

# فصل

## ۷

### تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل زوایا

هدف‌های رفتاری : در این فصل فراگیر زاویه‌سنج‌های ساده، ورنیه‌دار، ساعتی، دیجیتالی، خط‌کش سینوسی و گونیا را می‌شناسد و با نحوهٔ درجه‌بندی و کاربردهایشان آشنا می‌شود، به‌گونه‌ای که در پایان آن می‌تواند:

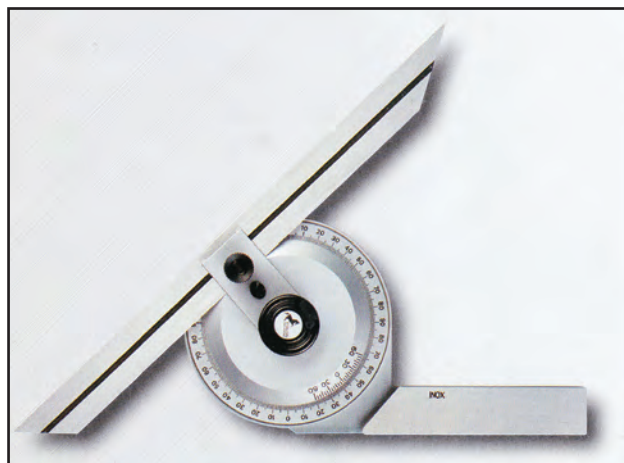
- ۱- زاویه‌سنج ساده را توصیف کند.
- ۲- زاویه‌سنج اونیورسال با قابلیت تفکیک پنج دقیقه را شرح دهد.
- ۳- روش درجه‌بندی زاویه‌سنج‌ها را شرح دهد.
- ۴- روش خواندن زاویه‌سنج‌ها را شرح دهد.
- ۵- خط‌کش سینوسی را شرح دهد.
- ۶- کاربرد و روش استفادهٔ خط‌کش سینوسی را بیان کند.
- ۷- انواع گونیاها را شرح دهد.
- ۸- گونیای مرکب را توصیف کند.

#### عناوین این فصل عبارتند از :

- ✓ زاویه‌سنج
- ✓ خط‌کش سینوسی
- ✓ گونیا
- ✓ گونیای مرکب

## زاویه‌سنج‌ها

زاویه‌سنج‌ها تجهیزات اندازه‌گیری هستند که از آنها برای تعیین اندازه زوایای قطعات و همچنین انتقال اندازه از روی زاویه‌سنج به قطعه کار استفاده می‌شود. زاویه‌سنج‌ها جزو وسایل اندازه‌گیری بوده و فاقد رده‌بندی هستند (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷- زاویه‌سنج

## قابلیت تفکیک و گستره اندازه‌گیری

**۱- قابلیت تفکیک:** زاویه‌سنج‌های ساده و ورنیه‌دار با قابلیت تفکیک ۱ درجه، ۵ دقیقه و ۲ دقیقه ساخته می‌شوند.

**۲- گستره اندازه‌گیری:** اندازه‌گیری زوایا تا  $180^\circ$  درجه به روش مستقیم و غیر مستقیم و تا  $360^\circ$  درجه به روش غیر مستقیم و با استفاده از قاعده زوایای متمم و مکمل است. بنابراین با آنها می‌توان مقدار زوایا با اندازه‌های مختلف و فرم‌های مختلف را تعیین نمود.

**زاویه‌سنج ساده:** زاویه‌سنج‌های ساده معمولاً با قابلیت تفکیک ۱ درجه ساخته می‌شوند. آنها دارای ساختمان و سیستمی ساده‌اند و کار کردن با آنها نیز آسان است.

## ساختمان

این زاویه‌سنج تشکیل شده از:

۱- پایه

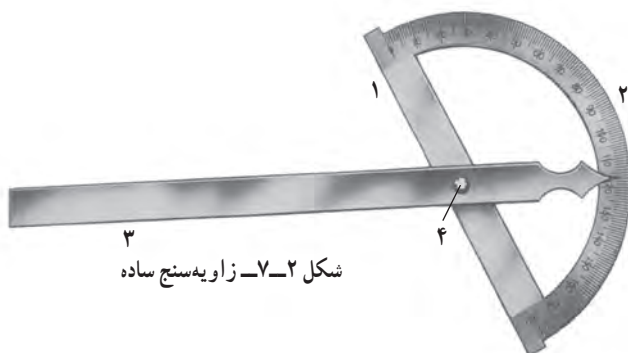
۲- نقاله با قابلیت تفکیک یک درجه و گستره اندازه‌گیری ( $0^\circ-180^\circ$ ) درجه

۳- تیغه، که ممکن است ساده و یا دارای درجه‌بندی میلی‌متری یا اینچی باشد.

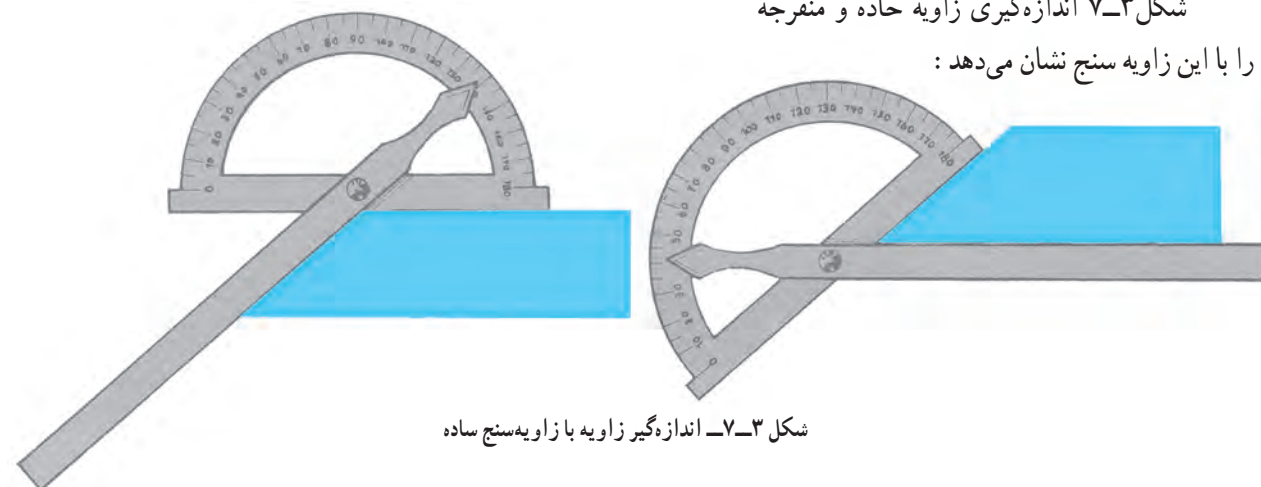
۴- پین یا پیچ اتصال

شکل ۳-۷ اندازه‌گیری زاویه حاده و منفرجه

را با این زاویه‌سنج نشان می‌دهد:



شکل ۲-۷- زاویه‌سنج ساده



شکل ۳-۷- اندازه‌گیر زاویه با زاویه‌سنج ساده

**روش خواندن:** ضمن رعایت اصول و قواعد اندازه‌گیری و کار با زاویه‌سنج، که در ادامه این فصل شرح داده خواهد شد،

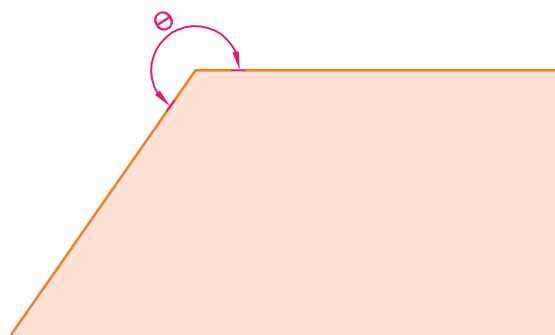
مطابق زیر عمل می‌کنیم:

■ با در نظر گرفتن موقعیت نُک تیغه روی درجه‌بندی نقاله، مقدار زاویه مستقیماً از روی نقاله زاویه‌سنج خوانده می‌شود.

**توجه:** زاویه‌ای که از روی زاویه‌سنج خوانده می‌شود زاویه داخلی قطعه کار است و چنانچه هدف اندازه‌گیری زاویه خارجی

شکل باشد لازم است مقدار خوانده شده از  $360^\circ$  درجه کم شود.

