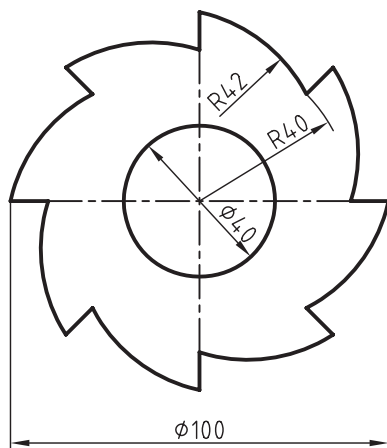
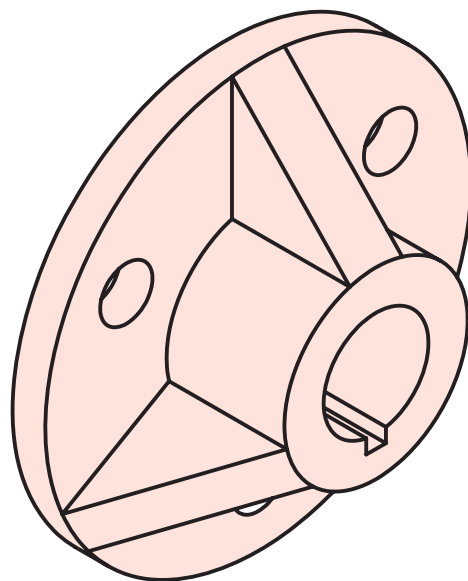
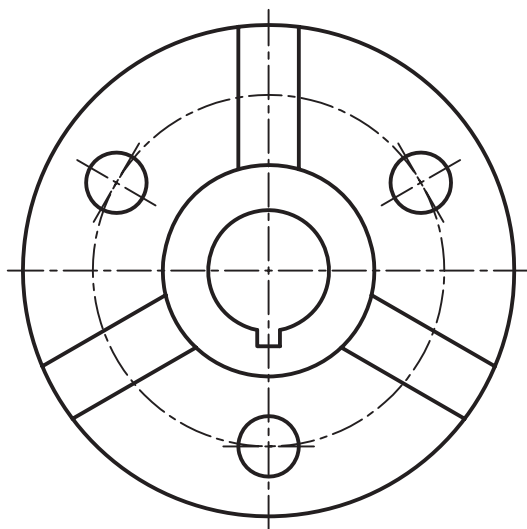
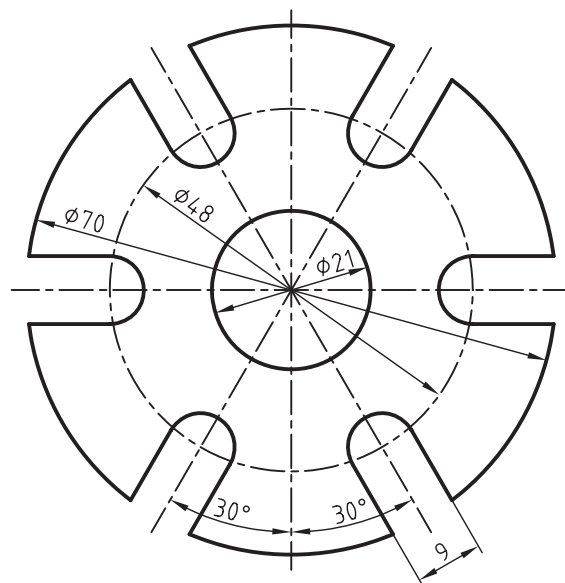
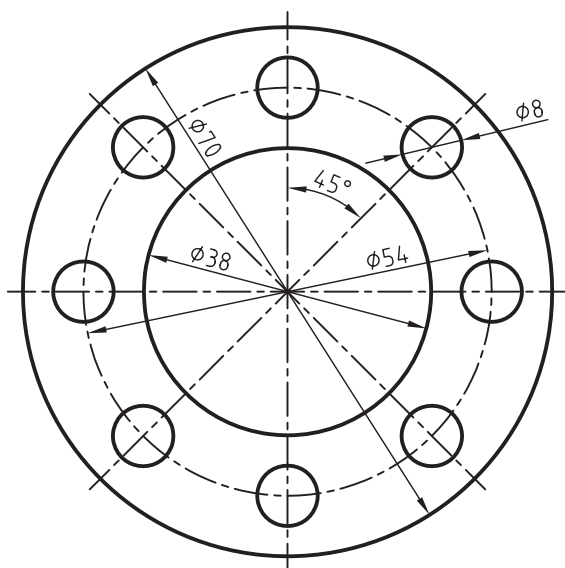
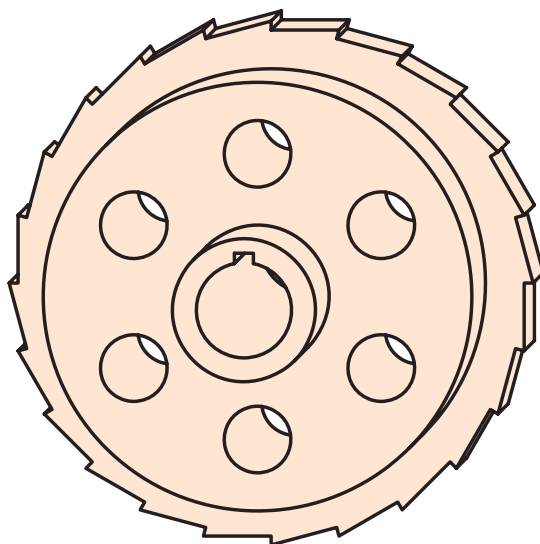
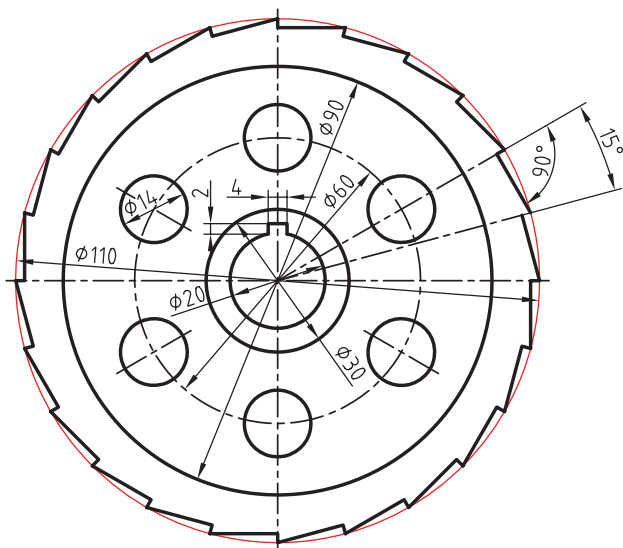
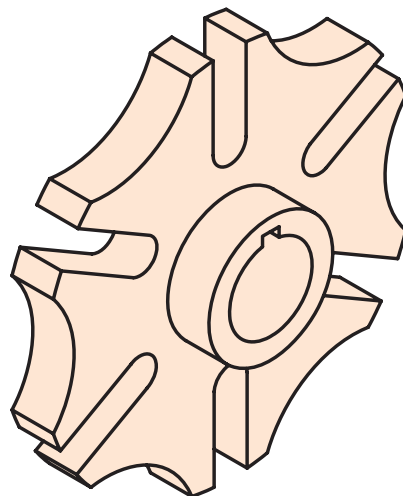
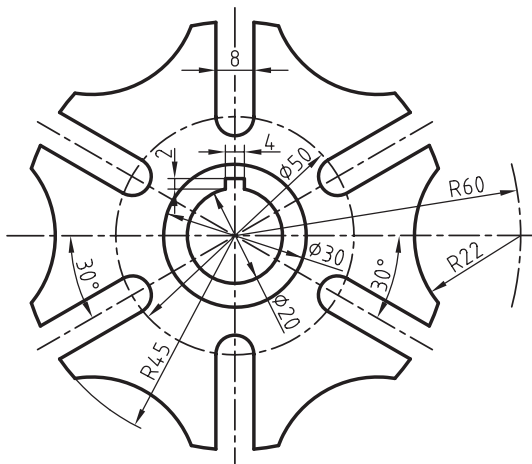


۹. هریک از تصاویر زیر را در کاغذ A۴ ترسیم کنید (تقسیم دایره با پرگار انجام شود) (هر کدام ۳۰ دقیقه)



۱۰. هر کدام از تصاویر دو بعدی زیر را طبق اندازه روی کاغذ A۴ ترسیم کنید.



## توانایی ترسیم چندضلعی‌های هندسی (۲)

◀ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:

- روش مشابه‌سازی چندضلعی نامنظم را شرح دهد.
- روش تقسیم دایره به قسمت یکسان شرح دهد.
- دایره را به پنج قسمت مساوی تقسیم کند.
- دایره را به هفت قسمت مساوی تقسیم کند.
- پنج‌ضلعی منتظم را ترسیم کند.
- هفت‌ضلعی منتظم را ترسیم کند.
- دایره را به  $n$  قسمت مساوی تقسیم کند.
- چندضلعی‌ها را مشابه‌سازی کند.
- طول ضلع چندضلعی را با کمک جدول محاسبه کند.
- قطر دایره‌ی محیطی را با کمک جدول محاسبه کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۶	۸

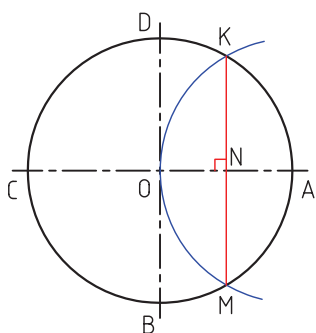


## پیش‌آزمون

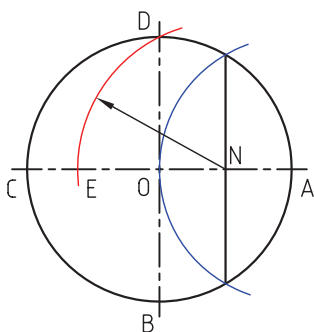
۱. چگونه می‌توان دایره را به پنج قسمت مساوی تقسیم کرد؟
۲. چگونه می‌توان دایره را به هفت قسمت مساوی تقسیم کرد؟
۳. چگونه می‌توان  $n$  ضلعی منتظم را ترسیم کرد؟
۴. چگونه می‌توان مثلث را مشابه‌سازی کرد؟
۵. چگونه می‌توان چندضلعی نامنظم را مشابه‌سازی کرد؟

## پنج ضلعی

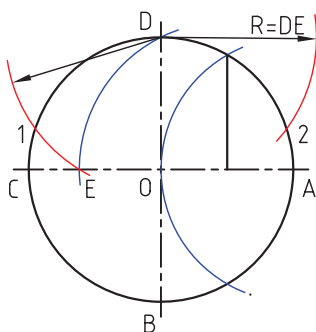
ب) نقطه‌ی K را به M وصل می‌کنیم تا نقطه‌ی N به دست آید. KM عمود منصف OA است.



