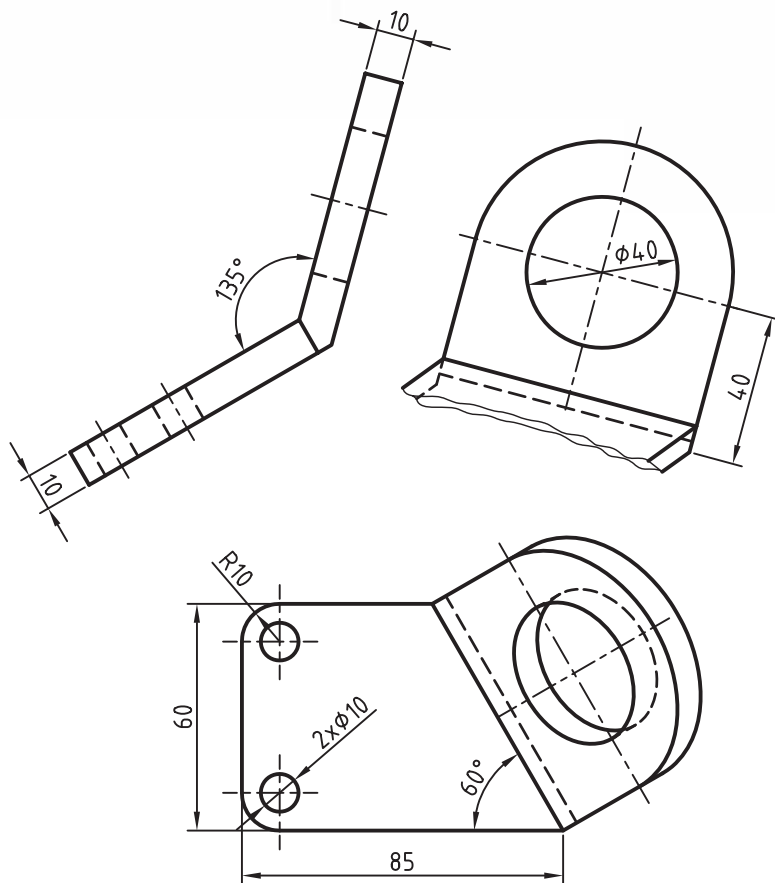


(۶۰ دقیقه)

دستور کار شماری ۱

ایجاد صفحه‌ی کاری

قطعه‌ی زیر را با استفاده از ایجاد صفحه‌ی کاری مناسب مدل‌سازی کنید.



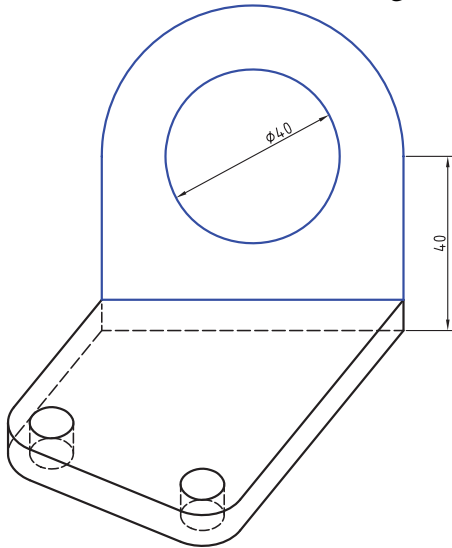
فیلم آموزشی

فیلم مراحل این دستورکار را در CD مشاهده کنید



مراحل ترسیم

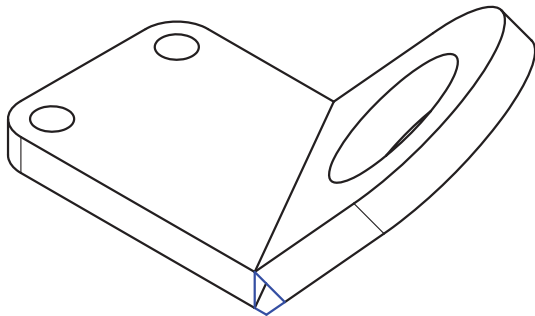
افقی پروفایل با اضلاع عمودی و افقی مدل قید هم‌راستایی ایجاد کنید.



۵. پروفایل را به اندازه‌ی ۱۰ میلی‌متر در جهت خارج از مدل برجسته کنید.

۶. سطح عمودی دیواره‌ی مایل را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید.

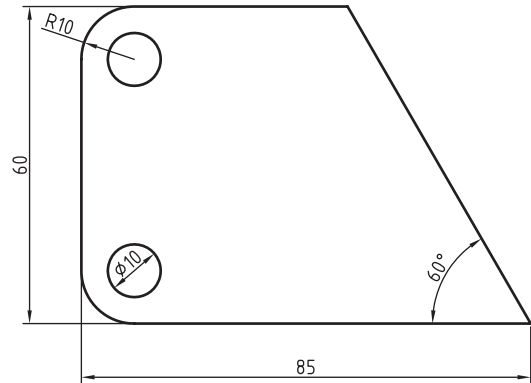
۷. پروفایل زیر را ایجاد کنید. نیازی به اندازه‌گذاری نیست و تنها از قید هم‌راستای بین اضلاع پروفایل و لبه‌های مدل استفاده کنید.



۸. با استفاده از دستور Extrude و نوع پایان‌دهی Plane پروفایل را تا دیواره‌ی عمودی مایل مقابل برجسته کنید.

۹. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

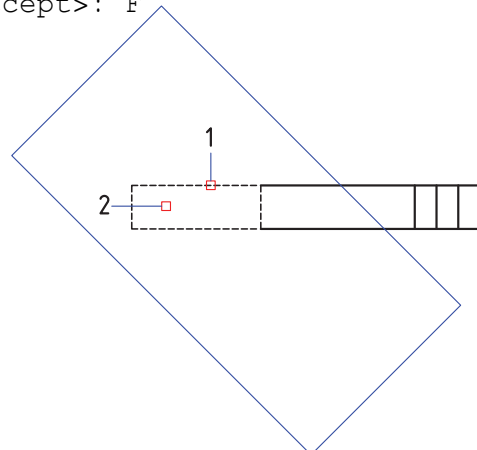
۱. اسکچ زیر را در صفحه‌ی افقی ترسیم کنید و بعد از تبدیل آن به پروفایل به اندازه‌ی ۱۰ میلی‌متر برجسته کنید.



۲. دستور Work Plane را اجرا کنید. در ستون سمت چپ گزینه‌ی On Edge/Axis، در ستون سمت راست گزینه‌ی Planar Angle و در فیلد Angle عدد ۴۵ درجه را وارد کنید.

۳. در پاسخ به درخواست‌های خط فرمان به صورت زیر پاسخ دهید تا یک صفحه‌ی کاری مطابق تصویر زیر ایجاد شود.

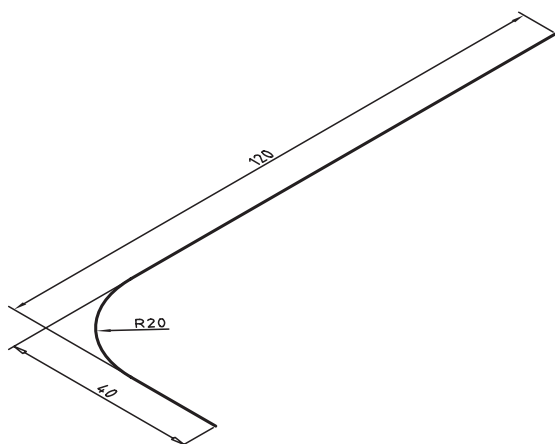
```
Select work axis, straight edge or [worldX/worldY/worldZ]: (1)
Select work plane, planar face or [worldXy/worldYz/worldZx/Ucs]: (2)
Enter an option [Next/Accept]
<Accept>: A
Enter an option [Flip/Accept]
<Accept>: F
```



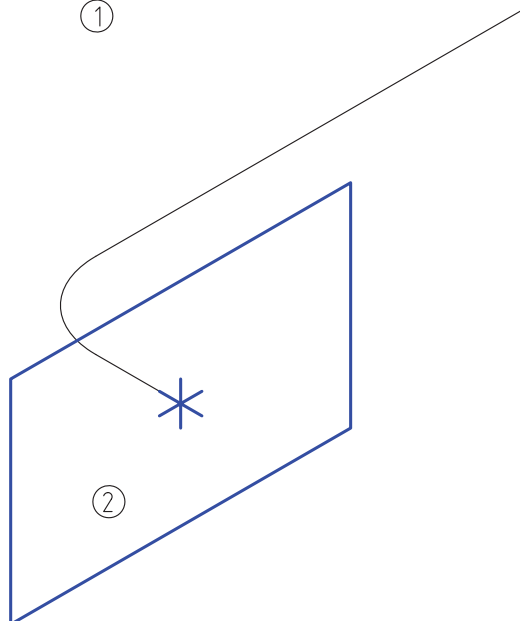
۴. با زدن عدد ۹ به صفحه‌ی کاری اخیر بروید و پروفایل زیر را در آن رسم کنید. بین دو ضلع عمودی و ضلع

ایجاد مسیر

بعد از اجرای دستور باید اسکیچ را انتخاب کنیم. سپس از ما می‌خواهد که نقطه‌ی شروع مسیر را مشخص کنیم. مکانیکال پیشنهاد می‌کند که یک صفحه‌ی طراحی عمود بر مسیر و یک نقطه‌ی کاری در شروع مسیر ایجاد کند که در صورت موافقت با این پیشنهاد باید دکمه‌ی ایتر را بزیم (گزینه‌ی Yes گزینه‌ی پیش فرض است). سپس باید راستای محورهای مختصات را روی صفحه‌ی طراحی ایجادشده تعیین کنیم. در شکل زیر بعد از ایجاد مسیر



①



②

علاوه بر پروفایل که شکلی بسته و یا باز دارد و از آن برای ایجاد نمایه‌های ترسیمی استفاده می‌کردیم در مکانیکال دسکتاپ انواع مسیرها نیز وجود دارد که می‌توانیم از آن به عنوان خطِ سیر حرکت یک پروفایل استفاده کنیم و با حرکت دادن پروفایل روی مسیر مدل خود را بسازیم.

ایجاد مسیرهای دوبعدی

مسیر دوبعدی یک اسکیچ باز یا بسته در صفحه‌ی طراحی جاری است. از مسیر دوبعدی در دستور Sweep استفاده می‌کنیم. ایجاد یک صفحه‌ی طراحی به صورت خودکار عمود بر مسیر نیز یکی دیگر از دلایل ایجاد مسیرهای دوبعدی است. برای ایجاد مسیر دوبعدی از دستور 2D Path استفاده می‌کنیم.

ایجاد مسیرهای دوبعدی مورد استفاده در دستور Sweep 2D Path

Menu: Part ⇒ Sketch Solving ⇒ 2D Path

Tool bar: Part Modeling ⇒ 2D Path



Rigth: Sketch Solving ⇒ 2D Path

Command: AM2DPATH

Select objects:
Select start point of the path:
Create a profile plane
perpendicular to the path?
[Yes/No] <Yes>:

ایجاد مسیرهای سه بعدی مورد استفاده در دستور Sweep 3D ... Path

Menu: Part ⇒ Sketch Solving ⇒ 3D ... Path

Tool bar: Part Modeling ⇒ 3D ... Path



Rigth: Sketch Solving ⇒ 3D ... Path

Command: AM3DPATH

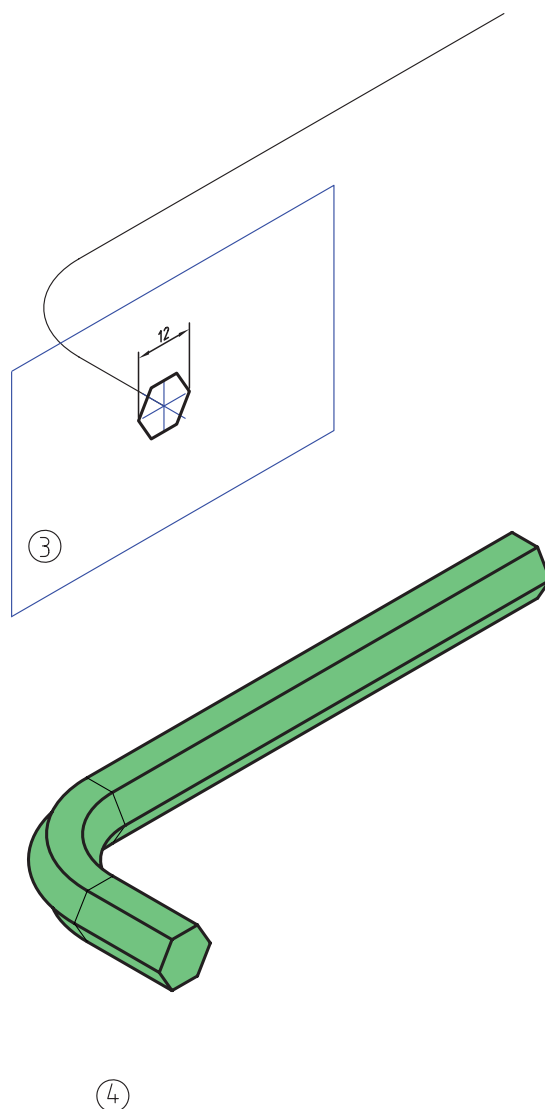
Path type: [Helical/Spline/
Edge/Pipe] <Helical>:

ایجاد مسیر سه بعدی با استفاده از لبه های مدل

گزینه ی Edge در این دستور که به صورت مستقل به نام 3D Edge Path نیز در دسترس است موجب ایجاد یک مسیر سه بعدی با استفاده از لبه های مدل می شود. لبه های مدل می تواند به صورت فضایی و سه بعدی باشد.

بعد از اجرای دستور باید لبه یا لبه های مختلف یک مدل را که به هم متصل باشند انتخاب کنیم. سپس باید نقطه ی شروع مسیر را مشخص کنیم. در اینجا نیز مانند ایجاد مسیرهای دوبعدی مکانیکال پیشنهاد می کند که یک صفحه ی طراحی عمود بر مسیر و یک نقطه ی کاری در شروع مسیر ایجاد شود که در صورت موافقت با این پیشنهاد باید دکمه ی اینتر را بزنیم (گزینه ی Yes گزینه ی پیش فرض است). سپس باید راستای محورهای مختصات را روی صفحه ی طراحی ایجاد شده تعیین کنیم. در شکل

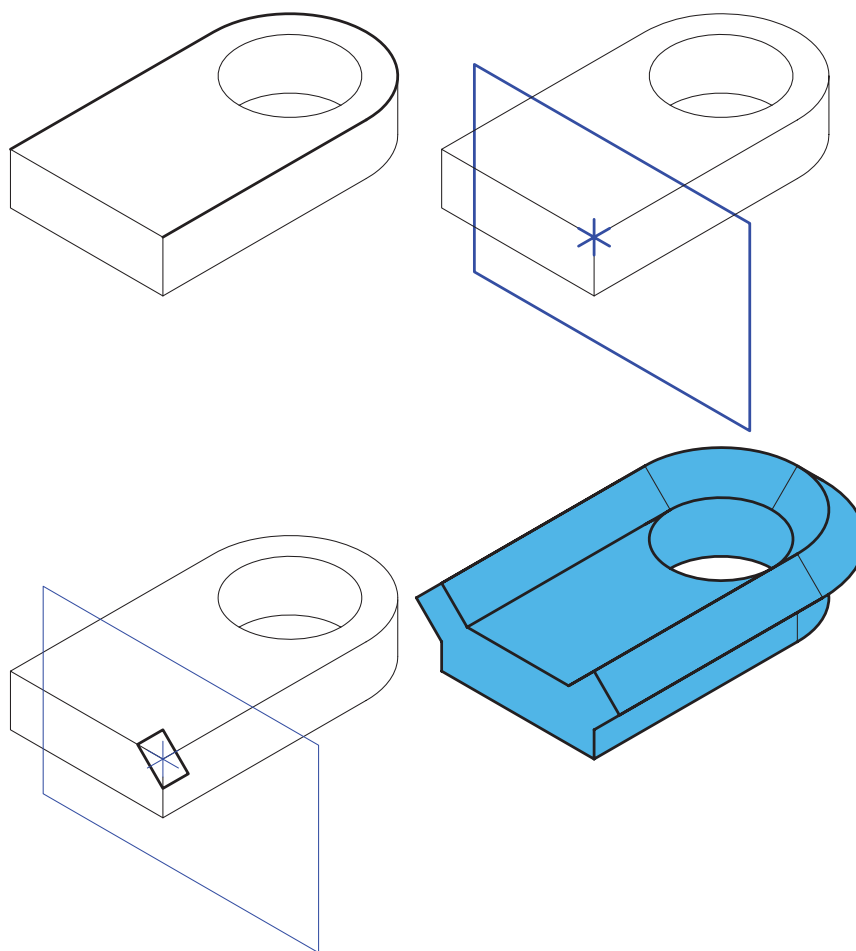
دوبعدی یک پروفایل شش ضلعی ایجاد کرده و با استفاده از دستور Sweep آن را روی مسیر حرکت داده ایم.



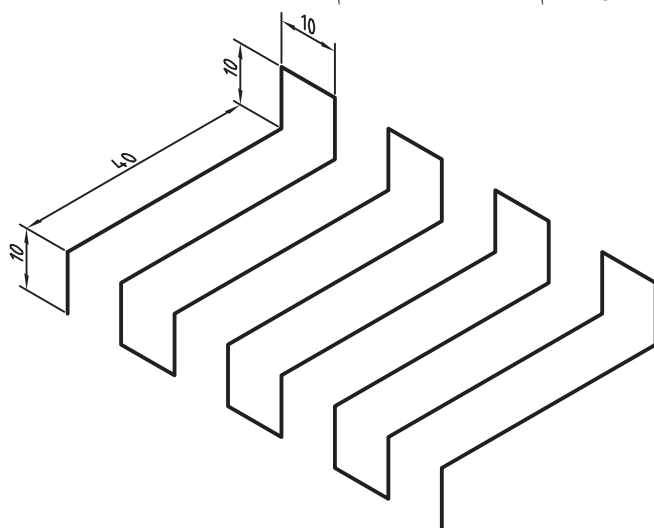
ایجاد مسیرهای سه بعدی

در مکانیکال دسکتاپ مسیرهای سه بعدی به روش های مختلفی ایجاد می شود و عموماً از آن ها برای ایجاد Sweep استفاده می کنیم. برای ایجاد یک مسیر سه بعدی از دستور AM3DPATH استفاده می کنیم.

زیر بعد از ایجاد مسیر سه بعدی یک پروفایل چهارضلعی ایجاد کرده و با استفاده از دستور Sweep آن را روی مسیر حرکت داده ایم.



در این مرحله نیازی به گرد کردن گوشه ها نیست و بعداً می توانیم آن را ویرایش کنیم.

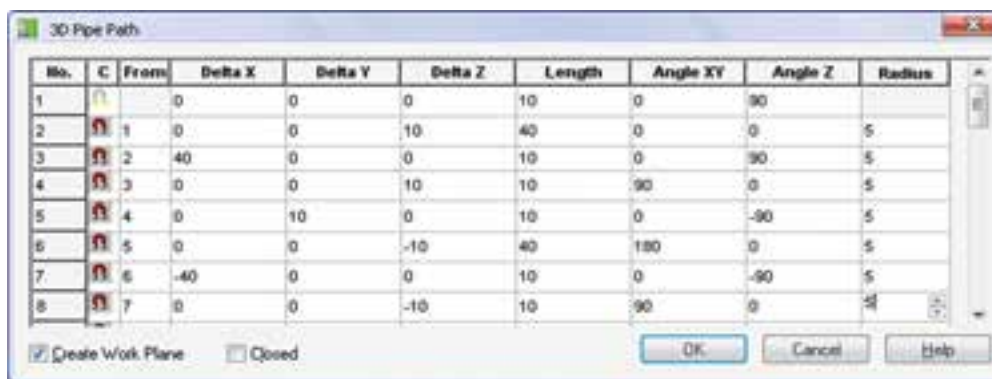


ایجاد مسیر سه بعدی لوله

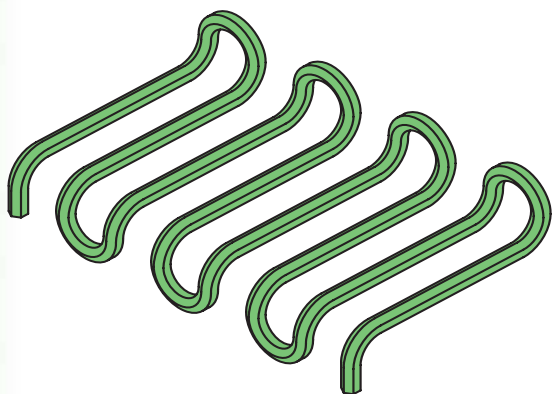
گزینه ی Pipe در این دستور که به صورت مستقل به نام 3D Pipe Path نیز در دسترس است موجب ایجاد یک مسیر سه بعدی لوله می شود. از این مسیر برای مدل سازی مسیرهای لوله کشی استفاده می شود.

قبل از اجرای این دستور باید مسیر مورد نظر را با استفاده از دستور Line یا 3D Polyline ترسیم کنیم. البته

با اجرای دستور باید مسیری را که قبلاً ترسیم کرده‌ایم انتخاب کنیم. سپس نقطه‌ی شروع مسیر را نیز تعیین کنیم تا پنجره‌ی تبدیلی 3D Pipe Path ظاهر شود.



در مراحل بعد می‌توانیم از این مسیر در دستور Sweep استفاده کنیم. مثلاً در شکل زیر با پروفایلی شش ضلعی این مسیر را جارو کرده و مدل مفتولی سه‌بعدی ایجاد کرده‌ایم.



ایجاد مسیر سه‌بعدی برداری

گزینه‌ی Spline در این دستور که به صورت مستقل به نام 3D Spline Path نیز در دسترس است موجب ایجاد یک مسیر سه‌بعدی برداری می‌شود. از این مسیر برای مدل‌سازی مسیرهای پیچیده‌ی ریاضی استفاده می‌شود.

قبل از اجرای این دستور باید مسیر مورد نظر را با استفاده از دستور Spline ترسیم کنیم. این منحنی می‌تواند کاملاً سه‌بعدی باشد.

در این پنجره به تعداد نقاط و پاره‌های مسیر ردیف وجود دارد. در هر ردیف مختصات نسبی نقطه‌ی شروع، طول و زوایای پاره و شعاع گردی آن با پاره‌ی بعدی نمایش داده می‌شود که همه‌ی آن‌ها قابل ویرایش هستند.

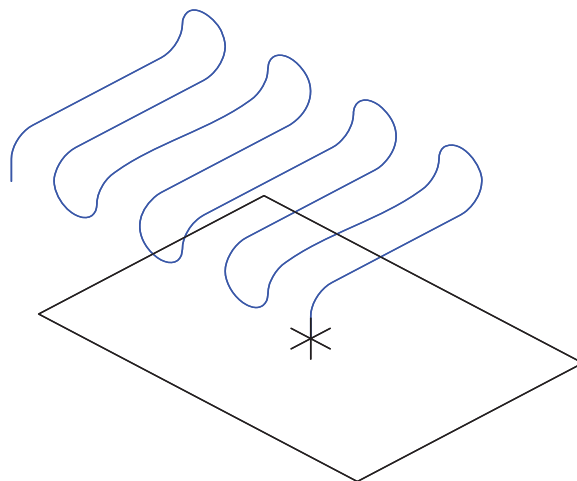
آیا می‌دانید



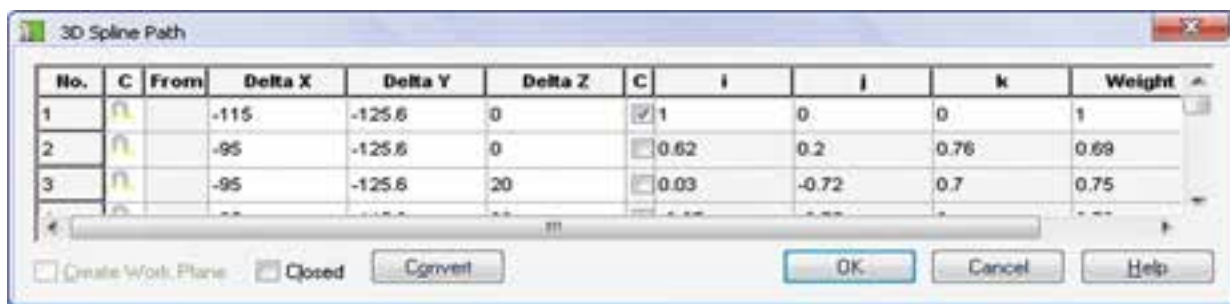
گزینه‌های Create Work Plane و

Closed در پایین این پنجره به ترتیب برای ایجاد یک صفحه‌ی طراحی در ابتدای مسیر و متصل کردن آخرین نقطه‌ی مسیر به نقطه‌ی اول و بستن آن است.

