

## فصل ۲

### طراحی با نرم افزار

## لزوم کمک گرفتن از رایانه در صنعت

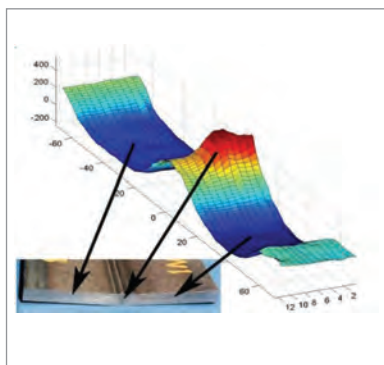
هنرجویان در این بخش می‌بایست به لزوم به‌کارگیری نرم‌افزار در صنعت آشنا شوند. بدانند که امروزه بسیاری از کارها در صنعت به کمک دستگاه‌های CNC انجام می‌گردد و این دستگاه‌ها نیاز به فایل رایانه‌ای برای تولید قطعات دارند. برای مثال به آنها کیس رایانه را نشان دهید و از آنها در مورد روش ایجاد سوراخ‌های گردش هوا سؤال بپرسید. سپس آنها را گروه‌بندی کرده و از آنها بخواهید فیلم‌هایی را در اینترنت در مورد برش لیز و پانچ و خم CNC پیدا کنند. روش دیگر اینکه با آنها در مورد روش تولید رقابتی و تیراژ بالا بحث کنید. هزینه‌های ثابت هزینه‌هایی می‌باشند که با تغییر حجم تولید تا سطح مشخصی از تولید تغییر نخواهند کرد. مانند هزینه ماشین‌آلات و ساختمان که در صورت تولید در تیراژ بالا هزینه تمام شده قطعه بسیار پایین می‌آید. تولید در حجم زیاد نیازمند به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته همانند CNC می‌باشد. همچنین امروزه ممکن است تمام قطعات یک محصول در یک کارگاه و یا حتی یک کشور ساخته نشوند. در صورت عدم ساخت دقیق در مرحله مونتاژ دچار مشکل خواهند شد. سپس از هنرجویان بخواهید به‌صورت گروهی جدول مقایسه روش دستی و رایانه‌ای که در کتاب آمده را تکمیل کنند. و در مورد آن با سایر گروه‌ها بحث کنند.

نکته

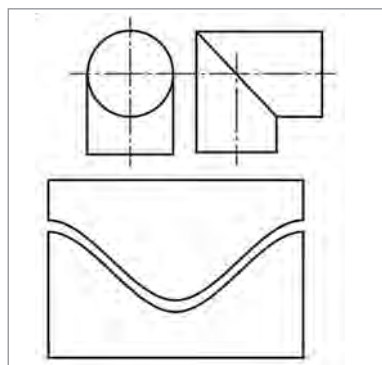
هنرجویان می‌بایست بدانند که رایانه فقط ابزاری است در دست طراحان تا بتوانند قبل از تولید یک محصول مشکلات آن را بررسی کرده و در زمان تولید خطاهای انسانی را به حداقل رسانند. بررسی و تحلیل اطلاعات خروجی نرم‌افزارها نیاز به دانش فنی دارد و تنها با یادگیری یک نرم‌افزار نمی‌توان یک طراح خوب بود. و همواره نیاز به یادگیری اصول علمی و محاسبات دستی را خواهیم داشت.

## کاربرد نرم‌افزارهای طراحی در رشته صنایع فلزی

از هنرجویان بخواهید تا کاربردهایی را از رایانه در رشته صنایع فلزی پیدا کنند. سؤالاتی در مورد روش گسترش اشکال پیچیده مانند برخورد حجم‌ها مطرح کنید و از آنها بخواهید چند حجم را با کاغذ درست و گسترش آن را به دست آورند. همچنین از آنها بخواهید که در مورد نیروهای وارد بر جوش بحث کنند. و یا با جست‌وجوی عبارت شبیه‌سازی جوش در اینترنت عکس‌ها و فیلم‌هایی از نیروهای وارد بر جوش پیدا کنند. سپس به هر گروه از دانش‌آموزان قسمتی از تحقیق آمده در کتاب را محول نموده و در مورد نتایج بحث کنید.



تنش پسماند در جوشکاری



گسترش برخورد استوانه

## از کدام نرم افزار استفاده کنیم؟

امروزه در دنیا از نرم افزارهای زیادی جهت طراحی های مهندسی استفاده می شود. این نرم افزارها با توجه به قابلیت ها و نیازها و قیمت نرم افزار مورد استفاده قرار می گیرند. در کشور ما نیز برخی از این نرم افزارها مورد استفاده قرار می گیرند (البته در اکثر موارد بدون در نظر گرفتن قانون کپی رایت). معروف ترین این نرم افزارها توسط دو شرکت بزرگ نرم افزاری دنیا به نام های Autodesk (اتودسک) و Dassault Systèmes (داسو سیستمز) تولید می شوند. اتودسک یک شرکت آمریکایی است و نرم افزارهایی مانند اتوکید، مکانیکال دسکتاپ، اینونتور و پارمیل را تولید می کند. و شرکت فرانسوی داسو سیستمز نرم افزارهایی مانند سالیدورکس و کتیا را تولید می کنند.



■ **نرم افزار اتوکید (AutoCad):** یک نرم افزار پایه در رشته های عمران، مکانیک و برق می باشد. این نرم افزار قابلیت ترسیم دو بعدی و سه بعدی را دارد. این نرم افزار قابلیت تحلیل و ماشین کاری ندارد.

■ **مکانیکال دسکتاپ (Mechanical Desktop):** این نرم افزار به صورت تخصصی در صنعت کاربرد دارد. در این نرم افزار می توان قطعات را به صورت سه بعدی مدل کرده و از آنها نقشه تهیه کرد. همچنین این نرم افزار کتابخانه ای از قطعات استاندارد مانند

پیچ و مهره و بلبرینگ‌ها را در خود دارد. آخرین نسخه این نرم‌افزار در سال ۲۰۰۹ تولید و اینونتور جایگزین آن گردید.

■ **اینونتور (Inventor):** نرم‌افزاری است با محیط گرافیکی زیبا و با توانایی‌هایی شامل ترسیم انواع قطعات صنعتی، استفاده از محیط‌های تخصصی از جمله ورق کاری و جوشکاری و کتابخانه‌ای کامل از قطعات استاندارد. این نرم‌افزار در مقایسه با سایر نرم‌افزارهای طراحی امکان تولید به کمک رایانه (CAM) را ندارد.

■ **پاورمیل (PowerMILL):** یک نرم‌افزاری بسیار قوی در زمینه تولید به کمک رایانه (CAM) است. این نرم‌افزار در سال‌های اخیر توسط شرکت اتودسک از شرکت دلکم خریداری شده است.

■ **سالیدورکس (SOLIDWORKS):** نرم‌افزاری بسیار قوی در زمینه طراحی و ساخت می‌باشد. مهم‌ترین ویژگی این نرم‌افزار کاربری بسیار ساده و روان با وجود توانایی بسیار زیاد می‌باشد.

■ **کتیا (CATIA):** این نرم‌افزار یک نمونه کامل از نرم‌افزار طراحی و ساخت مهندسی می‌باشد. در این نرم‌افزار محیط‌های تخصصی مختلفی برای طراحی در نظر گرفته شده است. هم‌اکنون از این نرم‌افزار در شرکت‌های بزرگ هواپیماسازی و خودروسازی استفاده می‌شود.

در این قسمت از هنرجویان بخواهید تا به صورت گروهی در مورد تاریخچه و توانایی‌های هر نرم‌افزار تحقیق کنند و در قالب یک فایل پاورپوینت به سایر گروه‌ها ارائه دهند. در این کتاب با توجه به قابلیت‌های زیر نرم‌افزار اینونتور انتخاب گردیده است.

■ محیط ورق کاری و جوشکاری

■ هم خانواده بودن با اتوکد

■ آرشيو نقشه‌های اتوکد شرکت‌های قدیمی

■ آشنایی هنرجویان با اتوکد هم خانواده.

البته نرم‌افزار سالیدورکس نیز نرم‌افزاری بسیار قوی در قسمت ورق کاری و جوشکاری می‌باشد که روز به روز به دلیل کاربری ساده آن به کاربرانش اضافه می‌گردد.

## نسخه نرم‌افزار


شرکت اتودسک هر سال یک نسخه از نرم‌افزار را به بازار ارائه می‌نماید. در هر نسخه تغییرات کوچکی در راستای کاربری آسان‌تر نرم‌افزار به نرم‌افزار اضافه می‌گردد که با نسخه‌های قبلی معمولاً می‌توان همان کارها را انجام داد. برای مثال در نسخه مختلف نرم‌افزار ورود امکان تایپ کردن وجود دارد و تغییرات به وجود آمده در جزئیات برنامه می‌باشد و اکثر کاربران به راحتی می‌توانند با نسخه‌های مختلف کار کنند. با توجه به اینکه این هنرجویانی که امسال نرم‌افزار را آموزش می‌بینند در چند سال آینده

وارد بازار کار می‌شوند باید این توانایی را داشته باشند تا با نسخه‌های مختلف برنامه کار کنند.