ج) به مرکز N و شعاع ND کمانی می‌زنیم تا محور افقی دایره را در نقطه‌ی E قطع کند.



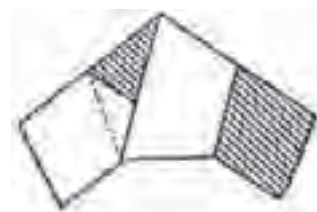
د) به مرکز D و شعاع DE کمان دیگری می‌زنیم تا محیط دایره را در نقطه‌ی ۱ قطع کند. کمان D برابر  $\frac{1}{5}$  محیط دایره است. بدون تغییر مرکز پرگار کمانی نیز در طرف دیگر دایره می‌زنیم تا نقطه‌ی ۲ به دست آید.



یک نوار کاغذی با عرض یکسان را مطابق شکل (الف) گره می‌زنیم. سپس لبه‌های کاغذ را مطابق شکل (ب) صاف می‌کنیم. چنانچه لبه‌های اضافی نوار کاغذی را ببریم یک پنج ضلعی منتظم به دست می‌آید.



(الف)



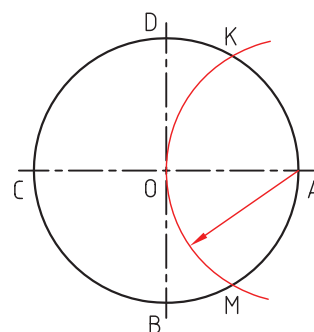
(ب)

ساخت پنج ضلعی با گره زدن نوار کاغذی

## ترسیم پنج ضلعی با استفاده از تقسیم محیط دایره به پنج قسمت مساوی

مراحل ترسیم:

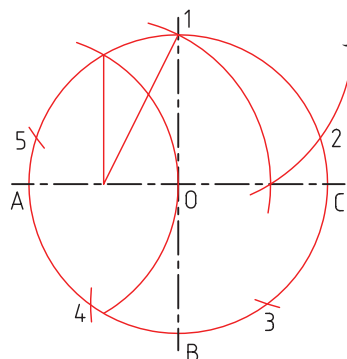
الف) سوزن پرگار را روی نقطه‌ی A می‌گذاریم و به شعاع دایره کمانی می‌زنیم تا نقطه‌ی K و M به دست آید.



شکل زیرنحوی ترسیم تصویر حدیده را با استفاده از تقسیم دایره به پنج قسمت نشان می‌دهد.

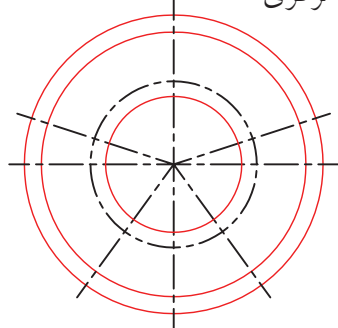
الف) تقسیم دایره به پنج

قسمت مساوی با پرگار



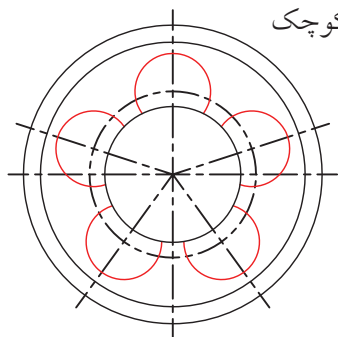
ب) ترسیم دایره‌های مرکزی

به قطر ۴۴ و ۳۶



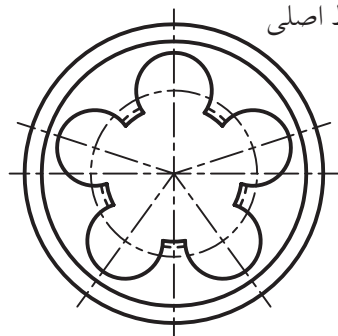
ج) ترسیم پنج دایره کوچک

به قطر ۲۰

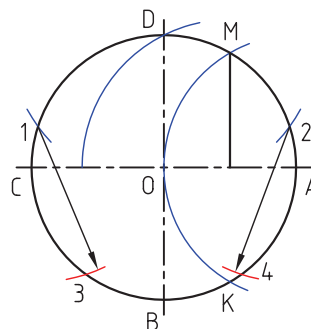


د) پررنگ کردن خطوط اصلی

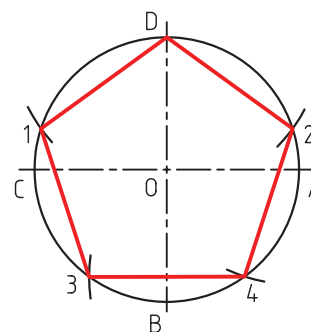
با ضخامت مشخص



ه) بدون تغییر دهانه‌ی پرگار سوزن پرگار را به ترتیب روی نقاط ۱ و ۲ گذاشته و دو کمان دیگر را ترسیم می‌کنیم تا نقاط ۳ و ۵ به دست آید.



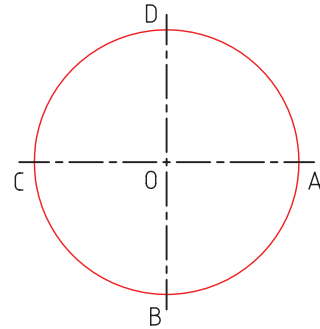
و) نقاط پنج قسمت دایره را به هم وصل می‌کنیم تا پنج ضلعی مورد نظر ترسیم شود.



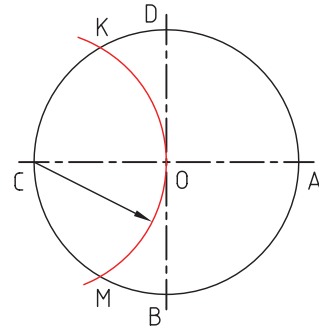
## تقسیم دایره به هفت قسمت مساوی (ترسیم هفت ضلعی)

برای ترسیم دایره به هفت قسمت مساوی به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

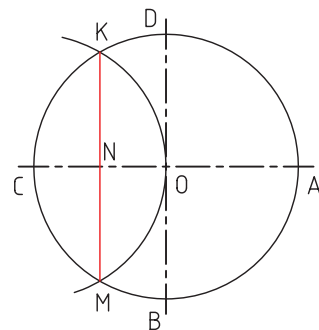
۱. ابتدا دایره را ترسیم می‌کنیم.



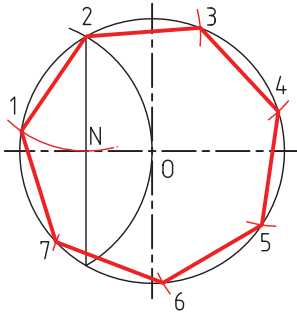
۲. به شعاع OA و به مرکز C کمانی می‌زنیم تا نقاط K و M به دست آید.



۳. K را به M وصل می‌کنیم تا نقطه‌ی N روی محور افقی به دست آید.



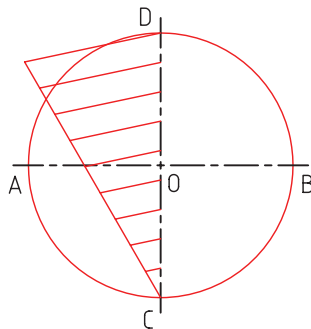
۴. مقدار KN برابر  $\frac{1}{7}$  دایره است. با استفاده از پرگار این فاصله را روی محیط دایره انتقال می‌دهیم و تکرار می‌کنیم تا دایره به هفت قسمت تقسیم شود.



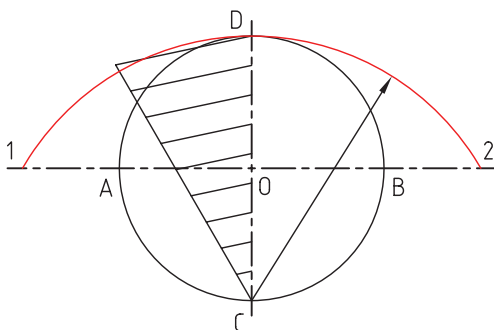
## تقسیم دایره به n قسمت مساوی

برای مثال، می‌خواهیم دایره‌ای را به ۷ قسمت مساوی تقسیم کنیم. بدین منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

۱. ابتدا قطر دایره یعنی CD را به ۷ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم.



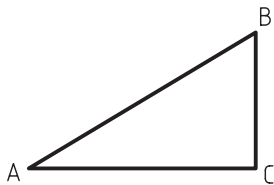
۲. به مرکز C و شعاع CD کمانی می‌زنیم تا نقاط ۱ و ۲ روی محور افقی به دست آید.