### مثال



شکل ۴-۷- اندازه‌گیری زاویه منفرجه

برای اندازه‌گیری زاویه  $\theta$  در شکل ۴-۷  
نُک تیغه زاویه‌سنج روی عدد ۱۱۳ درجه قرار دارد.  
مقدار زاویه  $\theta$  چند درجه است؟

**جواب:** با توجه به این که  $\theta$  زاویه خارجی  
قطعه است بنابراین:

$$\text{درجه } \theta = 360^\circ - 113 = 247$$

### مثال



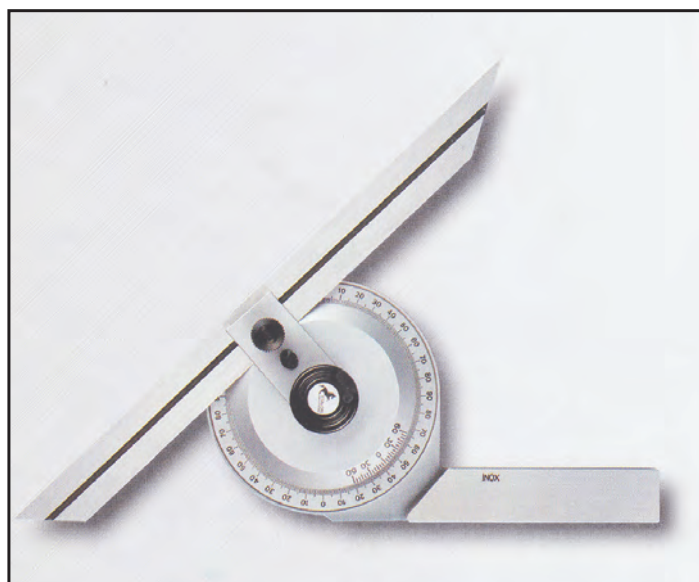
شکل ۵-۷- اندازه‌گیری زاویه حاده

برای اندازه‌گیری زاویه  $\theta$  در شکل ۵-۷  
نُک تیغه زاویه‌سنج روی عدد ۸۴ درجه نقاله قرار  
دارد. مقدار زاویه چند درجه است؟

**جواب:** با توجه به این که  $\theta$  زاویه داخلی  
قطعه است بنابراین:

$$\text{درجه } \theta : 84$$

**زاویه‌سنج با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه:** قابلیت تفکیک این زاویه‌سنج‌ها ۵ دقیقه و به عبارتی  $\frac{1}{12}$  درجه است. بنابراین، دقت آن دوازده بار از زاویه‌سنج ۱ درجه بیشتر است و برای اندازه‌گیری زاویه قطعات با دقت‌های بالاتر استفاده می‌شود. مضاف بر این که با ساختمانی که این نوع زاویه‌سنج‌ها دارند دامنه کاربریشان در اندازه‌گیری انواع زوایا افزایش پیدا کرده و به زاویه‌سنج اونیورسال نیز معروف شده‌اند (شکل ۶-۷).



شکل ۶-۷- زاویه‌سنج با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه

**ساختمان:** این نوع زاویه‌سنج‌ها معمولاً از قسمت‌های زیر تشکیل شده‌اند:

– بدنه

– پایه

– نقاله با قابلیت تفکیک ۱ درجه و گستره اندازه‌گیری ۳۶۰ درجه، به صورت چهار ناحیه ۹۰ درجه‌ای

– ورنیه ۱۲ قسمتی، به صورت دو طرفه (۱۲ قسمت در جهت عقربه‌های ساعت و ۱۲ قسمت در جهت خلاف عقربه‌های

ساعت) یا بعضاً یک طرفه

– پیچ قفل ورنیه

– ذره‌بین

– درپوش

– چرخ‌دنده (که در پشت درپوش و در داخل محفظه پیش‌بینی شده قرار دارد).

– نگه‌دارنده تیغه

– تیغه کوچک و بزرگ

– بازوی کمکی

لازم به یادآوری است که اجزای فوق قسمت‌های عمومی زاویه‌سنج بوده و ممکن است این اجزا در زاویه‌سنج‌های ساخته شده

توسط کارخانجات مختلف متفاوت باشد.

**نحوه درجه‌بندی:** این زاویه‌سنج‌ها به ورنیه مجهزند و روش درجه‌بندی آن‌ها مشابه کولیس‌های ورنیه‌دار است، به این صورت

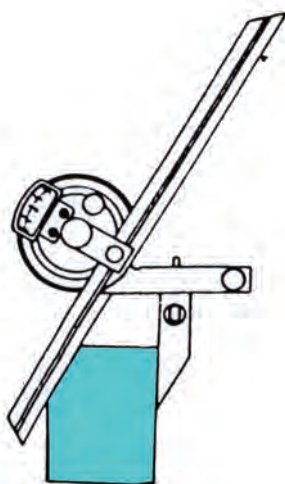
که مقدار مشخصی از نقاله انتخاب گردیده و روی ورنیه به تعداد فواصل مساوی تقسیم شده است. نقاله زاویه‌سنج‌های اونیورسال با

قابلیت تفکیک ۵ دقیقه معمولاً ۳۶۰ قسمتی در چهار بخش ۹۰ درجه‌ای است که هر واحد آن معرف ۱ درجه است. روش درجه‌بندی

مطابق جدول ۱-۷ است:

جدول شماره ۱-۷- روش درجه بندی زاویه سنج با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه

ردیف	عوامل مؤثر بر درجه بندی	طرح ۱	طرح ۲
۱	قابلیت تفکیک نقاله	۱°	۱°
۲	مقیاس انتخاب شده	۱۱°	۲۳°
۳	تعداد تقسیمات ورنیه	۱۲	۱۲
۴	قابلیت تفکیک ورنیه	$۱۱ \div ۱۲ = \frac{۱۱}{۱۲} = ۵۵'$	$۲۳ \div ۱۲ = \frac{۲۳}{۱۲} = ۱۱۵'$
۵	قابلیت تفکیک زاویه سنج	$۱ - \frac{۱۱}{۱۲} = \frac{۱}{۱۲} = ۵'$	$۲ - \frac{۲۳}{۱۲} = \frac{۱}{۱۲} = ۵'$



شکل ۷-۷- اندازه گیری با زاویه سنج ۵ دقیقه

در اندازه گیری با این زاویه سنج قطعه کار مابین تیغه و پایه قرار می گیرد و مقدار درجه از روی نقاله و مقدار دقیقه از روی ورنیه خوانده می شود (شکل ۷-۷).

**روش خواندن:** ضمن رعایت اصول و قواعد اندازه گیری و کار با زاویه سنج، که در ادامه این فصل شرح داده می شود،

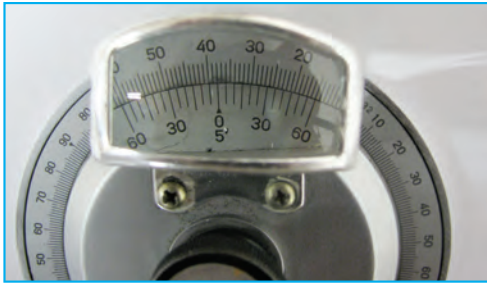
مطابق زیر عمل می کنیم:

با در نظر گرفتن موقعیت خط صفر ورنیه روی نقاله زاویه سنج، اندازه های صحیح را که مضربی از یک درجه اند از روی نقاله می خوانیم. لازم به ذکر است اگر خط صفر ورنیه کاملاً با یکی از خطوط نقاله هم امتداد باشد مقدار اندازه، دقیقه ندارد و مقدار رؤیت شده اندازه مورد نظر بر حسب درجه است، ولی چنانچه خط صفر ورنیه مابین دو خط از نقاله قرار گیرد عمل خواندن را مطابق زیر ادامه می دهیم:

- هم امتداد بودن یکی از خطوط ورنیه را با یکی از خطوط نقاله شناسایی می کنیم.
- تعداد فواصل روی ورنیه را، که قبل از خط هم امتداد با نقاله قرار گرفته است، شمارش می کنیم.
- عدد به دست آمده را در ۵ ضرب می کنیم، مقدار کوچک اندازه بر حسب دقیقه به دست می آید.
- مجموع دو اندازه خوانده شده بر حسب درجه و دقیقه، مقدار زاویه است.