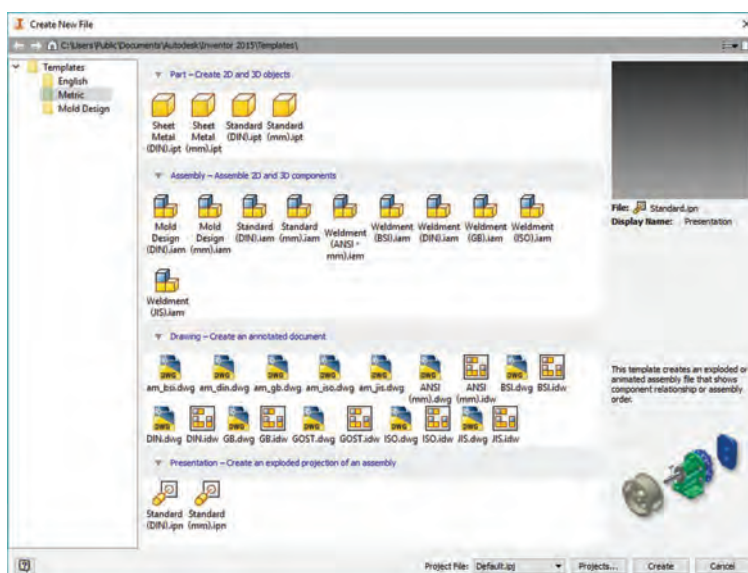
برای درک بهتر این موضوع همانند تحقیقی که در کتاب آمده از هنرجویان بخواهید در مورد تفاوت نسخه‌های مختلف برنامه تحقیق کنند.

## شروع کار با نرم افزار

برای آموزش نرم افزار بهتر است در صورت امکان، هنرجویان به صورت انفرادی و یا گروه‌های دو نفره تقسیم‌بندی شوند و اگر شناختی از سال‌های قبل از هنرجویان دارید، بهتر است هنرجویان هر گروه در یک سطح علمی باشند و در زمان کار هر کدام فایل خود را با نام مشخصی ذخیره کنند. تا همه کار عملی را انجام داده باشند.

برای اجرای برنامه از آیکون برنامه روی دسکتاپ  و یا از مسیر زیر باز می‌کنیم.  
Start >> All Programs >> Autodesk >> Autodesk inventor ۲۰۱۵ >> Autodesk Inventor Professional ۲۰۱۵

برای شروع یک فایل New انتخاب می‌کنیم. پنجره‌ای مانند شکل زیر باز می‌شود، که در سمت چپ امکان انتخاب استاندارد کاری وجود دارد. در ادامه نیز به قسمت‌های اصلی Part (قطعه)، Assembly (مونتاژ)، Drawing (ترسیم نقشه) و Presentation (نمایش) تقسیم می‌شود.

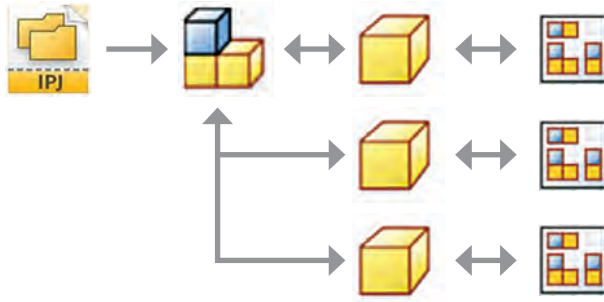


کاربرد برخی از فایل‌ها در جدول زیر آورده شده است. هنرجویان می‌بایست با مطالعه قسمت‌های قبلی جدولی مشابه به جدول زیر را تکمیل نمایند.

نمایه	کاربرد	نوع فایل و پسوند	محیط
 Standard (mm).ipt	برای ترسیم قطعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر قطعه می‌بایست در یک فایل مجزا ذخیره گردد.	Standard.ipt	قطعه (Part)
 Sheet Metal (mm).ipt	جهت ترسیم قطعات ورق کاری و صفحات گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد.	Sheet Metal.ipt	ورق کاری
 Standard (mm).iam	قطعات ترسیمی و قطعات استاندارد مانند پیچ و مهره را در این محیط می‌توان بر روی یکدیگر مونتاژ کرد.	Standard.iam	مونتاژ
 Weldment (ISO).iam	در این قسمت می‌توان قطعات ترسیمی را با به کمک انواع جوش به یکدیگر متصل و محاسبات جوش را انجام داد.	Weldment.iam	جوشکاری
 Mold Design (mm).iam	محیط طراحی قالب تزریق پلاستیک	Mold Design.iam	قالب سازی
 ISO.idw	در این محیط قادر خواهید بود از قطعات و مونتاژهای انجام شده نماگیری و سپس اندازه‌گذاری نمایید.	ISO.idw	ترسیم
 Standard (mm).ipn	محیط ساخت انیمیشن مونتاژ و دمونتاژ دستگاه‌ها	Standard.ipn	ارائه و نمایش

### ایجاد پروژه

در نرم‌افزار Inventor فایل‌های قطعه و فلزکاری با پسوند ipt و نقشه‌ها با پسوند idw ذخیره می‌شوند. و سایر فایل‌ها نیز طبق جدول بالا پسوندهای متفاوتی دارند. در نرم‌افزار وظیفه ارتباط بین فایل‌ها و مدیریت نگهداری این اطلاعات به عهده فایل پروژه با پسوند ipj می‌باشد. بنابراین بهتر است برای نگهداری از اطلاعات برای هر موضوع کاری یک پروژه تعریف کرد.



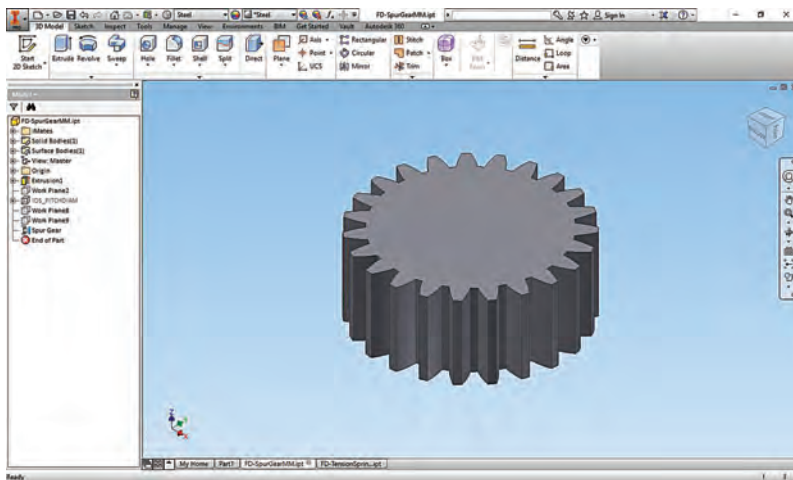
## معرفی قسمت های اصلی نرم افزار

برای شروع یک فایل از نوع شیت متال انتخاب می کنیم. از هنرجویان بخواهید که قسمت های مختلف نرم افزار که در کتاب تعریف شده است را در شکلی مانند شکل زیر پیدا کرده و آن را تکمیل نمایند.



## ابزارهای پیمایش


از هنرجویان بخواهید فایل زیر را به کمک دستور Open باز کنند. سپس به کمک ابزارهای پیمایشی و جدول زیر قسمت های مختلف قطعه را ببینند. در هنگام باز کردن فایل ممکن است با دو پیغام مبنی بر ذخیره نشدن فایل و فعال نبودن پروژه نمایش داده شود که با Ok و Yes کار را ادامه می دهیم.



C:\Program Files\Autodesk\Inventor ۲۰۱۵\Design Accelerator\models\FD\_SpurGearMM.ipt

	<p>درگ کردن با اسکرول (پایین نگه داشتن کلید چرخشی موس و جابه جایی)</p>	<p>جابه جایی صفحه نمایش</p>	<p>Pan</p>	
	<p>چرخش اسکرول موس</p>	<p>اندازه نمایی</p>	<p>Zoom</p>	
	<p>دابل کلیک با اسکرول</p>	<p>نمایش همه موضوعات ترسیم شده</p>	<p>Zoom All</p>	
	<p>فشردن کلید Shift همراه با درگ اسکرول موس</p>	<p>چرخش فضای دید</p>	<p>Free Orbit</p>	



در صورتی که در باز کردن فایل با مشکل مواجه شدید کافیست در فایل شیت متال باز شده روی آیکون  کلیک کرده تا صفحه‌های ترسیمه به نمایش درآیند. در این مرحله بدون کلیک روی صفحه‌ها اعمال پیمایشی را انجام دهید. علاوه بر روش‌های بالا می‌توان از نوار پیمایش نیز استفاده کرد. **نوار پیمایش!** ابزارهایی مانند بزرگ‌نمایی، جابه‌جایی تصویر، چرخش تصویر و نوع نمایش برای دسترسی سریع در آن قرار گرفته است. در زمان اجرا تمام دستورات در کنار دست کاربر قرار دارد.