## انتقال چند ضلعی ها

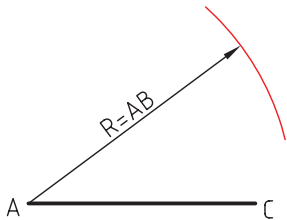
برای مثال، می‌خواهیم مثلث ABC را انتقال دهیم یا اصطلاحاً مشابه‌سازی کنیم. به این منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:



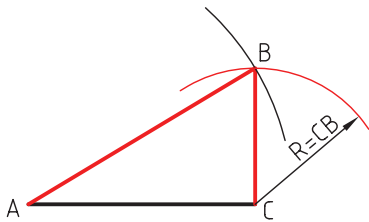
(الف) پارہ خطی بہ طول AC ترسیم می کنیم.



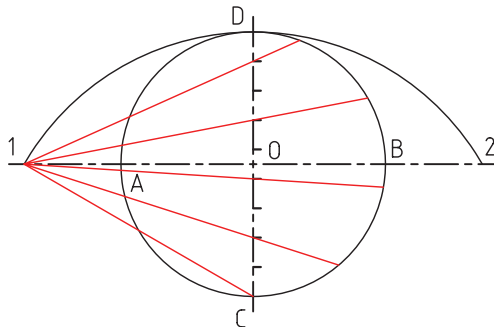
(ب) به مرکز A و شعاع AB کمانی می‌زنیم.



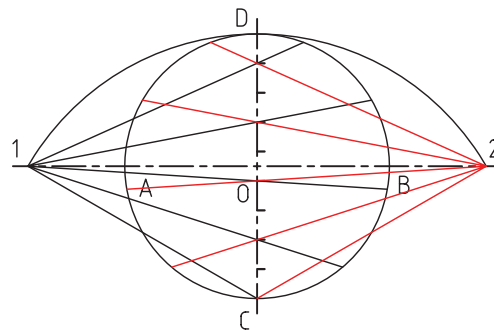
(ج) به مرکز C و شعاع CB کمان دیگری می‌زنیم تا B به دست آید. B را به A و C وصل می‌کنیم.



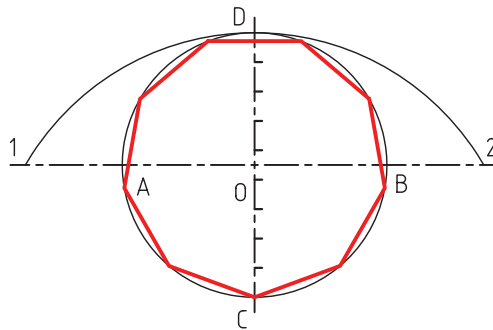
۳. از نقطه‌ی ۱، یک درمیان، به نقاط تقسیم روی محور عمودی وصل می‌کنیم و ادامه می‌دهیم تا با دایره برخورد کند.



۴. از نقطه‌ی ۲ نیز به همان نقاط تقسیم وصل می‌کنیم و ادامه می‌دهیم تا با طرف دیگر دایره برخورد کند.

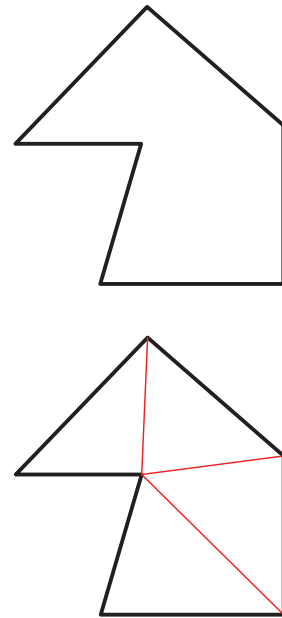


۵. اکنون دایره به نه قسمت تقسیم شده است. اگر نقاط را به هم وصل کنیم یک نه ضلعی به دست می آید.





همه‌ی چندضلعی‌های نامنظم را می‌توان با تبدیل آن به تعداد مثلث مشابه‌سازی کرد. (شکل زیر)



منتظم را داشته باشیم می‌توانیم با استفاده از ضریب داده شده  $KL$  طول ضلع هر چندضلعی را بیابیم. در این جدول،  $K$  ضریب ثابت برای هر چندضلعی است. با داشتن قطر دایره محیطی چندضلعی ( $D$ ) خواهیم داشت.

$$L = D \times K_L$$

$L$  = طول هر ضلع

$D$  = قطر دایره محیطی

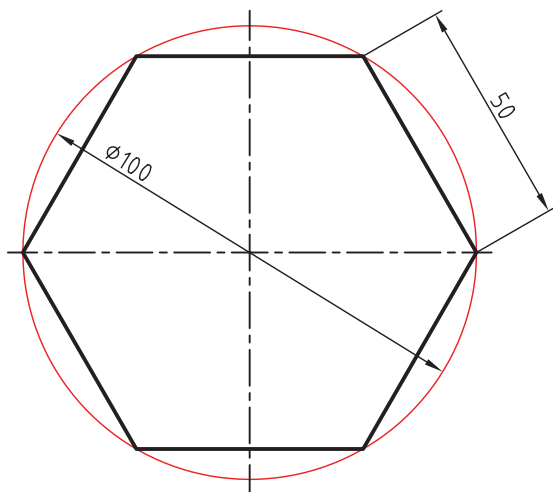
$K_L$  = ضریب ثابت

مثال: می‌خواهیم طول ضلع یک شش‌ضلعی را که دایره‌ی محیطی آن ۱۰۰ باشد محاسبه کنیم. طبق جدول داریم:

$$K = 0.5 \quad L = D \times K \quad \text{طول ضلع}$$

$$L = 100 \times 0.5 \quad L = 50$$

حال می‌توانیم دایره‌ای به قطر ۱۰۰ ترسیم و با باز کردن دهانه‌ی پرگار تقسیم به اندازه‌ی ۵۰ شش قسمت را روی آن جدا کنیم.



### ترسیم چندضلعی‌ها با استفاده از جدول

چنانچه قطر دایره‌ی تقسیم برای ترسیم چندضلعی‌های

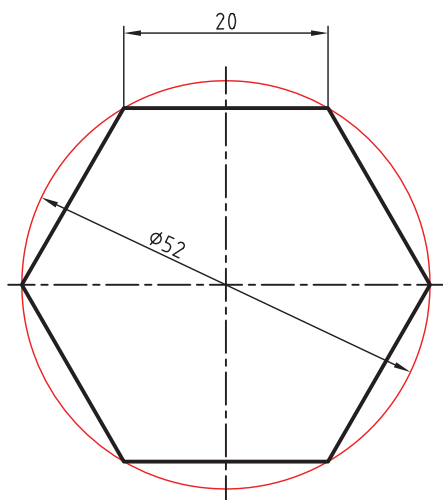
ضریب	تعداد ضلع	ضریب	تعداد ضلع	ضریب	تعداد ضلع
۰/۱۶۵	۱۹	۰/۲۸۲	۱۱	۰/۸۶۷	۳
۰/۱۵۶	۲۰	۰/۲۵۷	۱۲	۰/۷۰۷	۴
		۰/۲۳۹	۱۳	۰/۵۸۸	۵
		۰/۲۲۲	۱۴	۰/۵۰۰	۶
		۰/۲۵۸	۱۵	۰/۴۳۴	۷
		۰/۱۹۵	۱۶	۰/۳۸۳	۸
		۰/۱۸۴	۱۷	۰/۳۴۲	۹
		۰/۱۷۴	۱۸	۰/۳۰۹	۱۰

مثال: می‌خواهیم هشت‌ضلعی منتظمی با طول ۲۰ ترسیم کنیم. داریم:

$$L = 20 \quad K_D = 2/614 \quad D = L \times K_D$$

$$\Rightarrow D = 20 \times 2/614 \quad D = 52/28$$

با ترسیم دایره‌ای به قطر  $D=52$  می‌توانیم هشت‌ضلعی را که طول هر ضلع آن برابر ۲۰ است ترسیم کنیم. بعد از ترسیم دایره مقادیر ۲۰ را با پرگار روی آن جدا می‌کنیم.



همچنین، چنانچه طول یک ضلع از چندضلعی را داشته باشیم می‌توانیم با کمک ضریب داده‌شده در جدول زیر قطر دایره‌ی محیطی آن را طبق فرمول زیر محاسبه و چندضلعی را ترسیم کنیم.

$$D = L \times K_D$$

$$D = \text{قطر دایره محیطی}$$

$$L = \text{طول ضلع}$$

$$K_D = \text{ضریب ثابت}$$

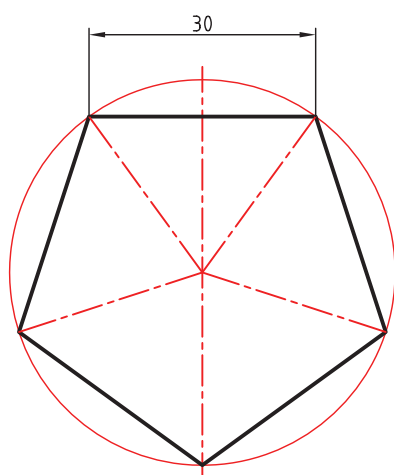
تعداد ضلع	ضریب $K_D$
۳	۱/۱۵۴
۴	۱/۴۱۴
۵	۱/۷۰۲
۶	۲/۰۰۰
۸	۲/۶۱۴
۱۰	۳/۲۳۶
۱۲	۳/۸۶۴



(۶۰ دقیقه)

## دستور کار

### ترسیم پنج ضلعی



پنج ضلعی ای ترسیم کنید که طول هر ضلع آن برابر ۳۰ باشد.