با بستن پنجره تغییراتی که در آن داده‌ایم در مسیر اعمال می‌شود و در صورتی که گزینه‌ی Create Work Plane تیک خورده باشد، یک نقطه‌ی کاری در نقطه‌ی شروع و یک صفحه‌ی کاری عمود بر مسیر ایجاد می‌شود.



با اجرای این دستور باید مسیری را که قبلاً ترسیم کرده‌ایم انتخاب کنیم. سپس نقطه‌ی شروع مسیر را نیز تعیین کنیم تا پنجره‌ی تبدیلی 3D Spline Path ظاهر شود.



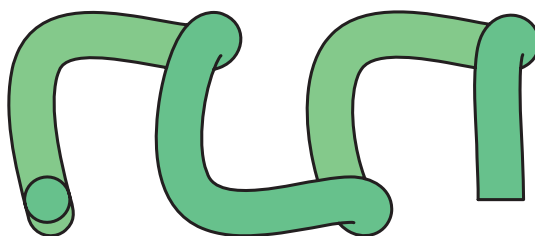
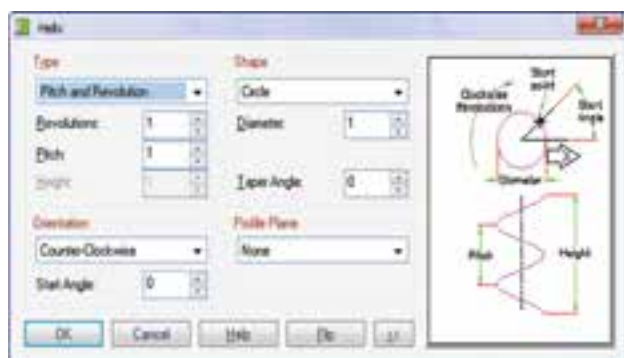
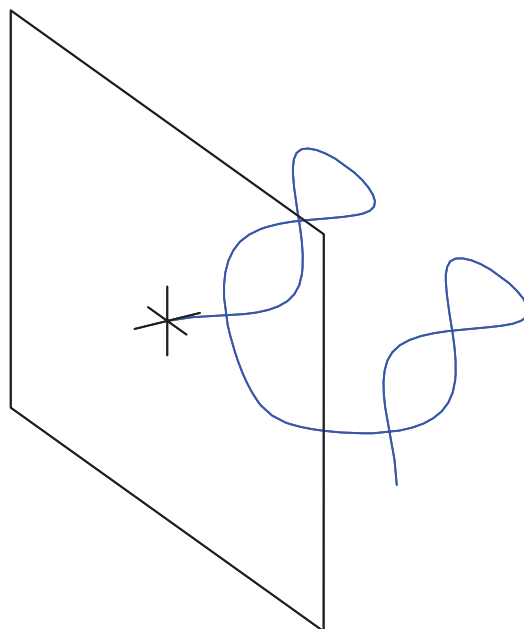
ایجاد مسیر مارپیچ

گزینه‌ی Helical در این دستور که به صورت مستقل به نام 3D Helix Path نیز در دسترس است سبب ایجاد مسیر سه‌بعدی مارپیچ می‌شود. از این مسیر برای مدل‌سازی انواع فنرها و پیچ‌های خاص و غیر استاندارد استفاده می‌شود.

این پنجره امکانات بیشتری برای ایجاد مسیر در اختیار ما می‌گذارد که موجب می‌شود بتوانیم مسیرهای تخصصی‌تری ایجاد کنیم.

نکته

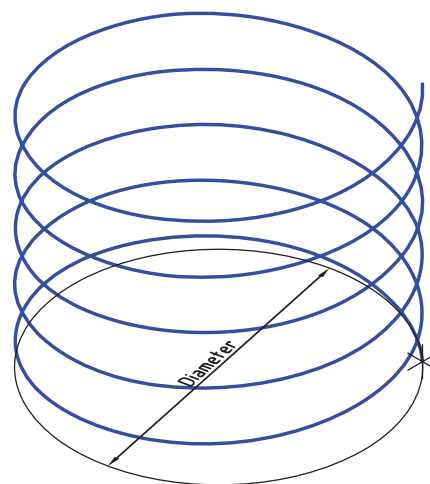
با اجرای این دستور باید یک لبه‌ی گرد یا سطح دوار یا یک محور کاری عمود بر صفحه‌ی طراحی را انتخاب کنیم. سپس پنجره‌ی تبدیلی 3D Helix Path ظاهر می‌شود.



تعیین نوع مارپیچ

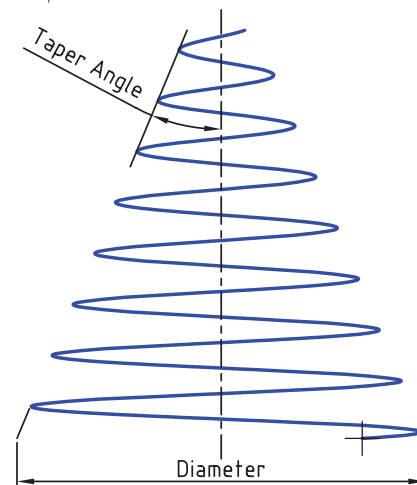
مارپیچ استوانه‌ای

مارپیچ استوانه‌ای مارپیچی است که شکل مارپیچ به صورت دایره و زاویه‌ی شیب آن صفر درجه باشد. بنابراین گزینه‌ی Circle را از منوی کرکره‌ای Shape انتخاب می‌کنیم، قطر مارپیچ را در فیلد Diameter وارد می‌کنیم. و زاویه‌ی شیب یا باریک شدن مارپیچ را در فیلد Taper Angle روی صفر تنظیم می‌کنیم.



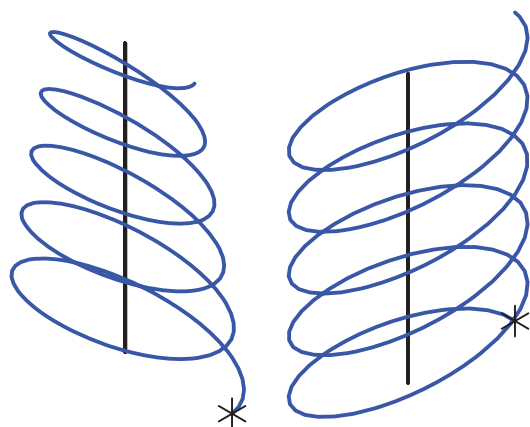
مارپیچ مخروطی

تفاوت مارپیچ مخروطی با مارپیچ استوانه‌ای در زاویه‌ی شیب آن است. بنابراین فقط زاویه‌ی باریک شدن قطر مارپیچ را در فیلد Taper Angle وارد می‌کنیم.



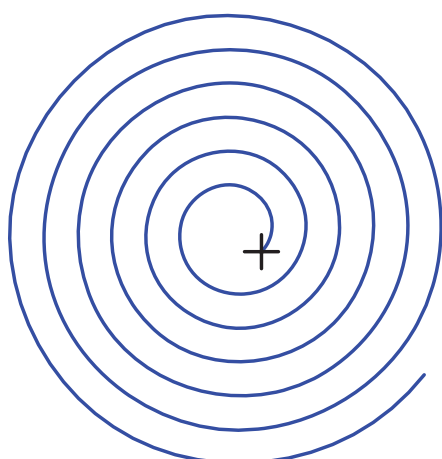
مارپیچ بیضوی

تفاوت مارپیچ بیضوی با مارپیچ استوانه‌ای در شکل آن است. برای ایجاد این نوع مارپیچ باید گزینه‌ی Ellipse را از منوی کرکره‌ای Shape انتخاب کنیم و مانند مارپیچ استوانه‌ای قطر و زاویه‌ی باریک شدن آن را تعیین کنیم. البته قطر بیضی را به صورت قطر بزرگ و قطر کوچک به ترتیب در فیلدهای Major Axis و Minor Axis وارد می‌کنیم.



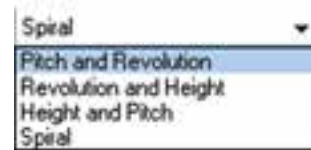
مارپیچ تخت

مارپیچ تخت مارپیچی دوبعدی است که به صورت دایره یا بیضی به صورت منحنی شبه ارشمیدس گسترش می‌یابد. برای ایجاد این نوع مارپیچ باید گزینه‌ی Spiral را از منوی کرکره‌ای Type انتخاب کنیم. در فیلد Shape یکی از گزینه‌های دایره یا بیضی را انتخاب و قطر داخلی مارپیچ را در فیلد Diameter وارد می‌کنیم.



تعیین مشخصات مارپیچ

برای تعریف یک مارپیچ نیاز به تعداد حلقه‌ها، طول گام و ارتفاع مارپیچ است. البته داشتن دو مؤلفه کافی است و مؤلفه‌ی سوم به صورت خودکار محاسبه می‌شود. روش‌های مختلفی برای تعریف مارپیچ وجود دارد:



طول گام و تعداد حلقه‌ها:

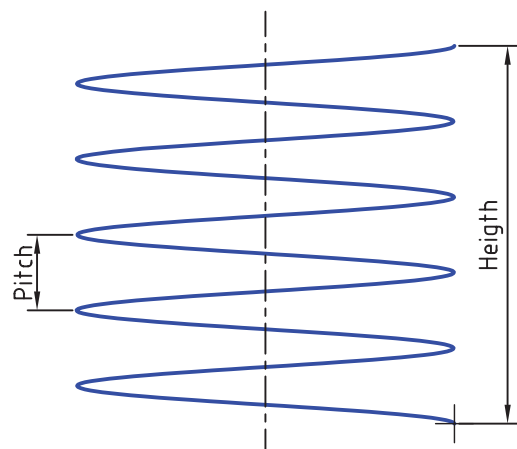
در این حالت باید گزینه‌ی Pitch and Revolution را از منوی کرکره‌ای Type انتخاب و تعداد حلقه‌ها را در فیلد Revolution و طول گام را در فیلد Pitch وارد کنیم.

تعداد حلقه‌ها و ارتفاع مارپیچ:

در این حالت باید گزینه‌ی Revolution and Height را از منوی کرکره‌ای Type انتخاب و تعداد حلقه‌ها را در فیلد Revolution و ارتفاع مارپیچ را در فیلد Height وارد کنیم.

ارتفاع مارپیچ و طول گام:

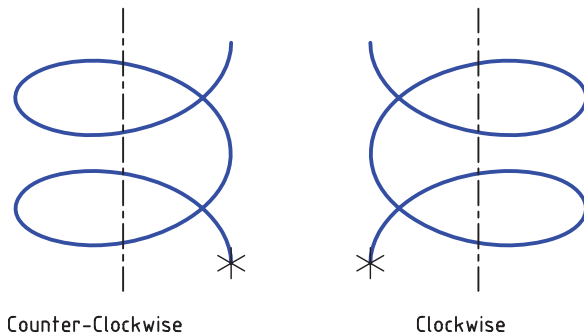
در این حالت باید گزینه‌ی Height and Pitch را از منوی کرکره‌ای Type انتخاب و طول گام را در فیلد Pitch و ارتفاع مارپیچ را در فیلد Height وارد کنیم.



$$\text{Height} = \text{Revolution} \times \text{Pitch}$$

تعیین جهت مارپیچ

جهت مارپیچ به صورت پیش‌فرض راست‌گرد یا پادساعت‌گرد (Counter-Clockwise) است اما می‌توانیم با انتخاب گزینه‌ی Clockwise در منوی کرکره‌ای Orientation جهت مارپیچ را چپ‌گرد یا ساعت‌گرد کنیم.



تعیین زاویه‌ی شروع مارپیچ

زاویه‌ی شروع مارپیچ به صورت پیش‌فرض صفر درجه است. برای تغییر این زاویه می‌توانیم زاویه‌ی مورد نظر را در فیلد Start Angle وارد کنیم.

دستور Sweep

دستور Sweep مانند دستور Extrude یک نمایه‌ی ترسیمی است و با حرکت دادن یک پروفایل روی مسیری دوبعدی یا سه‌بعدی مدل صلبی ایجاد می‌کند. قبل از اجرای این دستور باید مسیر پروفایل مورد نظر را ایجاد کرده باشیم. مسیر باید از صفحه‌ی طراحی که پروفایل در آن ترسیم شده است شروع شود.

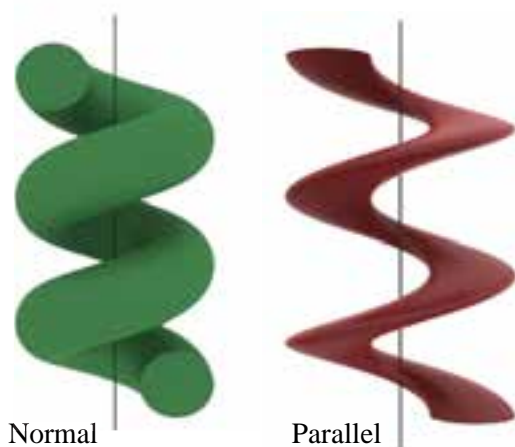


چنانچه بیش از یک پروفایل و مسیر استفاده نشده موجود باشد بعد از اجرای این دستور باید پروفایل و مسیر مورد نظر را انتخاب کنیم.

داده‌ایم. اما اصلی‌ترین حالت پایان‌دهی که مختص این دستور است Path-Only است که در این حالت پروفایل فقط روی مسیر انتخاب‌شده حرکت می‌کند.

تعیین فرم Sweep

با استفاده از منوی کرکره‌ای Body Type می‌توانیم Normal یا Parallel را انتخاب کنیم. در حالت Normal پروفایل عمود بر مسیر حرکت می‌کند. در حالی که در حالت Parallel پروفایل موازی با مسیر است.

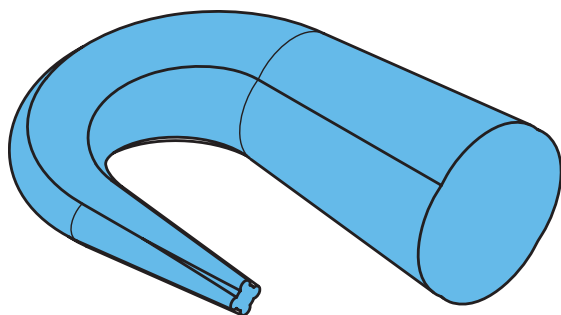


Normal

Parallel

تعیین زاویه‌ی شیب یا باریک شدن

زاویه‌ی شیب یا باریک شدن پروفایل در حین حرکت در مسیر را در فیلد Draft Angle وارد می‌کنیم. زاویه‌ی مثبت موجب بزرگ‌شدن و زاویه‌ی منفی موجب کوچک شدن پروفایل در انتهای مسیر می‌شود.



حرکت دادن یک پروفایل روی یک مسیر دوبعدی یا سه‌بعدی

Sweep

Menu: Part ⇒ Sketched Features ⇒ Sweep

Tool bar : Part Modeling ⇒ Sweep 

Rigth: Sketched & Work Features⇒ Sweep

Command: AMSWEEP

بعد از اجرای این دستور و تعیین پروفایل و مسیر مورد نظر پنجره‌ی تبادلی Sweep ظاهر می‌شود.



تعیین نوع عملکرد دستور Sweep

عملکردهای این دستور مانند عملکردهای دستور Extrude است: Base برای ایجاد حجم اصلی قطعه؛ Join به عنوان عملگر جمع؛ Cut به عنوان عملگر منهای؛ Intersect به عنوان عملگر اشتراک و Split برای ایجاد قطعه‌ای جدید در فصل مشترک. این گزینه‌ها در منوی کرکره‌ای Operation قابل انتخاب هستند.

تعیین حالت پایان‌دهی

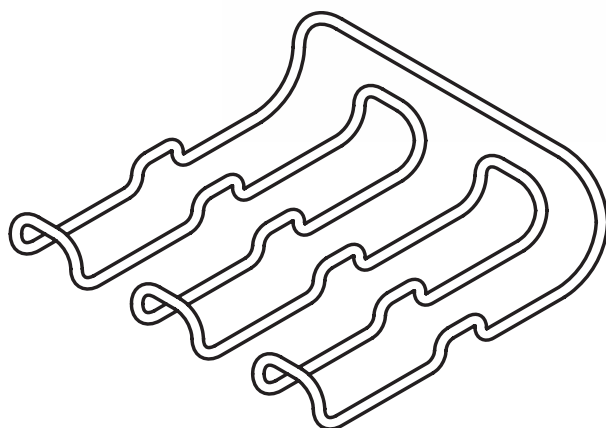
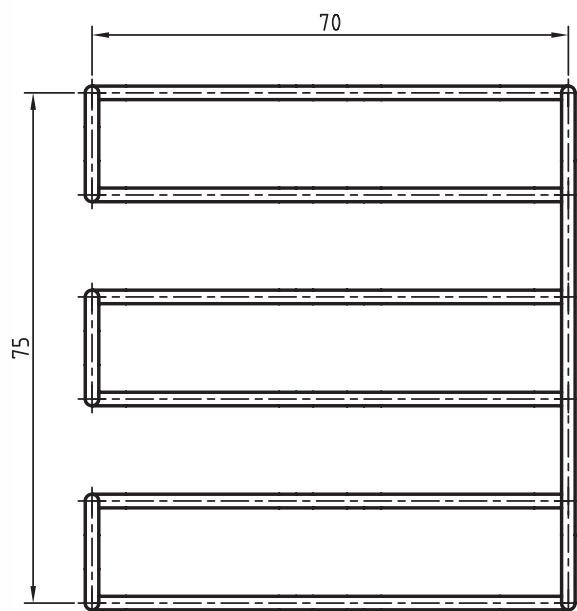
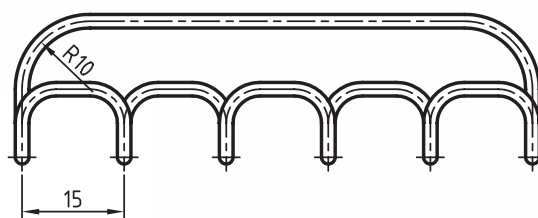
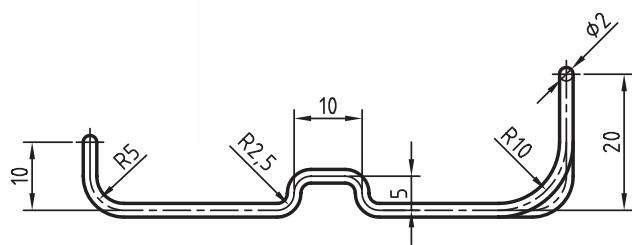
حالت‌های پایان‌دهی این دستور نیز مانند نمایه‌های ترسیمی دیگر است که در دستور Extrude آن‌ها را مفصل توضیح

دستور کار شماری ۲

(۹۰ دقیقه)

ایجاد مسیر سه بعدی لوله و دستور Sweep

قطعه‌ی زیر را با استفاده از ایجاد یک مسیر سه بعدی لوله و دستور Sweep مدل سازی کنید.



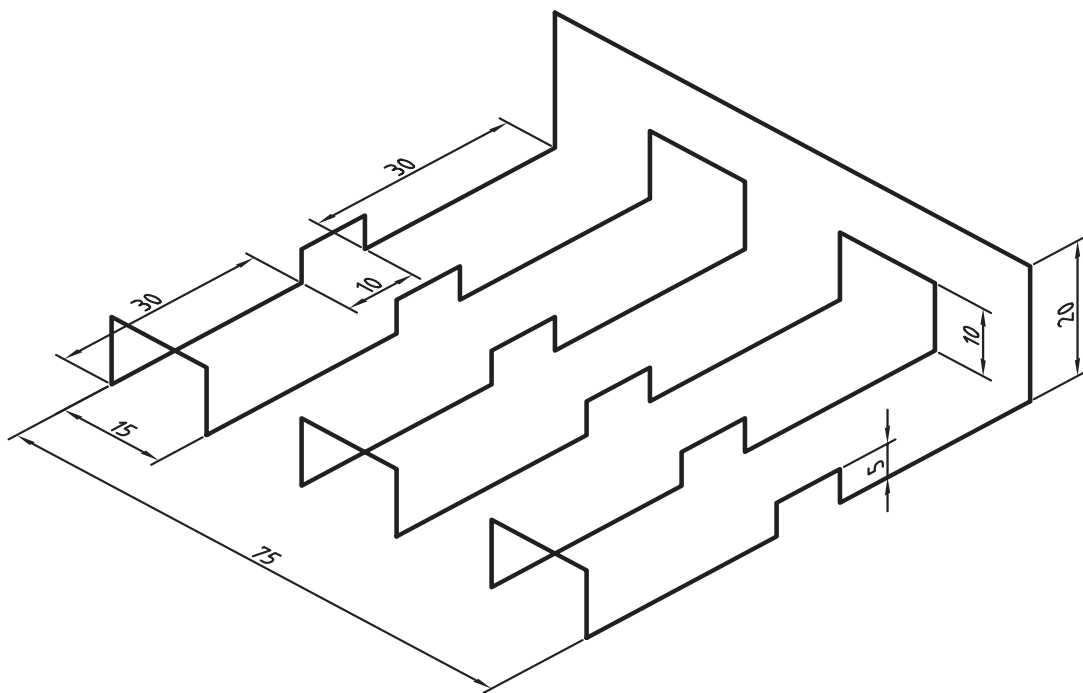
فیلم آموزشی

فیلم مراحل این دستور کار را در CD مشاهده کنید

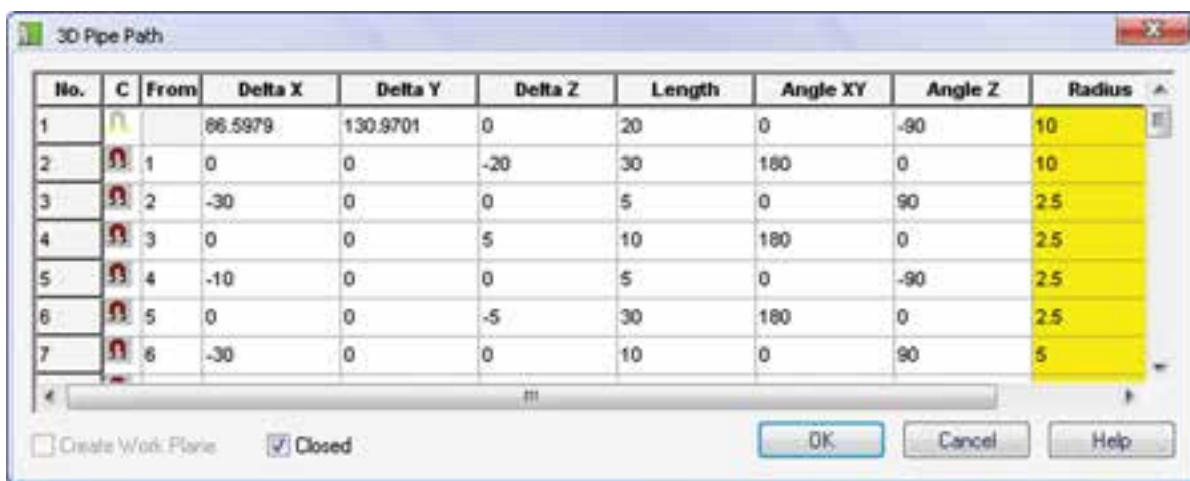


مراحل ترسیم

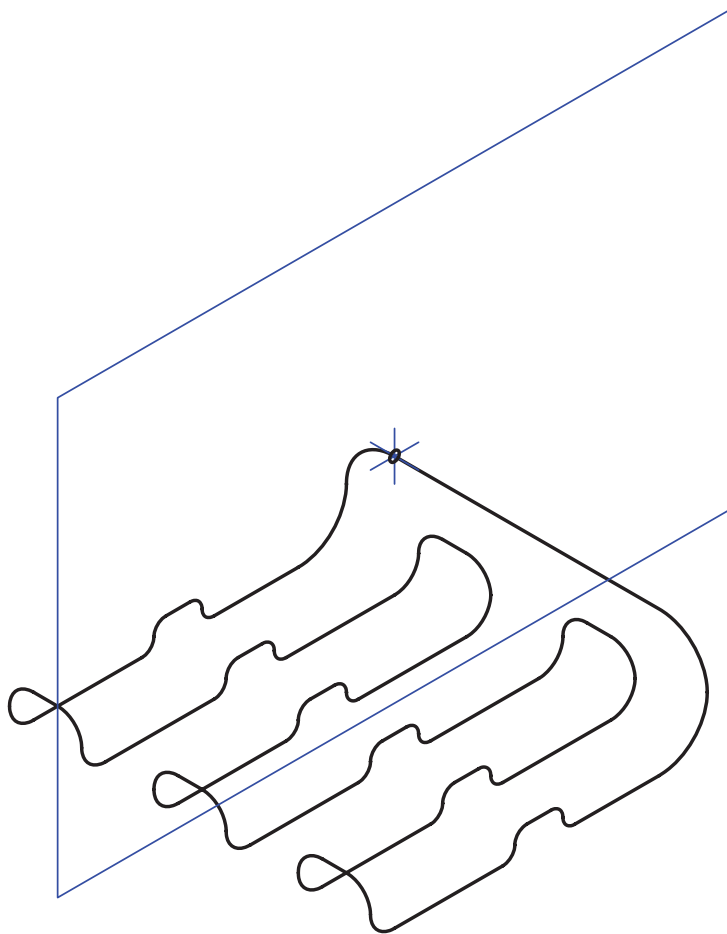
۱. شکل فضایی زیر را با استفاده از دستور Line ترسیم کنید.
۲. با استفاده از دستور 3D Pipe Path آن را به یک مسیر سه بعدی لوله تبدیل کنید.