نوار پیمایش

**Pan**: جهت جابه‌جایی صفحه نمایش از این ابزار استفاده می‌شود.

### ابزار Zoom

از این ابزار برای اندازه‌نمایی صفحه نمایش استفاده می‌شود. با کلیک کردن بر روی مثلث کوچک زیر این ابزار مجموعه‌ای از دستورات اندازه‌نمایی در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. **Zoom**: با اجرای این دستور نشانگر موس به یک فلش تبدیل می‌شود که با درگ کردن صفحه نمایش بزرگ و کوچک می‌گردد. روش ساده‌تر برای انجام این کار چرخش اسکرول موس می‌باشد

**Zoom All**: به کمک این دستور همه موضعات ترسیم شده در صفحه، نمایش داده می‌شوند. این عمل را می‌توان با دابل کلیک اسکرول موس نیز انجام داد.

**Zoom Window**: پس از اجرای این دستور با درگ کردن و ترسیم یک مستطیل عمل بزرگ‌نمایی انجام می‌شود.

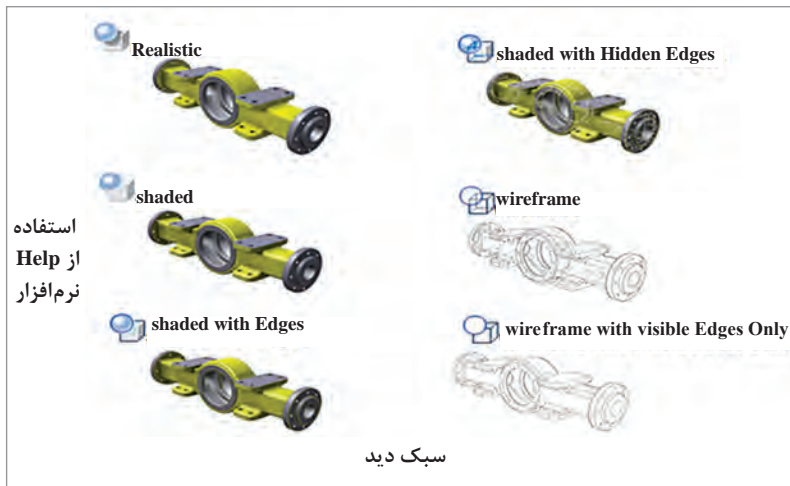
**Zoom Selection**: با انتخاب این دستور و سپس انتخاب هر موضوع دیگر شامل قطعه، سطح، لبه، خط و یا نقطه شیء مورد نظر بزرگ‌نمایی شده و در وسط صفحه

نمایش قرار خواهد گرفت.

**Free Orbit**: برای چرخش نمای دید از این دستور استفاده می‌گردد.

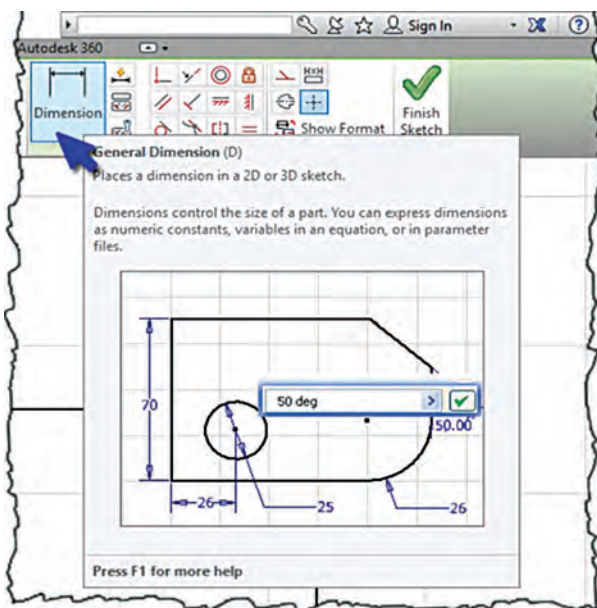
**Look At**: با اجرای این دستور و انتخاب یک سطح نمای دید عمود بر صفحه خواهد شد.

**Visual Styles**: سبک دیدهای مختلف را می‌توان با کلیک کردن بر روی مثلث کوچک زیر این دستور انتخاب کرد.



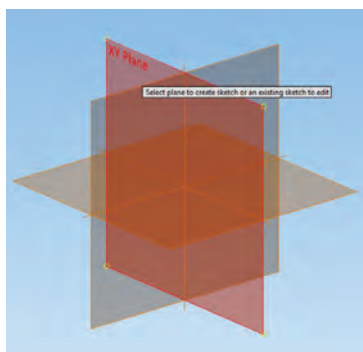
هنرجویان با یادگیری استفاده از راهنمای نرم‌افزار می‌توانند به‌صورت خودآموز از نرم‌افزار استفاده نمایند. در حال حاضر راهنمای اصلی نرم‌افزار آنلاین است و این سرویس در ایران فعال نیست. البته می‌توان با برخی از فیلترشکن‌ها به آن دسترسی پیدا کرد. ولی خوشبختانه نرم‌افزار یک راهنمایی سریع نیز دارد که دسترسی به آن بسیار ساده است. به این ترتیب که با نگه داشتن چند ثانیه‌ای موس روی هر یک از آیکون‌ها پنجره کوچکی باز می‌شود. که شامل یک راهنمای تصویری و در بعضی موارد یک فیلم آموزشی کوتاه می‌باشد. که می‌تواند قدم بزرگی در راستای یادگیری باشد.

از هنرجویان بخواهید تا موس را روی آیکون‌های مختلف نوار پیمایش نگه دارند و نتیجه را با اطلاعات قبلی خود مقایسه کنند. سپس در انتهای نوار پیمایش قسمت سبک دید (Visual Styles) ابتدا روی مثلث کوچک کنار کلیک و حالت‌های مختلف دید را انتخاب کنند. سپس موس را روی آن نگه دارند و جدولی که در کتاب برای حالت دید آمده است را تکمیل نمایند.



## محیط ترسیمه: Sketch

برای ترسیم یک مدل سه بعدی ابتدا نیاز است طرحی دو بعدی از سطح اولیه قطعه ترسیم کرده سپس به آن حجم دهیم، یا آن را تبدیل به یک سطح ورق کنیم. نکته بسیار مهم در این بخش این است که خطوط می بایست به یکدیگر مقید باشند. این محیط شامل قسمت های زیر می باشد.



انتخاب صفحه کاری


۱ ترسیم

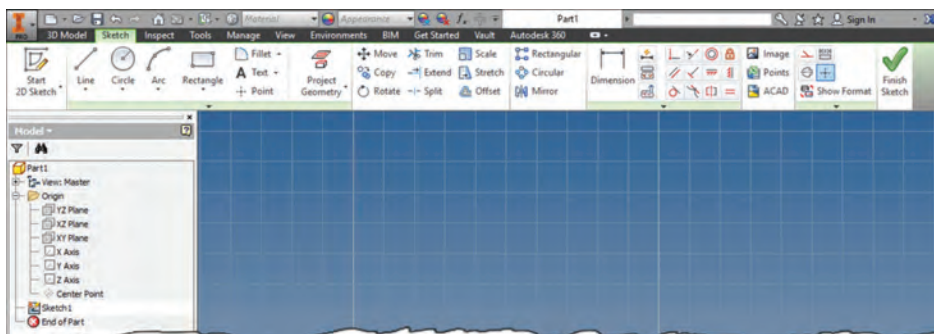
۲ ویرایش

۳ تکثیر براساس الگو

۴ اندازه گذاری و قیدها

۵ قالب بندی

برای ورود به محیط ترسیمه (Sketch) ابتدا یک فایل شیت متال باز کنید و روی آیکون  کلیک کنید. سپس صفحه XY را مانند شکل انتخاب کنید.

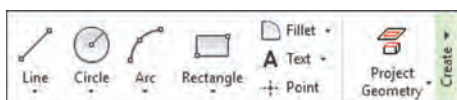


محیط ترسیمه یا Sketch

در ادامه تمامی ابزارهای محیط Sketch آورده شده است. در کتاب اصلی دستورات به صورت پروژه محور و کاربردی استفاده شده است. و نیازی به آموزش همه دستورات به ترتیب نیست. پیشنهاد می گردد هر یک از دستورات در صورت لزوم به هنرجویان آموزش داده شود.


### ۱- ترسیم:

در این قسمت ابزارهایی مانند خط، دایره، کمان، غیره قرار گرفته اند که برای ترسیم های دو بعدی از آنها استفاده خواهیم کرد. در کنار هر ابزار یک مثلث کوچک قرار گرفته که با کلیک روی آنها ابزارهای هم خانواده آنها و یا روش های مختلف ترسیم آنها نمایش داده می شود.

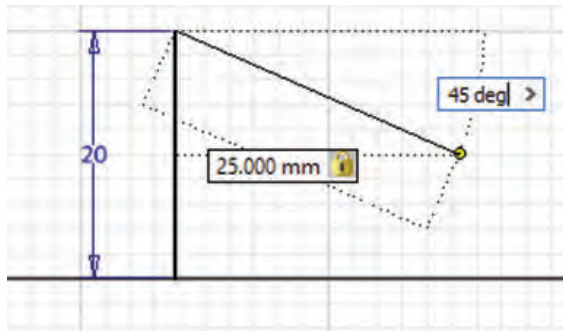


**Line (خط):** برای ترسیم خطوط راست از این ابزار استفاده می شود.

- ۱ با کلیک بر روی صفحه نقطه ابتدا خط را انتخاب می کنیم.
- ۲ با کلیک بعدی نقطه انتهای خط را انتخاب می کنیم. با کلیک های بعدی می توان خطوط را پشت سر هم ترسیم کرد.
- ۳ برای ترسیم خط جدید از نقطه ای دیگر، بدون خروج از فرمان کافیسست دابل کلیک کنیم.

