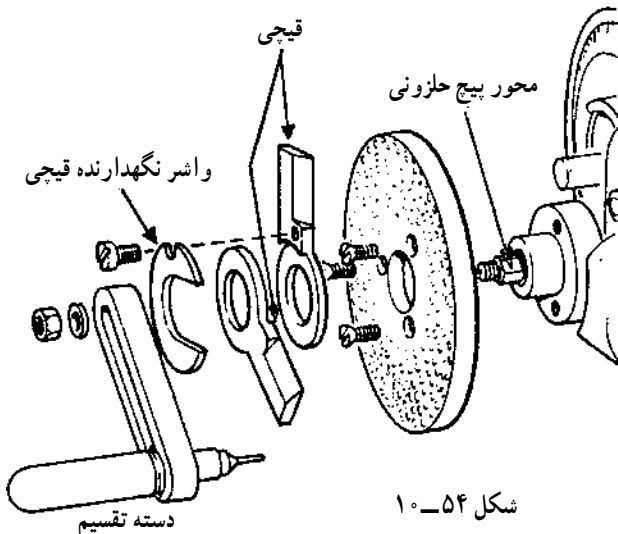
- ساعت اندازه‌گیری مناسبی انتخاب کنید.
- پایه ساعت اندازه‌گیری را در روی میز ماشین فرز قرار دهید.
- میله لمس‌کننده ساعت اندازه‌گیری را در بلندترین قسمت خارجی چرخ‌دنده‌ها تماس کنید.
- با گرداندن دسته تقسیم دور بودن چرخ‌دنده‌ها را کنترل کنید (شکل ۵۳-۱۰).



شکل ۵۳-۱۰

● بستن و تنظیم صفحه تقسیم در روی دستگاه تقسیم

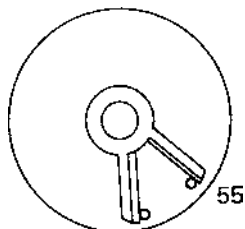
- صفحه تقسیم متناسبی انتخاب کنید.
- صفحه تقسیم را در روی محور پیچ حلزون قرار داده و آن را ببندید.
- پرگار را در روی صفحه قرار دهید.
- دسته تقسیم را در روی محور پیچ حلزون سوار کنید.
- موشک دسته تقسیم را در ردیف سوراخ‌های محاسبه شده قرار دهید.
- دسته تقسیم را ببندید و پرگار را به اندازه لازم باز کنید (شکل ۵۴-۱۰).



شکل ۵۴-۱۰

$$nk = \frac{I}{Z} = \frac{40}{22} \div \frac{2}{2} = \frac{20}{11} = 1 \frac{9}{11}$$

$$\frac{9}{11} \times \frac{3}{3} = \frac{27}{33}$$



شکل ۵۵-۱۰

● محاسبات مربوط به مقدار گردش دسته تقسیم: برای

به دست آوردن مقدار گردش دسته تقسیم برای چرخ دنده مورد نظر از فرمول رویه رو استفاده می کنیم.

پس مقدار گردش دسته تقسیم برابر است با  $1 \frac{27}{33}$  فیچی

دستگاه تقسیم را تنظیم کنید (شکل ۵۵-۱۰).

### ● خط کشی مرکز قطعه کار

– کولیس پایه دار مناسبی انتخاب کنید.

– پایه کولیس را در روی میز دستگاه فرز قرار دهید.

– سوزن کولیس را در بالاترین قسمت کار مماس کنید و

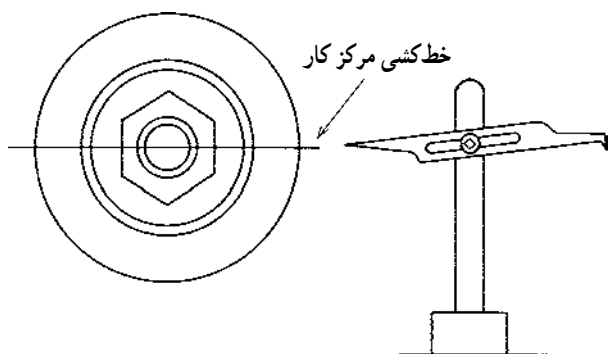
اندازه به دست آمده را یادداشت کنید.

– این اندازه را از شعاع قطعه کار کم کنید.

– یک طرف قطعه کار را خط کشی کنید.