### جدول ابزار

مشخصات فنی	نام ابزار	مشخصات فنی	نام ابزار
نرم	پاک کن	حداقل ۵۰×۷۰	میز نقشه کشی
A۴	کاغذ	ثابت	خط کش تی
مویی	برس	۳۰° - ۶۰°	گونیا
بازویی	پرگار	نواری	چسب
روپوش سفید	لباس کار	HB	مداد

$$K_D = 1/70.2$$

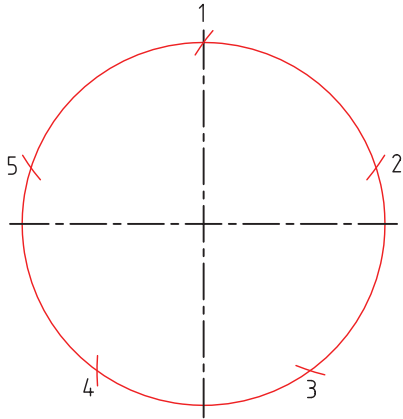
ابتدا از جدول مقدار  $K_D$  را برای پنج ضلعی پیدا کنید.

پس از رابطه ی قطر با این ضریب مقدار قطر دایره ی محاطی پنج ضلعی را محاسبه کنید.

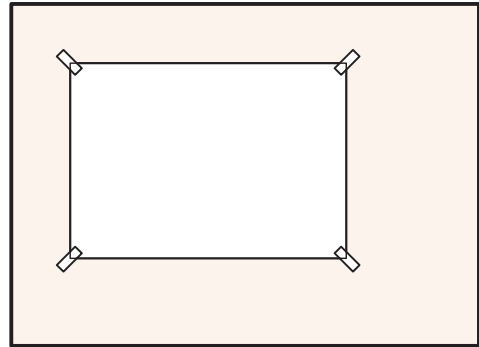
$$D = L \times K_D \Rightarrow D = 30 \times 1/70.2 \Rightarrow D = 51$$

## مراحل ترسیم

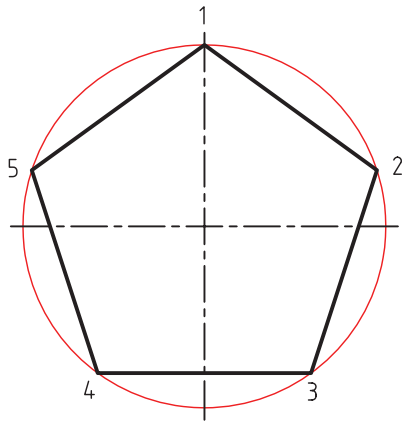
۳. دهانه‌ی پرگار تقسیم را به اندازه‌ی ۳۰ باز کنید و به ترتیب از سمت چپ و راست محور عمودی دایره اندازه‌ها را جدا کنید.



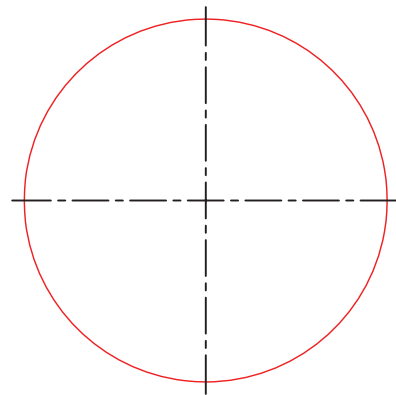
۱. کاغذ A۴ را روی میز بچسبانید و کادر و جدول را ترسیم کنید.



۴. تقسیم‌ها را مطابق شکل به هم وصل کنید.



۲. با ترسیم محورهای دایره، و دایره‌ای به قطر ۵۰ ترسیم کنید.



۵. نقشه‌ی کامل‌شده را برای تأیید و ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

## ارزشیابی پایانی

### ◀ نظری

۱. برای تقسیم دایره به پنج قسمت مساوی کدام گزینه کاربرد دارد؟

☐ الف) عمود منصف ☐ ب) نیم‌ساز زاویه ☐ ج) انتقال زاویه

۲. تقسیم دایره به هفت قسمت مساوی را توضیح دهید.

۳. تقسیم دایره به یازده قسمت مساوی را توضیح دهید.

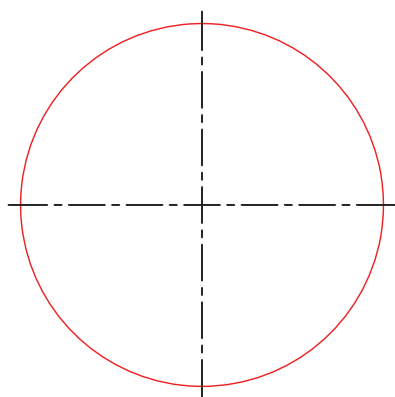
۴. چگونه می‌توان یک چندضلعی نامنظم را مشابه‌سازی کرد؟

۵. اگر طول ضلع یک هشت‌ضلعی برابر ۳۰ باشد قطر دایره‌ی آن چقدر است؟

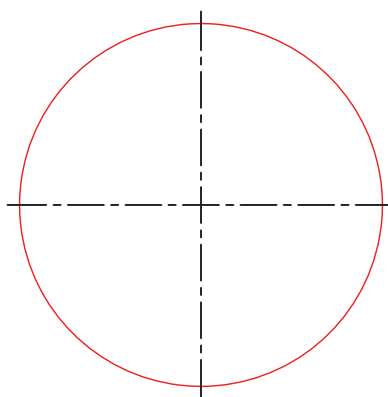
۶. برای ترسیم یک هفت‌ضلعی با قطر دایره‌ی تقسیم ۱۰۰، طول هر ضلع چقدر است؟

## عملی

۱. دایره‌های داده‌شده را به پنج و هفت قسمت مساوی تقسیم کنید. (زمان ۴۵ دقیقه)

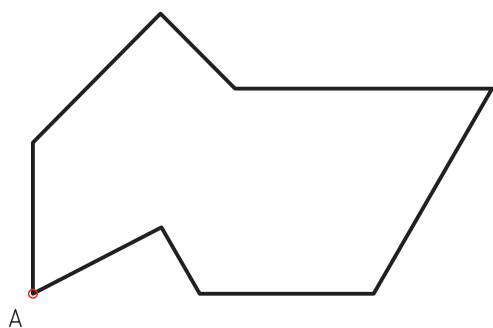


پنج قسمت



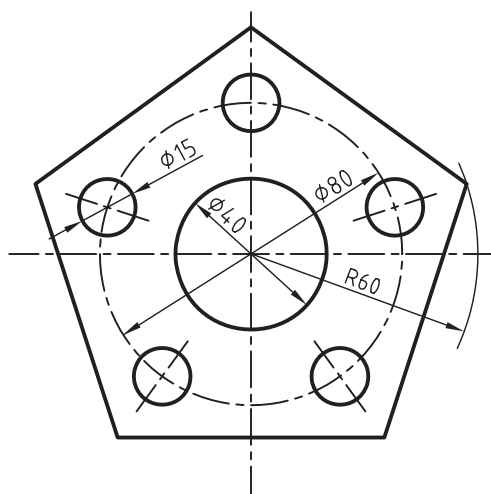
هفت قسمت

۲. چندضلعی داده‌شده را از نقطه‌ی A به A' انتقال دهید. (زمان ۳۰ دقیقه)



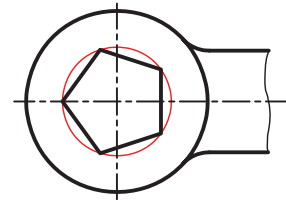
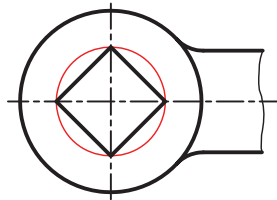
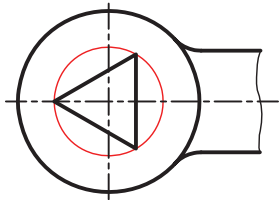
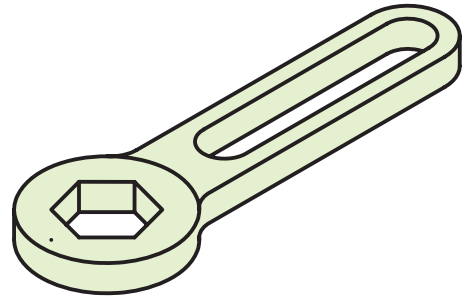
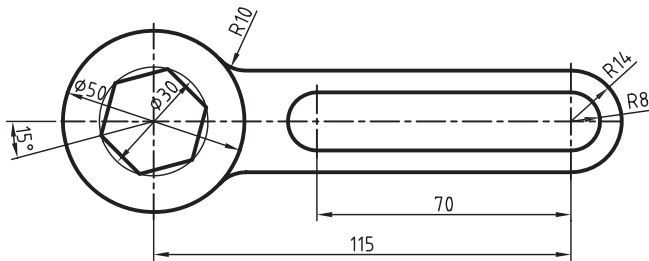
A'

۳. تصویر داده‌شده را ترسیم کنید. (زمان ۴۵ دقیقه)

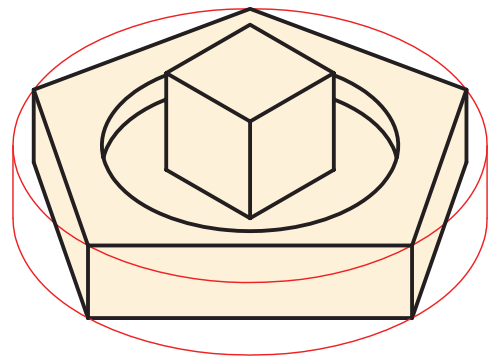
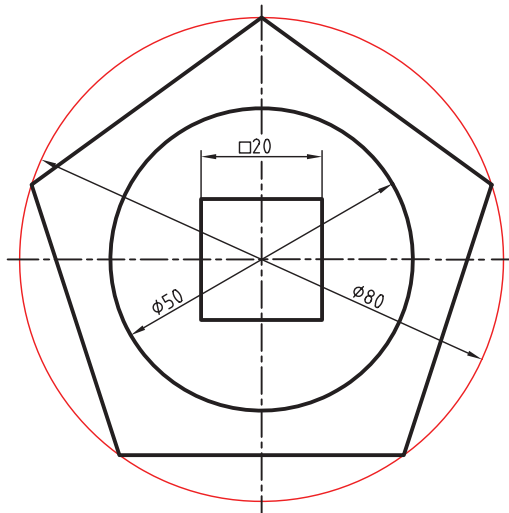


۴. هریک از اشکال زیر را در کاغذ A۴ ترسیم کنید.