۴ برای خروج از دستور کلید ESC را می زنیم و یا فرمان جدیدی را انتخاب می کنیم. در هنگام ترسیم خطوط ممکن است خط چین و یا علامت هایی ظاهر شوند که خط را مقید خواهند ساخت. برای مثال  علامت افقی بودن خط می باشد. در قسمت های بعدی بیشتر در مور قیدها بحث خواهیم کرد. برای مشخص کردن طول

و زاویه خطوط نیز می توان هنگام ترسیم با تایپ در کادر شناور<sup>۱</sup> باز شده مقدار طول خط و با زدن کلید Tab زاویه خط را مشخص نمود و یا اینکه شکل را بدون ابعاد و حدودی ترسیم کرده و در مرحله قیدگذاری طول و زاویه را مشخص کنیم. در زمان ترسیم خط جدید از ابتدا یا انتهای شکل دیگر علامت<sup>۲</sup> در کنار اشاره گر موس ظاهر می گردد. و علامت<sup>۳</sup> نشان دهنده وسط خط می باشد. همچنین در هنگام نزدیک شدن به این نقاط اشاره گر موس به یک دایره سبز رنگ تبدیل می گردد که این نشان دهنده متصل شدن به آن نقطه می باشد.



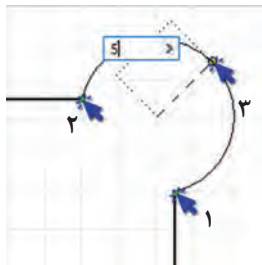
ورودی شناور

### ۵ Circle (Center Point) دایره به روش نقطه مرکز:

- ۱ پس از انتخاب ابزار، نقطه‌ای را به عنوان مرکز مشخص می کنیم.
- ۲ با حرکت موس و کلیک ویا با وارد کردن اندازه در کادر شناور قطر دایره را مشخص می کنیم.
- ۳ برای خروج از فرمان کلید Esc را زده و یا دستور جدیدی را انتخاب می کنیم.

### ۶ Arc (Three Point) ترسیم کمان به روش

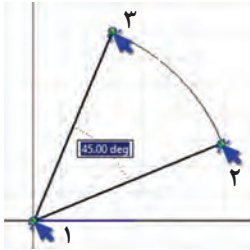
سه نقطه:



- ۱ ابتدا ابزار را انتخاب نموده و نقطه‌ای را برای شروع کمان مشخص می کنیم.
- ۲ نقطه انتهایی کمان را انتخاب می نماییم.
- ۳ نقطه دیگری را روی کمان انتخاب کرده و یا عدد شعاع کمان را وارد می کنیم.

ترسیم کمان به روش سه نما

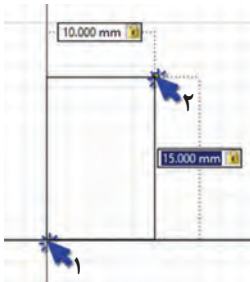
### Arc (Center Point) ترسیم کمان به روش مرکز:



ترسیم کمان به روش مرکز

- ۱ با انتخاب ابزار و نقطه مرکز شروع می‌کنیم.
- ۲ شعاع و زاویه نقطه اول را وارد کرده و یا روی نقطه شروع کمان کلیک می‌کنیم.
- ۳ زاویه کمان را وارد کرده و یا نقطه پایان کمان را انتخاب می‌نماییم.

### Rectangle (Tow Point) ترسیم مستطیل به روش دو نقطه:



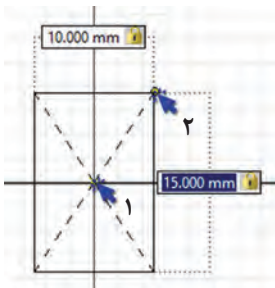
ترسیم مستطیل به روش دو نقطه

- ۱ پس از انتخاب ابزار گوشه اول را انتخاب می‌کنیم.
- ۲ با کلیک گوشه دوم را انتخاب می‌کنیم. و یا در کادر شناور طول مستطیل را وارد کرده و با زدن کلید Tab وارد کادر دوم شده و عرض مستطیل را وارد می‌کنیم.
- ۳ برای خروج کلید Esc را زده و یا فرمان جدیدی را انتخاب می‌نماییم.

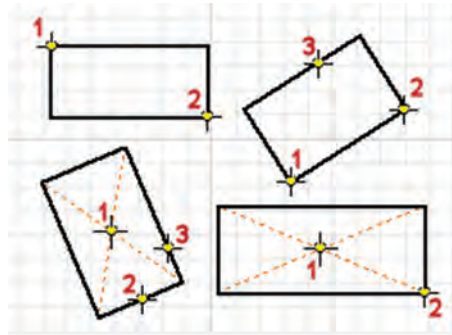
### Rectangle (Tow Point Center) ترسیم مستطیل به روش دو نقطه از مرکز:

مرکز:

- ۱ ابتدا ابزار را انتخاب کرده و سپس نقطه‌ای را به عنوان مرکز معرفی می‌کنیم.
  - ۲ با کلیک گوشه مستطیل را مشخص می‌کنیم و یا در کادرهای شناور طول و عرض مستطیل را وارد می‌کنیم.
  - ۳ برای خروج کلید Esc را زده و یا فرمان جدیدی را انتخاب می‌نماییم.
- در این روش شکل نسبت به نقطه مرکز تقارن خواهد داشت.



ترسیم مستطیل به روش دو نقطه از مرکز

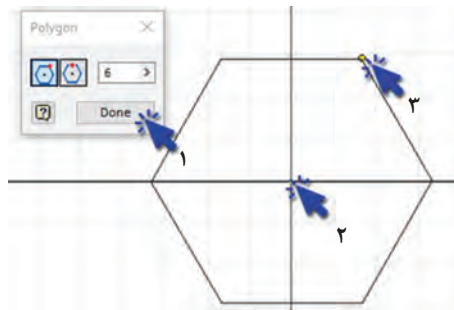


روش های ترسیم مستطیل

### Polygon ترسیم چند ضلعی منتظم:

برای ترسیم چند ضلعی منتظم از دو روش دایره محیطی و دایره محاطی می توان استفاده کرد. در روش محیطی دایره های درون چند ضلعی مماس به تمام اضلاع قرار می گیرد. و در روش محاطی چند ضلعی درون یک دایره قرار می گیرد و تمام گوشه ها بر روی محیط دایره قرار می گیرند. روش محیطی و محاطی در مواردی کاربرد دارد که بخواهیم با کلیک کردن بر نقطه ای خاص چند ضلعی را ترسیم کنیم و اگر بخواهیم با روش اندازه گذاری شکل را ترسیم کنیم با توجه به قید الگوی<sup>۱</sup> در نظر گرفته شده در فرمان تفاوتی بین دو روش وجود ندارد. به کمک این ابزار می توان حداقل یک سه ضلعی و حداکثر ۱۲۰ ضلعی منتظم ترسیم نمود.

- ۱ ابزار چند ضلعی را انتخاب کرده تا پنجره مقابل باز گردد. سپس روش محیطی یا محاطی بودن و همچنین تعداد اضلاع را وارد کرده و روی دکمه Done کلیک می کنیم.
- ۲ نقطه ای را برای مرکز چند ضلعی انتخاب می کنیم.
- ۳ نقطه ای را به عنوان گوشه (در روش محاطی) و یا وسط ضلع (در روش محیطی) انتخاب می کنیم.



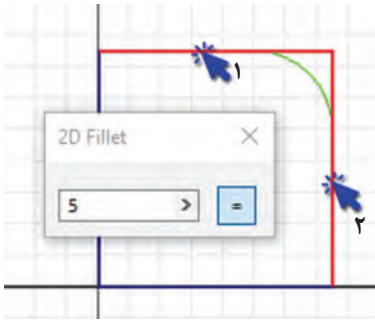
ترسیم چند ضلعی

## ۲D Fillet گرد کردن گوشه‌ها:

۱ پس از انتخاب ابزار شعاع را در پنجره وارد می‌کنیم.

۲ موضوع اول را انتخاب می‌کنیم.

۳ روی موضوع دوم کلیک می‌کنیم. در صورتی که هر دو موضوع خط راست باشند با کلیک بر روی گوشه فرمان اجرا می‌گردد و نیاز به انتخاب دوم نمی‌باشد.