– دسته تقسیم را  $20^\circ$  دور بگردانید و طرف دیگر قطعه کار

را نیز خط کشی کنید (شکل ۵۶-۱۰).



شکل ۵۶-۱۰

### ● قراردادن تیغه فرز در مرکز چرخ دنده

– تیغه فرز محاسبه شده را در روی میل فرز ببندید.

– دسته تقسیم را  $10^\circ$  دور بگردانید تا خط کشیده شده بر

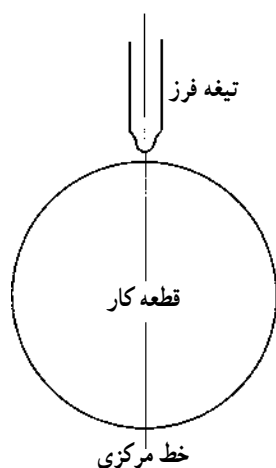
سطح میز عمود شود.

– با جابه جا کردن میز عرضی ماشین فرز تیغه فرز را در

مرکز خط قرار دهید.

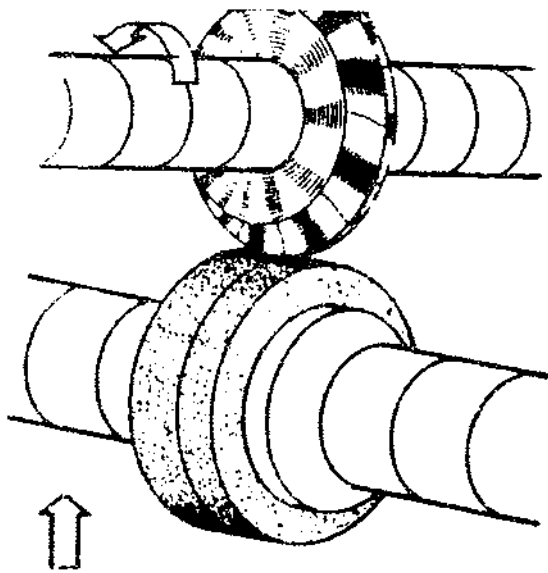
– ورنیه عرضی را روی صفر قرارداده و میز را قفل کنید

(شکل ۵۷-۱۰).



شکل ۵۷-۱۰



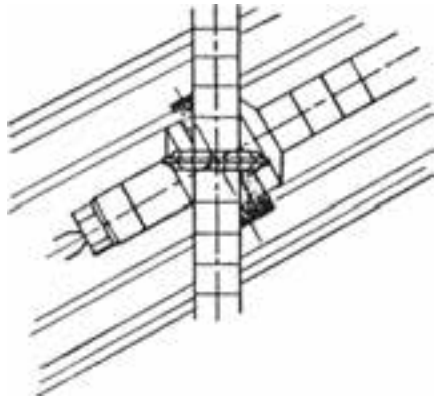


شکل ۵۸-۱۰

### ● تنظیم عمق بار

- تیغه فرز را در بالاترین قوس دایره دنده تراشیده شده قرار دهید.
- مقدار مسافتی را که باید قطعه کار جابه‌جا شود به وسیله بست‌های تنظیم کننده میزان کنید.
- چرخ‌دنده‌های تعویضی را از نظر نداشتن لقی بیش از حد مجدداً کنترل کنید (شکل ۵۸-۱۰).

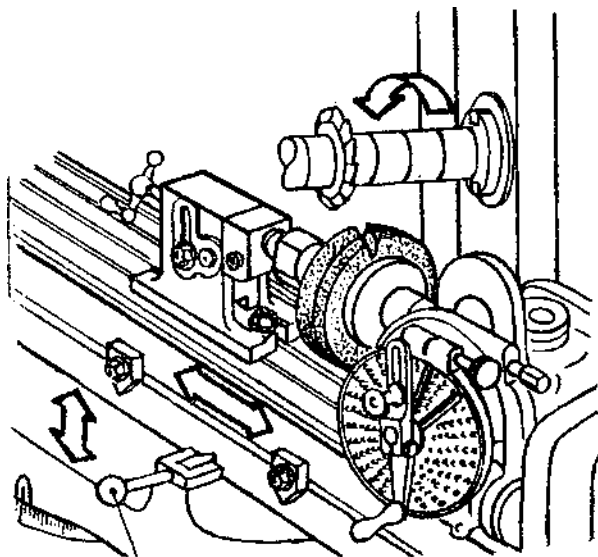
ایمنی: قاب محافظ دنده‌ها باید حتماً بسته شده باشد.