الف) زمان ۱۲۰ دقیقه



ب) زمان ۶۰ دقیقه





## توانایی ترسیم مماس‌ها

◀ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:

- مماس بودن یک خط بر دایره را شرح دهد.
- کمان را بین دو خط مماس کند.
- کمان را بر خط و دایره مماس کند.
- خطی را از نقطه‌ای روی دایره بر دایره مماس کند.
- خطی را از نقطه‌ای بیرون دایره بر دایره مماس کند.
- خط راست را بر خارج و داخل دو دایره مماس کند.
- کمانی را از نقطه‌ای خارج دایره بر دایره مماس کند.
- کمانی را بر خارج دو دایره مماس کند.
- کمانی را بر داخل دو دایره مماس کند.
- کمانی را بر داخل و خارج دو دایره مماس کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۳	۶	۹

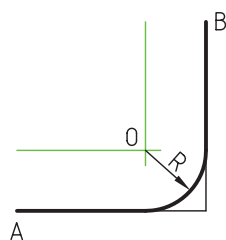


## پیش آزمون

۱. مماس بودن یک خط بر دایره را توضیح دهید.
۲. مماس بودن دو دایره با هم را با ترسیم شکل نشان دهید.
۳. خط مماس خارج دو دایره را با ترسیم شکل نشان دهید.
۴. خط مماس داخل دو دایره را با ترسیم شکل نشان دهید.
۵. منحنی مماس داخل دو دایره را با ترسیم شکل نشان دهید.
۶. منحنی مماس خارج دو دایره را با ترسیم شکل نشان دهید.
۷. منحنی مماس داخل، خارج دو دایره را با ترسیم شکل نشان دهید.



## مماس ها



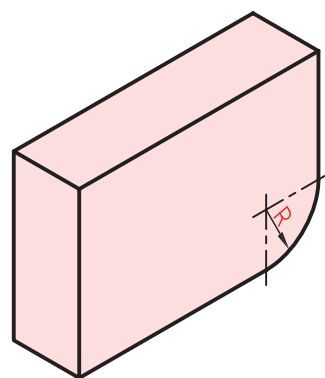
$R = \text{شعاع کمان}$

ج) به مرکز O و شعاع R کمان می‌زنیم. این کمان بر دو خط A و B مماس است.

برای ترسیم نقشه‌ها در بسیاری از موارد به ترسیم مماس‌ها نیاز داریم. مماس کردن دقیق خطوط با کمان‌ها یا کمان‌ها با یکدیگر در بیشتر نقشه‌های صنعتی نیاز است.

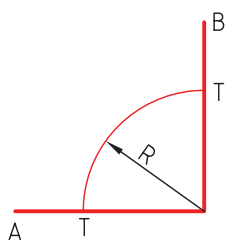
در ادامه‌ی این درس به بررسی دقیق این مباحث

می‌پردازیم.

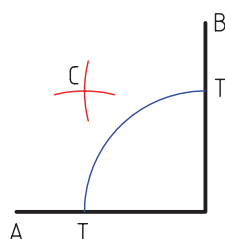


روش دوم این حالت استفاده از نیم‌ساز زاویه‌ی ۹۰ درجه است که به ترتیب زیر عمل می‌شود:

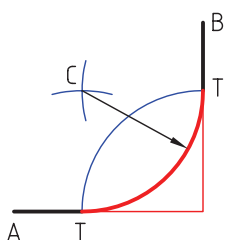
الف) کمانی به شعاع R می‌زنیم تا نقاط T به دست آید.



ب) مرکز کمان را نقاط T قرار می‌دهیم و به همان شعاع دو کمان می‌زنیم تا نقطه‌ی C به دست آید.



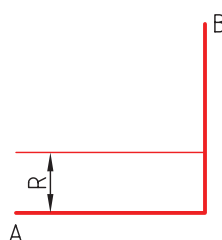
ج) نقطه‌ی C مرکز کمان مماس است.



- مماس کردن کمانی با شعاع R بر دو خط در حالت‌های متفاوت:

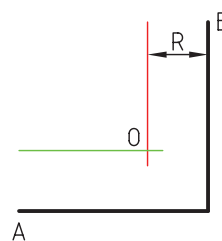
حالت اول: دو خط بر هم عمود باشند.

الف) خطی موازی خط A به فاصله‌ی R ترسیم می‌کنیم.



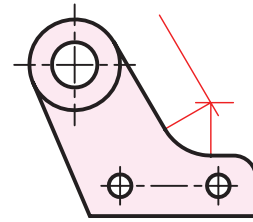
$R = \text{شعاع کمان}$

ب) خطی موازی خط B به فاصله‌ی R ترسیم می‌کنیم تا نقطه‌ی O به دست آید.

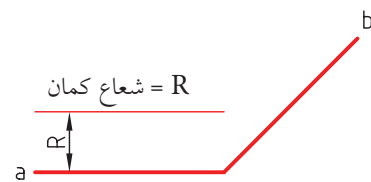


حالت دوم: دو خط با هم زاویه‌ی باز داشته باشند.

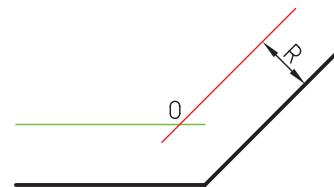
$R = \text{شعاع کمان}$



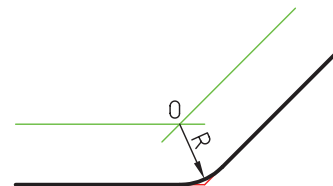
الف) خطی به موازات  $a$  و فاصله‌ی  $R$  ترسیم می‌کنیم.



ب) خطی به موازات  $b$  و فاصله‌ی  $R$  ترسیم می‌کنیم.

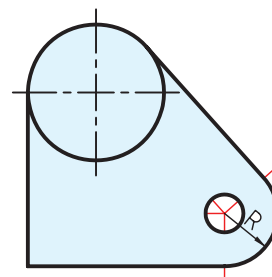


ج) به مرکز  $O$  (محل برخورد دو خط) کمان را ترسیم می‌کنیم.

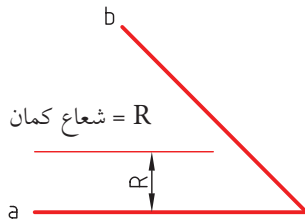


حالت سوم: دو خط با هم زاویه‌ی بسته داشته باشند.

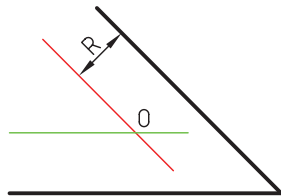
$R = \text{شعاع کمان}$



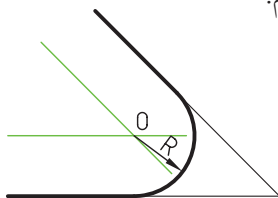
الف) خطی به موازات  $a$  و فاصله‌ی  $R$  ترسیم می‌کنیم.



ب) خطی به موازات  $b$  و فاصله‌ی  $R$  ترسیم می‌کنیم.

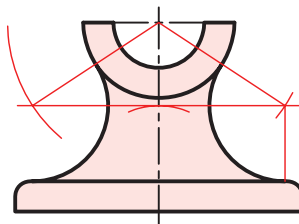


ج) به مرکز  $O$  (محل برخورد دو خط) کمان به شعاع  $R$  را ترسیم می‌کنیم.

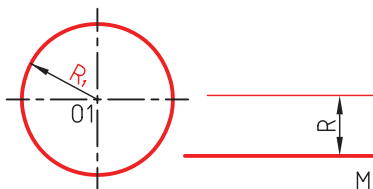


### مماس کردن کمانی بر یک خط و کمان دیگر

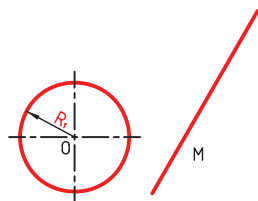
برای ترسیم کمانی با شعاع  $R$  بر خط  $m$  و بر دایره‌ای به شعاع  $R_1$  به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:



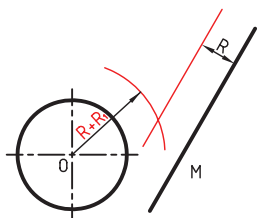
الف) خطی به موازات  $m$  و به فاصله‌ی  $R$  ترسیم می‌کنیم.



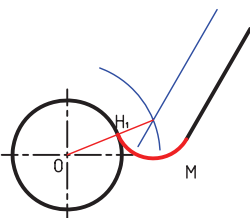
حالت‌های دیگر مماس کردن کمان بین خط و دایره‌ی دیگر به صورت زیر است.