گرد کردن گوشه‌ها

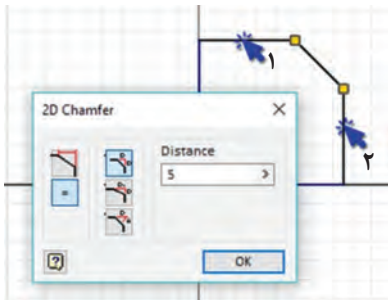
علامت مساوی (=) در این فرمان به معنای تساوی گردی گوشه‌ها می‌باشد. و پس از تکمیل با تغییر یک شعاع تمام گوشه‌ها تغییر خواهند کرد. که با هر بار کلیک می‌توان آن را فعال یا غیر فعال نمود.

## ۲D Chamfer پخ زدن گوشه‌ها:

۱ ابتدا ابزار را انتخاب نموده و مقادیر مورد نیاز را وارد می‌کنیم.

۲ خط اول را انتخاب می‌کنیم.

۳ خط دوم را انتخاب می‌کنیم. در این فرمان نیز می‌توان با انتخاب گوشه دستور را اجرا کرده و نیاز به انتخاب دوم نمی‌باشد. در این فرمان می‌توان انواع پخ‌های زیر را اعمال نمود.



پخ زدن گوشه‌ها

پخ با فاصله مساوی از گوشه و زاویه  $45^\circ$

پخ با دو فاصله متفاوت از گوشه

پخ با یک فاصله و یک زاویه

اعمال قید اندازه روی پخ ترسیم شده

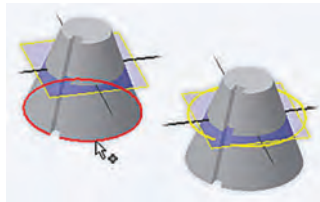
رسم کردن چندین پخ با یک اندازه که پس از ترسیم با تغییر در یک پخ در کلیه پخ‌ها اعمال می‌گردد.

**Text** متن: به کمک این ابزار می‌توان متنی را نوشت و در محیط Part به آنها حجم داد. برای مثال نوشتن یک متن روی قالب قطعه و یا علامت سمبهای



عدد و متن روی قطعه که از این دستور می توان برای آن استفاده کرد.

**Point** نقطه: برای مشخص کردن محل سوراخ ها و یا سمبه های پانچ در محیط ورق کاری از این ابزار استفاده می گردد.



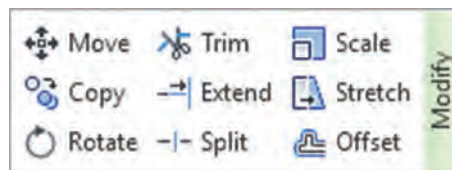
### Project Geometry تصویرسازی هندسی

در بسیاری از موارد برای ترسیم یک شکل نیاز است از لبه ها، گوشه ها و یا طرح های قطعات استفاده نمود. این ابزار به ما کمک می کند تصویری از لبه های یک جسم به دست آورده و از آن در مقیدسازی،

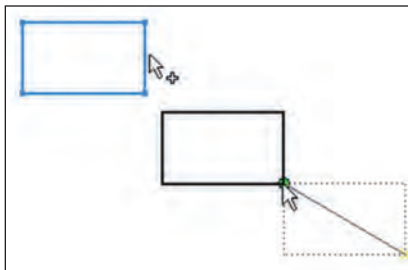
اندازه گذاری و ساخت سطوح جدید استفاده نمود. همچنین از این ابزار می توان در محیط مونتاژ برای ساخت قطعات جدید از لبه های قطعات دیگر کمک گرفت. اندازه و موقعیت تصویر ساخته شده از این دستور ثابت و وابسته به شکل اصلی است و با تغییر در شکل اولیه ابعاد تصویر شده از آن نیز به صورت خودکار تغییر می کند.

### ۲- ویرایش:

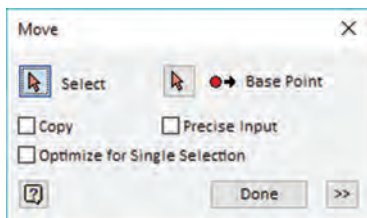
در هنگام ترسیم یک طرح نیاز به ابزارهای ویرایشی وجود دارد تا بتوان طرح را به سرعت تکمیل نمود. ابزارهایی مانند بریدن، امتداد دادن، کپی کردن، قرینه کردن، جابه جا کردن و چرخاندن، مجموعه ای از این ابزارها در نوار ابزارهای Modify قرار گرفته تا ویرایش ترسیم را برای ما ساده تر نمایند.



**Delete** حذف کردن: برای حذف کردن یک یا چند شیء می بایست ابتدا آنها را انتخاب نموده و سپس با زدن کلید Delete از صفحه کلید و یا کلیک راست و انتخاب گزینه Delete آنها را حذف نمود.



**Move** جابه جایی: به کمک این ابزار یک شکل را می توان از یک نقطه به نقطه ای دیگر جابه جا نمود. البته باید به این نکته توجه نمود اشکالی که مقید هستند پس از جابه جایی از حالت مقید بودن خارج می گردند که در حالت پیش



فرض به کاربر اعلام می‌گردد.

۱ ابتدا موضوعات مورد نظر را انتخاب می‌کنیم.

۲ با کلیک روی آیکن Base point نقطه پایه را انتخاب می‌کنیم. در این مرحله ممکن است. سؤالی مبنی بر شکسته قیدها نمایان گردد.

۳ با کلیک کردن در نقطه جدید، نقطه پایه به آنجا منتقل خواهد شد. در صورتی که نیاز به جابه‌جایی مجدد باشد. کلید Backspace را فشار دهید. تا یک مرحله به عقب باز گردد.

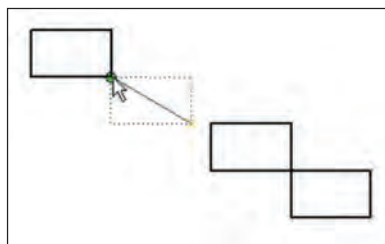
۴ برای خروج روی Down کلیک کرده یا کلید Esc را می‌زنیم.

در این فرمان با علامت‌زدن گزینه‌ها برخی از عملگرها تغییر خواهند کرد.

**Copy:** عمل کپی کردن را انجام می‌دهد.

**Optimize for Single Selection:** پس از اولین انتخاب به صورت خودکار وارد مرحله انتخاب نقطه پایه می‌گردد.

**Precise Input:** پنجره را باز می‌کند، که می‌توان با وارد کردن مقدار مختصات شکل را جابه‌جا نمود.



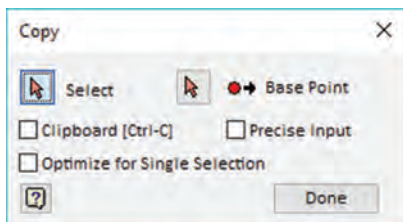
**Copy کپی:** این ابزار برای کپی کردن یک شیء در یک یا چندین محل دیگر استفاده می‌گردد.

۱ موضوعات مورد نظر را انتخاب می‌کنیم.

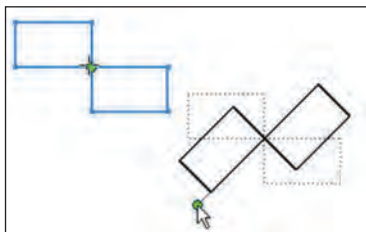
۲ دکمه Base Point را زده و نقطه‌ای را به عنوان نقطه پایه انتخاب می‌نماییم.

۳ با هر کلیک روی صفحه یک کپی از شکل ساخته می‌شود. و با کلید Backspace یک مرحله به عقب باز می‌گردد.


۴ برای خروج از Done و یا کلید Esc استفاده می‌نماییم.

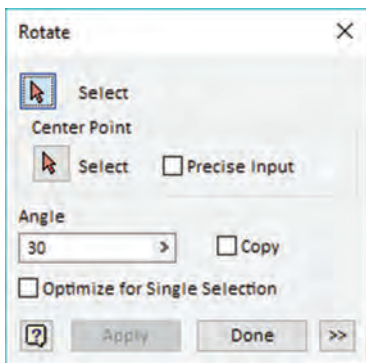


گزینه Clipboard نیز شکل را به حافظه موقت ویندوز منتقل می‌کند. که با خروج از دستور و کلیک راست کردن و سپس انتخاب گزینه Paste و یا استفاده از کلید ترکیبی



Ctrl+V یک کپی از شکل به صفحه اضافه می‌گردد.

**Rotate**  چرخش: برای چرخش یک شیء حول یک نقطه این فرمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

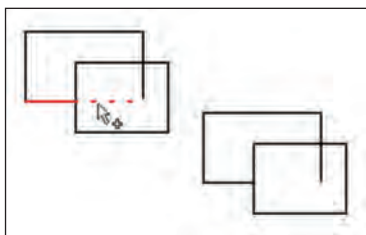



۱ موضوعاتی که قصد چرخش آنها را داریم انتخاب می‌کنیم.

۲ از قسمت Center Point با انتخاب کلید Select نقطه دوران را مشخص می‌نماییم. با انتخاب گزینه Precise Input می‌توان مختصات نقطه دوران را وارد نمود. در این مرحله نیز ممکن است سؤالی برای شکستن قیدها ظاهر شود.

۳ در قسمت Angle نیز زاویه چرخش را وارد می‌کنیم. در حالت پیش فرض زاویه به صورت مثلثاتی یا پادساعت گرد در نظر گرفته شده است.