شکل ۵۹-۱۰

### ● قراردادن میز تحت زاویه لازم

- میز طولی را تحت زاویه لازم قرار دهید.
- زاویه تنظیم میز را به دقت کنترل کنید.
- میز را به دقت ببندید.
- در موقع پیشروی میز بین نگهدارنده صفحه تقسیم باید آزاد باشد (شکل ۵۹-۱۰).



شکل ۶۰-۱۰

### ● فرزکاری اولین شیار

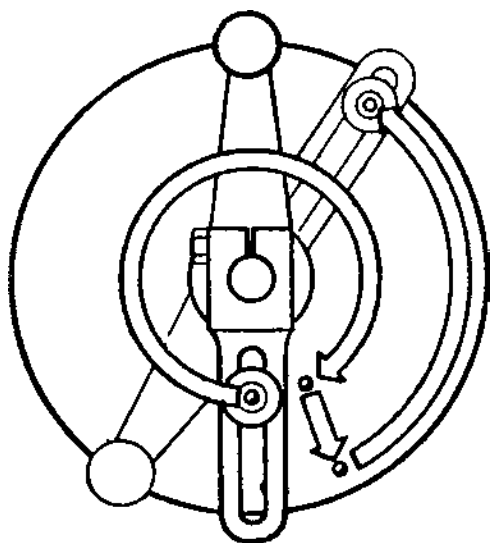
- دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.
- تیغه فرز را در روی دنده تراشیده شده مماس کرده و ورثه عمودی را روی صفر قرار دهید.
- تیغه فرز را از کار دور کرده و به اندازه عمق لازم بار دهید.
- با قراردادن دستگاه در حالت اتومات اولین شیار را به اتمام برسانید (شکل ۶۰-۱۰).
- بعد از اتمام اولین شیار میز عمودی دستگاه تقسیم را پایین برده تا در موقع برگشت لقی بین دنده‌ها باعث خرابی شیار نشود.

– میز طولی را برگردانید و لقی دنده‌ها را بگیرید.  
 – درجه اهرم عمودی دستگاه را در روی صفر که قبلاً علامت‌گذاری شده بود قرار دهید.  
 – در تمام طول تراشیدن شیارها از مواد خنک‌کننده استفاده کنید.

توجه: در صورتی که جنس قطعه کار سخت بود باید چند دفعه بار بدهید تا عمق شیار دنده کامل شود.

#### ● آماده‌کردن صفحه برای شیار بعدی

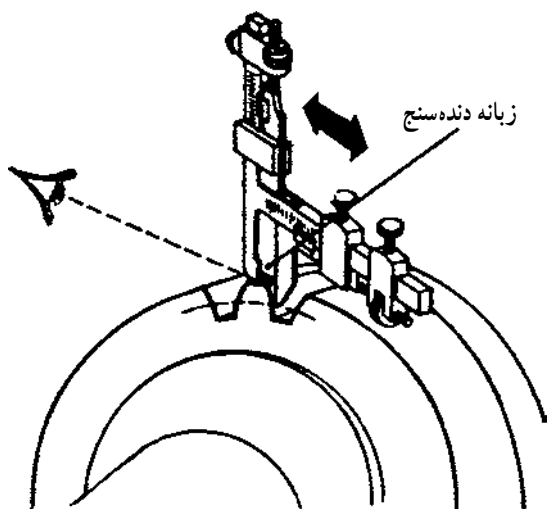
– شیطانک را از سوراخ صفحه تقسیم خارج کرده و به اندازه دور لازم دسته تقسیم را بگردانید.  
 – شیطانک را در سوراخ تعیین شده قرار دهید.  
 – دستگاه را در حالت اتومات قرار دهید.  
 – فرز کاری دومین شیار را به اتمام برسانید.  
 – دستگاه را خاموش نمایید (شکل ۶۱-۱۰).



شکل ۶۱-۱۰

#### ● کنترل اولین دنده

– شیارهای فرز کاری شده را تمیز کنید.  
 – کولیس دنده‌سنج مناسبی انتخاب کرده و برای اندازه‌گیری تنظیم کنید.  
 – دنده فرز کاری شده را کنترل کنید.  
 – معایب احتمالی را برطرف کنید.  
 – در صورت اندازه بودن عمق شیار دنده بقیه دنده‌ها را تراشید (شکل ۶۲-۱۰).