### مثال



شکل ۷-۸- خواندن زاویه سنج ۵ دقیقه

در یک زاویه سنج با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه، خط صفر ورنیه دقیقاً بعد از اندازه ۳۸ درجه از نقاله قرار دارد. مقدار زاویه چه مقدار می‌باشد؟ (شکل ۷-۸)

**جواب:** ۳۸ درجه

### مثال



شکل ۷-۹- خواندن زاویه سنج ۵ دقیقه

در زاویه سنج با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه، خط صفر ورنیه بعد از خط ۹۰ درجه نقاله و روی اندازه ۷۵ درجه نقاله قرار دارد. مقدار زاویه چه مقدار می‌باشد؟ (شکل ۷-۹)

**جواب:** درجه  $۹۰ + (۹۰ - ۷۵) = ۱۰۵$

### مثال



شکل ۷-۱۰- خواندن زاویه سنج ۵ دقیقه

در یک زاویه سنج با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه، خط صفر ورنیه بعد از اندازه ۶۳ درجه نقاله قرار دارد و خط نهم ورنیه (بدون در نظر گرفتن خط صفر ورنیه) دقیقاً در امتداد یکی از خطوط نقاله قرار دارد. این زاویه سنج چه مقداری را نشان می‌دهد؟ (شکل ۷-۱۰)

### جواب:

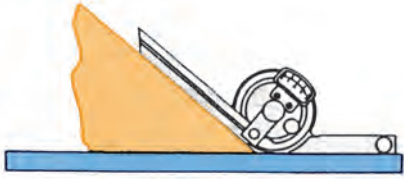
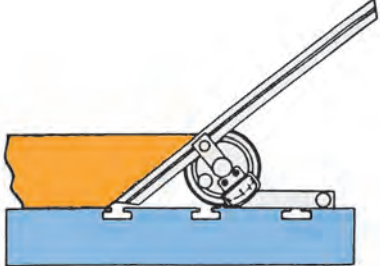


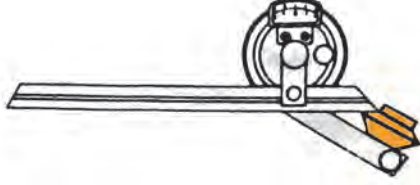
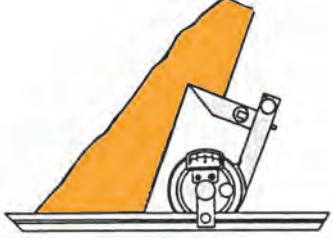
اندازه صحیح:  $۶۳^\circ$



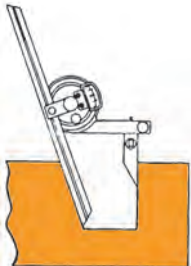
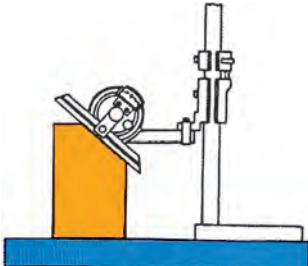
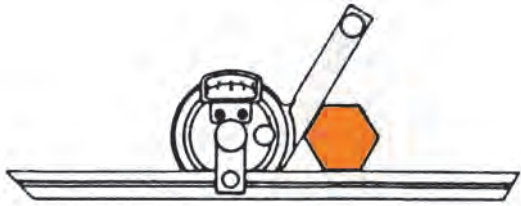
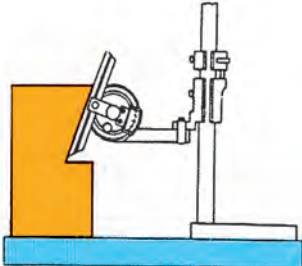
مقدار دقیقه:  $۹ \times ۵ = ۴۵'$

مقدار زاویه:  $۶۳^\circ, ۴۵'$

جدول ۷-۲ نمونه‌هایی از اندازه‌گیری زوایای قطعات با زاویه سنج ۵ دقیقه را نشان می‌دهد.

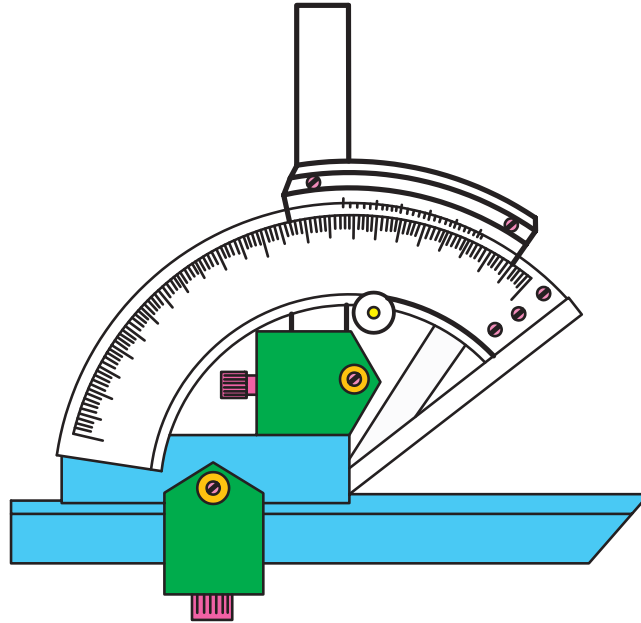
جدول ۷-۲ - اندازه‌گیری زوایای قطعات با زاویه سنج ۵ دقیقه

ردیف	شرح	شکل
۱	اندازه‌گیری زاویه حاده به کمک صفحه صافی	
۲	اندازه‌گیری زاویه به کمک میز ماشین فرز	
۳	اندازه‌گیری شیب خارجی	
۴	اندازه‌گیری شیب داخلی	
۵	اندازه‌گیری زاویه شیب یک مخروط	
۶	اندازه‌گیری زاویه بین دو سطح	

	<p>اندازه‌گیری زاویه خارجی دوزنقه با زاویه ۹۰ درجه</p>	<p>۷</p>
	<p>اندازه‌گیری زاویه بین دو سطح خارجی دوزنقه</p>	<p>۸</p>
	<p>اندازه‌گیری زاویه دو سطح داخلی دوزنقه</p>	<p>۹</p>
	<p>اندازه‌گیری زاویه خارجی به کمک کولیس ارتفاع‌سنج</p>	<p>۱۰</p>
	<p>اندازه‌گیری زاویه شش‌ضلعی</p>	<p>۱۱</p>
	<p>اندازه‌گیری زاویه دوزنقه داخلی</p>	<p>۱۲</p>



**زاویه‌سنج با قابلیت تفکیک ۲ دقیقه:** قابلیت تفکیک این زاویه‌سنج‌ها ۲ دقیقه و به عبارتی  $\frac{1}{30}$  درجه است. بنابراین دقت آن سی برابر بیشتر از زاویه‌سنج با قابلیت تفکیک ۱ درجه است. از این زاویه‌سنج‌ها برای اندازه‌گیری زاویه قطعات با دقت‌های بالاتر استفاده می‌شود. مضاف بر این‌که با ساختمانی که این نوع زاویه‌سنج‌ها دارند دامنه کاربردشان در اندازه‌گیری زوایا را افزایش داده است. به این زاویه‌سنج‌ها نیز زاویه‌سنج اونیورسال با قابلیت تفکیک ۲ دقیقه، گفته می‌شود (شکل ۱۱-۷).



شکل ۱۱-۷- زاویه‌سنج با قابلیت تفکیک ۲ دقیقه

**نحوه درجه‌بندی:** این زاویه‌سنج نیز به ورنیه مجهز است و روش درجه‌بندی آن هم مانند زاویه‌سنج ۵ دقیقه است. با این تفاوت که ورنیه آن  $30^\circ$  قسمتی است. دو نوع درجه‌بندی برای این زاویه‌سنج‌ها در جدول ۳-۷ آمده است.