۴ برای اجرا بدون بستن پنجره Apply را زده و برای خروج از Done و یا کلید Esc استفاده می‌نماییم.



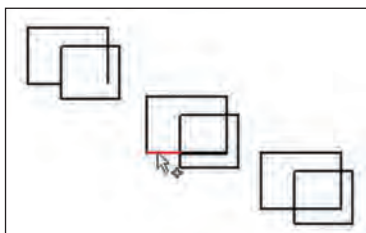
**Trim**  برش: وقتی که نیاز باشد یک شیء مانند یک خط، دایره، کمان و سایر اشکال پیوسته از محلی خاص بریده شوند از این ابزار استفاده می‌کنیم.


۱ ابزار Trim را انتخاب می‌کنیم.

۲ با حرکت موس روی خطوط، محل‌های برش به صورت پیش نمایش (خط چین) ظاهر خواهند شد.

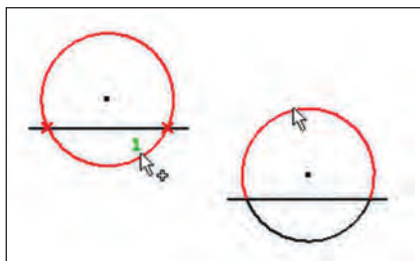
۳ با کلیک روی هر قسمت آن بخش حذف خواهد شد.

۴ برای محدود کردن موضوعات در زمان برش می‌بایست هنگام انتخاب کلید Ctrl را پایین نگه داشت.



**Extend**  امتداد دادن: در صورتی که بخواهیم خط یا کمانی را امتداد دهیم تا به یک موضوع دیگر برسد از فرمان امتداد دادن استفاده می‌کنیم.

- ۱ ابتدا ابزار Extend را انتخاب می‌کنیم.
- ۲ با نگه داشتن موس روی خطوط، امتداد خطوط به صورت ضخیم‌تر به نمایش در خواهد آمد.
- ۳ با کلیک کردن روی خط مورد نظر تا موضوع بعدی امتداد پیدا خواهد کرد.
- ۴ برای محدود کردن و انتخاب امتداد تا موضوعی خاص ابتدا کلید Ctrl را پایین نگه داشته موضوعی را به عنوان مرز انتخاب می‌کنیم. سپس Ctrl را رها کرده، روی خطی که قرار است امتداد پیدا کند کلیک می‌کنیم.
- ۵ با گرفتن کلید Shift در زمان اجرای فرمان‌های Trim و Extent این دستورات به یکدیگر تبدیل می‌شوند.



### Split - از هم جدا کردن: برای

بریدن یک خط و تبدیل آن به دو قسمت از این دستور استفاده می‌کنیم.

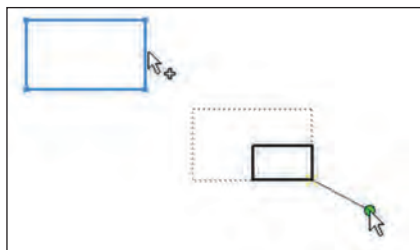
- ۱ نخست ابزار Split را از ریبون ویرایش انتخاب می‌کنیم.

۲ با حرکت دادن موس روی خطوط

یک یا دو ضریب قرمز رنگ به عنوان پیش نمایش محل برش موضعات ظاهر می‌گردد.

- ۳ روی خط مورد نظر کلیک کرده تا خط به دو قسمت تقسیم گردد.

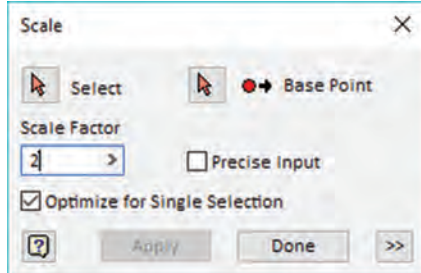
**Scale** مقیاس: اگر بخواهیم یک یا چند موضوع را با ضریبی کوچک‌تر یا بزرگ‌تر نمایش می‌دهیم می‌توانیم از این فرمان استفاده نماییم.



- ۱ موضوعات مورد نظر را انتخاب می‌کنیم.

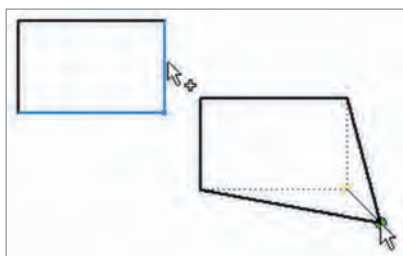
- ۲ روی Base Point کلیک کرده و نقطه‌ای را به عنوان نقطه مبدأ انتخاب می‌نماییم. با علامت زدن در قسمت Precise Input می‌توان مختصات نقطه مبدأ را وارد نمود. در این مرحله ممکن است سؤالی برای شکستن قیدها ظاهر شود.

- ۳ با حرکت دادن موس و یا وارد کردن ضریب مقیاس در کادر Scale Factor شکل را کوچک‌تر یا بزرگ‌تر می‌کنیم. برای بزرگ‌تر شدن ضریبی بزرگ‌تر از یک و برای کوچک‌تر شدن ضریبی



کوچک تر از یک را وارد می کنیم.

۴ برای اجرا بدون بستن پنجره Apply را زده و برای خروج از Done و یا کلید Esc استفاده می نماییم.



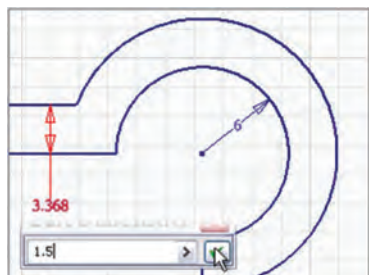
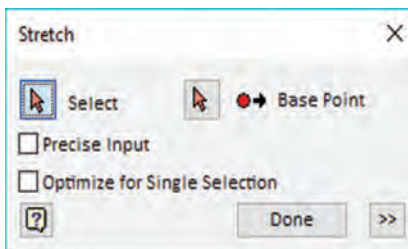
**Stretch** کشیدن: به کمک این ابزار می توان یک جسم را در جهتی خاص تغییر اندازه داد.

۱ موضوعات مورد نظر را انتخاب می کنیم.

۲ دکمه Base Point را زده و نقطه ای را به عنوان نقطه پایه انتخاب می نماییم. در اینجا نیز با توجه به قیده های شکل ممکن است سؤالی برای شکستن قیدها پرسیده شود.

۳ با کلیک کردن در نقطه ای جدید نقطه پایه به آنجا منتقل می شود و خطوط بدون شکست تغییر می کنند.

۴ برای خروج از Done و یا کلید Esc استفاده می نماییم.



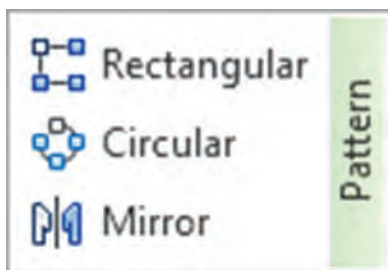
**Offset** کپی موازی: از این ابزار برای ترسیم یک شیء جدید به موازات اشیاء موجود در فاصله ای خاص مورد استفاده قرار می گیرد.

۱ ابتدا ابزار Offset را انتخاب می کنیم.

۲ سپس روی Sketch مورد نظر کلیک می کنیم.

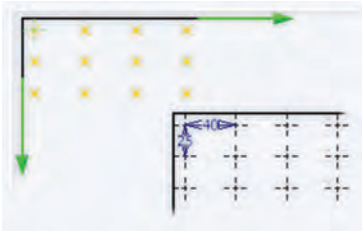
۳ با حرکت دادن موس و انتخاب محل جدید یک کپی به موازات شکل قبلی ترسیم خواهد شد.

۴ به کمک ابزار Dimension فاصله دو خط را تعیین می کنیم.



### ۳- تکثیر بر اساس الگو:

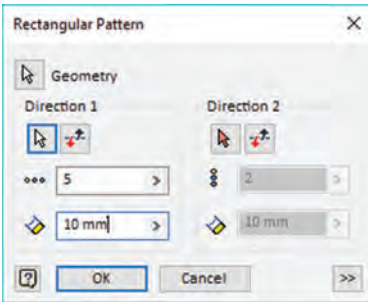
برای تکثیر چندین شکل تکراری که از الگوی خاصی پیروی می کنند، از ابزار Pattern می توان استفاده نمود. تکثیر به صورت آرایش سطری، ستونی، دایره ای و به صورت قرینه می باشد. که پس از ترسیم نیز قابل ویرایش می باشد.



## Rectangular Pattern آرایش

مستطیلی: برای تکثیر اشیاء در فاصله‌های مساوی و در دو جهت از این ابزار استفاده می‌گردد.

- ۱ موضوعات مورد نظر را انتخاب می‌کنیم.
- ۲ با کلیک روی Direction ۱ و انتخاب یک خط راستای اول را مشخص می‌کنیم.
- ۳ در کادرهای بعدی به ترتیب تعداد و فاصله شکل‌ها را از یکدیگر وارد می‌کنیم.
- ۴ همین کار را برای Direction ۲ یا امتداد دوم نیز انجام می‌دهیم.