شکل ۶۲-۱۰

## آزمون پایانی (۱۰)

۱- در روی میله‌ای به قطر  $5^\circ$  میلی متر باید یک شیار مارپیچ با زاویه  $2^\circ$  درجه ایجاد شود در صورتی که  $pt = 6\text{mm}$  میلی متر و  $I = 40:1$  باشد گام مارپیچ چند میلی متر است.

الف -  $46^\circ$       ب -  $48^\circ$       ج -  $60^\circ/2$       د -  $431/65$

۲- در روی میله‌ای به قطر  $2^\circ$  میلی متر باید یک شیار مارپیچ ایجاد شود در صورتی که  $pt = 6\text{mm}$  و  $I = 40:1$  و  $Ph = 60^\circ$  میلی متر باشد زاویه مارپیچ چند درجه است.

الف -  $8^\circ, 28'$       ب -  $5^\circ, 58'$       ج -  $3^\circ, 30'$       د -  $6^\circ, 20'$

۳- در یک چرخ دنده مارپیچ  $mn = 3\text{mm}$  و  $z = 65$  و  $\beta = 15^\circ$  می باشد در صورتی که نسبت دستگاه تقسیم  $I = 40:1$  و گام میله هدایت  $pt = 6$  میلی متر باشد گام بیچس چرخ دنده چند میلی متر است.

الف -  $118^\circ/6$       ب -  $222^\circ/68$       ج -  $208^\circ/20$       د -  $2367/44$

۴- قطر متوسط چرخ دنده مارپیچی با مشخصات  $m = 4\text{mm}$  و  $z = 60$  و  $\beta = 3^\circ$  چند میلی متر است.

الف -  $25^\circ$       ب -  $277/13$       ج -  $282/60$       د -  $200/83$

۵- در یک چرخ دنده مارپیچ  $d_o = 250\text{mm}$  و  $pt = 6\text{mm}$  و  $Ph = 180^\circ\text{mm}$  میلی متر می باشد زاویه تنظیم چند درجه است؟

الف -  $25^\circ, 40'$       ب -  $23^\circ, 34'$       ج -  $2^\circ, 30'$       د -  $3^\circ, 20'$

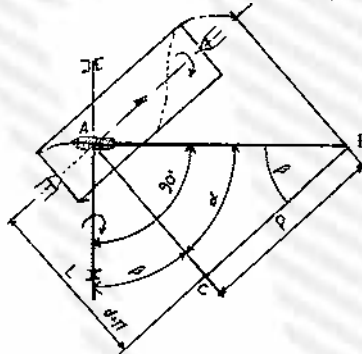
۶- مزایای چرخ دنده‌های مارپیچ را نسبت به چرخ دنده‌های ساده بنویسید.

۷- گام حقیقی و گام ظاهری را شرح دهید.

۸- در صورتی که گام میله هدایت ماشین فرز  $pt = 6\text{mm}$  و گام بیچشی چرخ دنده مارپیچی  $Ph = 213/8$  میلی متر باشد از جدول ضمیمه چرخ دنده‌های تعویضی را به دست آورید.

۹- مکانیزم گردش دستگاه تقسیم و میز جهت تراشیدن شیارهای مارپیچ را شرح دهید.

۱۰- در شکل روبه‌رو زاویه تنظیم را مشخص کنید.



صفحات سوراخ دار موجود

۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰-۲۱-۲۳-۲۷-۲۹-۳۱-۳۳-۳۷-۳۹-۴۱-۴۳-۴۷-۴۹

۲۴-۲۴-۲۸-۳۲-۴۰-۴۴-۴۸-۵۶-۶۴-۷۲-۸۶-۱۰۰      چرخ دنده‌های موجود

## واحد کار یازدهم

# توانایی فرزکاری قطعات با تقسیمات زاویه‌ای توسط دستگاه تقسیم

هدف کلی:

فرزکاری قطعات با تقسیم زاویه‌ای توسط دستگاه تقسیم

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- هدف از تقسیمات زاویه‌ای و کاربرد آن را شرح دهد.
- ۲- محاسبات مربوط به تقسیمات زاویه‌ای را انجام دهد.
- ۳- مقررات حفاظت و ایمنی را در هنگام کار رعایت نماید.
- ۴- قطعات را از طریق تقسیمات زاویه‌ای با دستگاه تقسیم فرزکاری کند.