۳. نقطه‌ی شروع را بالای خط عمودی ۲۰ قرار دهید (تعیین این نقطه اختیاری است).
۴. در پنجره‌ی 3D Pipe Path برای هر قطعه خط یک ردیف وجود دارد. در این مرحله شعاع همه‌ی گوشه‌ها صفر است. در خانه‌ی Radius هر ردیف که کلیک کنید گوشه‌ی مربوط در پروفایل مشخص می‌شود. همه‌ی گوشه‌ها را با شعاع‌های داده‌شده (۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌متر) گرد و سپس پنجره را ok کنید.



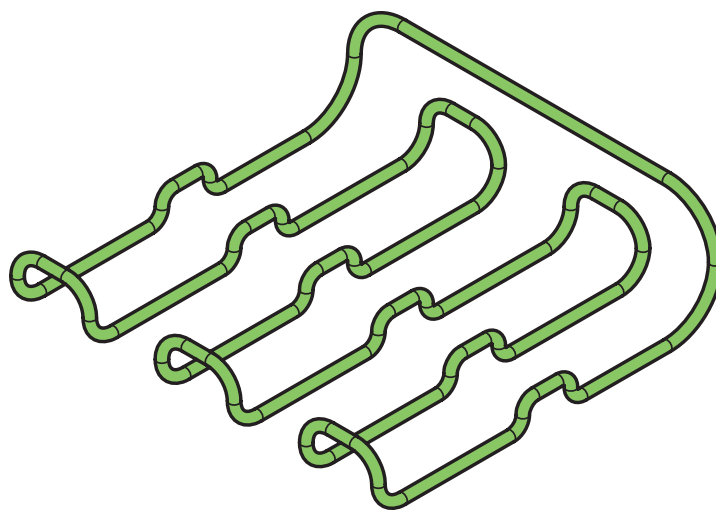
۵. روی نقطه‌ی کاری ایجاد شده دایره‌ای به قطر ۲ میلی‌متر ترسیم و آن را به پروفایل تبدیل کنید.



۶. روی پروفایل ایجاد شده در مرورگر دسکتاپ راست‌کلیک کنید و گزینه‌ی Sweep را انتخاب کنید.

۷. بدون تغییر دادن گزینه‌ای در پنجره‌ی Sweep مدل را ایجاد کنید.

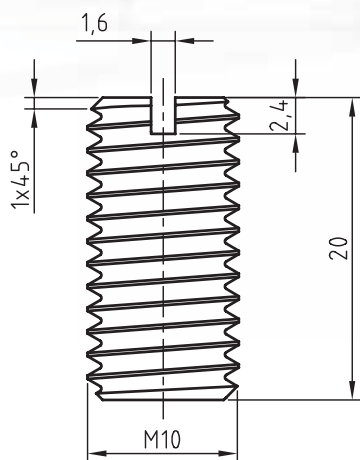
۸. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.



دستور کار شماره ۳

ایجاد مسیر مارپیچ و دستور Sweep

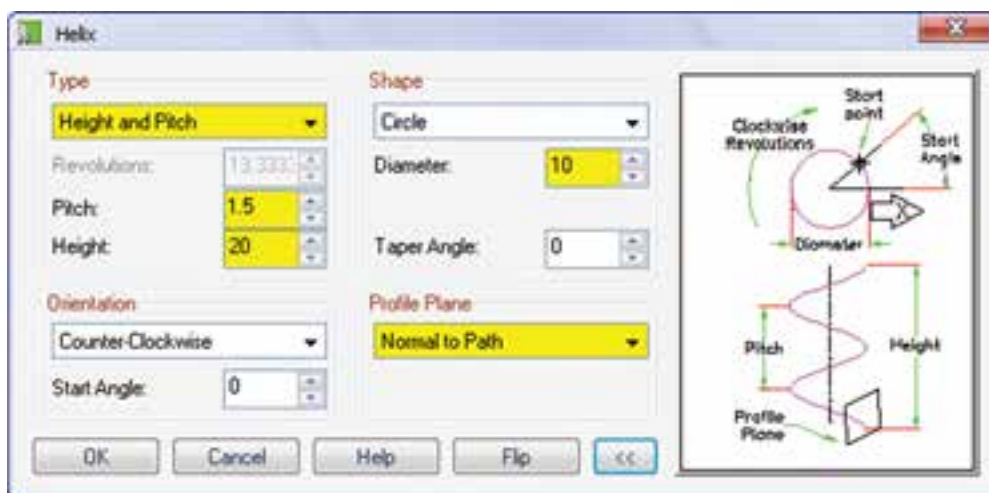
(۶۰ دقیقه)



پیچ مغزی زیر را با استفاده از ایجاد یک مسیر مارپیچ و دستور Sweep مدل سازی کنید.

مراحل ترسیم

۱. استوانه‌ای به قطر ۱۰ و ارتفاع ۲۰ با استفاده از دستور Extrude ایجاد کنید.
۲. دستور 3D Helix Path را اجرا کنید و تنظیمات پنجره Helix را مطابق پنجره زیر انجام دهید.

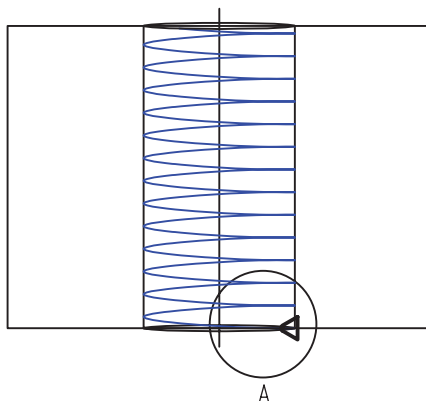


فیلم آموزشی

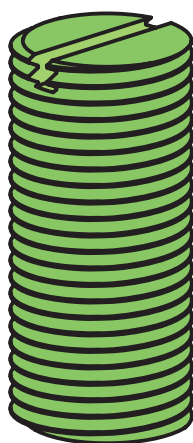
فیلم مراحل این دستور کار را در CD مشاهده کنید



۳. با زدن شماره‌ی ۹ به صفحه‌ی طراحی ایجاد شده بروید.
۴. پروفایل زیر را روی نقطه‌ی کاری ابتدای مارپیچ ایجاد کنید.



۵. روی پروفایل اخیر در مرورگر دسکتاپ راست کلیک کنید و گزینه‌ی Sweep را به اجرا در آورید.
۶. با تغییر صفحه‌ی طراحی شیار سر پیچ را Extrude کنید.
۷. با استفاده از دستور Chamfer لبه‌های بالا و پایین پیچ را به اندازه‌ی ۱ میلی متر پخ بزنید.



۸. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

دستور Loft

از دستور Loft برای مدل سازی بین مقاطع استفاده می کنیم. بدیهی است قبل از اجرای دستور باید مقاطع مختلف مدل را در صفحات کاری مختلف به صورت پروفایل ترسیم کرده باشیم. از سطوح تخت مدل و نقاط کاری نیز می توانیم در اجرای این دستور استفاده کنیم.

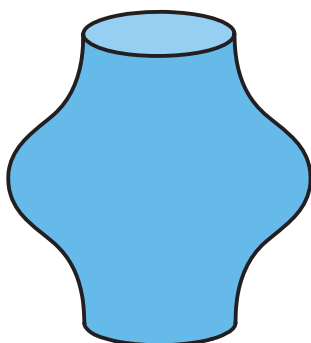
مدل سازی بین مقاطع Loft

Menu: Part ⇒ Sketched Features ⇒ Loft

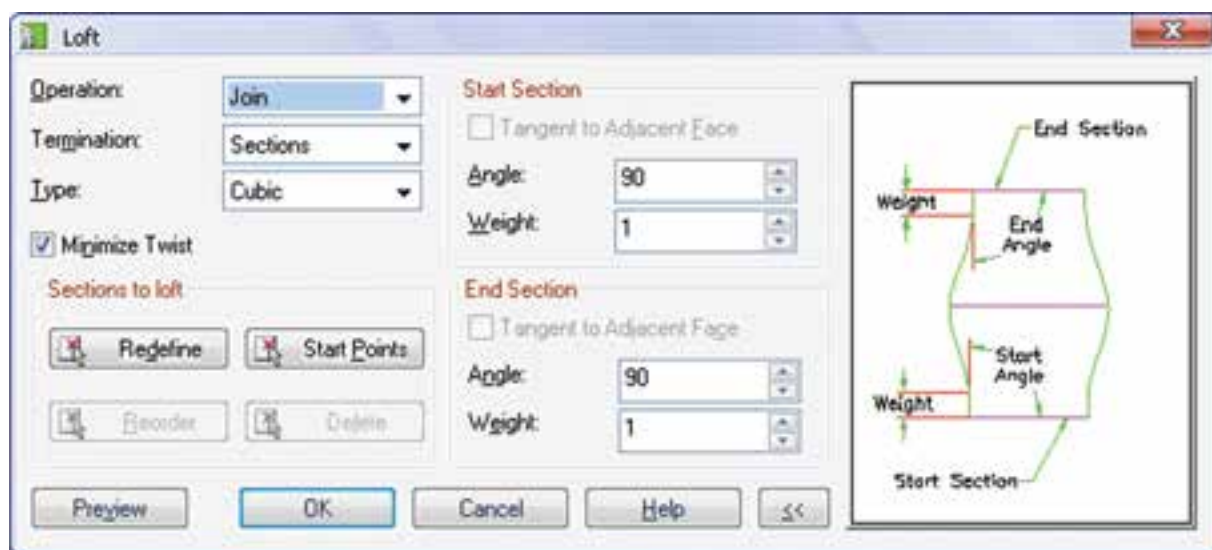
Tool bar : Part Modeling ⇒ Loft 

Righth: Sketched & Work Features ⇒ Loft

Command: AMLOFT



بعد از اجرای دستور باید پروفایل ها را انتخاب کنیم. سپس پنجره ی تبدلی Loft ظاهر می شود.



تعیین نوع عملکرد دستور Loft

به عنوان عملگر اشتراک و Split برای ایجاد قطعه ای جدید در فصل مشترک. این گزینه ها در منوی کرکره ای Operation قابل انتخاب هستند.

عملکردهای این دستور مانند نمایه های ترسیمی دیگر است: Base برای ایجاد حجم اصلی قطعه؛ Join به عنوان عملگر جمع؛ Cut به عنوان عملگر منها؛ Intersect

تعیین حالت پایان‌دهی

این دستور سه حالت پایان‌دهی دارد:

◀ **Sections:** این حالت را زمانی استفاده می‌کنیم که

همه‌ی مقاطع به صورت پروفایل موجود باشد.

◀ **To Face:** در این حالت آخرین مقطع یکی از وجوه

تخت مدل است.

◀ **From to:** چنانچه در ابتدا و انتهای مقاطع بخواهیم از

وجوه تخت مدل استفاده کنیم این حالت را انتخاب می‌کنیم.

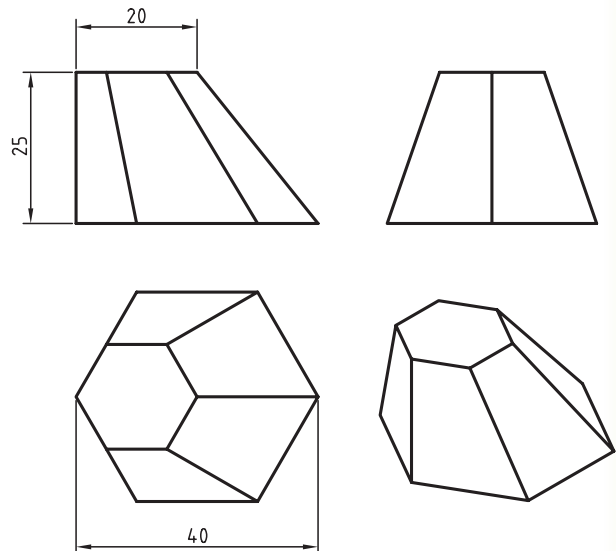
تعیین نوع Loft

◀ **حالت خطی (Linear):** وقتی که تنها دو مقطع مدل

را مورد استفاده قرار دهیم می‌توانیم به صورت خطی

فضای بین آن دو مقطع را پر کنیم. مثلاً برای ایجاد یک

هرم می‌توانیم از این حالت استفاده کنیم.



◀ **حالت حجمی (Cubic):** تفاوت حالت خطی

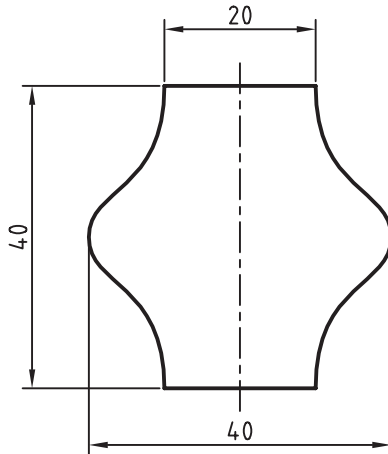
(Linear) با حالت حجمی (Cubic) در این است که در

حالت خطی فضای بین مقاطع به صورت یکنواخت پر

می‌شود در صورتی که در حالت حجمی می‌توانیم زاویه‌ی

ابتدا و انتهای حجم را کنترل کنیم و فضای بین مقاطع را

به صورت نرم‌تری پر کنیم.



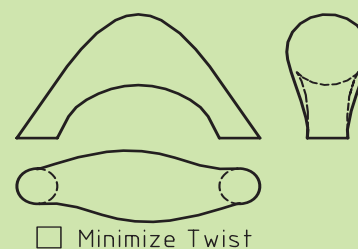
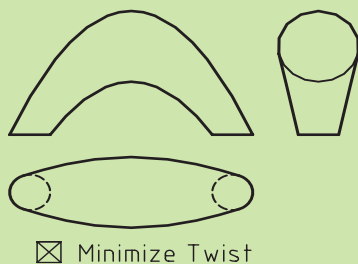
◀ **حالت حجمی بسته (Closed Cubic):** از این حالت زمانی

استفاده می‌کنیم که بخواهیم یک حجم یکنواخت بسته ایجاد کنیم.

آیا می‌دانید



با تیک زدن گزینه‌ی Minimize Twist بهترین حالت
تراز مقاطع در Loft برای به حداقل رساندن پیچش و
تاب خوردن حجم به صورت خودکار انتخاب می‌شود.
شکل زیر یک مدل Loft را با فعال بودن Minimize
Twist و بدون فعال بودن این گزینه نشان می‌دهد.



تغییر و تعریف مجدد مقاطع

در بخش Sections to loft گزینه‌های مختلفی برای این منظور وجود دارد:

◀ **Redefine**: تعریف مجدد مقاطع مورد استفاده در Loft

◀ **Start Points**: تعیین موقعیت نقاط شروع برای

کنترل چرخش

◀ **Reorder**: تغییر ترتیب انتخاب مقاطع

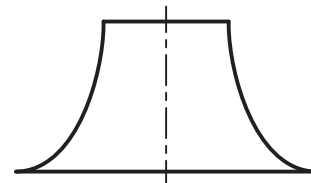
◀ **Delete**: حذف مقاطع انتخاب شده

تعیین زاویه و وزن مقطع اول

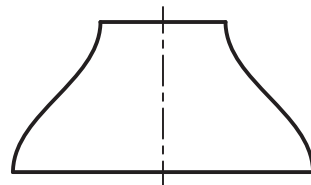
زمانی که اولین مقطع یک وجه مدل باشد می‌توانیم مدل Loft را مماس با آن در نظر بگیریم. برای این منظور گزینه‌ی Tangent to Adjacent Faces را تیک می‌زنیم.

◀ **Angle**: زاویه‌ی گسترش مدل در مقطع اول را در

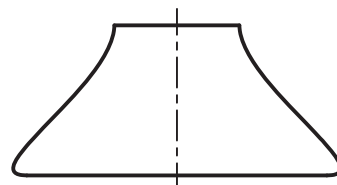
فیلد Angle وارد می‌کنیم. این گزینه‌ها زمانی فعال هستند که نوع مدل Cubic باشد.



Angle=0



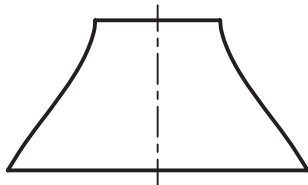
Angle=90



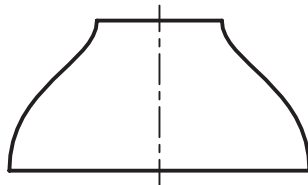
Angle=180

◀ **Weight**: طول بخشی از مدل را که از زاویه‌ی وارد

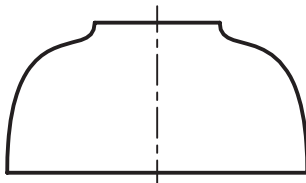
شده در فیلد Angle تبعیت می‌کند در فیلد Weight وارد می‌کنیم. اگر عدد بزرگی در این فیلد وارد کنیم ممکن است موجب دفرمه شدن مدل شود.



Weight=0



Weight=2



Weight=4

تعیین زاویه و وزن مقطع آخر

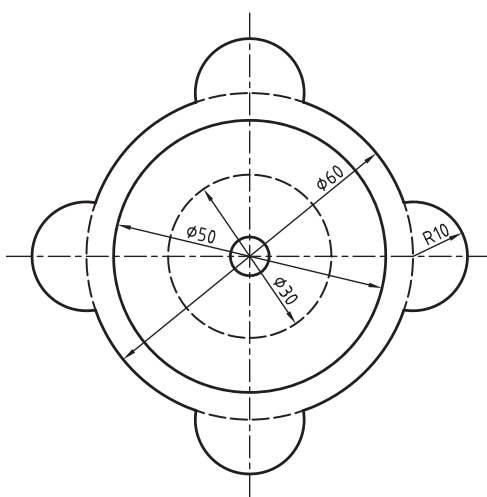
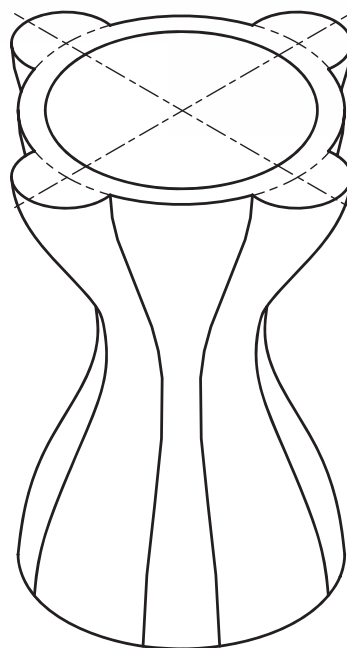
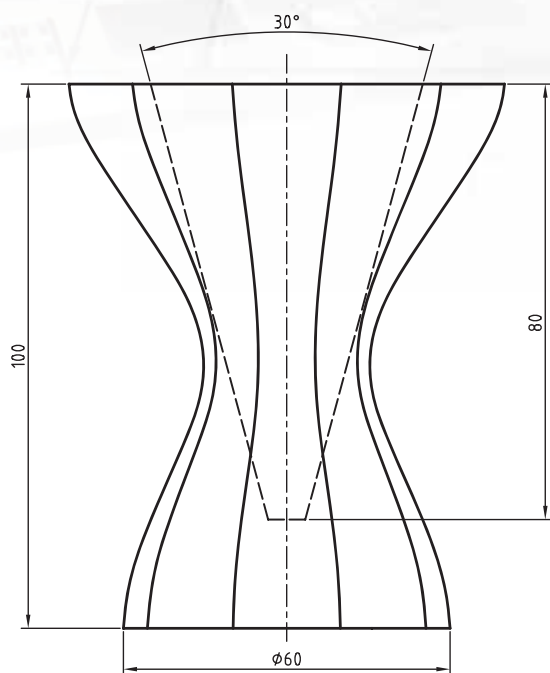
همان مشخصاتی که در بخش Start Sections برای مقطع اول توضیح دادیم در بخش End Sections نیز برای مقطع آخر صادق است.

دستور کار شماری ۴

دستور Loft

(۹۰ دقیقه)

قطعه‌ی زیر را با استفاده از ایجاد صفحات کاری مناسب و دستور Loft مدل‌سازی کنید.



فیلم آموزشی

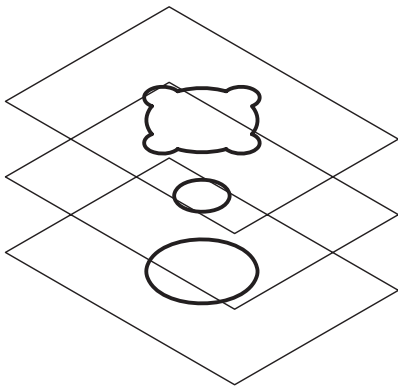
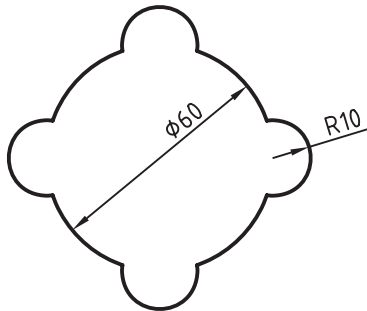
فیلم مراحل این دستورکار را در CD مشاهده کنید



مراحل ترسیم

۴. صفحه‌ی وسط را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید و دایره‌ای به قطر ۳۰ میلی‌متر در مبدأ مختصات ترسیم کنید. دایره را به پروفایل تبدیل و قیدگذاری کنید. (قید هم‌مرکزی با دایره‌ی ۶۰ را به آن بدهید).