جدول شماره ۳-۷- روش درجه‌بندی زاویه‌سنج با قابلیت تفکیک ۲ دقیقه

ردیف	عوامل مؤثر بر درجه بندی	طرح ۱	طرح ۲
۱	قابلیت تفکیک نقاله	$1^\circ$	$1^\circ$
۲	مقیاس انتخاب شده	$29^\circ$	$59^\circ$
۳	تعداد تقسیمات ورنیه	$30$	$30$
۴	قابلیت تفکیک ورنیه	$29 \div 30 = \frac{29}{30} = 58'$	$59 \div 30 = \frac{59}{30} = 118'$
۵	قابلیت تفکیک زاویه سنج	$1 - \frac{29}{30} = \frac{1}{30} = 2'$	$2 - \frac{59}{30} = \frac{1}{30} = 2'$

**روش خواندن:** ضمن رعایت اصول و قواعد اندازه‌گیری و کار با زاویه‌سنج، که در ادامه این فصل شرح داده خواهد شد،

مطابق زیر عمل می‌کنیم:

با در نظر گرفتن موقعیت خط صفر ورنیه روی نقاله زاویه‌سنج، اندازه‌های صحیح را، که مضربی از یک درجه‌اند، از روی نقاله می‌خوانیم. گفتنی است اگر خط صفر ورنیه کاملاً با یکی از خطوط نقاله هم‌امتداد باشد مقدار اندازه، دقیقه ندارد و مقدار رؤیت شده اندازه مورد نظر بر حسب درجه است ولی چنانچه خط صفر ورنیه مابین دو خط از نقاله قرار گیرد عمل خواندن را مطابق زیر ادامه می‌دهیم:

- ✓ هم‌امتداد بودن یکی از خطوط ورنیه با یکی از خطوط نقاله را شناسایی می‌کنیم.
- ✓ تعداد فواصل روی ورنیه را که قبل از خط هم‌امتداد با نقاله قرار گرفته است، شمارش می‌کنیم.
- ✓ عدد به دست آمده را در ۲ ضرب می‌کنیم، مقدار اندازه بر حسب دقیقه به دست می‌آید.
- ✓ مجموع دو اندازه خوانده شده بر حسب درجه و دقیقه مقدار زاویه است.



### مثال

در زاویه‌سنج با قابلیت تفکیک ۲ دقیقه خط صفر ورنیه بعد از اندازه ۳۴ درجه نقاله و خط دوازدهم آن دقیقاً در امتداد یکی از خطوط نقاله قرار دارد، مقدار نشان داده شده به وسیله این زاویه‌سنج چه مقدار می‌باشد؟

**جواب:**

مقدار درجه:  $24^{\circ}$

مقدار دقیقه:  $24' = 2 \times 12$

مقدار زاویه:  $24^{\circ}, 24'$

$$R = \frac{r}{n}$$

رابطه رویه‌رو در مورد محاسبه قابلیت تفکیک زاویه‌سنج‌ها مصداق دارد.

که در آن:

$r$  = قابلیت تفکیک نقاله

$n$  = تعداد تقسیمات ورنیه

$R$  = قابلیت تفکیک زاویه‌سنج

به‌طور کلی تفاوت‌ها و مزیت‌های زاویه‌سنج با طرح دو، نسبت به طرح یک عبارت است از:

۱- مقیاس انتخاب شده، بیش‌تر

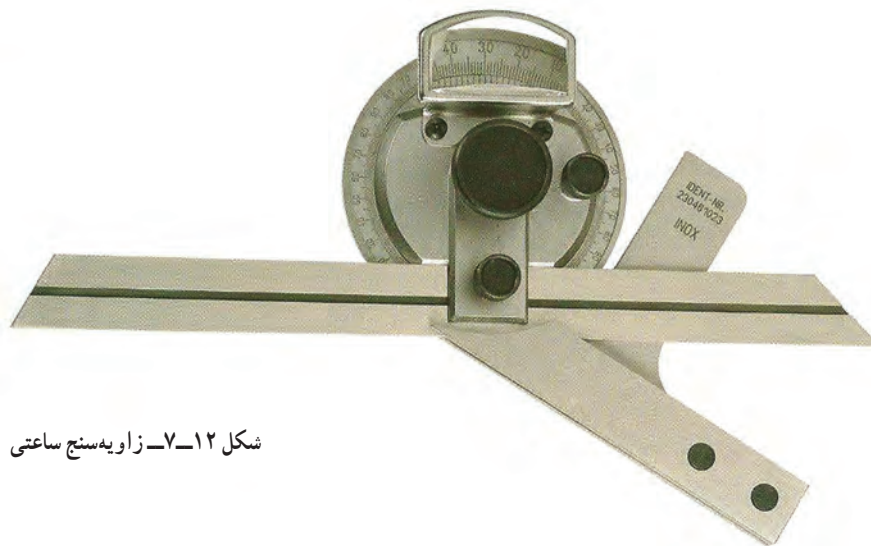
۲- تقسیمات روی ورنیه، درشت‌تر

۳- رؤیت و خواندن مقدار، راحت‌تر

۴- خطای چشمی در اندازه‌گیری، کم‌تر

**زاویه‌سنج ساعتی با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه:** این زاویه‌سنج به صفحه مدرج و عقربه مجهز است و می‌توان به راحتی مقدار

زاویه را از روی آن خواند (شکل ۱۲-۷).



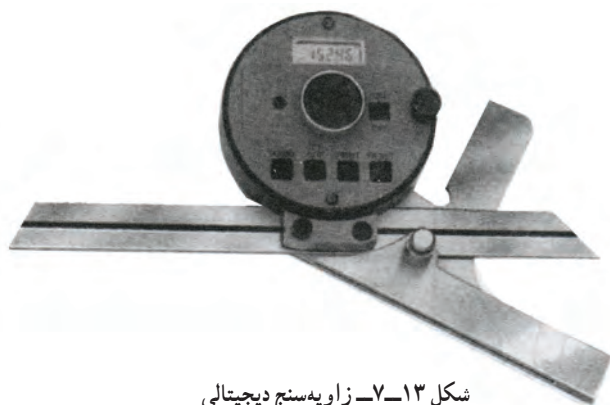
شکل ۱۲-۷ زاویه‌سنج ساعتی

**روش درجه‌بندی:** صفحه بزرگ ساعت ۱۲۰ قسمتی و هر فاصله روی آن نشان‌دهنده ۵ دقیقه است. بنابراین هر دور صفحه بزرگ معادل ۱۰ درجه است.

$$\text{دقیقه } 5 \times 120 = 600$$

$$\text{درجه } 600 \div 60 = 10$$

صفحه داخلی ساعت دارای چهار ناحیه ۹۰ درجه‌ای می‌باشد که هر واحد آن نشان‌دهنده ۱ درجه است. بنابراین صفحه داخلی معادل ۳۶۰ درجه است.



شکل ۱۳-۷ زاویه‌سنج دیجیتالی

### زاویه‌سنج دیجیتالی :

جدیدترین نوع زاویه‌سنج است که مقدار زاویه از روی نمایشگر آن تا قابلیت تفکیک یک‌صدم درجه قابل خواندن است. این زاویه‌سنج در برابر ضربه حساس و آسیب‌پذیر است (شکل ۱۳-۷).

### اصول و قواعد کار با زاویه‌سنج

- ۱- با توجه به اندازه قطعه کار، لازم است تیغه مناسب انتخاب شود.
- ۲- تیغه را روی پایه و در محل مربوطه بسته و پیچ آن را کاملاً محکم کنید.
- ۳- پیچ ورنیه کم‌تر از نیم دور شل شده باشد.
- ۴- با توجه به اندازه زاویه (حاده یا منفرجه)، قطعه کار بین پایه و تیغه قرار گیرد، به طوری که یک ضلع زاویه بر پایه و ضلع دیگر آن بر تیغه مماس شود.
- ۵- پس از مماس شدن پایه و تیغه زاویه‌سنج بر اضلاع زاویه، ورنیه را قفل کنید.

**توجه:** از سفت کردن زیاد پیچ و رنیه که باعث خرابی آن می‌شود، خودداری کنید.

۶- مقدار زاویه را بخوانید.

۷- دقت شود با توجه به نوع زاویه خواسته شده ممکن است از جمع و تفریق اندازه‌ها نسبت به  $90^\circ$ ،  $180^\circ$  و  $360^\circ$  استفاده

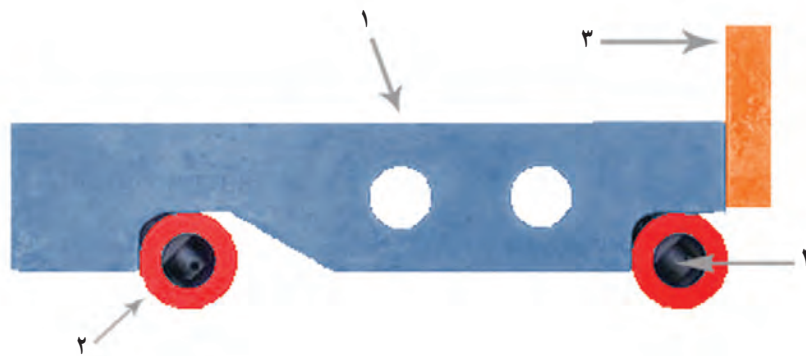
نمود.

۸- در جمع و تفریق زوایا، یکای اندازه بر حسب درجه و در صورت وجود مقادیر کوچک‌تر بر حسب دقیقه بیان شود و از

ذکر اندازه‌های دهم، صدم و هزارم زاویه خودداری شود.