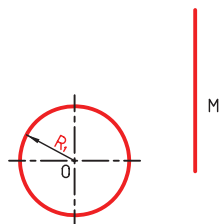
(الف)



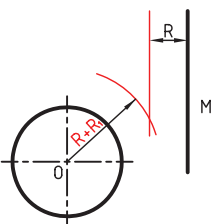
(ب)



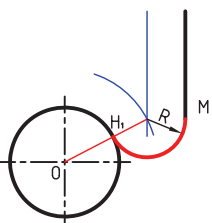
(ج)



(الف)

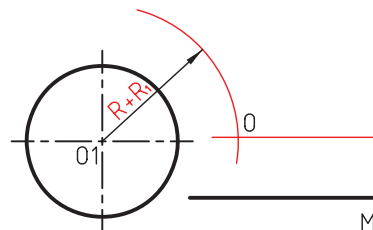


(ب)

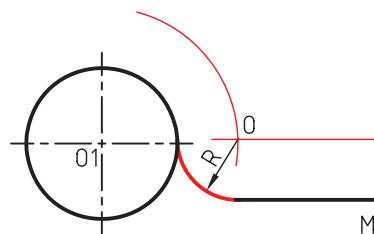


(ج)

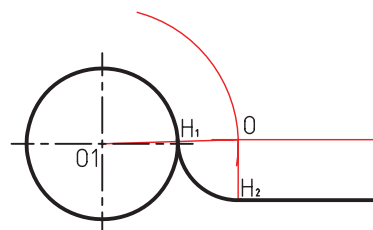
ب) سوزن پرگار را روی مرکز دایره می‌گذاریم و به شعاع  $R+R_1$  کمانی می‌زنیم تا نقطه‌ی O به دست آید.



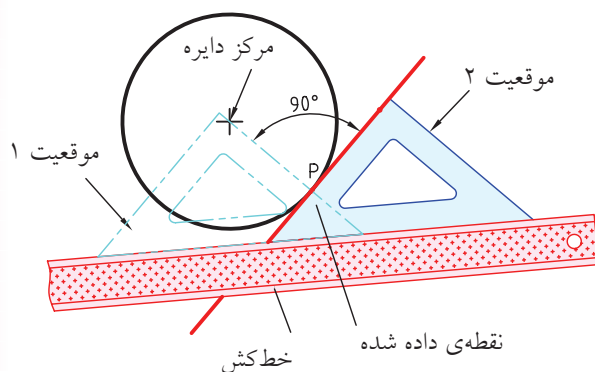
ج) به مرکز O و شعاع R کمانی ترسیم می‌کنیم تا بر خط و دایره مماس شود.



د) چنانچه مرکز دایره را به O وصل کنیم نقطه‌ی  $H_1$  به دست می‌آید. اگر از O خطی بر خط M عمود کنیم نقطه‌ی  $H_2$  به دست می‌آید. نقطه‌های  $H_1$  و  $H_2$  نقاط دقیق تماس هستند.

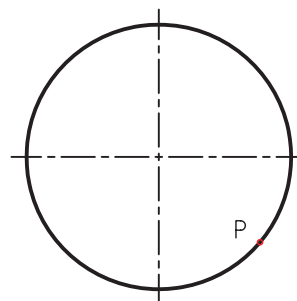


ج) رابطه‌ی حرکت گونیا و خط‌کش تی در تصویر نشان داده شده است.

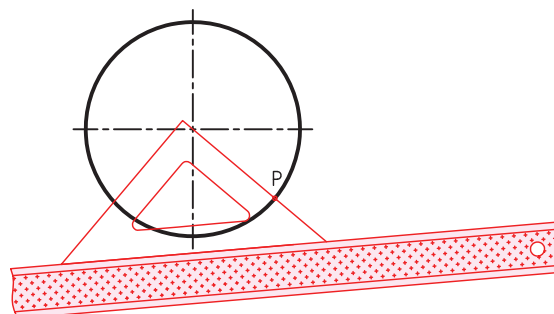


## ترسیم خط مماس از نقطه‌ای روی دایره بر دایره

برای مثال، می‌خواهیم از نقطه‌ی P روی دایره خطی مماس کنیم. بدین منظور، به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

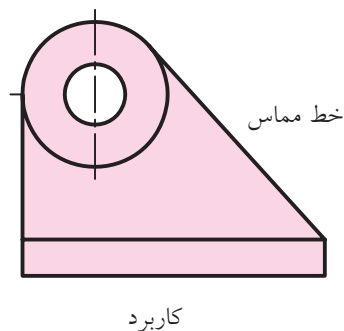


الف) خط‌کش تی و گونیای  $45^\circ$  را به صورتی تنظیم می‌کنیم که لبه‌ی گونیا از مرکز دایره و نقطه‌ی P عبور کند.

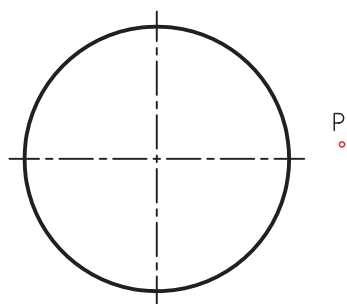


## ترسیم خط مماس از یک نقطه خارج دایره بر دایره

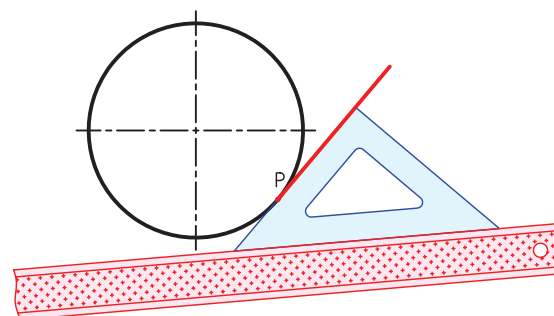
برای مثال، می‌خواهیم از نقطه‌ی P خطی بر دایره مماس کنیم. بدین منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:



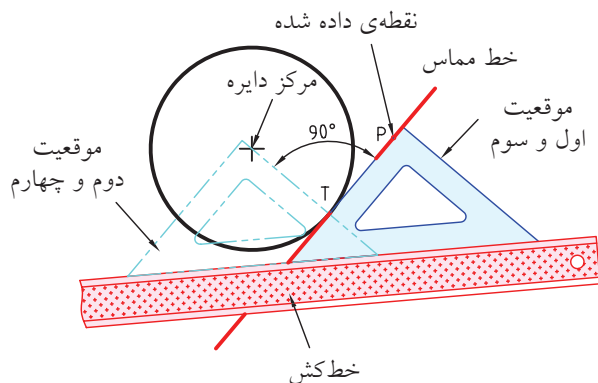
کاربرد



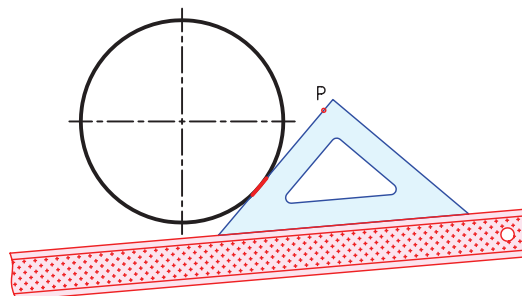
ب) گونیا را روی خط‌کش تی بلغزانید تا لبه‌ی دیگر آن روی نقطه‌ی P قرار گیرد. سپس خط مماس را ترسیم کنید.



د) رابط‌هی حرکت گونیا و خط‌کش تی در تصویر نشان داده شده است.

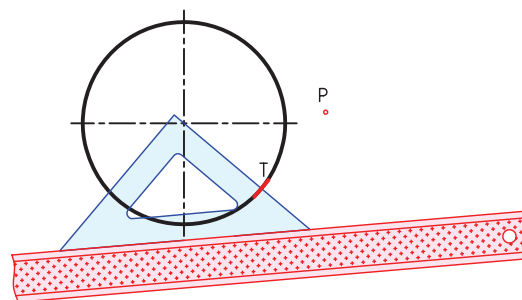
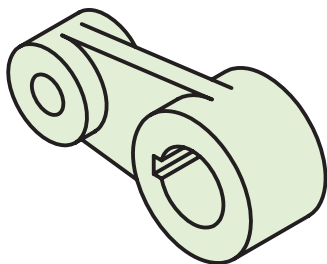


الف) خط‌کش تی و گونیا‌ی  $45^\circ$  را به صورتی تنظیم می‌کنیم که لبه‌ی گونیا از نقطه‌ی P عبور کند و به صورت چشمی بر دایره مماس باشد.



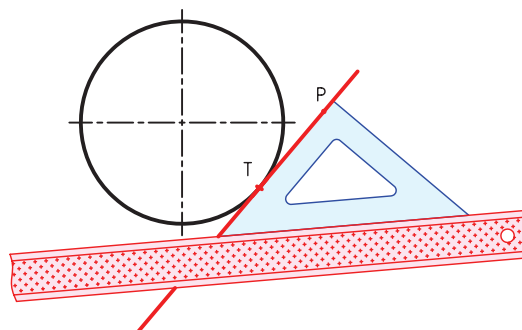
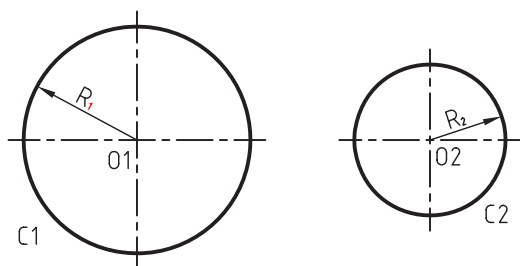
ب) گونیا را روی خط‌کش تی می‌لغزانیم تا لبه‌ی دیگر گونیا از مرکز دایره عبور کند. سپس نقطه‌ی مماس T را علامت می‌زنیم.

ترسیم مماس خارج بر دو دایره با خط راست



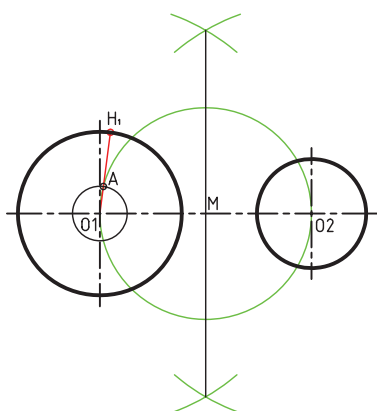
برای مثال، می‌خواهیم بر خارج دایره‌های  $C_1$  و  $C_2$  خطی مماس کنیم. به این منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

ج) برای بار دیگر گونیا را به محل قبلی برمی‌گردانیم و مماس مورد نظر را ترسیم می‌کنیم.