ساعات آموزش

جمع	عملی	نظری
۱۴	۱۰	۴

## پیش آزمون (۱۱)

۱- منظور از تقسیمات زاویه‌ای چیست؟

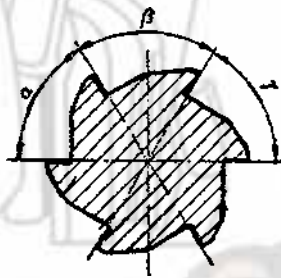
۲- در شکل روبه‌رو اگر  $\alpha = 58^\circ$  باشد مقدار گردش دسته تقسیم چند درجه است؟

الف -  $\frac{12}{27}$

ب -  $\frac{12}{27}$

ج -  $\frac{3}{18}$

د -  $\frac{5}{15}$



$\alpha = 58^\circ$

$\beta = 63^\circ$

$\gamma = 59^\circ$

۳- در شکل فوق اگر  $\beta = 63^\circ$  باشد مقدار گردش دسته تقسیم چند درجه است؟

الف -  $\frac{7}{27}$

ب -  $\frac{5}{18}$

ج -  $\frac{2}{27}$

د -  $\frac{2}{18}$

۴- در شکل فوق در صورتی که  $\gamma = 59^\circ$  باشد مقدار گردش دسته تقسیم کدام است.

الف -  $\frac{15}{27}$

ب -  $\frac{3}{18}$

ج -  $\frac{15}{18}$

د -  $\frac{3}{27}$

۵- طریقه بستن و تنظیم قطعه کار برای انجام عملیات سوراخ کاری یا زوایای مختلف را در روی دستگاه

تقسیم بنویسید.

صفحات موجود در ماشین فرز

۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰

۲۱-۲۲-۲۷-۲۹-۳۱-۳۳

۳۷-۳۹-۴۱-۴۳-۴۷-۴۹

## ۱۱-۱-۱ تقسیمات زاویه‌ای و کاربرد آن

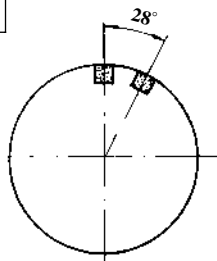
در مواقع لزوم می‌توان برای گرداندن قطعه کار تحت زوایای معینی از دستگاه تقسیم استفاده کرد. می‌دانیم که محیط دایره  $360^\circ$  درجه است و از طرفی نسبت دستگاه تقسیم معمولاً  $I = 40:1$  است یعنی به ازای گردش  $4^\circ$  دور دسته تقسیم سه نظام و در نتیجه قطعه کار بسته شده به آن یک دور کامل یا  $360^\circ$  درجه می‌گردد. حال برای یک درجه جابه‌جایی قطعه کار، دستگاه تقسیم باید به اندازه  $\frac{4^\circ}{36^\circ}$  دور بگردد مراحل زیر برای جابه‌جایی قطعه کار به اندازه  $\alpha$  درجه انجام می‌شود.

### ۱۱-۱-۱-۱ اصول محاسبات مربوط به تقسیمات

زاویه‌ای

$$nk = \frac{4^\circ}{36^\circ} = \frac{\alpha}{9^\circ} = \frac{\text{زاویه خواسته شده}}{\text{یک دور گردش دسته تقسیم}}$$

$$nk = \frac{\alpha}{9^\circ}$$



شکل ۱۱-۱

زاویه‌دادن قطعات بر حسب درجه: برای تقسیم زاویه‌ای

قطعات بر حسب درجه از رابطه روبه‌رو استفاده می‌کنیم.

مثال ۱: می‌خواهیم در روی صفحه‌ای دو شیار ایجاد

کنیم که زاویه محوری آن‌ها  $28^\circ$  درجه باشد. در صورتی که نسبت دستگاه تقسیم  $I = 40:1$  باشد مقدار گردش دسته تقسیم را محاسبه کنید (شکل ۱۱-۱).

$$\alpha = 28^\circ$$

$$nk = \frac{\alpha}{9^\circ}$$

$$nk = \frac{28}{9^\circ}$$

$$nk = \frac{28}{9^\circ} \times \frac{2}{2}$$

$$nk = \frac{56}{18}$$

$$nk = 3 \frac{2}{18}$$

مقدار گردش دسته تقسیم

چون صفحه ۱۸ سوراخ موجود است.