**خط کش سینوسی:** خط کش سینوسی وسیله‌ای کمکی برای اندازه‌گیری و کنترل زوایا است. از آن‌جا که روش محاسبه زاویه

در این وسیله با استفاده از سینوس زاویه است، به نام خط‌کش سینوسی نامیده می‌شود (شکل ۱۴-۷).



شکل ۱۴-۷- خط کش سینوسی

خط کش سینوسی از قسمت‌های زیر تشکیل می‌شود:

۱- بدنه، که سطح بالایی آن محل استقرار قطعه است و ممکن است سوراخ‌دار ساخته شود. برای این‌که:

۱-۱- سبک شود.

۱-۲- حرارت را بهتر منتقل نماید.

۲- پایه‌ها، که به شکل استوانه‌اند و باید مقطع آن‌ها کاملاً دایره‌ای و پرداخت باشند.

۳- تکیه‌گاه برای استقرار قطعه کار و جلوگیری از سر خوردن آن‌ها. (البته بعضی از خط‌کش‌های سینوسی به این تکیه‌گاه

مجهز هستند).

۴- پیچ‌های آلنی، که برای اتصال پایه‌ها به بدنه از آن استفاده می‌شود تا سر آن‌ها بیرون نزنند.

خط‌کش‌های سینوسی بر اساس فاصله مرکز تا مرکز پایه‌هایشان مشخص می‌شوند و معمولاً در اندازه‌های  $100$ ،  $150$ ،  $200$ ،

$250$  و ... میلی‌متر ساخته می‌شوند.

دقت خط‌کش سینوسی به دقت بودن فاصله مرکز تا مرکز پایه‌های آن است. لذا در موقع ساخت این وسایل باید دقت شود تا دو

سطح جانبی پایه‌ها کاملاً موازی و دو سطح بالایی آن‌ها کاملاً در یک صفحه قرار داشته باشند.

هم‌چنین، سطح بالایی بدنه (محل استقرار قطعه کار) با سطح زیری آن کاملاً موازی باشد. ضمناً کلیه سطوح باید دقیقاً پرداخت

گردند.

اساس کار خطکش بر مبنای سینوس زاویه است و مقدار زاویه با توجه به شکل ۱۵-۷ مطابق زیر محاسبه می‌شود.

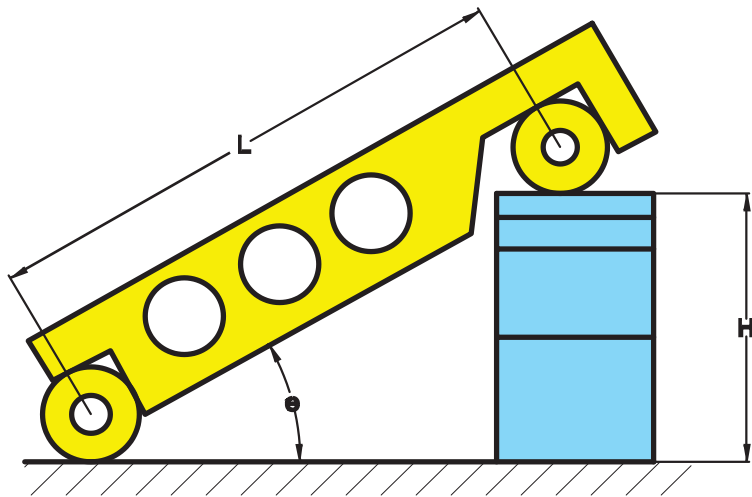
$$\sin \theta = \frac{H}{L}$$

$\theta$  = زاویه رأس مخروط یا زاویه سطح شیب‌دار  
قطعه مورد بررسی

$H$  = ضخامت بلوک‌سنجه‌های استفاده شده

$L$  = فاصله خط‌های مرکزی پایه‌های خطکش

سینوسی



شکل ۱۵-۷. محاسبه زاویه با خطکش سینوسی

**روش استفاده:** برای اندازه‌گیری و کنترل زاویه لازم است مجموعه قطعه کار و خطکش سینوسی مطابق زیر آماده شوند:

- ۱- خطکش سینوسی را روی صفحه صافی قرار می‌دهیم.
- ۲- قطعه کار را روی خطکش سینوسی می‌گذاریم، برای ثابت نمودن قطعه کار می‌توان آن‌را بر تکیه‌گاه پیش‌بینی شده در خطکش سینوسی تکیه داد. و در صورتی که خطکش سینوسی فاقد تکیه‌گاه برای قطعه کار است می‌توان برای ثابت نمودن آن از خمیر مجسمه‌سازی استفاده نمود.
- ۳- زیر یکی از پایه‌های خطکش سینوسی آن قدر بلوک‌سنجه قرار دهید تا تقریباً سطح قطعه کار با افق موازی شود.
- ۴- برای کنترل توازی سطح قطعه کار با سطح افق از ساعت اندازه‌گیری و یا تراز استفاده کنید.
- ۵- مقدار بلوک‌سنجه‌ها را آن قدر تغییر دهید تا سطح قطعه کار با افق موازی گردد.
- ۶- با داشتن اندازه بلوک‌سنجه و فاصله مرکز تا مرکز پایه‌های خطکش سینوسی مقدار زاویه را محاسبه کنید (شکل ۱۶-۷).



شکل ۱۶-۷. اندازه‌گیری زاویه به کمک خطکش سینوسی

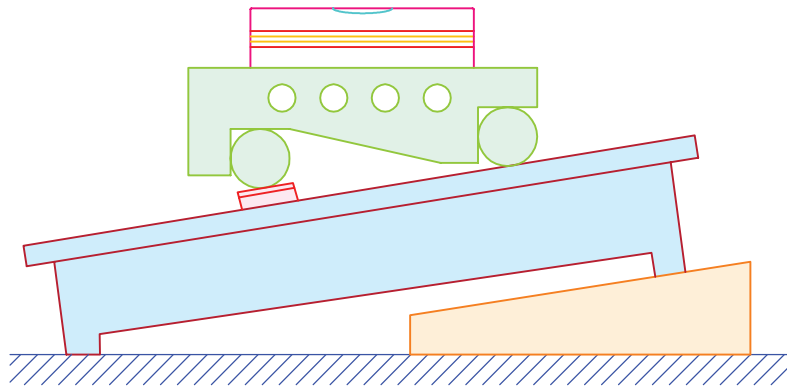


با توجه به شکل، نقش و وظیفه هر یک از اجزا به شرح زیر است :

- ✓ صفحه صافی، به عنوان سطح مینا
- ✓ خط کش سینوسی، به عنوان وسیله کمکی در اندازه گیری زاویه
- ✓ بلوک سنج، به عنوان وسیله اندازه گیری
- ✓ قطعه کار که هدف، تعیین زاویه آن است.
- ✓ ساعت اندازه گیری برای کنترل توازی سطح قطعه مورد اندازه گیری با سطح افق (صفحه صافی).

شکل ۷-۱۷ نمونه دیگری از خط کش سینوسی را که برای کنترل توازی سطح کار با صفحه صافی از تراز استفاده شده است،

نشان می دهد.

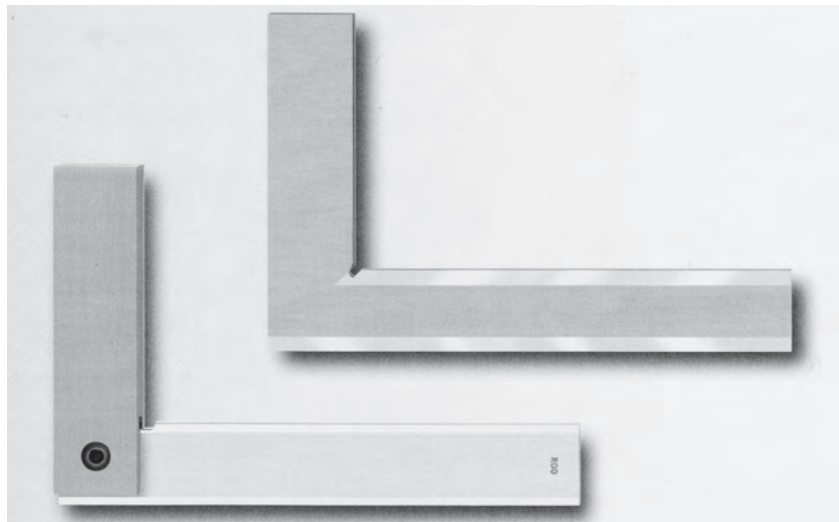


شکل ۷-۱۷- اندازه گیری زاویه به کمک خط کش سینوسی و تراز

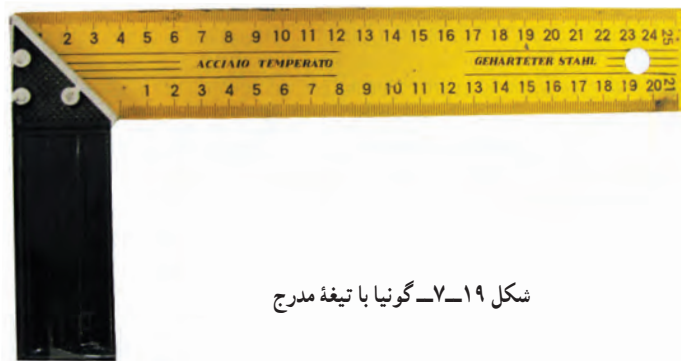
## گونیا

گونیاها وسایلی هستند که از آنها برای عملیات خط کشی، کنترل زوایا، بعضاً اندازه گیری طول و کنترل تعامد، تختی و مستقیمی