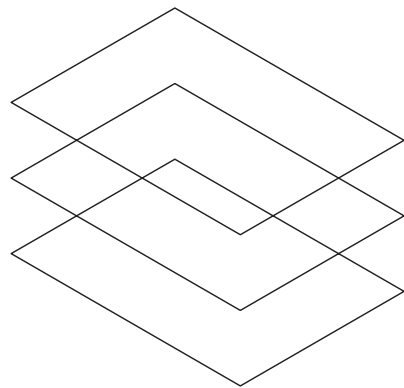
۵. بالاترین صفحه را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید. اسکچ زیر را در آن ترسیم و تبدیل به پروفایل کنید.



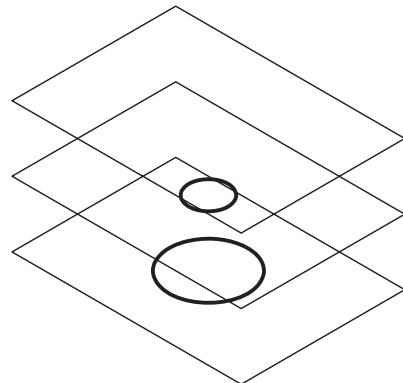
۶. روی یکی از پروفایل‌ها در مرورگر دسکتاپ راست‌کلیک کنید و دستور Loft را به اجرا درآورید.
۷. هر سه پروفایل را به ترتیب انتخاب کنید.

۱. یک صفحه‌ی کاری منطبق با صفحه‌ی XY ایجاد کنید. (گزینه‌ی Word xy را در پنجره‌ی تبدیلی Work Plane انتخاب کنید).

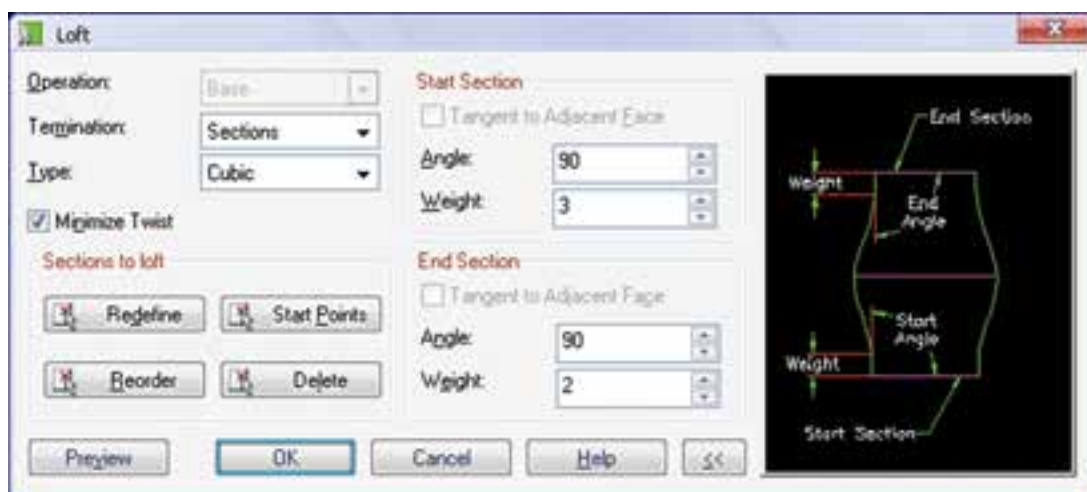
۲. دو صفحه‌ی کاری با فاصله‌های ۵۰ میلی‌متر موازی با صفحه‌ی XY ایجاد کنید. (در ستون سمت چپ گزینه‌ی Planar Parallel و در ستون سمت راست گزینه‌ی Offset با مقدار ۵۰ انتخاب کنید).



۳. پایین‌ترین صفحه یعنی صفحه‌ی XY را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید و دایره‌ای به قطر ۶۰ میلی‌متر در مبدأ مختصات ترسیم کنید. دایره را به پروفایل تبدیل و قیدگذاری کنید.

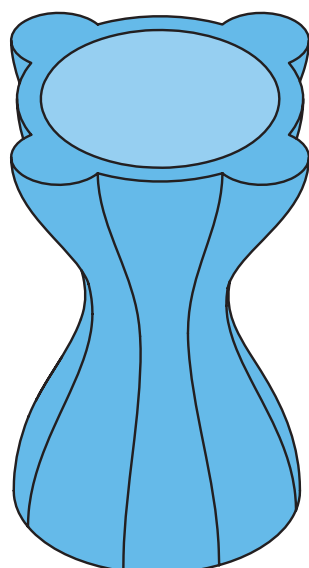


۸. پنجره‌ی Loft را به صورت زیر تنظیم کنید.

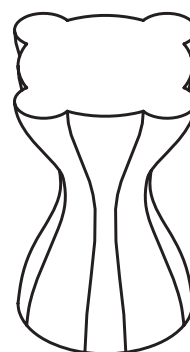


۱۱. با راست کلیک کردن روی صفحات کاری در مرورگر دسکتاپ و انتخاب گزینه‌ی Invisible آن‌ها را نامرئی کنید.

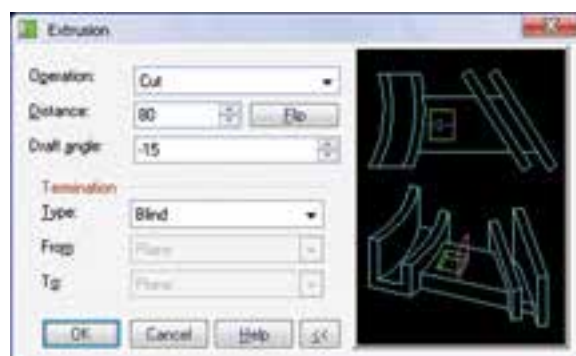
۱۲. با کلیک کردن روی آیکن Toggle Shading / Wireframe در نوار ابزار Mechanical View مدل را در حالت سایه‌پردازی مشاهده کنید.



۱۳. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.



۹. صفحه‌ی بالای مدل را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید و دایره‌ای به قطر ۵۰ میلی‌متر در آن ترسیم و آن را به پروفایل تبدیل کنید (بین دایره و یکی از لبه‌های به شعاع ۳۰ قید هم‌مرکزی اعمال کنید).
۱۰. روی پروفایل اخیر در مرورگر دسکتاپ راست کلیک کنید و دستور Extrude به اجرا درآورید و پنجره‌ی Extrusion را مطابق شکل زیر تنظیم کنید.



ایجاد تیغه با استفاده از دستور Rib

با استفاده از ایجاد پروفایل‌های باز و استفاده از دستور Rib می‌توانیم تیغه‌های باریک را که معمولاً برای تقویت قطعه استفاده می‌شود بسازیم. ضخامت تیغه را می‌توانیم در یک طرف یا در هر دو سمت در نظر بگیریم.

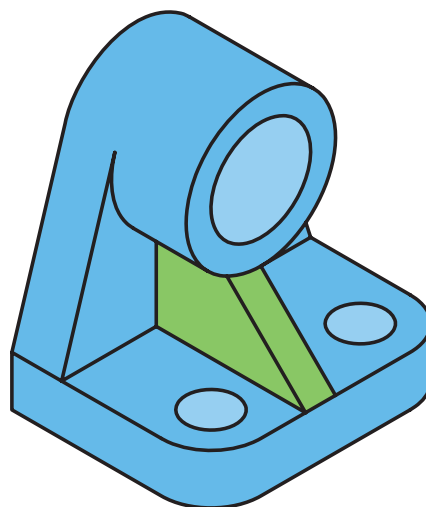
ایجاد تیغه‌های باریک Rib

Menu: Part ⇒ Sketched Features ⇒ Rib

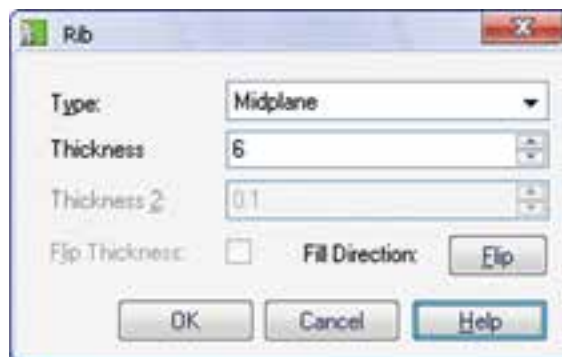
Tool bar : Part Modeling ⇒ Rib

Rigth: Sketched & Work Features ⇒ Rib

Command: AMRIB



با اجرای این دستور پنجره‌ی تبدیلی Rib ظاهر می‌شود.



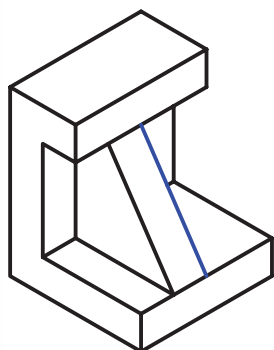
تعیین ضخامت تیغه

ضخامت تیغه به سه روش تعیین می‌شود:

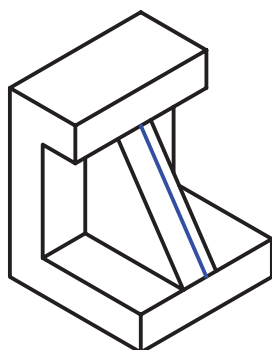
◀ **One Direction**: در این روش ضخامت تیغه را از یک سمت در نظر می‌گیریم. مقدار عددی ضخامت در فیلد Thickness وارد می‌شود.

◀ **Two Direction**: در این روش ضخامت تیغه را از دو سمت در نظر می‌گیریم. لزومی ندارد که ضخامت در هر دو سمت پروفایل یکسان در نظر گرفته شود. مقدار عددی ضخامت در سمت اول در فیلد Thickness و ضخامت در سمت مخالف نیز در فیلد Thickness 2 وارد می‌شود.

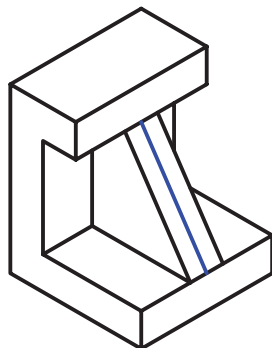
◀ **Midplane**: در این روش مقداری که در فیلد Thickness وارد می‌شود کل ضخامت تیغه را تشکیل می‌دهد که در هر دو سمت پروفایل به صورت برابر گسترش می‌یابد.



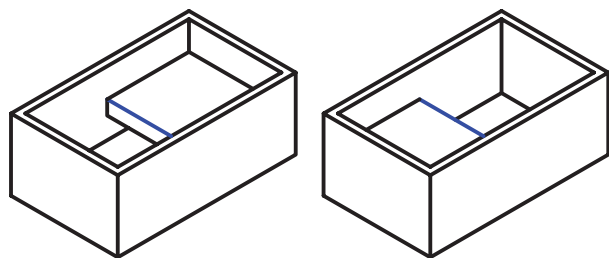
One Direction



Two Directions



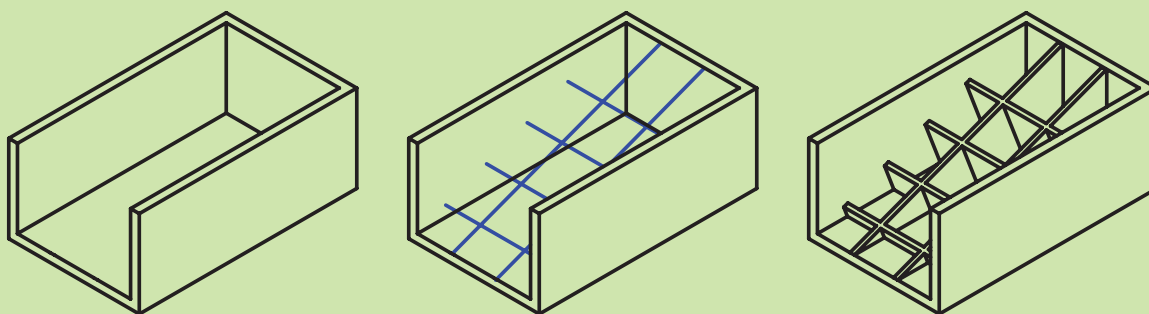
Midplane



با دکمه‌ی Flip Thickness می‌توانیم جهت گسترش ضخامت تیغه را برعکس کنیم. جهت کلی ایجاد تیغه را می‌توانیم با کلیک کردن روی دکمه‌ی Flip در بخش Flip Direction نیز برعکس کنیم.



همان‌طور که قبلاً توضیح دادیم می‌توانیم تیغه‌های باریک پیچیده و تودرتو را با استفاده از پروفایل‌های باز و دستور Extrude نیز ایجاد کنیم.

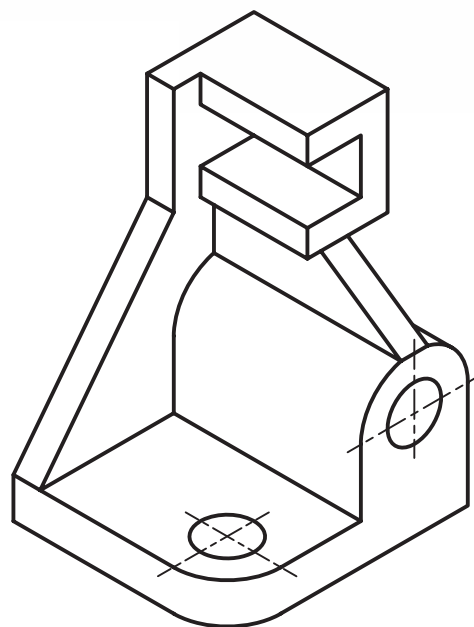
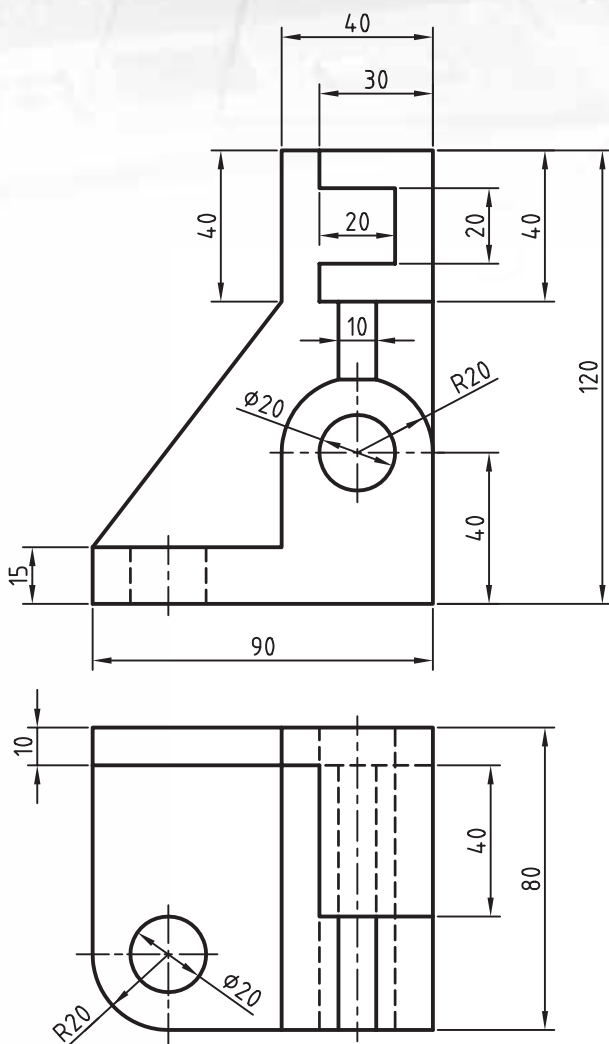


دستور کار شماره ۵

ایجاد تیغه

(۶۰ دقیقه)

قطعه‌ی زیر را با استفاده از نمایه‌های ترسیمی و دستور Rib مدل‌سازی کنید.



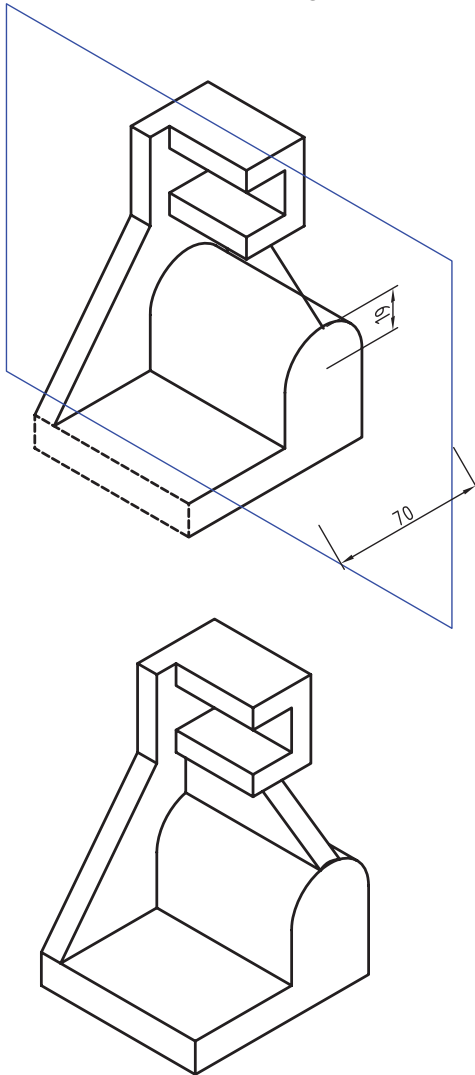
فیلم آموزشی

فیلم مراحل این دستورکار را در CD مشاهده کنید



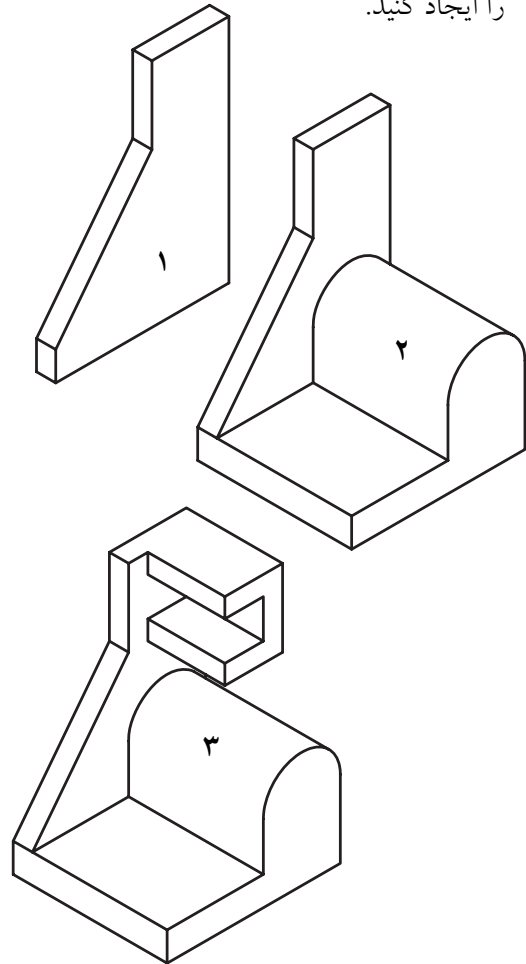
مراحل ترسیم

۵. روی پروفایل ایجاد شده در مرورگر دسکتاپ راست کلیک کنید و دستور Rib را به اجرا درآورید.
۶. در دستور Rib نوع ضخامت را MidPlane با ضخامت ۱۰ میلی متر در نظر بگیرید.



۷. گوشه‌ی روبه روی قطعه را به شعاع ۲۰ میلی متر گرد کنید.
۸. سوراخ‌های هم‌مرکز را با استفاده از دستور Hole ایجاد کنید.
۹. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

۱. صفحه‌ی روبه‌رو را به عنوان صفحه‌ی کاری انتخاب کنید (در دستور New Sketch Plane گزینه‌ی worldZx را انتخاب کنید).
۲. با استفاده از دستور Extrude به ترتیب احجام زیر را ایجاد کنید.



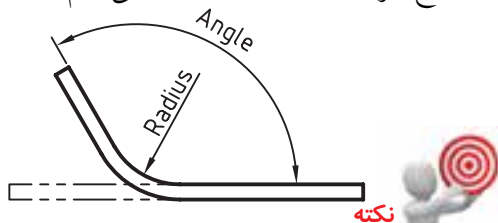
۳. با استفاده از دستور Work Plane صفحه‌ای موازی با صفحه‌ی عمودی جلو قطعه به فاصله‌ی ۷۰ میلی متر به طرف داخل قطعه ایجاد کنید. برای این کار از Planar Parallel-Offset-70 استفاده کنید.
۴. در صفحه‌ی ایجاد شده خطی مایل ترسیم کنید که تا مرکز استوانه فاصله‌ی ۱۹ میلی متر داشته باشد. سپس آن را به یک پروفایل باز تبدیل کنید.

تعیین متغیرهای خمکاری

از لحاظ نظری، قطعه حول استوانه‌ای مماس با پروفایل روی صفحه‌ی طراحی می‌چرخد و بازوایه‌ی مورد نظر خم می‌شود.

◀ **Angle+Radius**: زاویه‌ی خم زاویه‌ی دو سمت قطعه بعد از خمکاری است. این زاویه را باید در فیلد Angle وارد کنیم. شعاع خم نیز اندازه‌ی قوس بین دو سمت قطعه را بعد از خمکاری تعریف می‌کند. مقدار

شعاع نیز در فیلد Radius وارد می‌کنیم.



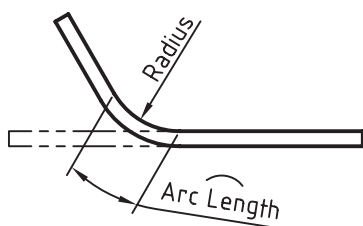
متغیرهایی که در یک خمکاری وجود دارد عبارت‌اند از:

۱. شعاع خم چقدر باشد؟
۲. زاویه‌ی خم چقدر باشد؟
۳. طول کمان خم چقدر باشد؟
۴. کدام بخش قطعه خم شود؟
۵. قطعه به کدام طرف خم شود؟

با توجه به این که کدام یک از متغیرهای شعاع، زاویه و طول کمان را برای محاسبه‌ی خم در اختیار داشته باشیم یکی از ترکیبات منوی کرکره‌ای Combination را انتخاب می‌کنیم.

◀ **Radius+ArcLen**: شعاع خم را در فیلد Radius

وارد می‌کنیم. طول کمان خم زمانی اهمیت پیدا می‌کند که طول قطعه قبل و بعد از خمکاری معلوم باشد. طول کمان خم را در فیلد Arc Length وارد می‌کنیم.



خمکاری ورق با استفاده از دستور Bend

می‌توانیم با ترسیم خط تا روی ورق و ایجاد یک پروفایل باز با استفاده از دستور Bend آن را با شعاع و زاویه‌ای دلخواه خم کنیم. بنابراین، قبل از اجرای دستور باید یک پروفایل باز روی ورق ایجاد کرده باشیم.