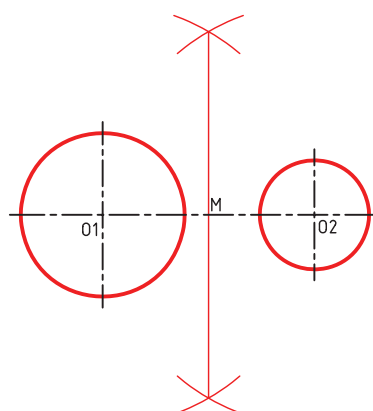




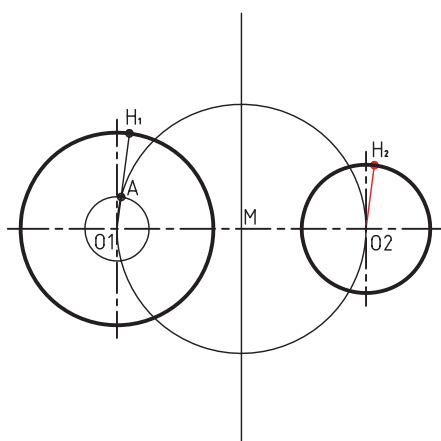
(د) از  $O_1$  به  $A$  وصل می‌کنیم و ادامه می‌دهیم تا نقطه‌ی  $H_1$  به دست آید.



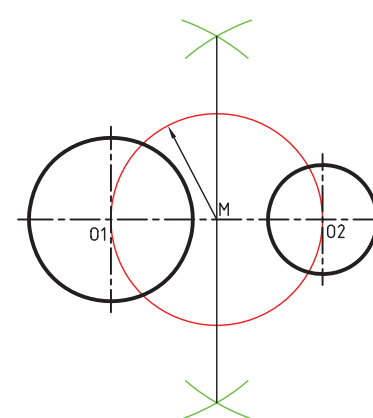
(الف) عمود منصف خط  $O_1O_2$  را رسم می‌کنیم تا نقطه‌ی  $M$  وسط آن به دست آید.



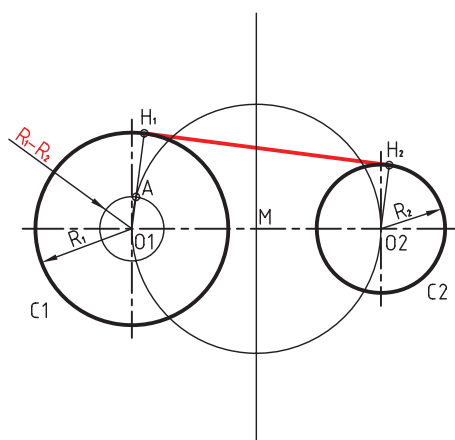
(هـ) از  $O_2$  موازی  $O_1H_1$  خطی رسم می‌کنیم تا نقطه‌ی  $H_2$  به دست آید.



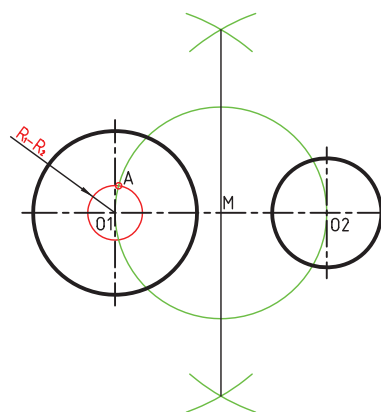
(ب) به مرکز  $M$  و شعاع  $MO_2$  دایره‌ای ترسیم می‌کنیم تا از مرکز دو دایره بگذرد.



(و) خط  $H_1H_2$  مماس خارجی دو دایره است.

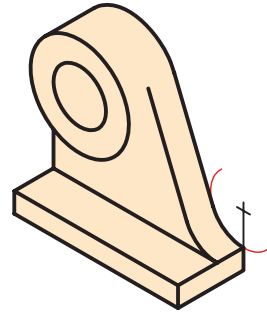
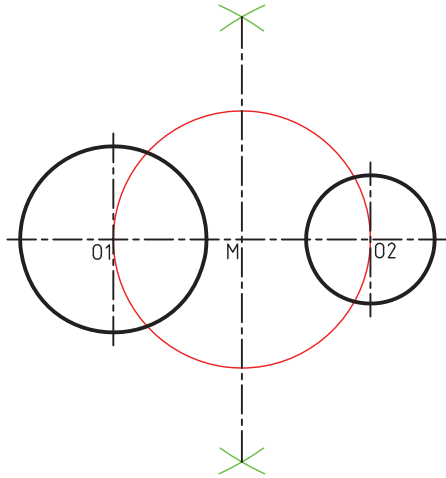


(ج) به مرکز  $O_1$  و به شعاع  $R_1 - R_2$  کمانی می‌زنیم تا دایره‌ی قبلی را قطع کند و نقطه‌ی  $A$  به دست آید.



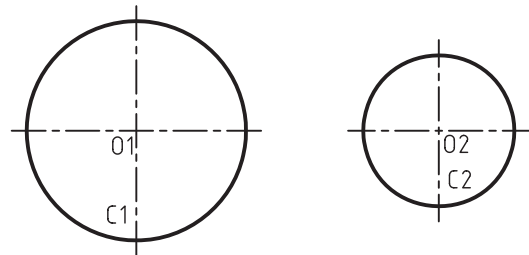
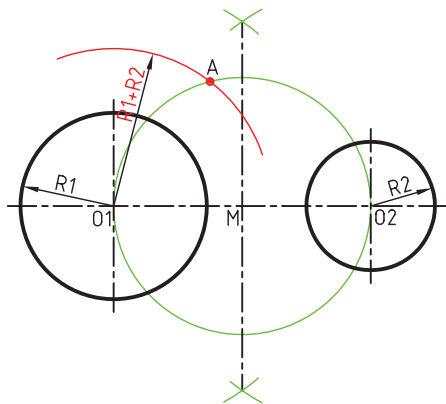
## ترسیم مماس داخلی دو دایره با خط راست

ب) به مرکز  $M$  و شعاع  $MO_2$  دایره‌ای می‌زنیم تا از مرکز دو دایره عبور کند.



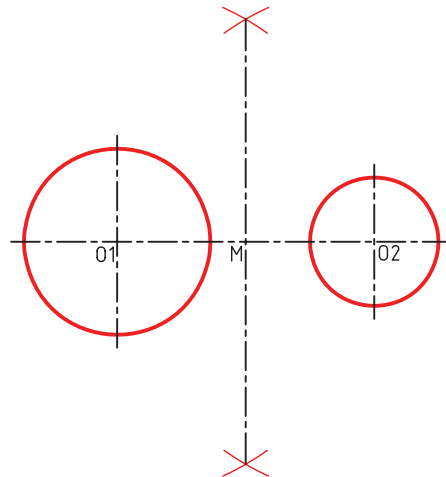
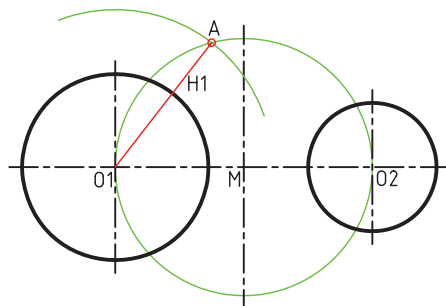
برای مثال، می‌خواهیم مماس داخلی دو دایره  $C_1$  و  $C_2$  را ترسیم کنیم. به این منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

ج) به مرکز  $O_1$  و شعاع  $R_1 + R_2$  کمانی می‌زنیم تا نقطه‌ی  $A$  به دست آید.



الف) عمود منصف خط  $O_1O_2$  را ترسیم می‌کنیم تا نقطه‌ی  $M$  به دست آید.

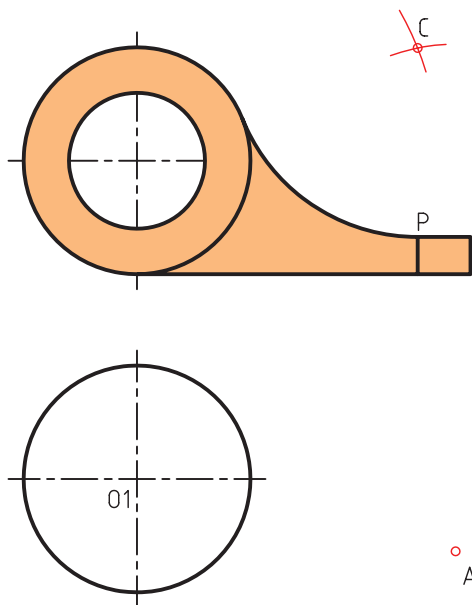
د) از  $O_1$  به  $A$  وصل می‌کنیم. تا نقطه‌ی  $H_1$  به دست آید.



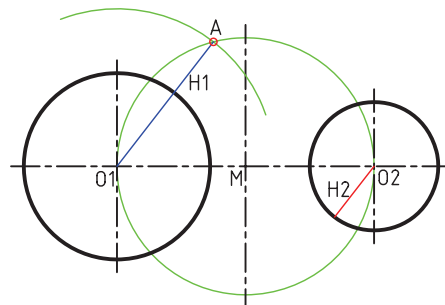
گونیا و خط کش تی را طوری تنظیم می کنیم که لبه ی گونیا به صورت چشمی با دو دایره مماس شود، سپس گونیا را می لغزانیم تا لبه ی دیگر آن از مرکز دایره عبور کند. نقطه ی مماس  $H$  را مشخص می کنیم. سپس گونیا را می لغزانیم تا از مرکز دایره ی دیگر نیز عبور کند. نقطه ی مماس  $H_1$  را مشخص می کنیم. سرانجام، گونیا را دوباره می لغزانیم و خط مماس را بین دو نقطه ی  $H$  و  $H_1$  ترسیم می کنیم.