سطوح و ... در کارگاه و آزمایشگاه استفاده می شود (شکل ۷-۱۸).



شکل ۷-۱۸- گونیا



شکل ۱۹-۷- گونیا با تیغه مدرج

### ساختمان: گونیاها از دو قسمت عمده تیغه و

پایه، که ممکن است به صورت یک پارچه و یا به وسیله بین یا میخ پرچ به هم متصل شده باشند، تشکیل می شوند (شکل ۱۹-۷).

پاره‌ای از گونیاها دارای تیغه مدرج اند و از آن برای عمل اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

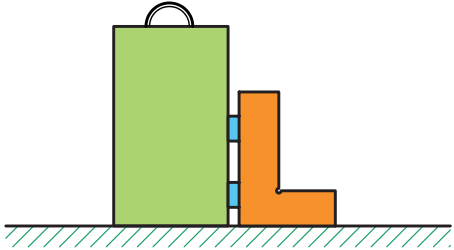
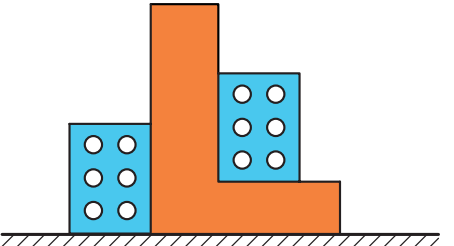
سطوح و لبه‌های گونیا فوق‌العاده پرداخت می‌شوند که این پرداخت ممکن است با عملیات سنگ‌زنی و یا لپ‌کاری (استفاده از گرد سنباده) انجام شده باشد.

**رده بندی گونیا:** گونیاها فاقد قابلیت تفکیک بوده و دارای رده بندی می‌باشند. گونیاها بر حسب دقت و درستی در چهار رده ۰، ۰، ۱ و ۲ ساخته می‌شوند. که رده ۰۰ دارای بالاترین دقت در مجموعه گونیاها است.

**روش‌های کنترل گونیا:** برای کنترل تعامد تیغه گونیا نسبت به پایه آن از روش‌های مختلفی می‌توان استفاده نمود که بعضاً در جدول ۴-۷ آمده است.

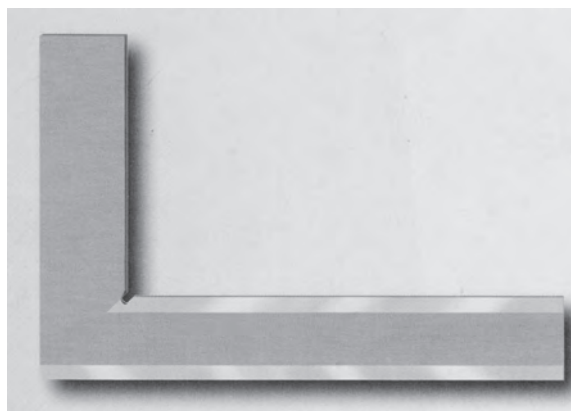
جدول ۴-۷- روش‌های کنترل گونیا

ردیف	شرح	شکل
۱	کنترل به وسیله خط کشی	
۲	کنترل به وسیله گونیای رده بالاتر	
۳	کنترل به کمک استوانه کنترل	

	۴ کنترل به کمک استوانه کنترل و بلوک سنجه	۴
	۵ کنترل به کمک بلوک سنجه زاویه	۵

**انواع گونیا:** گونیاها در انواع مختلفی ساخته می‌شوند از آن جمله:

**گونمای دقیق (گونمای مویی):** این نوع گونیا از دقیق‌ترین نوع گونیاها است و به صورت یک پارچه ساخته می‌شود و از آن برای عملیات کنترل استفاده می‌شود (شکل ۲۰-۷).



شکل ۲۰-۷- گونمای دقیق

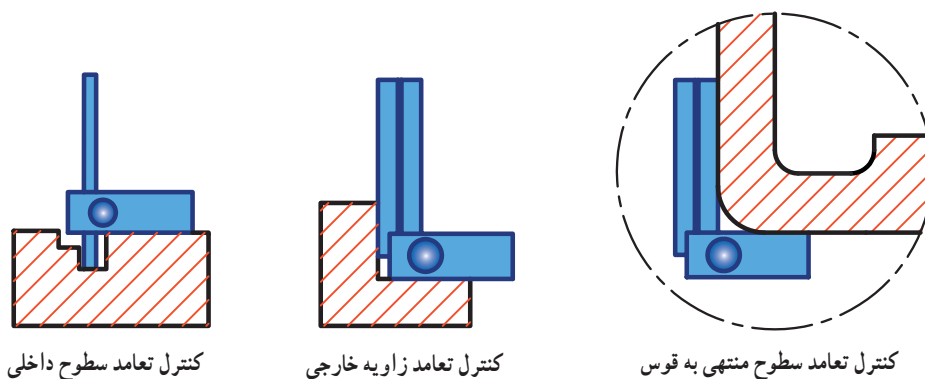
**گونمای قابل تنظیم:** پایه این گونیاها نسبت به تیغه آن در جهت طول تیغه قابل تغییر است که این ویژگی کاربرد آن را وسیع‌تر نموده است (شکل ۲۱-۷).



شکل ۲۱-۷- گونمای قابل تنظیم



شکل ۷-۲۲ تصاویری از کاربردهای گونبای قابل تنظیم را نشان می‌دهد.



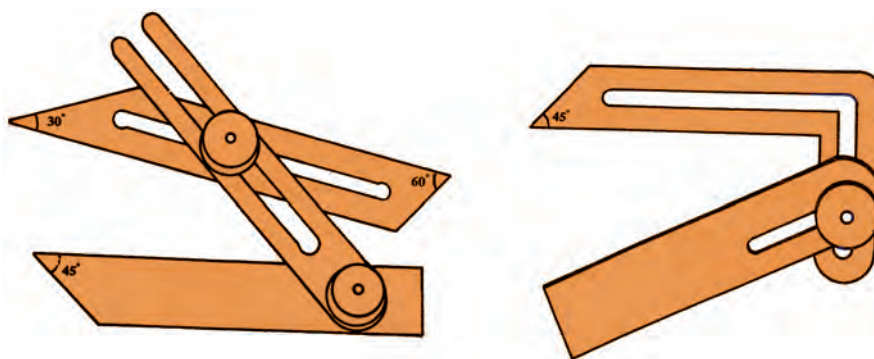
کنترل تعامد سطوح داخلی

کنترل تعامد زاویه خارجی

کنترل تعامد سطوح منتهی به قوس

شکل ۷-۲۲ کاربردهای گونبای قابل تنظیم

**گونبای تاشو:** این گونیا به صورت دو تکه (گونبای تاشو ساده) یا سه تکه (گونبای تاشو دوپل) ساخته شده و قابل تنظیم است و از آن برای انتقال زوایا از روی قطعه کار به وسیله اندازه‌گیری یا بالعکس استفاده می‌شود (شکل ۷-۲۳).