خمکاری قطعات نازک

Bend

Menu: Part ⇒ Sketched Features ⇒ Bend

Tool bar : Part Modeling Bend



Rigth: Sketched & Work Features ⇒ Bend

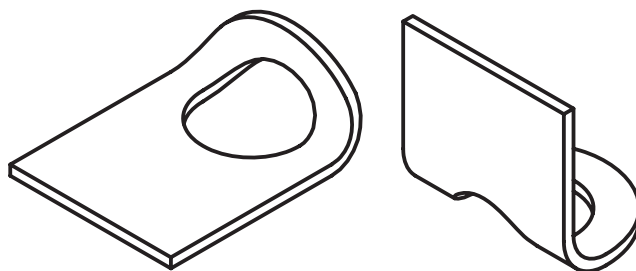
Command: AMBEND



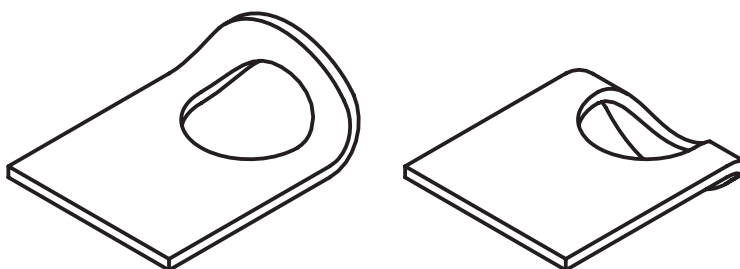
با اجرای این دستور پنجره‌ی تبدالی Bend ظاهر می‌شود.



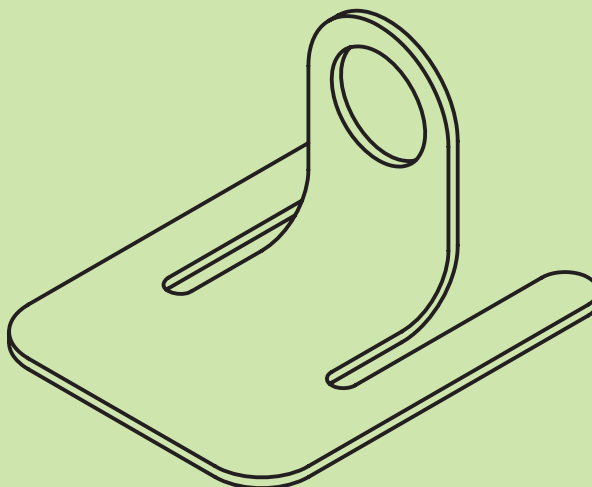
◀ **ArcLen+Angle**: شعاع خم در فیلد Radius و زاویه‌ی خم را در فیلد Angle وارد می‌کنیم.
این که کدام بخش قطعه خم شود با زدن دکمه‌ی Flip Bend Side تعیین می‌شود.



این که قطعه به کدام سمت خم شود نیز با زدن دکمه‌ی Flip Direction تعیین می‌شود.



با کنترل طول پروفایلی که به عنوان خطِ تا استفاده می‌شود می‌توانیم تعیین کنیم که کدام بخش قطعه خم شود.



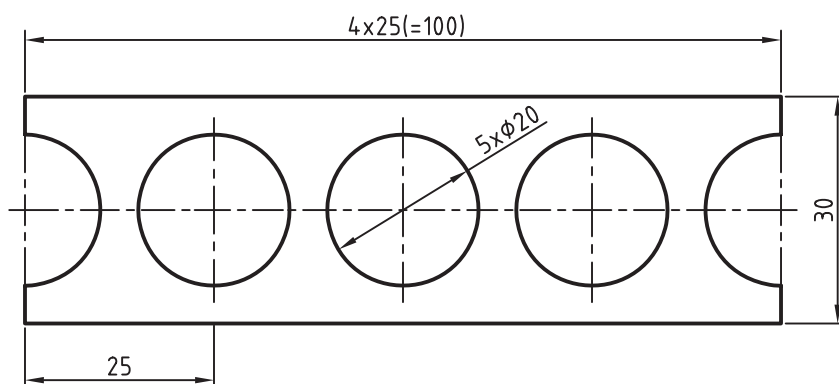
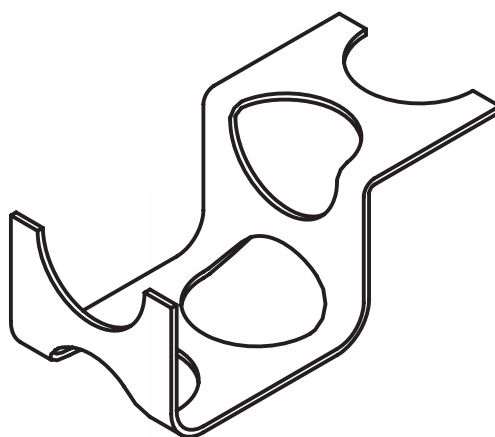
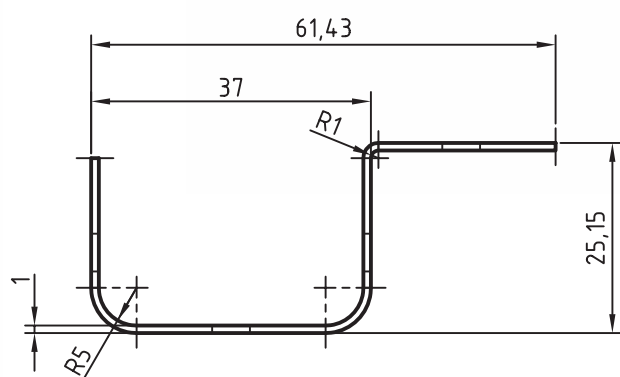


(۶۰ دقیقه)

دستور کار شماری ۶

خمکاری

قطعه‌ی زیر را با استفاده از خمکاری مدل‌سازی کنید.

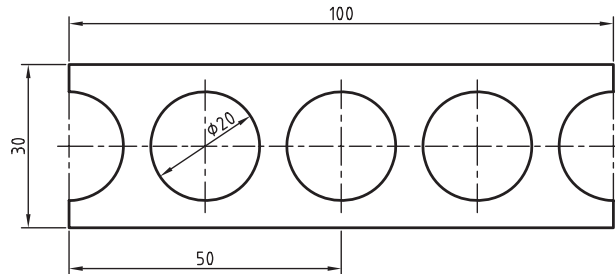


فیلم آموزشی



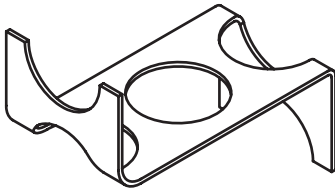
فیلم مراحل این دستور کار را در CD مشاهده کنید

۱. بعد از تبدیل اسکچ زیر به پروفایل آن را به ضخامت ۱ میلی متر به طرف پایین برجسته کنید.



۶. پروفایل باز دیگری را در موقعیت مرکز دایره‌ی سمت راست ایجاد کنید.

۷. با استفاده از دستور Bend بخش کوتاه سمت راست نوار را به شعاع ۲ (با احتساب ضخامت ورق) و زاویه‌ی ۹۰ درجه به سمت پایین خم کنید.

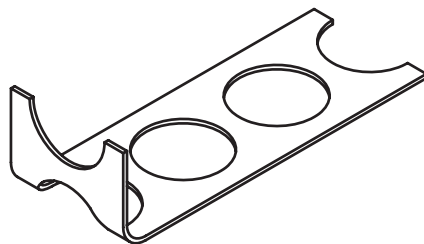


۲. خطی عمودی در موقعیت مرکز دایره‌ی سمت چپ ترسیم کنید به طوری که از هر دو طرف نوار بگذرد.

۳. خط را به یک پروفایل باز تبدیل کنید.

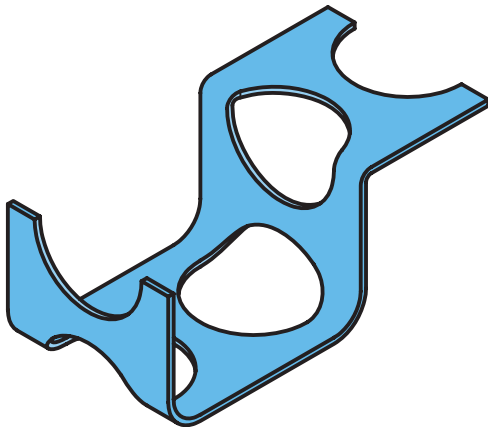
۴. روی پروفایل در مرورگر دسکتاپ راست کلیک کنید و دستور Bend را به اجرا درآورید.

۵. در فیلد Radius عدد ۵ و در فیلد Angle عدد ۹۰ را تایپ و بخش کوتاه نوار را به سمت بالا خم کنید.



۸. پروفایل باز دیگری در موقعیت مرکز دایره‌ی وسط ایجاد کنید.

۹. با استفاده از دستور Bend بخش سمت راست نوار را به شعاع ۵ و زاویه‌ی ۹۰ درجه به سمت بالا خم کنید.



۱۰. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

ارزشیابی پایانی

◀ نظری

۱. عناصر کاری در مکانیکال دسکتاپ را نام ببرید؟
۲. موارد استفاده‌ی عناصر کاری را نام ببرید.
۳. چه تفاوتی بین صفحات کاری پارامتریک و صفحات طراحی غیرپارامتریک وجود دارد؟
۴. گزینه‌ی Create Sketch Plane در پایین پنجره‌ی Work Plane چه کاربردی دارد؟
۵. انواع مسیرهای سه‌بعدی را نام ببرید.
۶. انواع مارپیچ را نام ببرید.
۷. مؤلفه‌های مورد نیاز برای تعریف یک مارپیچ را نام ببرید.
۸. عملکردهای دستور Sweep را نام ببرید.
۹. موارد استفاده‌ی دستور Loft را نام ببرید.
۱۰. تفاوت حالت خطی (Linear) با حالت حجمی (Cubic) در دستور Loft چیست؟
۱۱. دستور Rib چه کاربردی دارد؟
۱۲. روش اجرای دستور Rib را توضیح دهید.
۱۳. ضخامت تیغه در دستور Rib را چگونه تعیین می‌کنیم؟
۱۴. برای خمکاری ورق از چه دستوری استفاده می‌کنیم؟
۱۵. متغیرهای خمکاری را نام ببرید.
۱۶. از دستور 3D Pipe Path برای ایجاد یک مسیر سه‌بعدی استفاده می‌شود.
۱۷. از دستور 3D Helix Path برای ایجاد یک مسیر سه‌بعدی استفاده می‌شود.
۱۸. گزینه‌های مورد استفاده در پنجره‌ی Work Plane برای ایجاد یک صفحه‌ی کاری موازی کدام است؟

الف) Planar Parallel — Offset	ب) Planar Parallel — Planer Angle
ج) Planar Normal — On Edge/Axis	د) Tangent — Tangent
۱۹. گزینه‌های مورد استفاده در پنجره‌ی Work Plane برای ایجاد یک صفحه‌ی کاری مماس کدام است؟

الف) Planar Parallel — Offset	ب) Planar Parallel — Planer Angle
ج) Planar Normal — On Edge/Axis	د) Tangent — Tangent

۲۰. گزینه‌های مورد استفاده در پنجره‌ی Work Plane برای ایجاد یک صفحه‌ی کاری عمود کدام است؟

الف) Planar Parallel — Offset ب) Planar Parallel — Planer Angle

ج) Planar Normal — On Edge/Axis د) Tangent — Tangent

۲۱. گزینه‌های مورد استفاده در پنجره‌ی Work Plane برای ایجاد زاویه کدام است؟

الف) Planar Parallel — Offset ب) Planar Parallel — Planer Angle

ج) Planar Normal — On Edge/Axis د) On Edge/Axis — Planer Angle

۲۲. در دستور Sweep از کدام نوع مسیر استفاده می‌کنیم؟

الف) مسیر دوبعدی ب) مسیر سه‌بعدی

ج) گزینه‌های الف و ب د) هیچ‌کدام

۲۳. تفاوت ایجاد یک مارپیچ استوانه‌ای با یک مارپیچ مخروطی در کدام گزینه است؟

الف) Diameter ب) Taper Angle

ج) Shape د) Circle

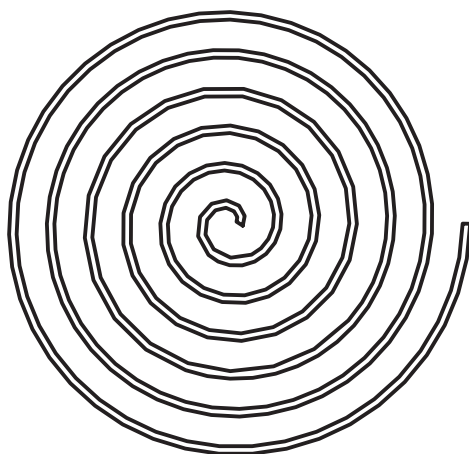
۲۴. جهت مارپیچ را با کدام گزینه می‌توانیم تغییر دهیم؟

الف) Start Angle ب) Orientation

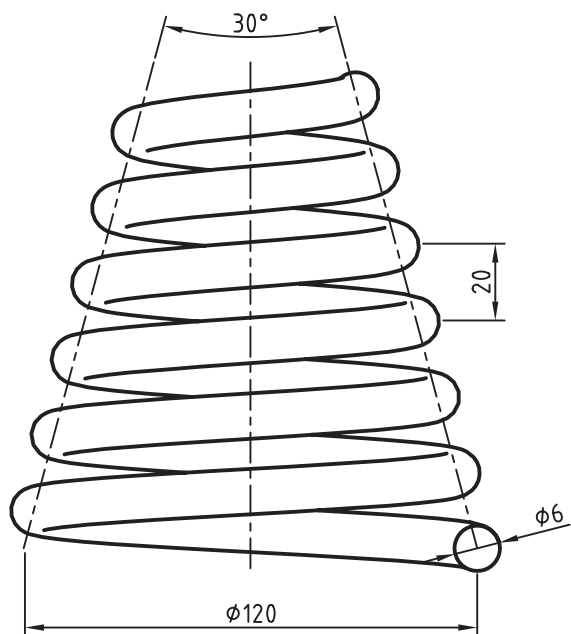
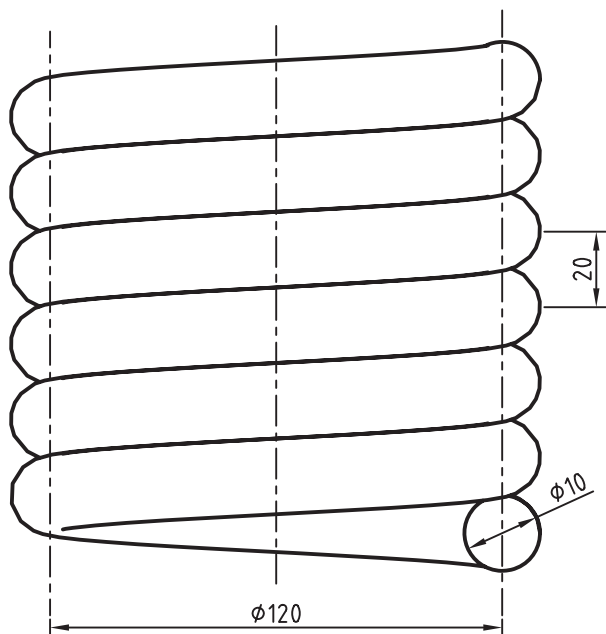
ج) Revolution د) Pitch

عملی ◀

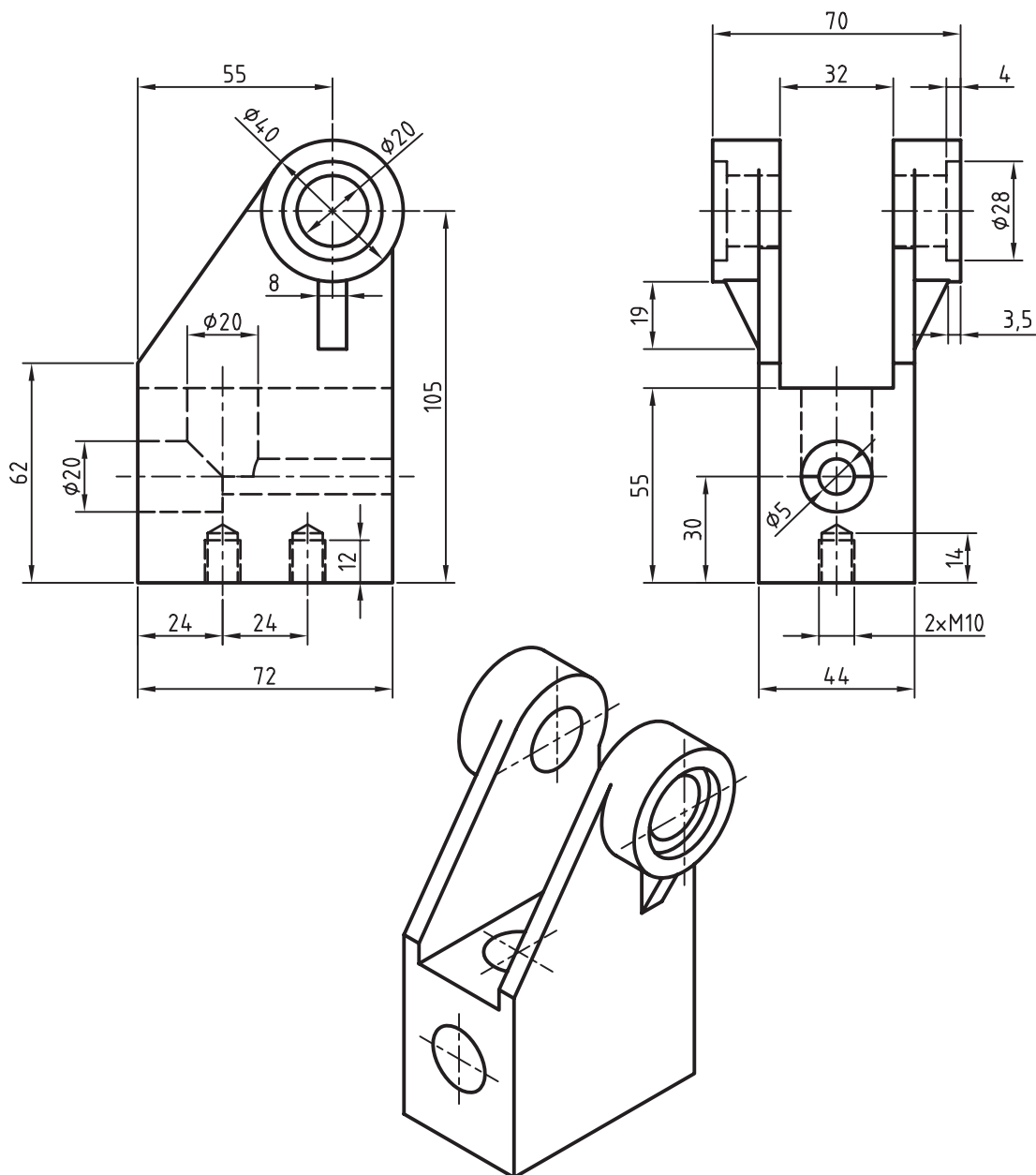
۱. فنر زیر را با مقطع مستطیلی ۱×۳ و طول گام ۵ مدل سازی کنید. (۲۰ دقیقه)



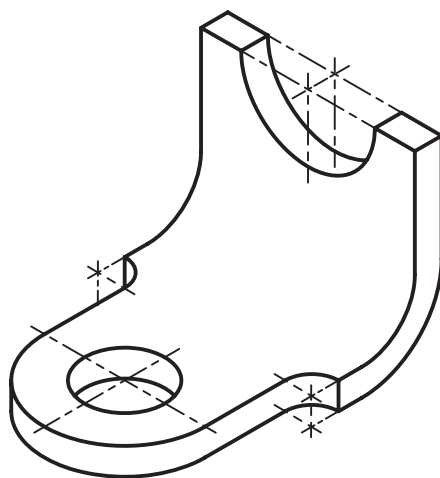
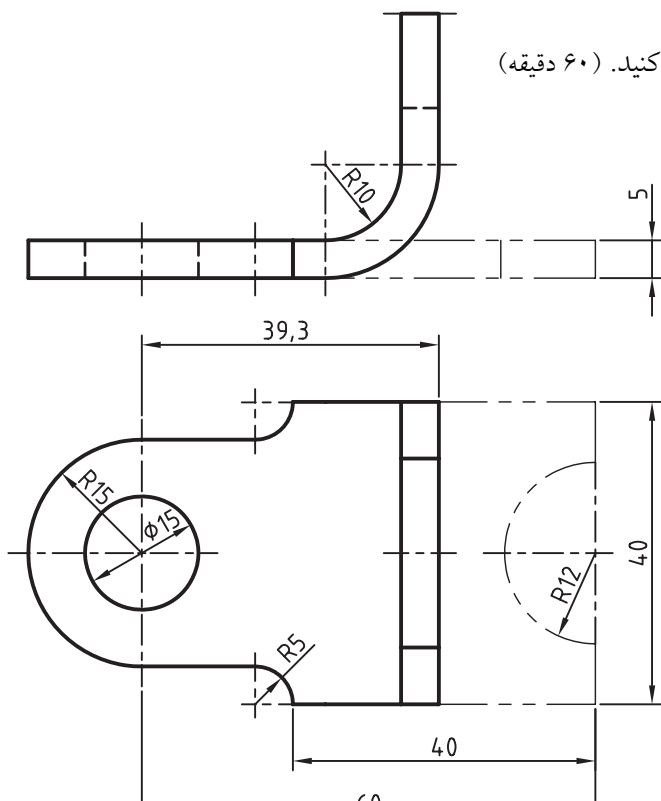
۲. فنرهای زیر را مدل سازی کنید. (۴۰ دقیقه)



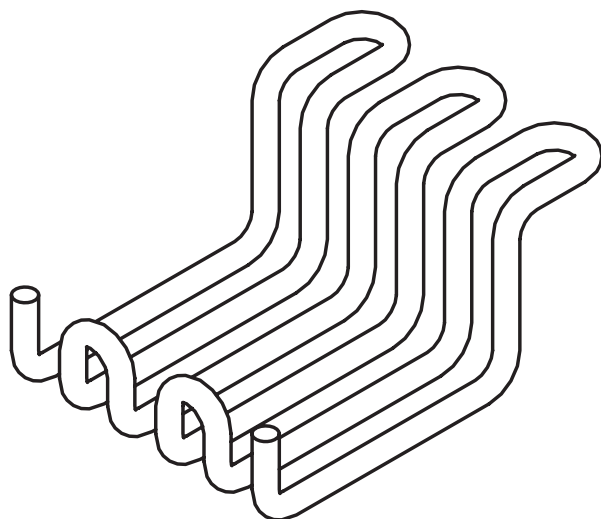
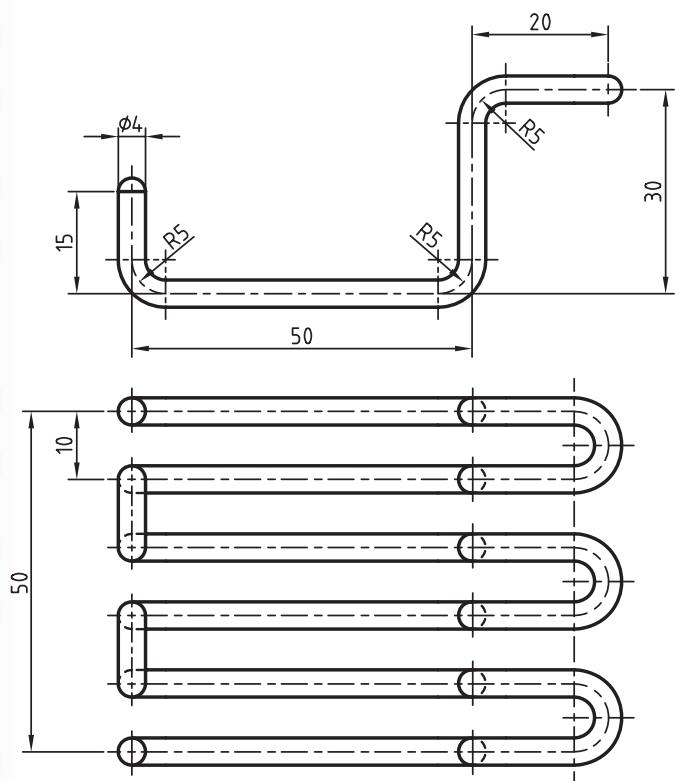
۳. حجم زیر را مدل سازی کنید و سپس تیغه ها را به آن بیفزایید. (۹۰ دقیقه)