توجه: چون در روی صفحه ۹ سوراخ وجود ندارد بنابراین

صورت و مخرج کسر را در ۲ ضرب می‌کنیم تا صفحه مورد نظر به دست آید.

$$\alpha = 72^\circ$$

$$nk = \frac{\alpha}{9^\circ}$$

$$nk = \frac{72}{9^\circ} \times \frac{2}{2} = \frac{144}{18}$$

$$nk = \frac{144}{18} = 8$$

مقدار گردش دسته تقسیم

$$nk = 8$$

دور کامل

مثال ۲: می‌خواهیم در روی صفحه شیاردار ۵ سوراخ

ایجاد کنیم در صورتی که زاویه بین دو مرکز آن‌ها  $72^\circ$  باشد مقدار گردش دسته تقسیم را به روش تقسیمات زاویه‌ای محاسبه کنید.

یعنی دستگاه تقسیم را باید ۸ دور کامل بچرخانیم تا

خط‌المرکزین هر دو سوراخ به دست آید.

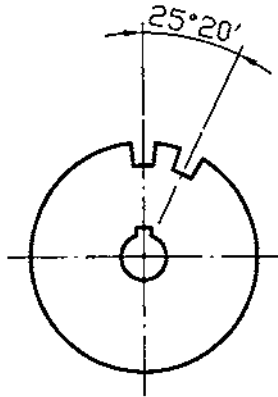
### ۱۱-۱-۲- تقسیم زاویه‌ای برحسب دقیقه:

برای تقسیم زاویه‌ای قطعات برحسب دقیقه توسط دستگاه تقسیم با نسبت ۱:۴۰ از فرمول روبه‌رو استفاده می‌کنیم.

در فرمول روبه‌رو  $\beta$  زاویه جابه‌جایی برحسب دقیقه و عدد (۵۴۰) مقدار دقیقه‌ای است که قطعه کار در هر دور گردش دسته تقسیم می‌تواند بگردد.

$$nk' = \frac{\beta}{9 \times 60} = \frac{\beta}{540'}$$

$$nk' = \frac{\beta}{540'}$$



شکل ۱۱-۲

مثال: می‌خواهیم در روی صفحه‌ای دو شیار ایجاد کنیم

که زاویه محوری آن‌ها ۲۰' و ۲۵° باشد. در صورتی که نسبت دستگاه تقسیم ۱:۴۰ باشد مقدار گردش دسته تقسیم را محاسبه کنید (شکل ۱۱-۲).

$$nk' = \frac{\beta}{540} = \frac{25 \times 60 + 20}{540}$$

$$nk' = \frac{1520}{540}$$

$$nk' = \frac{152}{54} \div \frac{2}{2} = \frac{76}{27} = 2 \frac{22}{27}$$

مقدار گردش دسته تقسیم

توجه: دسته تقسیم را باید دو دور و ۲۳ سوراخ از ردیف

۲۷ سوراخ بگردانیم.

### ۱۱-۱-۳- تقسیم زاویه‌ای برحسب ثانیه:

برای تقسیم زاویه‌ای قطعات برحسب ثانیه یا دستگاه تقسیم با نسبت ۱:۴۰ از رابطه روبه‌رو استفاده می‌کنیم.

$$nk' = \frac{\gamma}{540 \times 60} = \frac{\gamma}{32400}$$

$$nk' = \frac{\gamma}{32400}$$

در این رابطه  $\gamma$  زاویه خواسته شده برحسب ثانیه و ۳۲۴۰۰

مقدار یک‌دور گردش دسته تقسیم برحسب ثانیه می‌باشد.

ثانیه  $\gamma = 3240$

$$nk' = \frac{\gamma}{32400}$$

$$nk' = \frac{3240}{32400} = \frac{1}{10}$$

$$nk' = \frac{1}{10} \times \frac{2}{2} = \frac{2}{20} \text{ مقدار گردش دسته تقسیم}$$

مثال: می‌خواهیم در روی صفحه‌ای دو سوراخ ایجاد

کنیم که فاصله خط‌المركزین آن‌ها ۳۲۴۰ ثانیه باشد؛ مقدار گردش دسته تقسیم را محاسبه کنید.

توجه: دسته تقسیم را باید ۲ سوراخ از ردیف ۲۰ سوراخ

جابه‌جا کنیم تا خط‌المركزین دو خط به‌دست آید.