شکل ۷-۲۳ گونبای تاشو



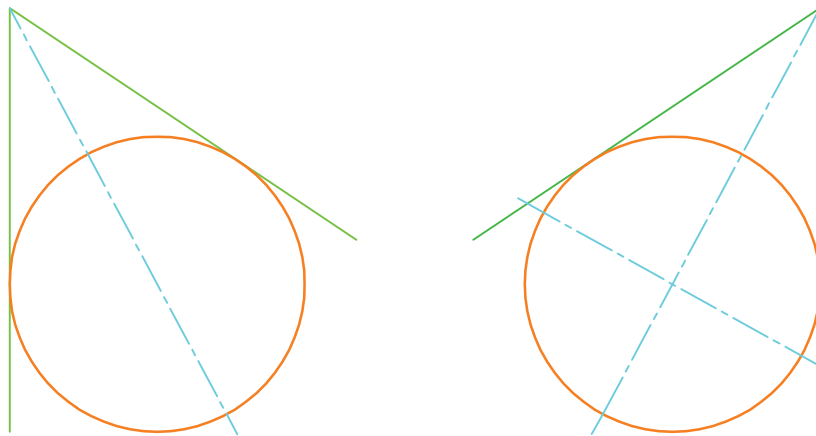
شکل ۷-۲۴ گونبای مرکز یاب

**گونبای مرکز یاب:** این گونیا با ساختمانی که دارد می‌تواند برای تعیین مرکز قطعات دایره‌ای شکل مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۷-۲۴).

برای تعیین مرکز قطعات، ابتدا قطعه کار را مابین دو یال مرکز یاب قرار می‌دهیم و به کمک خط کش مرکز یاب قطری از دایره را رسم می‌کنیم، سپس با جابه‌جایی مرکز یاب روی محیط قطعه کار، قطر دیگری را ترسیم می‌کنیم. محل تقاطع قطرهای مرکز دایره است. گفتنی است که گونبای مرکز یاب بر اساس قضیه هندسی «از یک نقطه واقع در خارج دایره فقط دو مماس می‌توان بر آن رسم نمود و نیمساز زاویه محیطی از مرکز می‌گذرد.» طراحی شده است. شکل ۷-۲۵ روش مرکز یابی را نشان می‌دهد. در نتیجه محل تقاطع دو قطر مرکز دایره است.

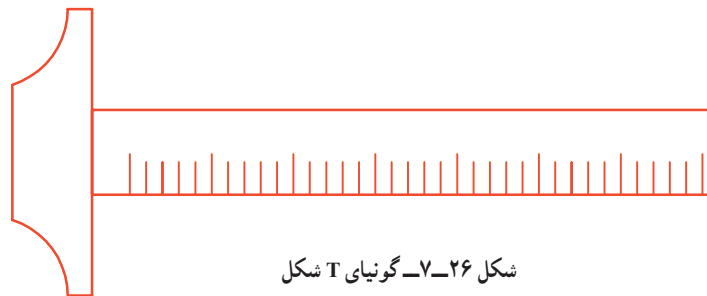
اندازه‌گیری دقیق





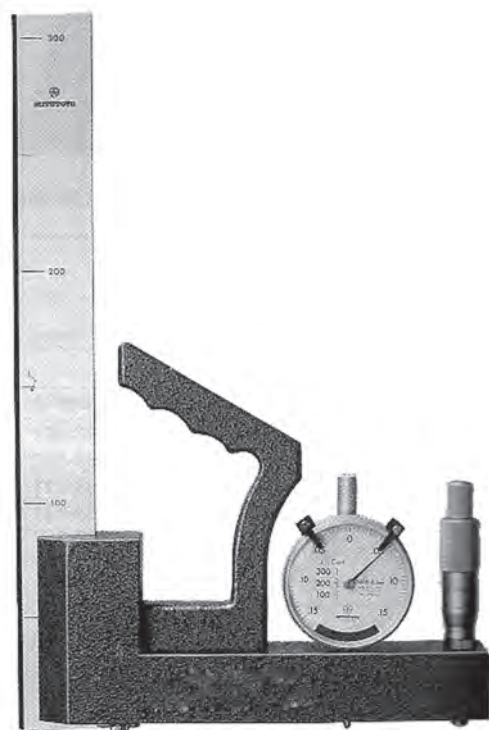
شکل ۷-۲۵- تعیین مرکز دایره

**گونیاى T شکل:** با این گونیا، علاوه بر کنترل زوایای قائمه، می‌توان عمل خط‌کشی نیز انجام داد (شکل ۷-۲۶).

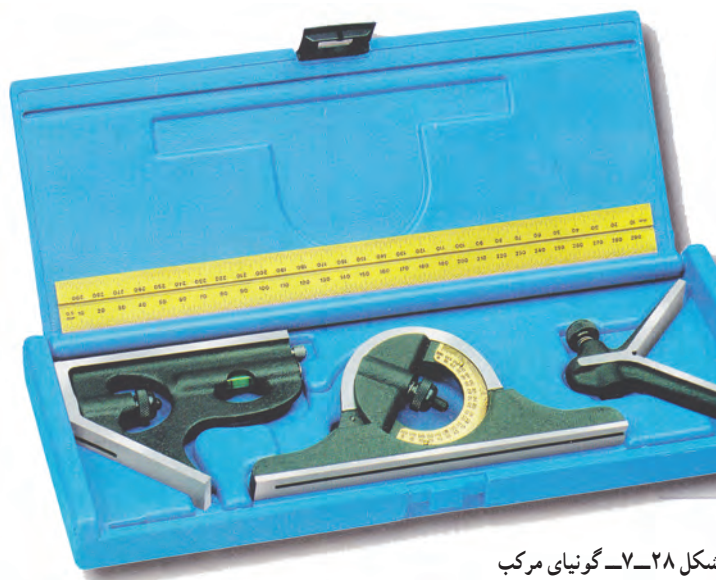


شکل ۷-۲۶- گونیاى T شکل

**گونیاى ساعتى دقیق:** این گونیا به ساعت اندازه‌گیری و میکرومتر مجهز است و از آن برای اندازه‌گیری زاویه انحراف سطوح استفاده می‌شود (شکل ۷-۲۷).



شکل ۷-۲۷- گونیاى ساعتى



شکل ۲۸-۷- گونبای مرکب

**گونبای مرکب:** گونبای مرکب از جمله تجهیزات اندازه‌گیری است که دارای کاربردهای گوناگونی، از جمله اندازه‌گیری طول، زاویه، ترازبایی، مرکزبایی، کنترل گونبایی، ترسیم و ... می‌باشد (شکل ۲۸-۷).

قسمت‌های مختلف و کاربردهای اجزای گونبای مرکب عبارتند از:

**خط‌کش:** خط‌کش دارای تقسیمات با قابلیت تفکیک ۱ میلی‌متر و  $\frac{1}{32}$  اینچ و گستره اندازه‌گیری ۳۰ میلی‌متری و معادل آن به اینچ است. هم‌چنین، دارای شیاری جهت سوار کردن قطعات دیگر گونبای مرکب روی آن است. از خط‌کش برای اندازه‌گیری طول و خط‌کشی استفاده می‌شود (شکل ۲۹-۷).



شکل ۲۹-۷- خط‌کش

**سرگونبایی:** این قطعه از گونبای مرکب، از بدنه، تراز، سوزن خط‌کش، پیچ و مهره نگه‌دارنده و محکم‌کننده خط‌کش تشکیل شده است (شکل ۳۰-۷).

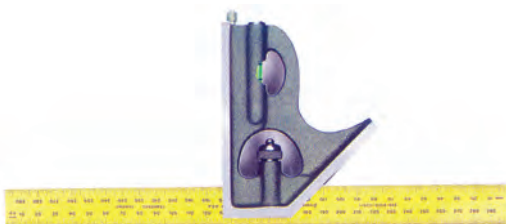
کاربردهای سرگونبایی عبارت‌اند از:

۱- با سرگونبایی می‌توان زوایای ۴۵°، ۹۰°، ۱۳۵° و ۲۲۵° درجه را ترسیم و یا کنترل نمود.

۲- سرگونبایی مجهز به تراز است و می‌توان توسط آن عملیات ترازبایی افقی و عمودی را انجام داد.

۳- از سوزن خط‌کش آن، می‌توان برای انجام عملیات خط‌کشی استفاده نمود.

۴- با سوار کردن خط‌کش روی سرگونبایی می‌توان از آن به عنوان خط‌کش ارتفاع‌سنج، خط‌کش عمق‌سنج، گونبای قابل تنظیم و ... استفاده نمود (شکل ۳۰-۷).