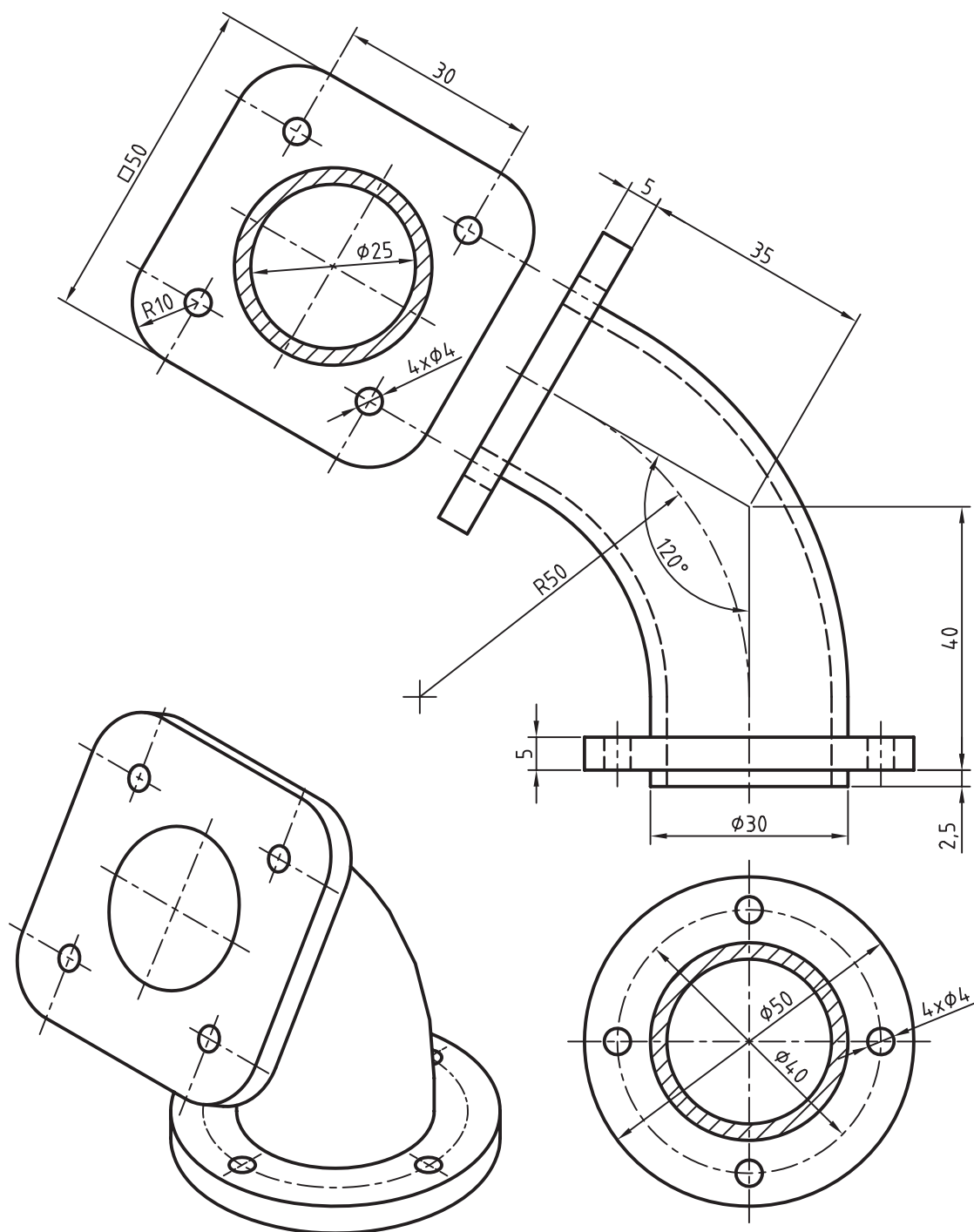
۴. حجم زیر را بعد از مدل سازی مطابق مشخصات خم کنید. (۶۰ دقیقه)



۵. حجم زیر را با استفاده از ایجاد یک مسیر سه بعدی و دستور Sweep مدل سازی کنید.



۶. حجم زیر را با استفاده از نمایه‌های ترسیمی و موضعی مدل‌سازی کنید. (۹۰ دقیقه)



توانایی استفاده از تکنیک‌های پیشرفته اندازه‌گذاری، قیدگذاری و رسم طرح

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



- خطوط و دایره‌های کمکی ترسیم کند.
- یک اسکچ باز را با لبه‌های مدل ببندد.
- موارد استفاده‌ی پروفایل متنی را نام ببرد.
- یک پروفایل متنی را ایجاد کند.
- یک پروفایل مورد استفاده در نمایه را کپی کند.
- با استفاده از دستور کپی کردن طرح‌های دوبعدی یک قطعه را مدل‌سازی کند.
- لبه‌های یک مدل را در صفحه‌ی طراحی جاری کپی کند.
- موضوع‌های موجود در صفحه‌ی طراحی جاری را نمایش دهد.
- یک موضوع دوبعدی را روی یک صفحه‌ی کاری تصویر کند.
- یک وجه سه‌بعدی مدل را روی صفحه‌ی طراحی جاری تصویر کند.
- متغیرهای طراحی را تعریف کند.
- موارد استفاده از متغیرهای طراحی را نام ببرد.
- یک متغیر طراحی قطعه ایجاد کند.
- یک متغیر طراحی مونتاژ ایجاد کند.
- از یک متغیر طراحی تعریف شده در مدل‌سازی قطعه استفاده کند.
- جدول هدایت‌کننده‌ی مواد را تعریف کند.
- یک جدول هدایت‌کننده‌ی مواد جدید ایجاد کند.
- پیوند یک جدول هدایت‌کننده‌ی مواد ویرایش شده را به‌روز کند.



ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۱۰	۱۷	۲۷

پیش آزمون

۱. نوع خط خط محور چیست؟
۲. نوع خط یک موضوع را چگونه تغییر می‌دهیم؟
۳. اندازه‌ها را چگونه به صورت معادله نمایش می‌دهیم؟
۴. مجموعه‌ی آفیس شامل چه نرم‌افزارهایی است؟
۵. فونت به چه معنی است؟
۶. در ترسیم یک مارپیچ به چه اطلاعاتی نیاز داریم؟
۷. صفحات کاری استاتیک چه نوع صفحاتی هستند؟
۸. از دستور Rib برای ایجاد چه نوع حجمی استفاده می‌کنیم؟
۹. زاویه‌ی شیب پیش‌فرض در دستور Sweep چند درجه است؟
۱۰. برای نوشتن عبارت $2x+3$ کدام یک از معادلات زیر صحیح نیست؟
الف) $2 * x + 3$ ب) $(2 * x) + 3$
ج) $2 * (x + 3)$ د) $(2 * x + 3)$
۱۱. دستور Copy Edges در اتوکد چه کاربردی دارد؟
الف) کپی کردن لبه‌های مدل ب) کپی کردن موضوع‌های دوبعدی
ج) تغییر رنگ لبه‌های مدل د) تغییر رنگ موضوع‌های دوبعدی

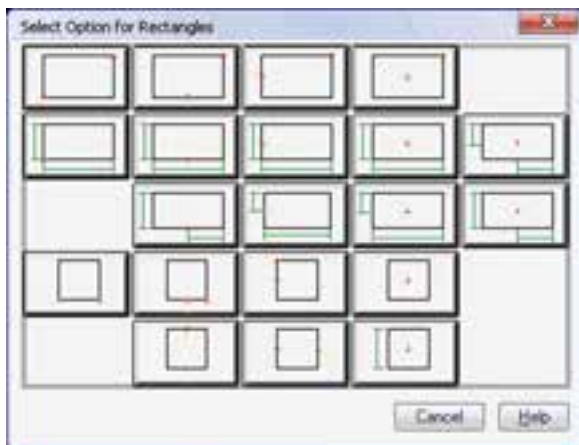
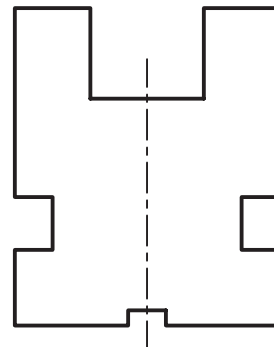
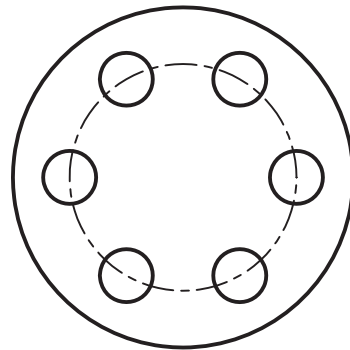
استفاده از خطوط و دوائر کمکی

گاهی در ایجاد اسکچ، مثلاً برای ایجاد قید تقارن یا برای تعیین موقعیت دایره‌ها در یک آرایه قطبی، به خطوط یا دایره‌های کمکی نیاز داریم. برای ترسیم خطوط و دایره‌های کمکی از آیکن‌های زردرنگ Construction Line و Construction Circle (آیکن‌های  و ) در نوار ابزار 2D Sketching استفاده می‌کنیم.

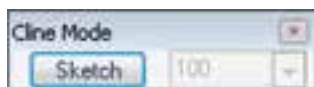
متفاوت از نوع خط اسکچ ایجاد شده باشد در ایجاد قطعه دخالت نمی‌دهد. بنابراین، برای تبدیل موضوعی ترسیمی به موضوعی کمکی کافی است نوع خط آن را عوض کنید. هر چند بهتر است از همان آیکن‌های زردرنگ Construction Line و Construction Circle (آیکن‌های  و ) در نوار ابزار 2D Sketching استفاده کنید.

ترسیم انواع خطوط و دایره‌های ساختاری (کمکی)

برای ترسیم انواع خطوط کمکی از دستور >> Design Construction Lines >> Draw Construction Lines استفاده می‌کنیم. با اجرای این دستور پنجره‌ی Construction Lines نمایش داده می‌شود. در این پنجره می‌توانیم نوع خطوط و دایره‌های ساختاری را تعیین و در صفحه‌ی طراحی ترسیم کنیم.



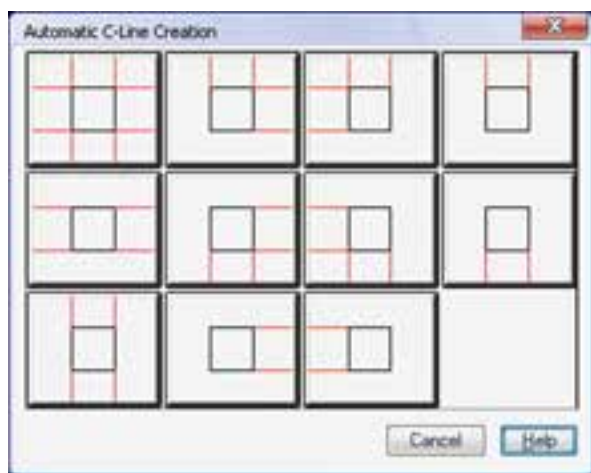
با انتخاب برخی از این گزینه‌ها می‌توانیم طول خطوط ساختاری را نیز تعیین کنیم. با به نمایش درآمدن پنجره‌ی زیر می‌توانیم یکی از مقادیر پیش‌فرض را انتخاب یا با انتخاب گزینه‌ی Sketch به وسیله‌ی تعیین دو نقطه طول آن را مشخص کنیم.



این دو آیکن دستورهای Line و Circle را اجرا می‌کنند، اما به صورت خودکار عناصر ترسیمی را در لایه‌ای به نام AM_CON ترسیم می‌نمایند. زیرا مکانیکال دسکتاپ موضوعاتی را که با نوع خطی

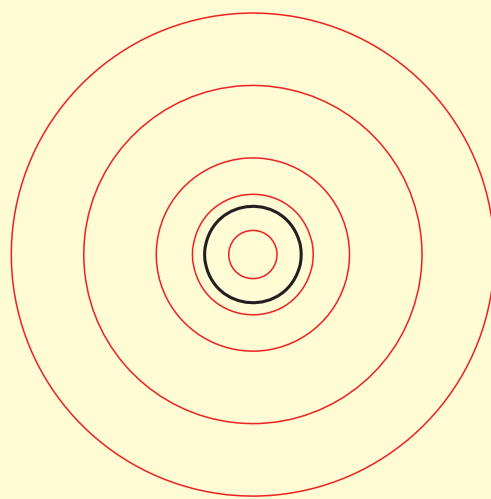


دستور پنجره‌ی Automatic C-Line Creation ظاهر می‌شود.



در برخی از گزینه‌های این دستور می‌توانیم به جای یک خط یا دایره‌ی ساختاری چندین خط یا دایره ترسیم کنیم. در این گزینه‌ها در خط فرمان عبارت (xx|xx|xx..) را مشاهده می‌کنیم که با اجرای آن می‌توانیم مقادیر مورد نظر را با خط عمودی که نماد «و» منطقی است از یکدیگر مجزا کنیم. مثلاً می‌توانیم با یک بار اجرای این دستور شکل زیر را ایجاد کنیم.

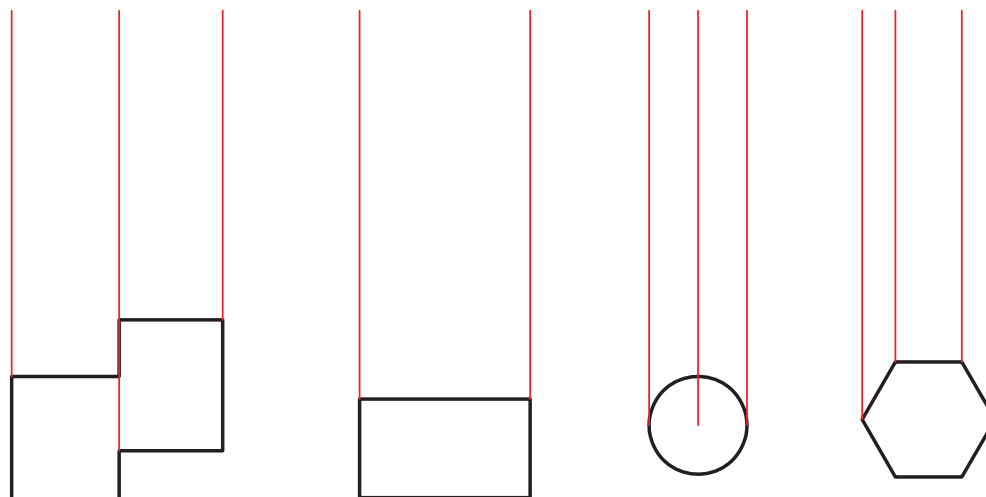
Specify point on circle or
Diameter(xx|xx|xx..) <50>:
10|25|40|70|100



ترسیم خودکار خطوط ساختاری

با استفاده از دستور Design >> Construction Lines Automatic Construction Lines >> می‌توانیم به صورت خودکار خطوط ساختاری افقی و عمودی را که از لبه‌های موضوعات انتخابی می‌گذرند ترسیم کنیم. با اجرای این

گزینه‌ی مورد نظر را در این پنجره، با توجه به جهت‌هایی که می‌خواهیم خطوط ساختاری ترسیم شوند، انتخاب می‌کنیم و در صفحه‌ی طراحی موضوع‌های مورد نظر را انتخاب می‌کنیم. مثلاً شکل زیر با استفاده از گزینه‌ی سمت راست در ردیف اول ایجاد شده است.

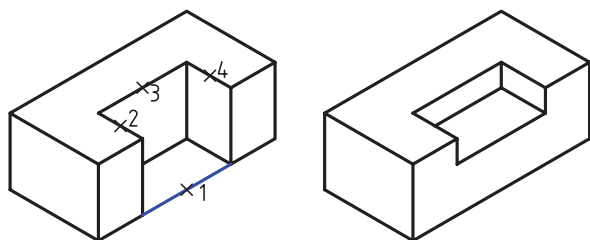


بستن طرح با لبه‌ها

چنانچه اسکچ بازی را بخواهیم پروفایل کنیم می‌توانیم با استفاده از لبه‌های مدل آن را ببندیم. مثلاً در شکل زیر هنگام پروفایل کردن خط شماره‌ی 1 و در پاسخ به درخواست:

Select part edge to close the profile <open profile>:

لبه‌های شماره‌های 2، 3 و 4 را انتخاب می‌کنیم.

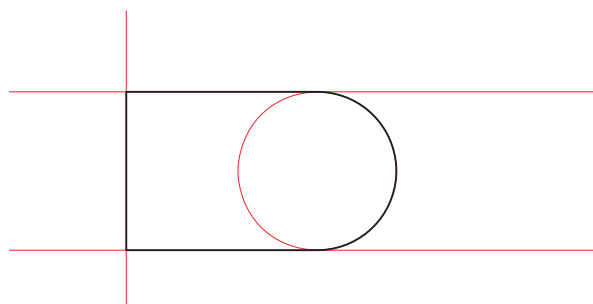


ترسیم روی خطوط و دایره‌های ساختاری

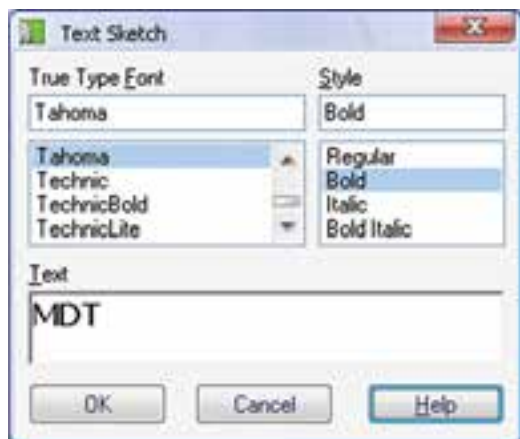
با استفاده از دستور Design >> Construction Lines >> Trace Contour نیز می‌توانیم روی خطوط و دایره‌های ساختاری خطوط و کمان‌های اصلی را ترسیم کنیم. برای ترسیم کمان کافی است دکمه‌ی ایتر را بزنیم. روش اجرای این دستور مانند دستور لاین یا پلی‌لاین است.

First point:

Select next point for line or [Undo/Close] <draw Arc>:



بعد از اجرای دستور پنجره‌ی تبدیلی Text Sketch ظاهر می‌شود.



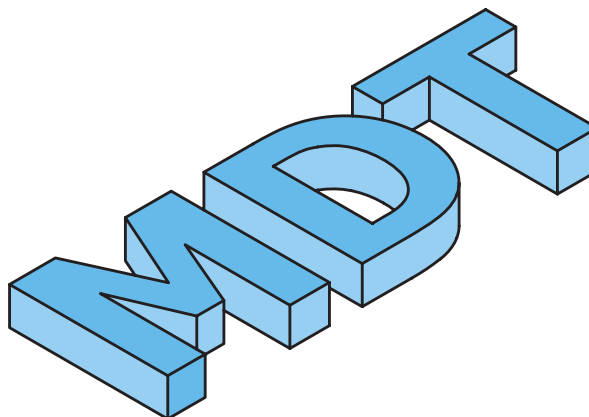
در بخش بالای این پنجره نوع فونت و سبک قلم انتخاب می‌کنیم و متن مورد نظر را نیز در فیلد Text تایپ می‌کنیم.
با Ok کردن پنجره باید با تعیین دو نقطه‌ی قطری یک مستطیل موقعیت و اندازه‌ی پروفایل را تعیین کنیم.

Specify first corner:
Specify opposite corner or [Height/
Rotation]:

بعد از تعیین یک گوشه‌ی مستطیل، که نقطه‌ی درج متن است، می‌توانیم با استفاده از گزینه‌ی Height ارتفاع پروفایل و با استفاده از گزینه‌ی Rotation زاویه‌ی قرار گرفتن پروفایل را تعیین کنیم.

پروفایل متنی (متن برجسته)

می‌توانیم از شکل حروف پروفایل ایجاد و آن را برجسته یا فرورفته کنیم. از این دستور برای حک کردن اطلاعات متنی روی قطعات استفاده می‌کنیم.



برای ایجاد یک پروفایل متنی از دستور Text Sketch استفاده می‌کنیم.

ایجاد پروفایل متنی

Text Sketch

Menu: Part ⇒ Sketch Solving ⇒ Text Sketch

Tool bar : Sketch Solving ⇒ Text Sketch



Rigth: Sketch Solving ⇒ Text Sketch

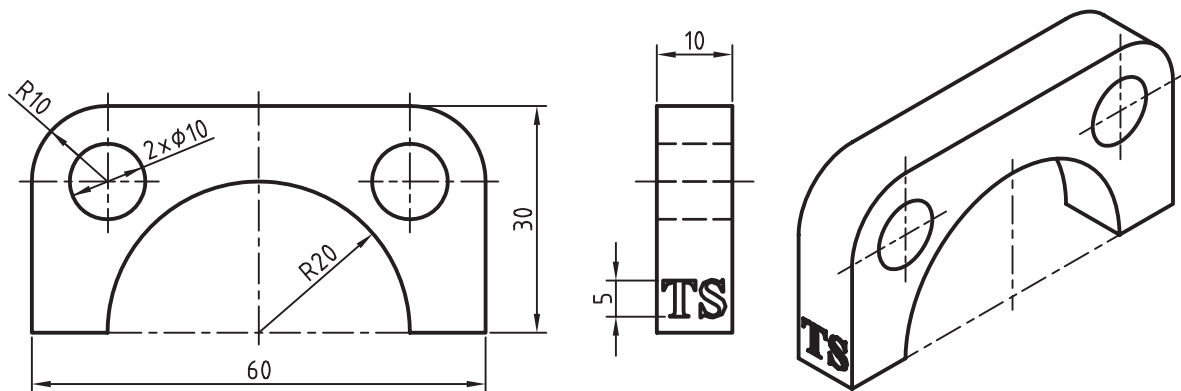
Command: AMTEXTSK

دستورکار شماری ۱

متن برجسته

(۶۰ دقیقه)

در دیواره‌ی عمودی قطعه‌ی زیر حروف اختصاری TS را به عمق نیم میلی متر حک کنید.



فیلم آموزشی

فیلم مراحل این دستورکار را در CD مشاهده کنید



مراحل ترسیم

۱. با استفاده از دستور Extrude حجم کلی را مدل سازی کنید.

۲. دیواره‌ی عمودی را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید.

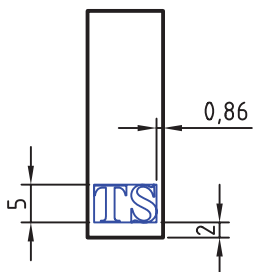
۳. با کلید شماره‌ی ۹ صفحه‌ی طراحی را به موازات نمایشگر درآورید.

۴. گزینه‌ی Text Sketch >> Sketch Solving را از منوی راست کلیک انتخاب کنید.

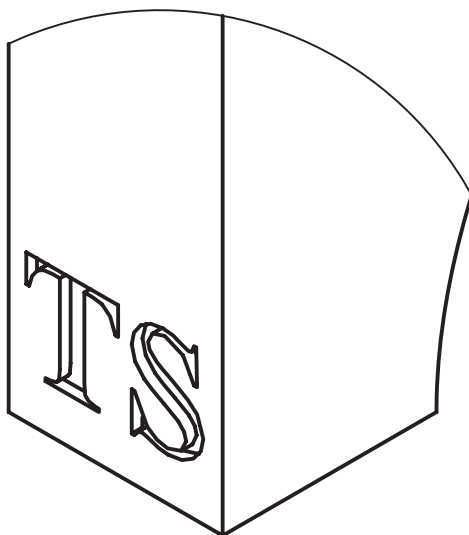
۵. در پنجره‌ی Text Sketch حروف اختصاری TS را تایپ و فونت و سبک قلم را نیز مطابق شکل انتخاب کنید.



۶. اسکیچ متنی را به صورت زیر اندازه گذاری کنید.