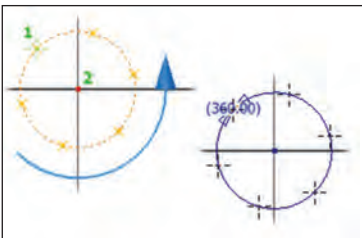


- ۵ برای تغییر جهت در یک راستا از استفاده می‌کنیم.
- با کلیک روی علامت بیشتر می‌توان تنظیمات زیر را نیز وارد کرد.

■ **Associative**: با علامت داشتن این گزینه فاصله‌ها مقید شده و قابلیت به روز شدن در محیط قطعه را خواهد داشت. (در حالت پیش فرض علامت دارد.)

■ **Fitted**: با انتخاب این گزینه تعداد شیء وارد شده در فاصله وارد شده گنجانده خواهد شد.

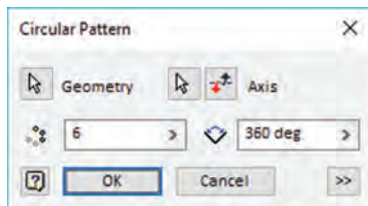
■ **Suppress**: می‌توان تعدادی از شکل‌ها را از الگو خارج کرد.



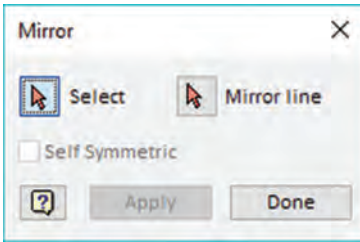
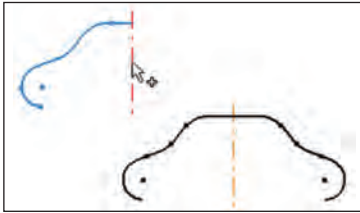
## Circular Pattern آرایش

دایره‌ای: برای تکثیر اشیاء حول یک نقطه یا محور از این ابزار استفاده می‌گردد.

- ۱ موضوعات مورد نظر را انتخاب می‌کنیم.
- ۲ با کلیک روی Axis و انتخاب یک نقطه یا محور مرکز چرخش را مشخص می‌کنیم.
- ۳ در کادرهای بعدی به ترتیب تعداد و زاویه کل را وارد می‌کنیم.



در این قسمت بر خلاف آرایش مستطیلی گزینه Fitted در حالت پیش فرض انتخاب شده و در صورت نیاز به وارد کردن زاویه بین شکل‌ها آن را از انتخاب خارج می‌نماییم.



**Mirror** قرینه: به کمک این ابزار می توان قرینه‌ای از یک شکل نسبت به یک محور یا خط ترسیم نمود. این تصویر آینه‌ای مقید بوده و با تغییر در شکل قرینه آن نیز به روز می شود.

۱ اشیا یا که قصد قرینه کردن آنها را داریم انتخاب می کنیم.

۲ با کلیک روی Mirror Line و انتخاب یک خط یا محور، خط تقارن را مشخص می کنیم.

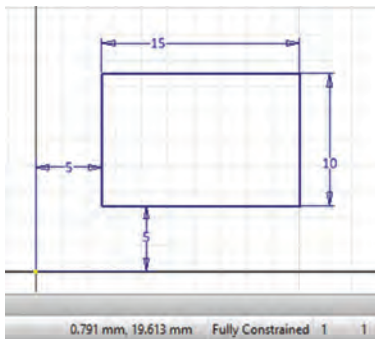
۳ برای اجرا بدون بستن پنجره Apply را زده و برای خروج از Done و یا کلید Esc استفاده می نمایم.

#### ۴- قید:

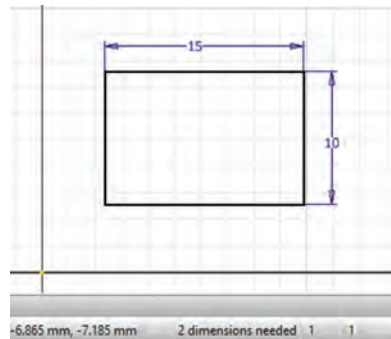


یکی از مهم ترین اصولی که در نرم افزارهای جدید در نظر گرفته شده است مقید بودن شکل ها است که خود شامل دو قسمت قیدهای ابعادی و قیدهای هندسی می شود. همان طور که می دانید هر جسم در صورت مشخص بودن ابعاد خود در صفحه دو درجه آزادی در

راستای افقی و عمودی و یک درجه آزادی چرخش حول محور عمود بر صفحه دارد. برای اینکه شکل پس از ترسیم تغییری نکند. باید درجات آزادی آن به صفر برسد. هنگام ترسیم در پایین صفحه سمت چپ تعداد درجات آزادی آن نوشته شده است (شکل الف). در صورتی که شکل کاملاً مقید شود و درجات آزادی آن به صفر برسد تغییر رنگ داده و در نوار وضعیت عبارت fully constrained به نمایش در خواهد آمد (شکل ب).

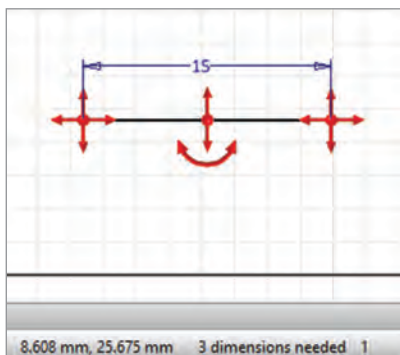


ب



الف

- ۱- Constrain
- ۲- Degrees of Freedom



همچنین می‌توان جهت‌های آزادی شکل را نیز مشاهده نمود. برای نمایش و یا عدم نمایش درجات آزادی می‌توان روی آیکن‌ها یا در نوار وضعیت کلیک کرد. در این حالت با فلش‌هایی جهت‌های قابل جابه‌جایی برای هر نقطه یا خط نمایش داده می‌شود. در این وضعیت در صورت ترسیم شکل جدید برای نمایش درجات آزادی می‌بایست ابزار را یک بار خاموش و روشن نمود.

### انواع قیدها















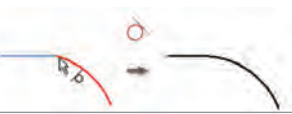



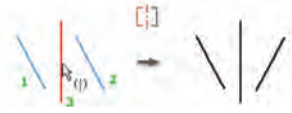



**Dimension** قید اندازه: به کمک این ابزار می‌توان کلیه خطوط، زوایا، دایره‌ها، کمان‌ها و فاصله‌ها را اندازه‌گذاری نمود. با نگه داشتن نشانگر موس روی ابزار روش استفاده از آن به صورت انیمیشن به نمایش در خواهد آمد. ابزار دیگری که به ما در اندازه‌گذاری کمک می‌کند، استفاده از ابزار اندازه‌گذاری خودکار می‌باشد که با آن می‌توان ابعاد و زوایای مشخص نشده را به صورت خودکار مقید نمود.





قیدهای هندسی: قیدهایی مانند تعامد، توازی، افقی و عمود بودن خطوط و منحنی‌ها به طراح کمک می‌کند تا شرایط هندسی مورد نظر خود را اجرا نموده و نیز درجات آزادی شکل را کمتر کند و از جابه‌جایی ناخواسته خطوط جلوگیری نماید. در کتاب جدولی مانند شکل زیر آمده از هنرجویان بخواهید وارد محیط Sketch شده و خطوطی را مانند شماتیک ترسیم و قیدگذاری نمایند. سپس به کمک موس خطوط مقید را درگ کرده و جابه‌جا نمایند و با توجه به نتایج به دست آمده جدول را تکمیل کنند.

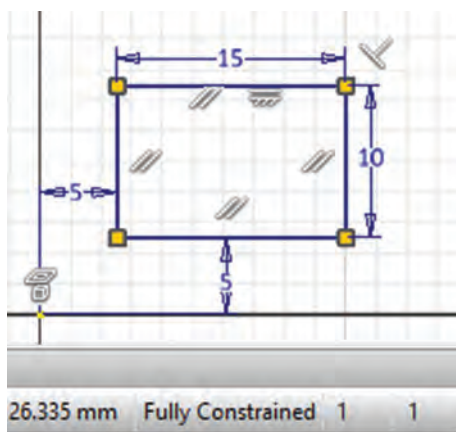
نمابه	name	نام	کاربرد	شماتیک
	Coincident	انطباقی	منطبق کردن یک نقطه روی یک شیء مانند نقطه، خط و یا منحنی	



فصل ۲: طراحی با نرم افزار

	هم راستایی هم راستا کردن دو خط یا محور دو بیضی	هم راستایی	Collinear	
	هم مرکز کردن دایره، کمان و بیضی	هم مرکزی	Concentric	
	ثابت کردن نقاط و خطوط در محل خود نسبت به دستگاه مختصات	ثابت	Fix	
	توازی بین خطوط	موازی	Parallel	
	عمود کردن خطوط بر یکدیگر	تعامد	Perpendicular	
	همراستا کردن خطوط یا نقاط با محور Xها	افقی	Horizontal	
	همراستا کردن خطوط یا نقاط با محور Yها	عمودی	Vertical	
	مماس کردن خطوط و منحنی‌ها بر یکدیگر	مماسی	Tangent	
	هموار کردن و منطبق کردن یک Spline به یک خط یا منحنی	هموار	Smooth ( $G^2$ )	
	تقارن خطوط و منحنی‌ها نسبت به یک خط	تقارن	Symmetric	
	برابر کردن طول خطوط یا شعاع دایره‌ها و کمان‌ها	تساوی	Equal	