### ترسیم مماس از نقطه ای خارج دایره بر دایره با خط منحنی

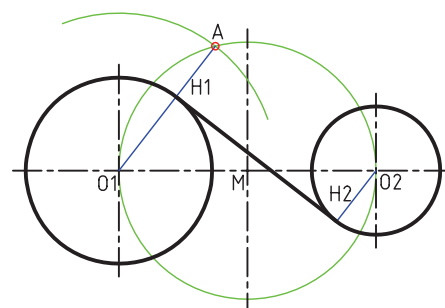
برای مثال، می خواهیم از نقطه ی  $A$  کماتی به شعاع  $R$  را بر دایره ای به شعاع  $R_1$  مماس کنیم. برای این منظور به ترتیب زیر عمل می کنیم:



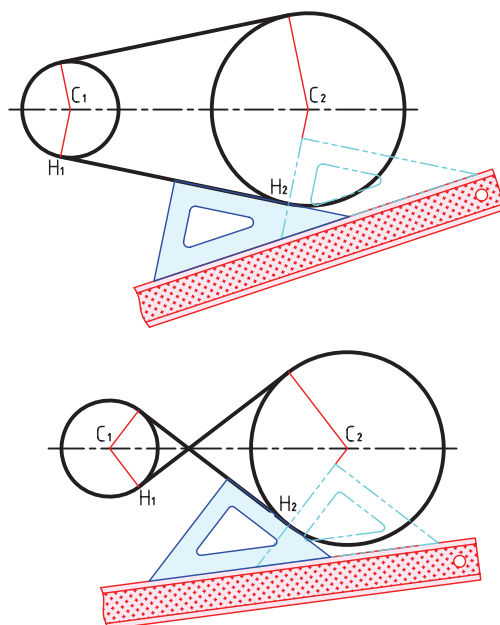
ه) از  $O_2$  خطی موازی  $AO_1$  رسم می کنیم تا  $H_2$  به دست آید.



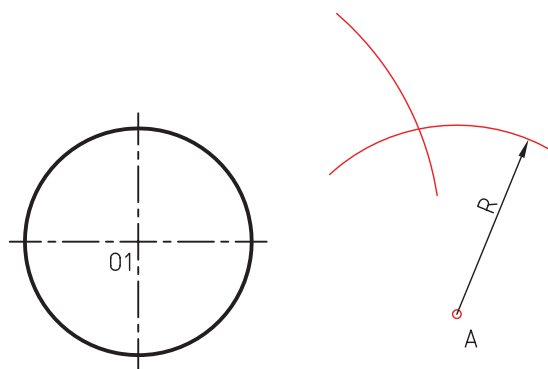
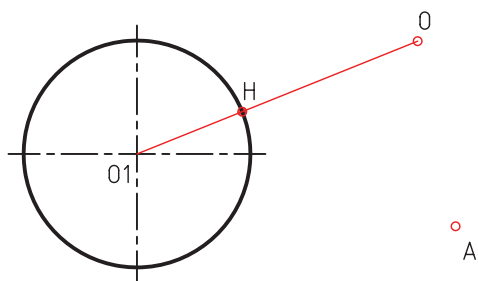
و)  $H_1$  را به  $H_2$  وصل می کنیم.  $H_1 H_2$  مماس داخلی دو دایره است.



راه دوم برای ترسیم خط مماس بر دایره به صورت داخل یا خارج

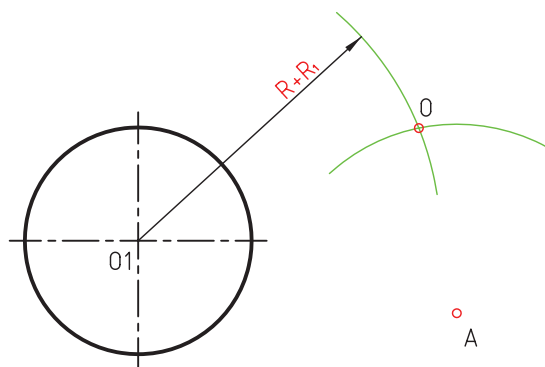
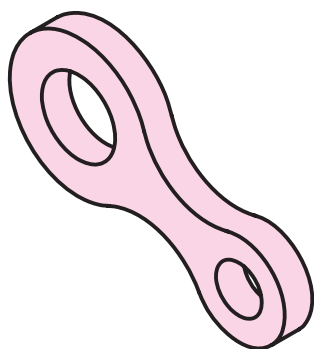


الف) به مرکز A کمانی با شعاع R می‌زنیم.  
 د) اگر از O1 به O وصل کنیم نقطه‌ی دقیق تماس یعنی H به دست می‌آید.



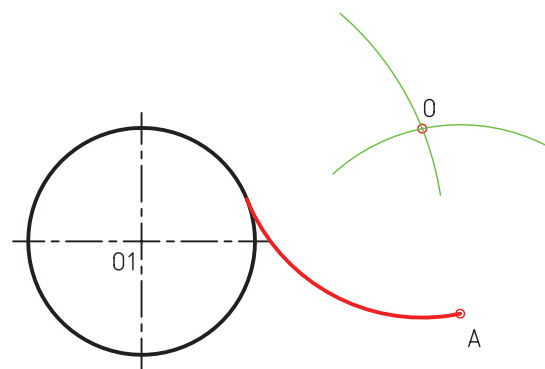
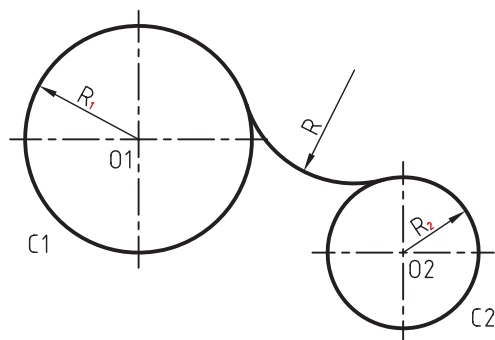
ب) به مرکز O1 کمانی با شعاع  $R + R_1$  می‌زنیم تا کمان قبلی را قطع کرده و نقطه‌ی O به دست آید.

ترسیم مماس خارج بر دو دایره با کمان

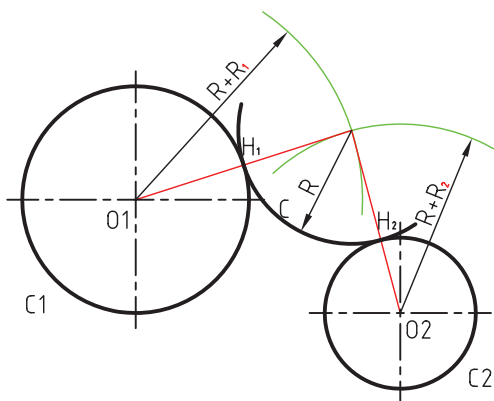


برای مثال، می‌خواهیم کمانی را با شعاع R به صورت مماس خارجی بر دو دایره‌ی C1 و C2 ترسیم کنیم. برای این منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

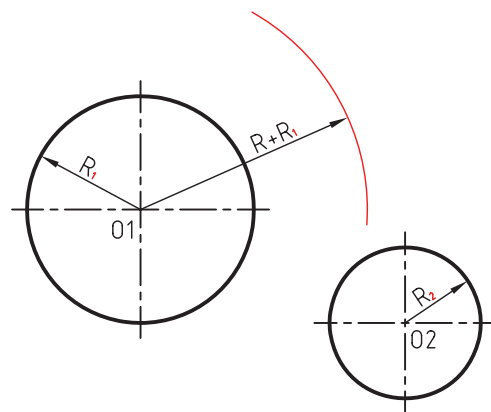
ج) به مرکز O و شعاع R کمان موردنظر را ترسیم می‌کنیم.



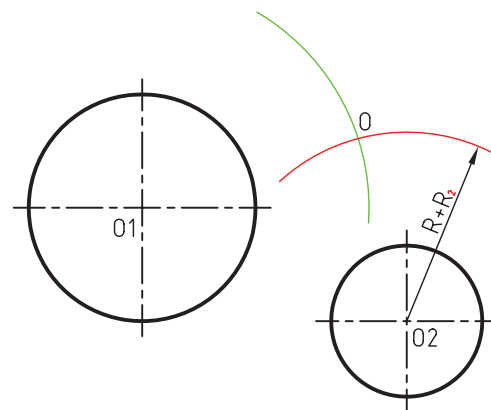
د) چنانچه از مرکز دایره‌ها به نقطه‌ی O وصل کنیم نقاط  $H_1$  و  $H_2$  که نقاط تماس هستند به دست می‌آید.



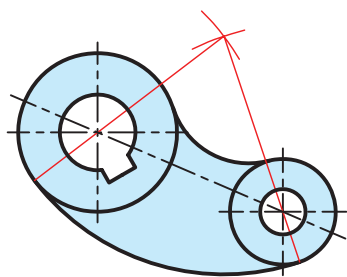
الف) به شعاع  $R + R_1$  و به مرکز O1 کمانی می‌زنیم.



ب) به مرکز O2 و شعاع  $R + R_2$  نیز کمانی می‌زنیم تا نقطه‌ی O به دست آید.



### ترسیم مماس داخل بر دو دایره با کمان



برای مثال، می‌خواهیم کمانی را با شعاع R بر دو دایره‌ی C1 و C2 به صورت مماس داخلی ترسیم کنیم. برای این منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

ج) به مرکز O و شعاع R کمان مورد نظر را ترسیم می‌کنیم.