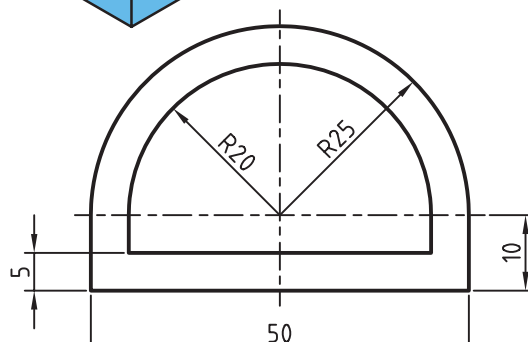
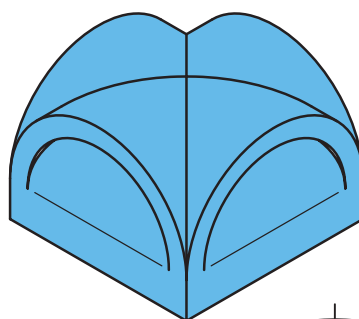
۷. با استفاده از نمایه‌ی Extrude اسکیچ متنی را به اندازه‌ی نیم میلی متر در داخل دیواره خالی کنید.



۸. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

کپی کردن طرح‌های دوبعدی

برای کپی کردن و استفاده از یک اسکچ موجود در یک پروفایل جدید کافی است روی پروفایل مورد نظر راست کلیک و گزینه‌ی Copy را انتخاب کنیم و در صفحه‌ی طراحی برای درج اسکچ کلیک کنیم. محل کلیک موقعیت مرکز اسکچ را تعیین می‌کند. مثلاً مدل زیر از Extrude کردن یک اسکچ در دو صفحه‌ی طراحی ایجاد شده است و کافی است در یکی از صفحات اسکچ مورد نظر را ترسیم و در صفحه‌ی دیگری کپی کرد.



دستور مورد استفاده برای کپی کردن طرح‌های دوبعدی دستور Copy Sketch است:

کپی کردن طرح‌های دوبعدی

Copy Sketch

Menu: Part ⇒ Sketch Solving ⇒ Copy Sketch

Tool bar : Sketch Solving ⇒ Copy Sketch 

Rigth: Sketch Solving ⇒ Copy Sketch

Command: AMCOPYSKETCH

با کپی کردن یک اسکچ تمام قیدهای هندسی و اندازه‌گذاری‌های مستقل پروفایل کپی می‌شود. برای تعیین موقعیت اسکچ نسبت به دیگر اجزای مدل ابتدا قید فیکس را حذف و مجدداً قیدگذاری کنید.

این دستور دارای دو گزینه‌ی Sketch و Feature است. البته در صورتی که دستور را از طریق مرورگر دسکتاپ یا منوی راست کلیک اجرا کنیم، گزینه‌ی Sketch به صورت خودکار اجرا می‌شود. با اجرای این گزینه، اسکچ انتخابی کپی شده و سیستم منتظر تعیین موقعیت مرکز اسکچ در صفحه‌ی طراحی جاری می‌شود.

◀ **Feature:** با انتخاب این گزینه می‌توانیم اسکچ به کار رفته در یک نمایه‌ی خاص را کپی کنیم.

کپی کردن لبه‌های قطعه

برای کپی کردن و استفاده از لبه‌های مدل در ایجاد پروفایل یا مسیر از دستور Copy Edge استفاده می‌کنیم.

کپی کردن لبه‌های قطعه

Copy Edge

Menu: Part ⇒ Sketch Solving ⇒ Copy Edge

Tool bar : Sketch Solving ⇒ Copy Edge 

Rigth: Sketch Solving ⇒ Copy Edge

Command: AMPARTEDGE

بعد از اجرای دستور باید روی لبه‌های مورد نظر یا داخل یک وجه مدل کلیک کنیم تا تمامی لبه‌های آن انتخاب شود. از لبه‌های به‌دست آمده می‌توانیم برای ایجاد پروفایل استفاده کنیم.

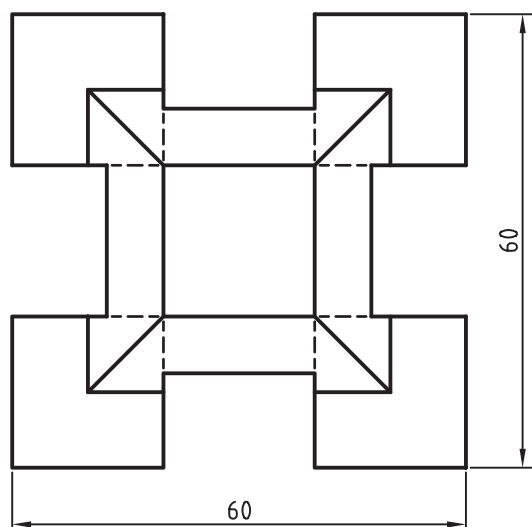
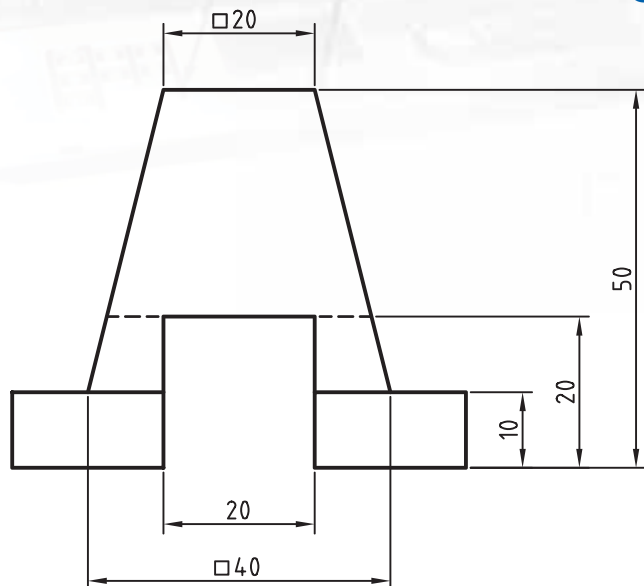
نکته

لبه‌های کپی‌شده مقید به لبه‌های مدل نیستند و باید آن‌ها را قیدگذاری کنیم.

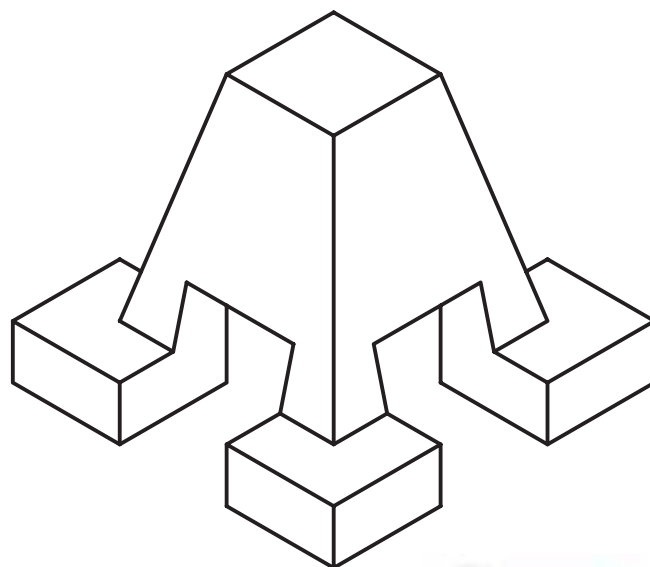
دستور کار شماره ۲

کپی کردن طرح های دوبعدی

(۶۰ دقیقه)



با استفاده از دستور کپی کردن طرح های دوبعدی قطعه ای زیر را مدل سازی کنید.



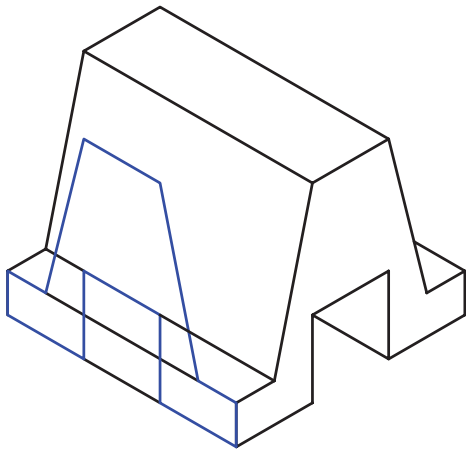
فیلم آموزشی

فیلم مراحل این دستورکار را در CD مشاهده کنید

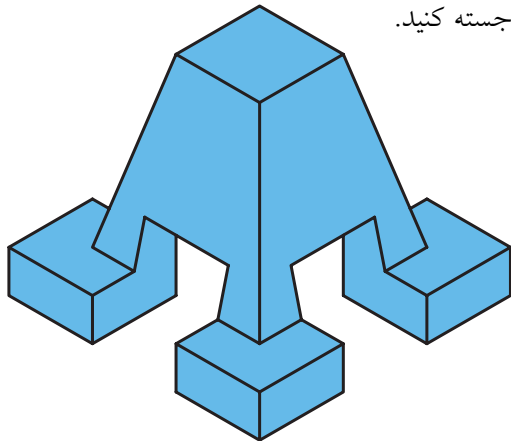


مراحل ترسیم

۷. روی مدل کلیک کنید تا نمایه‌ی Extrusion انتخاب شود.
۸. در محل مناسبی در صفحه‌ی طراحی کلیک کنید تا اسکچ مورد نظر درج شود.
۹. دستور Delete Constraints را اجرا و قید فیکس را روی پروفایل حذف کنید.
۱۰. با استفاده از قید هم‌راستایی کف پروفایل را با لبه‌ی افقی کف قطعه و ضلع عمودی سمت راست پروفایل را با لبه‌ی عمودی سمت راست قطعه هم‌راستا کنید.



۱۱. با استفاده از دستور Extrude و عملکرد Intersect پروفایل را به اندازه‌ی ۶۰ میلی‌متر به سمت داخل برجسته کنید.

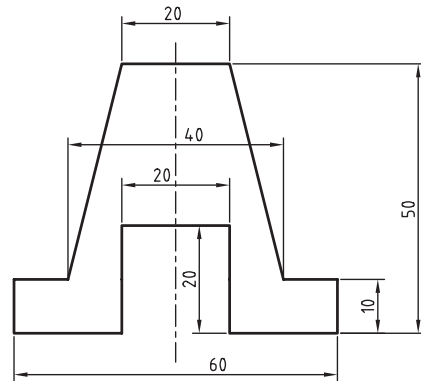


۱۲. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

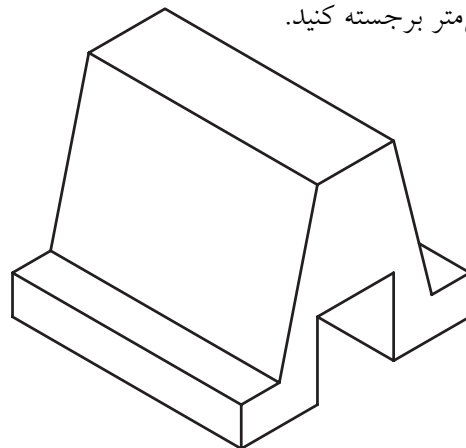
۱. با استفاده از New Sketch Plane نمای روبه‌رو را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید.

Command: _amskpln
Select work plane, planar face or [worldXy/worldYz/worldZx/Ucs]: worldZx

۲. با کلید شماره‌ی ۹ به نمای روبه‌رو بروید.
۳. اسکچ زیر را در نمای روبه‌رو ترسیم کنید.



۴. بعد از تبدیل اسکچ فوق به پروفایل آن را به اندازه‌ی ۶۰ میلی‌متر برجسته کنید.

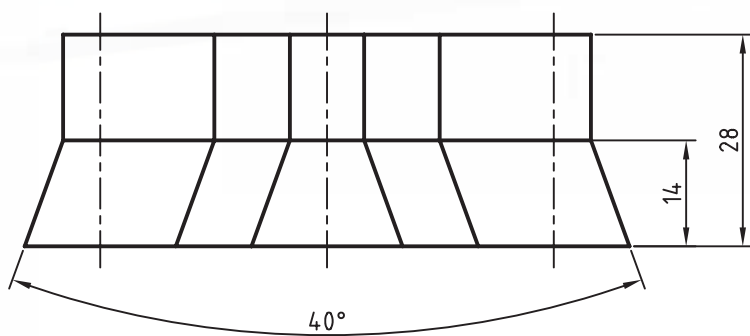


۵. با استفاده از New Sketch Plane مستطیل عمودی نمای جانبی را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید.
۶. دستور Copy Sketch را اجرا و گزینه‌ی Feature را انتخاب کنید.

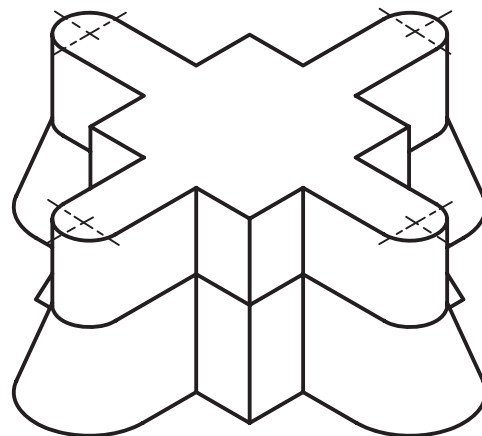
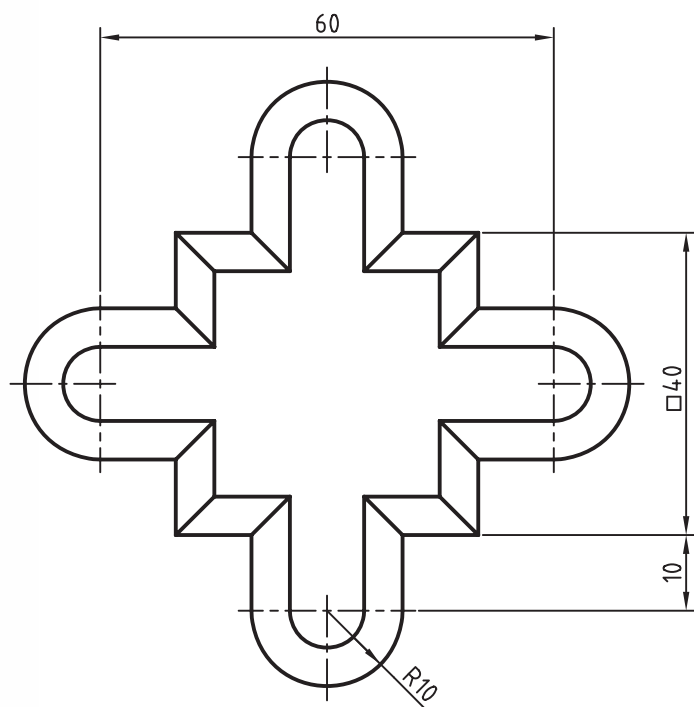
(۶۰ دقیقه)

دستورکار شماره ۳

کپی کردن لبه‌های مدل



با استفاده از دستور کپی کردن لبه‌های مدل قطعه‌ی زیر را مدل‌سازی کنید.



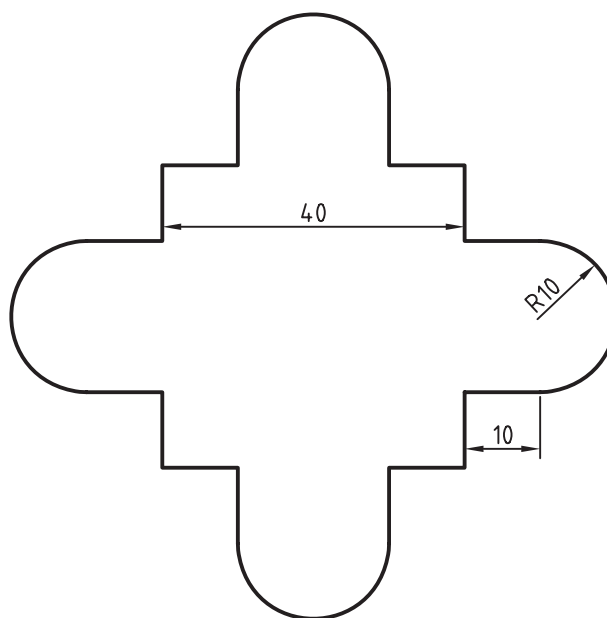
فیلم آموزشی

فیلم مراحل این دستورکار را در CD مشاهده کنید

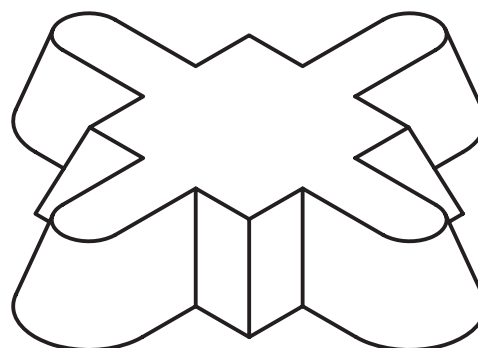


مراحل ترسیم

۱. اسکچ زیر را در نمای افقی ترسیم کنید.



۲. بعد از تبدیل اسکچ فوق به پروفایل آن را به اندازه‌ی ۱۴ میلی‌متر و با زاویه‌ی شیب ۲۰- درجه به سمت بالا برجسته کنید.

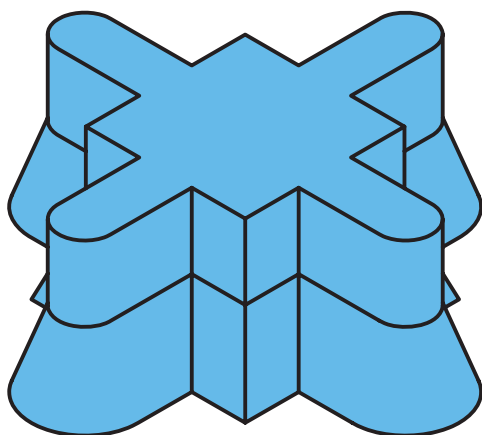


۳. با استفاده از New Sketch Plane سطح افقی قطعه را به عنوان صفحه‌ی طراحی انتخاب کنید.

۴. دستور Copy Edge را اجرا و داخل سطح افقی کلیک کنید تا تمام لبه‌های بخش فوقانی قطعه انتخاب شود.

۵. لبه‌های کپی‌شده را به پروفایل تبدیل کنید.

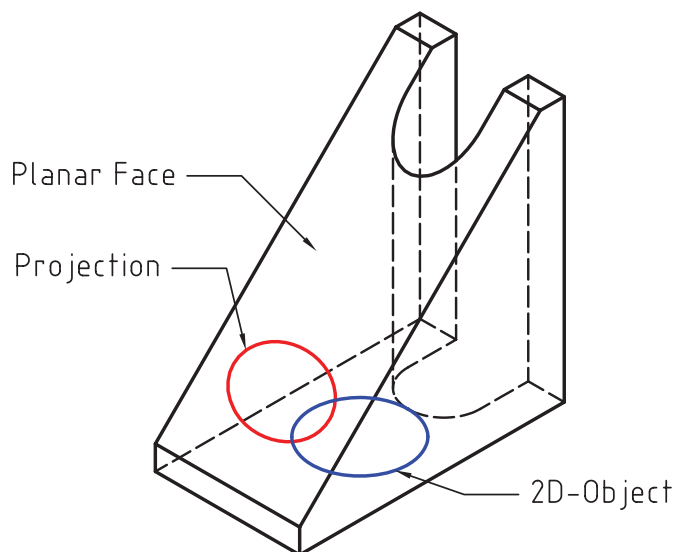
۶. با استفاده از دستور Extrude پروفایل اخیر را به اندازه‌ی ۱۴ میلی‌متر به سمت بالا برجسته کنید.



۷. فایل را ذخیره کنید و برای ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

تصویر کردن موضوعات دوبعدی یا وجوه سه بعدی

می توانیم موضوعات دوبعدی یا وجوه مدل را روی صفحاتی از مدل یا روی یک صفحه کاری یا طراحی تصویر کنیم.



برای این کار از دستور **Project Objects to Plane** استفاده می کنیم.

کپی کردن لبه های قطعه **Project Objects to Plane**

Menu: Part ⇒ Sketch Solving ⇒ Project Objects to Plane

Toolbar: Sketch Solving ⇒ Project to Objects Plane



Rigth: Sketch Solving ⇒ Project Objects to Plane

Command: AMPROJECT2PLN

نشان دادن موضوعات روی صفحه ی طراحی جاری

برای نشان دادن موضوعات روی صفحه ی طراحی جاری از دستور **Highlight Sketch Plane Entities** استفاده می کنیم.

نشان دادن موضوعات روی صفحه ی طراحی جاری

Plane Entities

Tool bar: ⇒ Sketch Solving ⇒ Highlight

Sketch Plane Entities

Rigth : Sketch Solving ⇒ Highlight Sketch Plane Entities

Command: AMSHOWSKETCH

Select objects to consider
(RETURN for all)
Select objects:

گاهی موضوعاتی که ترسیم می کنیم روی صفحه ی طراحی جاری قرار ندارند. در تبدیل ترسیماتی به پروفایل نیز با خطا مواجه می شویم. در چنین مواقعی می توانیم با استفاده از این دستور متوجه شویم که کدام موضوعات در صفحه ی طراحی جاری قرار نداشته و آن را اصلاح کنیم.

اندازه گذاری پیشرفته

Power Dimensioning

Menu: Part⇒Dimensioning⇒Power Dimensioning

Tool bar: 2D Constraints⇒Power Dimensioning



Rigth: Dimensioning⇒Power Dimensioning

Command: AMPOWERDIM

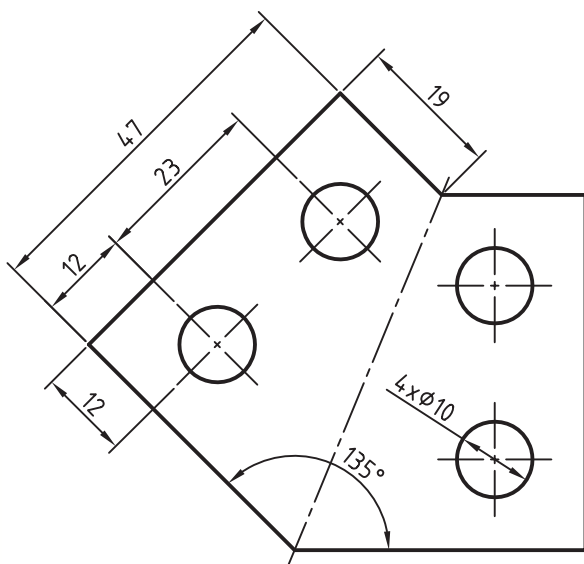
First extension line origin or
[Angular / Options / Baseline /
Chain / Update] <Select>:

بعد از اجرای دستور پنجره‌ی زیر ظاهر می‌شود.



اندازه گذاری افقی، عمودی و مورب

به ترتیب روی ابتدا و انتهای موضوعی که می‌خواهیم اندازه گذاری کنیم کلیک می‌کنیم و با حرکت نشانگر ماوس به محض قرمز شدن اندازه کلیک می‌کنیم. فاصله‌ی اندازه با لبه‌ی قطعه به صورت هوشمند تشخیص داده می‌شود. می‌توانیم با استفاده از گزینه‌ی Select موضوع مورد اندازه گیری را مستقیماً انتخاب کنیم.



در بخش فوقانی پنجره یعنی Projection of نوع موضوعی که می‌خواهیم تصویر کنیم را انتخاب می‌کنیم. در این بخش می‌توانیم موضوعات دوبعدی یا سطوح سه بعدی مدل را انتخاب کنیم.