شکل ۳۰-۷- سرگونبایی و خط‌کش

**سر زاویه یاب:** این قطعه که از اصلی‌ترین قطعات گونیای مرکب است از بدنه، تراز، نقاله، پیچ‌های قفل نقاله و پیچ و مهره محکم‌کننده خط‌کش تشکیل شده است. با این قطعه می‌توان عملیات ترازبایی افقی و عمودی و اندازه‌گیری زاویه را انجام داد. هم‌چنین با سوار کردن خط‌کش روی آن می‌توانیم، خط‌کش عمق‌سنج، خط‌کش ارتفاع‌سنج و زاویه‌سنج ساده داشته باشیم (شکل ۷-۳۱).



شکل ۷-۳۱- سر زاویه یاب و خط‌کش



شکل ۷-۳۲- سر مرکز یاب

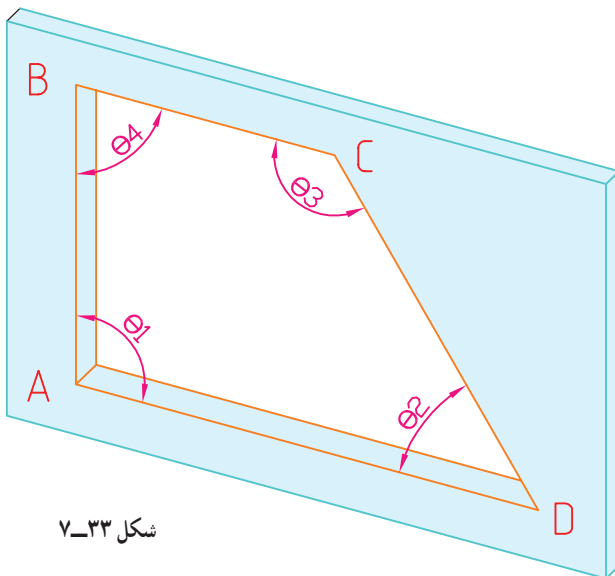
**سر مرکز یاب:** این قطعه از بدنه و پیچ و مهره محکم‌کننده تشکیل شده است. با سوار کردن خط‌کش روی آن می‌توان مرکز قطعات گرد را تعیین نمود (شکل ۷-۳۲).

## نکات ایمنی و حفاظتی

- ۱- از افتادن زاویه‌سنج و وارد شدن ضربه به آن جداً خودداری شود.
- ۲- در هنگام بایگانی کردن، نقاله روی صفر تنظیم شود.
- ۳- در هنگام بایگانی، پیچ قفل در حد تماس شدن سفت شود.
- ۴- زاویه‌سنج در جعبه مخصوص نگهداری شود و اجزای آن در محل خود قرار گیرند.
- ۵- پیچ‌های بند و بست آن کمتر از نیم‌دور باز شوند.
- ۶- دقت شود تا تیزی نک تیغه‌های آن باعث خراش دست نشود.
- ۷- در هنگام سوار کردن تیغه‌ها، چنان‌چه قسمت تخت خار در داخل شیار تیغه قرار گیرد تیغه به راحتی روی نگهدارنده مخصوص سوار می‌شود. توجه داشته باشید در غیر این صورت خار در محل خود قرار نگرفته و فشار و یا سفت کردن زیاد پیچ، باعث خرابی آن می‌شود.
- ۸- از اشاره رفتن و علامت‌گذاری به وسیله مواد و یا خودکار روی درجه‌بندی‌های ورنیه و نقاله خودداری شود.
- ۹- برای مشخص کردن تطابق خطوط نقاله و ورنیه از سر ناخن و یا وسیله‌ای که هنرآموز محترم، برای این کار مشخص می‌کند استفاده نمایند. (به عنوان مثال چوب گردی در اندازه و شکل مداد، مخصوص این کار طراحی و تراشیده شود.)
- ۱۰- از افتادن و وارد شدن ضربه به استوانه شیشه‌ای سر زاویه‌یاب و سر گونیایی مجموعه گونیای مرکب خودداری شود.



- ۱- اجزای مختلف یک زاویه‌سنج اونیورسال با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه را با ترسیم شکل نشان داده، موارد استفاده هر کدام را بنویسید.
- ۲- مبنای درجه بندی زاویه‌سنج‌های ورنیه دار را شرح دهید.
- ۳- زاویه‌سنجی با قابلیت تفکیک ۴ دقیقه طراحی کنید، به طوری که قابلیت تفکیک ورنیه آن در محدوده ۱ تا ۲ درجه باشد.
- ۴- دو نوع زاویه‌سنج ۵ دقیقه، با دو طرح درجه بندی مختلف، مطابق زیر، در اختیار است. مزایا و معایب طرح «ب» نسبت به طرح «الف» را بنویسید:
- الف) ۲۳ درجه از نقاله روی ورنیه به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم شده است.
- ب) ۳۵ درجه از نقاله روی ورنیه به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم شده است.
- ۵- حداقل اندازه‌ای را که به وسیله زاویه‌سنج ۱ درجه و ۵ دقیقه قابل اندازه‌گیری است، بنویسید.
- ۶- آیا می‌توان از زاویه‌سنج به عنوان تراز هم استفاده نمود؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، چگونه و در صورت منفی بودن پاسخ، علت را بنویسید.
- ۷- با توجه به کوچک بودن فواصل خطوط روی ورنیه، چه تدابیری در طراحی زاویه‌سنج می‌توان اندیشید تا آن‌ها درشت شوند و راحت‌تر دیده شوند؟
- ۸- چه تفاوتی در درستی (صحت) و دقت عملکرد زاویه‌سنج ساعتی با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه و زاویه‌سنج اونیورسال با قابلیت تفکیک ۲ دقیقه وجود دارد؟ شرح دهید.
- ۹- پیرامون مزایا و معایب دو نمونه زاویه‌سنج اونیورسال با قابلیت تفکیک ۵ دقیقه و زاویه‌سنج ساعتی ۵ دقیقه بحث و نتیجه‌گیری کنید.



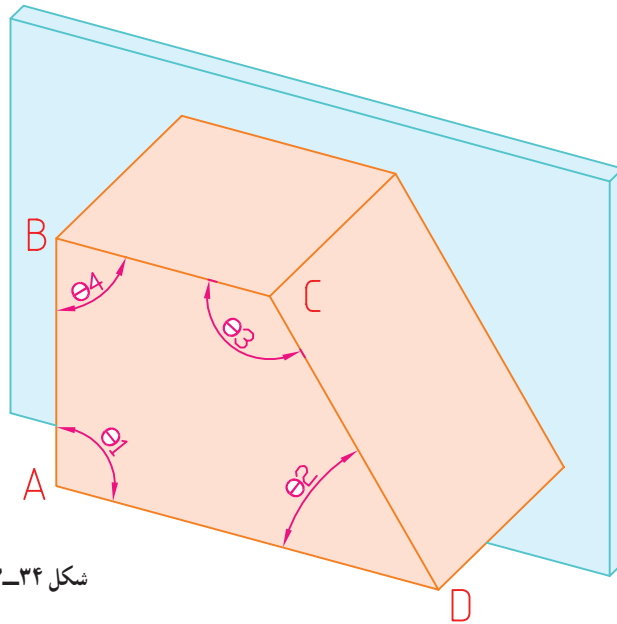
شکل ۷-۳۳

- ۱۰- روش تعیین چهار زاویه دوزنقه را با رسم شکل شرح دهید (شکل ۷-۳۳).
- توضیحاً قطعه کار به اندازه کافی بزرگ بوده که زاویه‌سنج می‌تواند روی آن قرار گیرد.
- ۱۱- با رسم شکل اندازه‌گیری زاویه یک سطح شیب‌دار را به کمک خط‌کش سینوسی، شرح دهید.





۱۲- روش تعیین چهار زاویه دوزنقه مطابق شکل زیر را بنویسید (۷-۳۴). توضیحاً قطعه کار به اندازه کافی بزرگ بوده که زاویه‌سنج می‌تواند روی آن قرار گیرد.



شکل ۷-۳۴- پرسش ۱۲

۱۳- معایب طرح با مقیاس انتخاب شده بیش‌تر در طراحی زاویه‌سنج‌ها کدام است؟

۱۴- چنان‌چه ابعاد کلی قطعه (شکل ۷-۳۳)،  $30 \times 20 \times 2$  میلی‌متر باشد. پیرامون روش اندازه‌گیری زوایا بحث و نتیجه‌گیری کنید.

۱۵- چنان‌چه ابعاد کلی قطعه (شکل ۷-۳۴)  $30 \times 20 \times 2$  میلی‌متر باشد. پیرامون روش اندازه‌گیری بحث و نتیجه‌گیری کنید.