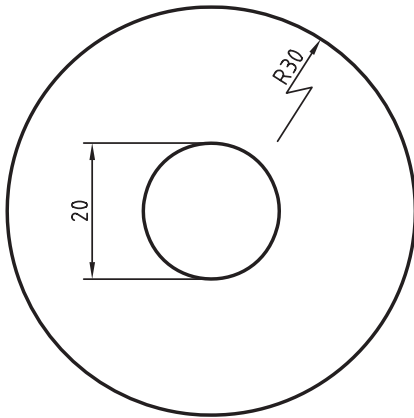
در بخش تحتانی پنجره یعنی Projection to صفحه‌ای را که موضوعات انتخاب شده روی آن تصویر می‌شود انتخاب می‌کنیم. در اینجا می‌توانیم از بین گزینه‌های صفحه‌ی کاری، صفحه‌ی طراحی و سطوح تخت مدل یکی را انتخاب کنیم.

اندازه گذاری با استفاده از دستور Power Dimension

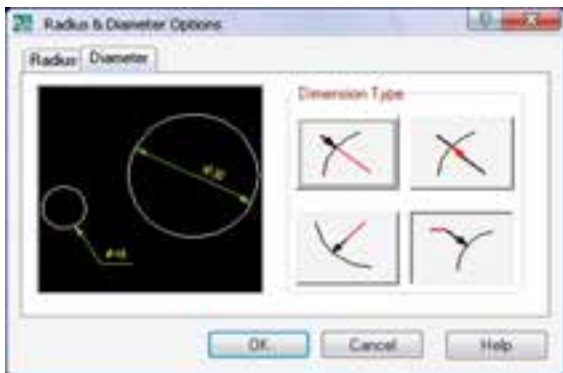
از این دستور هم در محیط مدل سازی و هم در محیط نقشه کشی استفاده می‌کنیم.

اندازه گذاری شعاعی و قطری

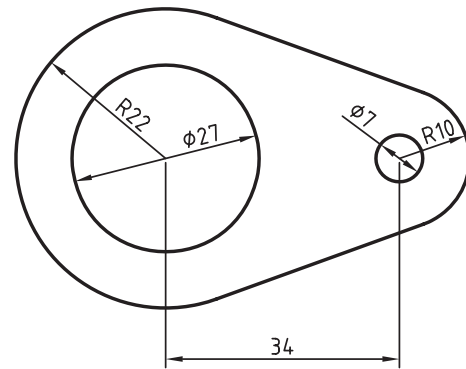
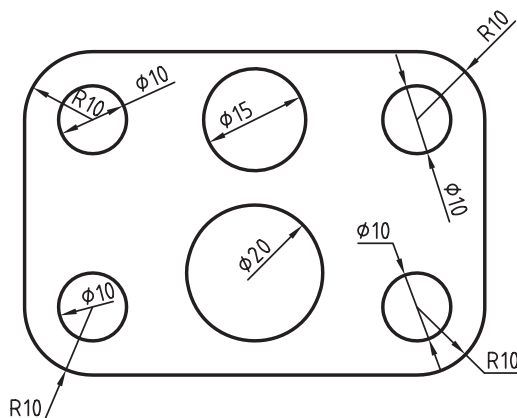
با استفاده از گزینه‌ی Select دایره یا کمان مورد نظر را انتخاب و در داخل یا بیرون آن برای درج اندازه کلیک می‌کنیم. به صورت پیش فرض با انتخاب دایره، اندازه گذاری قطری و با انتخاب کمان، اندازه گذاری شعاعی فعال می‌شود اما می‌توان با انتخاب گزینه‌های Radius و Diameter آن را عوض کرد.



گزینه‌ی Options موجب نمایش پنجره‌ی Radius & Diameter Options می‌شود که در آن می‌توان نحوه‌ی نمایش اندازه را تعیین کرد. البته این گزینه در مرحله‌ی اندازه گذاری پروفایل کاربرد چندانی ندارد و بیشتر در اندازه گذاری نقشه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل زیر تعدادی از روش‌های مختلف اندازه گذاری قطری که با استفاده از این پنجره ترسیم شده است نمایش می‌دهد.



پس از انتخاب دایره گزینه‌های زیر در خط فرمان اعلام می‌شود:

Specify dimension line location or [Linear/Radius/Jogged radius/Options]:

گزینه‌ی Linear برای اندازه گذاری قطر دایره به صورت خطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته این گزینه در اندازه گذاری پروفایل در دسترس نیست و کاربردی نیز ندارد.

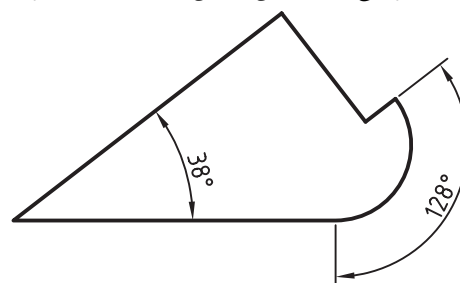
گزینه‌ی Jogged radius برای شکستن خط اندازه شعاعی به کار می‌رود. بعد از انتخاب این گزینه به ترتیب نقطه‌ی مرکز فرضی و موقعیت عدد اندازه و سپس

اندازه گذاری زاویه‌ای

با استفاده از گزینه‌ی Angular در دستور Power Dimensioning می‌توانیم به صورت معمول اندازه‌های زاویه‌ای را درج کنیم.

البته این گزینه به صورت یک دستور مستقل نیز آمده است که می‌توان از آن برای اندازه گذاری زاویه‌ای استفاده کرد. این دستور به نام Angle Dimensioning در منوی Annotate است. هیچ تفاوتی نمی‌کند که اندازه‌های زاویه‌ای را با کدام روش روی پروفایل قرار دهیم.

در اندازه گذاری زاویه‌ای ابتدا اضلاع مورد نظر را انتخاب و سپس موقعیت عدد اندازه را تعیین می‌کنیم. زاویه‌ی داخلی کمان‌ها را نیز می‌توان با این روش اندازه گذاری کرد.



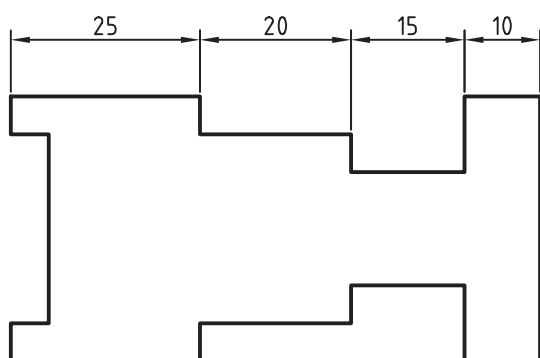
با انتخاب گزینه‌ی Options پنجره‌ی Power Dimensioning باز می‌شود که در فیلد Exact Distance می‌توانیم عدد اندازه را در صورت نیاز تغییر دهیم.

گزینه‌های مختلف این پنجره در اندازه گذاری نقشه‌های دوبعدی بیشتر توضیح می‌دهیم.



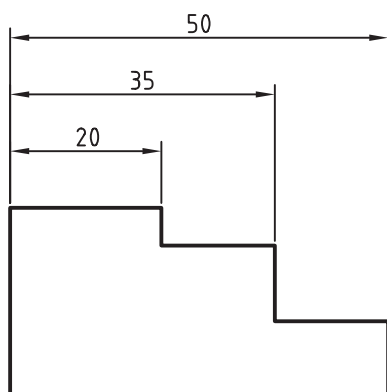
اندازه گذاری زنجیری

با استفاده از گزینه‌ی Chain در دستور Power Dimensioning و بعد از درج یک اندازه‌ی خطی می‌توانیم بقیه‌ی اندازه‌ها را هم‌راستا با آن اندازه گذاری کنیم. چنانچه قبل از اجرای دستور، یک اندازه‌ی خطی درج کرده باشیم ابتدا باید آن را انتخاب و سپس نقاط بعدی را تعیین کنیم.



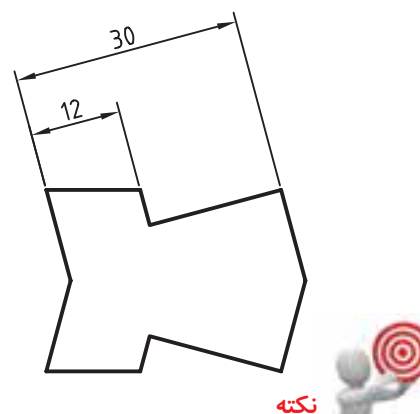
اندازه گذاری پلکانی

اندازه گذاری پلکانی نیز مانند اندازه گذاری زنجیری است. یعنی ابتدا باید یک اندازه‌ی خطی درج کنیم و سپس با استفاده از گزینه‌ی Baseline در دستور Power Dimensioning نقاط بعدی را تعیین کنیم تا اندازه‌ها نسبت به سطح مبنای اندازه‌ی اول درج شوند.



اندازه‌گذاری مایل

چنانچه بعد از انتخاب خط و هنگام تعیین موقعیت عدد اندازه از گزینه‌ی Options استفاده کنیم، پنجره‌ی Select Dimension Orientation باز می‌شود که می‌توانیم جهت اندازه‌گذاری را در آن تعیین کنیم. در حالت پیش فرض گزینه‌ی Power فعال است که به صورت هوشمند با حرکت نشانگر می‌توانیم به صورت افقی، عمودی یا مایل اندازه‌گذاری کنیم. سه گزینه‌ی بعدی برای اندازه‌گذاری افقی، عمودی و مایل استفاده می‌شود. اما با استفاده از گزینه‌ی Rotated می‌توانیم اندازه‌های آلیک یا چرخیده را درج کنیم.



نکته

چنانچه گزینه‌ی Use Distance Snap تیک خورده باشد می‌توانیم با استفاده از فیلد Distance فاصله‌ی بین خطوط اندازه را با هم و با لبه‌ی قطعه تعیین کنیم که در این حالت با حرکت نشانگر به نزدیکی این نقطه، خط اندازه در آن موقعیت قفل می‌شود.



اندازه‌گذاری خودکار

با استفاده از دستور اندازه‌گذاری خودکار می‌توانیم بخش زیادی از اندازه‌های مختلف را به صورت خودکار درج کنیم.

اندازه‌گذاری خودکار

Automatic Dimensioning

Menu: Annotate ⇒ Automatic Dimensioning

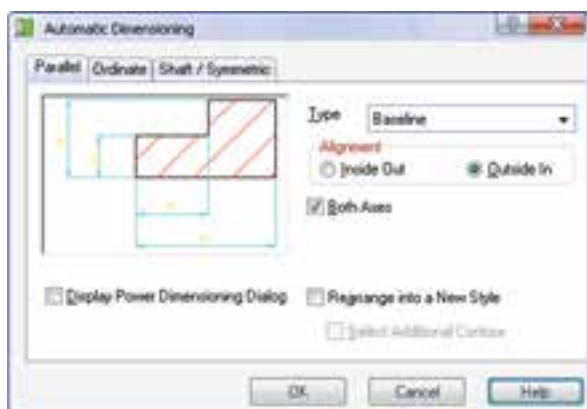
Tool bar: Drawing Layout ⇒ Automatic Dimensioning



Rigth: Annotate Menu ⇒ Edit Dimensions ⇒ Automatic Dimensioning

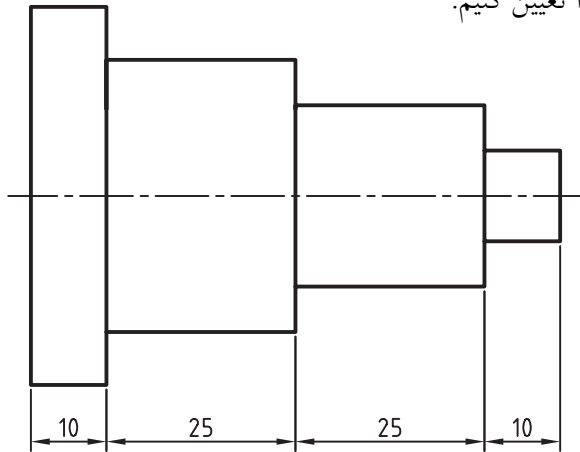
Command: AMAUTODIM

با اجرای این دستور پنجره‌ی تبدالی Automatic Dimensioning ظاهر می‌شود که می‌توانیم در آن نوع اندازه و ویژگی‌های آن را تنظیم کرد.



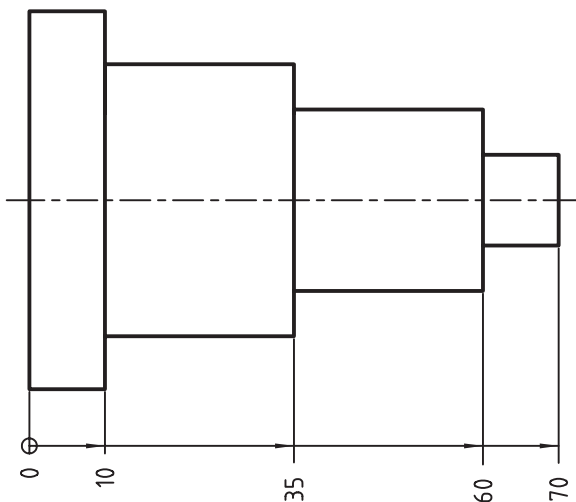
اندازه‌گذاری زنجیری

برای درج اندازه‌گذاری زنجیری گزینه‌ی Chain را از منوی کرکره‌ای Type در زبانه‌ی Parallel انتخاب می‌کنیم. بعد از انتخاب موضوعات برای اندازه‌گذاری باید اولین نقطه‌ی اندازه‌گذاری و راستای درج اندازه‌ها را تعیین کنیم.



اندازه‌گذاری مختصاتی

برای درج اندازه‌گذاری مختصاتی گزینه‌ی Current Standard (ISO) یعنی استاندارد جاری را از منوی کرکره‌ای Type در زبانه‌ی Ordinate انتخاب می‌کنیم. بعد از انتخاب موضوعات برای اندازه‌گذاری باید نقطه‌ی مبنا و راستای درج اندازه‌ها را تعیین کنیم.

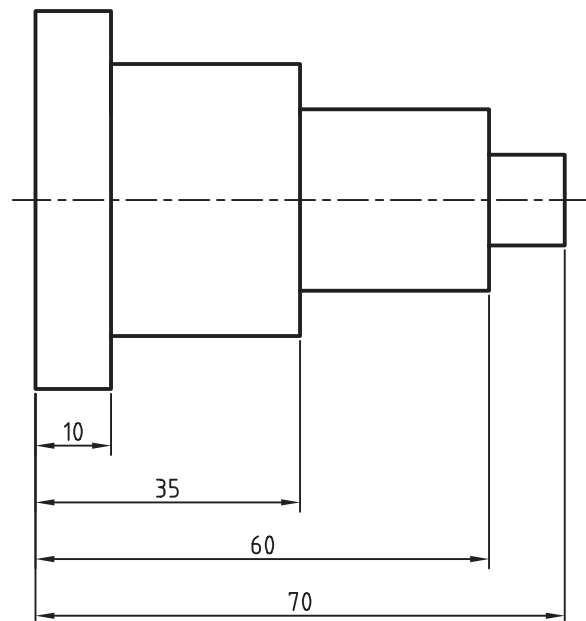


این پنجره شامل سه زبانه است: زبانه‌ی Parallel برای درج اندازه‌های موازی پلکانی و زنجیری؛ زبانه‌ی Ordinate برای درج اندازه‌های مختصاتی؛ و زبانه‌ی Shaft / Symmetric برای درج اندازه‌های نمای روبه‌رو و نمای جانبی شفت و اندازه‌های متقارن.

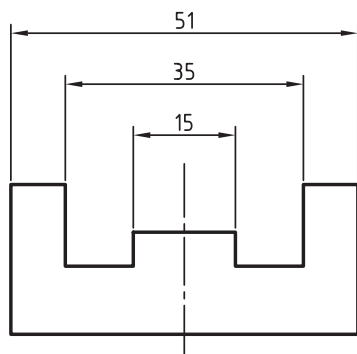
انواع اندازه‌های قابل درج با استفاده از اندازه‌گذاری خودکار

اندازه‌گذاری پلکانی

برای درج اندازه‌گذاری پلکانی گزینه‌ی Baseline را از منوی کرکره‌ای Type در زبانه‌ی Parallel انتخاب می‌کنیم. چنانچه بخواهیم اندازه‌گذاری در دو راستای افقی و عمودی درج شود باید گزینه‌ی Both Axes را تیک بزنیم. بعد از انتخاب موضوعات برای اندازه‌گذاری باید سطح مبنا یا اولین نقطه‌ی اندازه‌گذاری را تعیین کنیم.

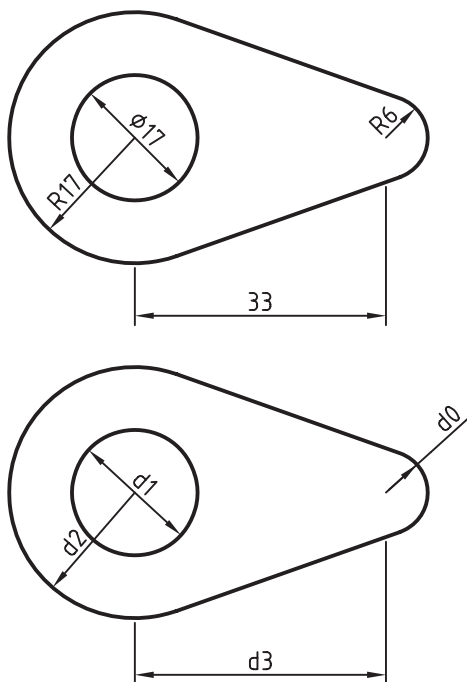


باید نقطه‌ای روی محور تقارن و راستای درج اندازه‌ها را تعیین کنیم.



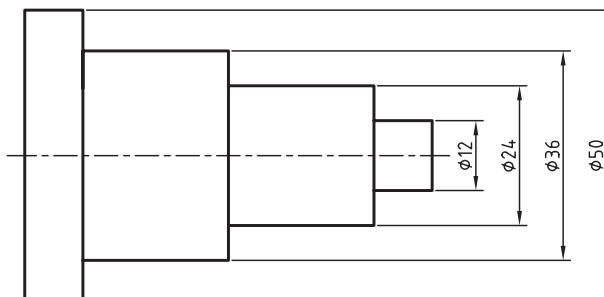
اندازه‌گذاری به صورت پارامتریک

اندازه‌های موجود در پروفایل را به سه صورت می‌توانیم نمایش دهیم: به صورت عدد که مقدار عددی اندازه نمایش داده می‌شود؛ به صورت پارامتر که هر اندازه به صورت یک پارامتر منحصر به فرد است که حرف d به همراه یک عددی که سیستم تعیین می‌کند؛ و بالاخره به



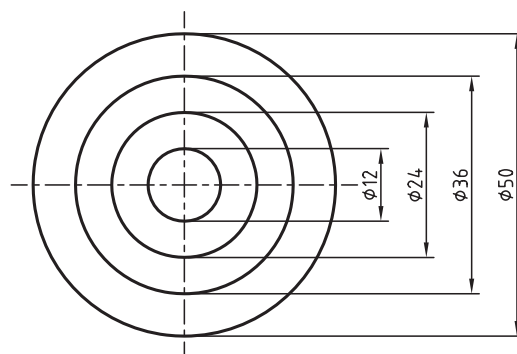
اندازه‌گذاری نمای روبه‌روی شفت

برای درج اندازه‌گذاری نمای روبه‌روی شفت گزینه‌ی Shaft (Front View) را از منوی کرکره‌ای Type در زبانه‌ی Shaft / Symmetric انتخاب می‌کنیم. بعد از انتخاب موضوعات برای اندازه‌گذاری باید نقطه‌ای روی محور شفت و راستای درج اندازه‌ها را تعیین کنیم.



اندازه‌گذاری نمای جانبی شفت

برای درج اندازه‌گذاری نمای جانبی شفت گزینه‌ی Shaft (Side View) را از منوی کرکره‌ای Type در زبانه‌ی Shaft / Symmetric انتخاب می‌کنیم. بعد از انتخاب موضوعات برای اندازه‌گذاری باید راستای درج اندازه‌ها را تعیین کنیم.



اندازه‌گذاری متقارن

برای درج اندازه‌گذاری متقارن گزینه‌ی Symmetric را از منوی کرکره‌ای Type در زبانه‌ی Shaft / Symmetric انتخاب می‌کنیم. بعد از انتخاب موضوعات برای اندازه‌گذاری

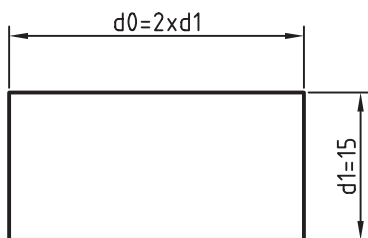
ایجاد یک معادله

برای ایجاد معادله نمایش اندازه‌ها را به صورت معادله درمی‌آوریم. سپس روی اندازه‌ای که می‌خواهیم برای آن یک معادله تعریف کنیم دوبار کلیک می‌کنیم تا پنجره‌ی Power Dimensioning نمایش داده شود. در فیلد Exact Distance معادله‌ی مورد نظر را تایپ می‌کنیم.

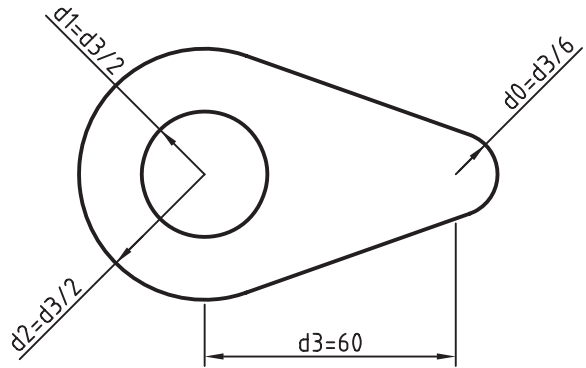
مثلاً دستورالعمل ایجاد یک معادله‌ی ساده برای یک مستطیل به شرح زیر است:

می‌خواهیم مستطیلی ترسیم کنیم که نسبت اضلاع آن همواره ۱ به ۲ باشد، یعنی ضلع بزرگ مستطیل دوبرابر ضلع کوچک آن باشد.

۱. مستطیل را به صورت آزاد با دستور Rectangle ترسیم می‌کنیم.
۲. با استفاده از دستور Profile آن را به پروفایل تبدیل می‌کنیم.
۳. با انتخاب گزینه‌ی Dimensions As Equations در منوی راست‌کلیک، اندازه‌ها را به صورت معادله نمایش می‌دهیم.
۴. پارامترهای ضلع کوچک و ضلع بزرگ را مشاهده می‌کنیم و به خاطر می‌سپاریم.
۵. روی اندازه‌ی ضلع بزرگ دوبار کلیک می‌کنیم تا پنجره‌ی Power Dimensioning نمایش داده شود.
۶. در فیلد Exact Distance معادله‌ی $2 \times d1$ را تایپ می‌کنیم (در این جا $d1$ معرف پارامتر ضلع کوچک است).



صورت معادله‌ی بین پارامترها که در این حالت می‌توانیم برای هر اندازه یک معادله بنویسیم.



برای نمایش اندازه‌ها به صورت عدد که پیش فرض نمایش اندازه‌هاست از منوی راست‌کلیک به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

Dimensioning >> Dimensions As Numbers

برای نمایش اندازه‌ها به صورت پارامتر از منوی راست‌کلیک به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

Dimensioning >> Dimensions As Parameters

و برای نمایش اندازه‌ها به صورت معادله از منوی راست‌کلیک به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

Dimensioning >> Dimensions As Equations

با دقت در شکل فوق و مشاهده‌ی اندازه‌ها به صورت معادله، متوجه می‌شویم که اندازه‌ی کمان‌ها و دایره تابع اندازه‌ی خطی فاصله‌ی بین دو مرکز است. یعنی با تغییر این اندازه‌ی خطی می‌توانیم کل شکل را به یک نسبت بزرگ یا کوچک کنیم به طوری که همواره نسبت موجود بین این اندازه‌ها حفظ می‌شود.