**ویرایش قیدها:** در تنظیمات پیش فرض برنامه هنگام ترسیم یک شیء قیدها هندسی به صورت خودکار ظاهر می‌شوند. اما برای ویرایش قیدها نیاز است آنها را به نمایش در آوریم. برای نمایش یا عدم نمایش تمام قیدهای فعال در یک Sketch می‌توان بر روی آیکون  /  در نوار وضعیت کلیک کرد. یا از کلیدهای F۸ و F۹ استفاده نماییم (شکل). همچنین برای نمایش قیدهای یک شیء خاص می‌توان از ابزار  در پنل قیدها روی ریبون استفاده نمود. که به کمک آن و انتخاب هر شیء قیدهای آن نمایش داده می‌شوند. پس از نمایش قیدها امکان ویرایش برای آنها نیز وجود دارد. به این صورت که با کلیک راست روی هر قید می‌توان آن را حذف کرده و یا دوباره مخفی نمود. ابزار دیگری که در برخی موارد می‌تواند کارگشا باشد. حالت آزاد<sup>۱</sup> می‌باشد. که با فعال کردن آن تمامی قیدها آزاد شده و با درک کردن می‌توان آنها را تغییر داد. و یا با اعمال قید جدید قبلی را حذف نمود. برای فعال کردن حالت آزاد در نوار وضعیت از ابزار  استفاده کرده و یا با کلید F۱۱ این حالت را فعال یا غیر فعال می‌نماییم.



## ۵- قالب بندی<sup>۲</sup>:

این بخش شامل ابزارهای زیر می‌باشد.

- خطوط کمکی
- اندازه کمکی
- خط تقارن
- نقطه مرکز
- تغییر رنگ، نوع و ضخامت خط

۱- Relax mode

۲- Format

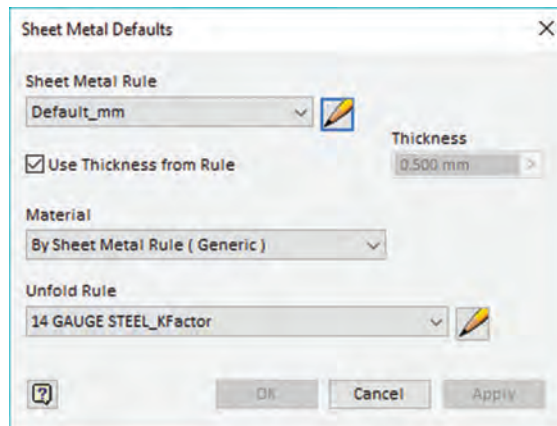


خارج شدن از محیط ترسیمه (Sketch):  
برای خارج شدن از این محیط و بازگشت به محیط قطعه ✓ Finish Sketch را انتخاب کرده و یا از کلید ترکیبی Ctrl + Enter استفاده می کنیم.

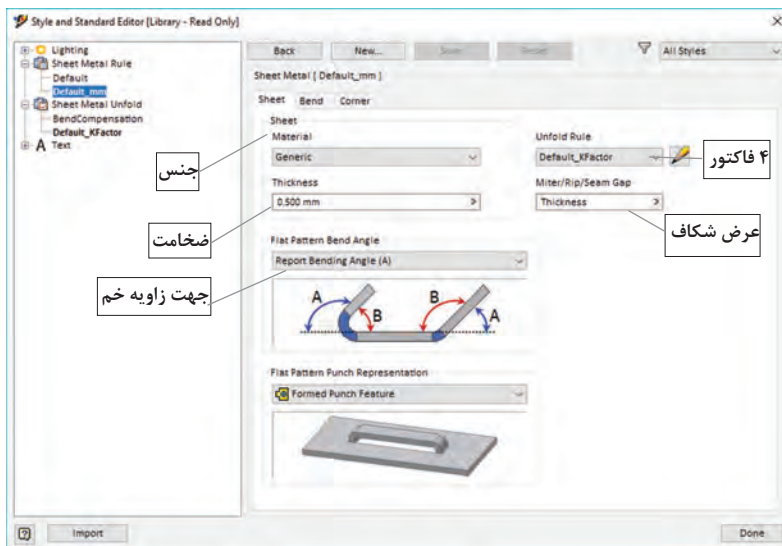
از هنرجویان بخواهید تا کار در کلاس را انجام داده و جدول قیدها را به کمک شکل های

شماتیک و همچنین نگه داشتن موس روی آیکون ها تکمیل نمایند. و سپس از آنها بخواهید به صورت گروهی و مشورتی تمرین های ترسیمه را انجام دهند.

**Sheet Metal Defaults** (پیش فرض های ورق کاری): قطعات ورق کاری دارای پارامترهایی هستند که ویژگی ها و نحوه تولید قطعه را مشخص می کند. به این پارامترها قوانین ورق کاری می گویند. در صفحه پیش فرض می توان قوانین ورق کاری، جنس، ضخامت و قوانین گسترش را انتخاب کرد.

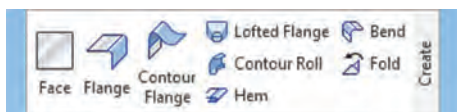


با کلیک روی مداد وارد قسمت ویرایشگر می شود در این قسمت می توان قوانین ورق کاری را تغییر داد. تغییرات در این قسمت به صورت پیش فرض برای همه خم ها استفاده می شود. ولی به صورت دستی در هر یک از دستورات نیز می توان آن را تغییر داد. به عنوان مثال در سر برگ Bend (خم کاری) شعاع خم برابر با ضخامت ورق در نظر گرفته شده که می توان آن را به صورت ثابت یا ضریبی از ضخامت برای همه خم های پروژه جاری تغییر داد.

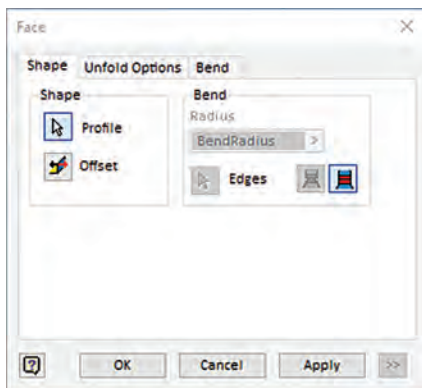


## نوار ابزار Create (ساختن)

این نوار ابزار شامل دستوراتی برای ایجاد.....

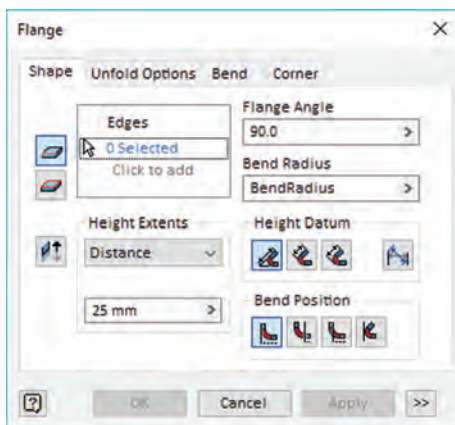


- Face
- Flange
- Contour Flange
- Lofted Flange
- Contour Roll
- Hem
- Bend
- Fold



**دستور Face:** از دستور Face برای ایجاد سطح استفاده می‌شود. این دستور اسکچ ترسیم شده را به ضخامت تعیین شده در قسمت پیش‌فرض ضخامت می‌دهد. در این دستور به کمک دستور Offset جهت ضخامت‌دادن به ورق را می‌توان تغییر داد. سایر گزینه‌های این پنجره در صورت استفاده از چند اسکچ و اتصال اسکچ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اکثر موارد به جای ایجاد

چند اسکچ و اتصال آنها می توان از دستورات دیگر مانند لبه دار کردن (Flange) استفاده نمود.



**دستور Flange:** به کمک این دستور می توان برای سطوح ایجاد شده لبه ایجاد کرد. این پنجره شامل قسمت های زیر می باشد. **Edges:** انتخاب لبه یا لبه های مورد نظر برای لبه دار کردن. در این دستور ورق در جهت لبه انتخاب شده خم می شود. **نکته:** در صورت انتخاب اشتباه یک لبه کلید Shift را گرفته و لبه را دوباره انتخاب می کنیم. **Height Extents:** ارتفاع لبه که شامل دو حالت Distance (فاصله) و To (تا لبه) می باشد، در حالت فاصله با انتخاب Flip Direction جهت خم معکوس می شود.



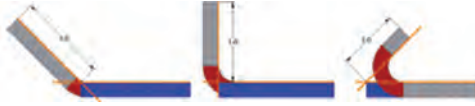
**Flange Angle:** شعاع خم بر حسب درجه  
**Bend Radius:** شعاع خم را تعیین می کند. که به صورت پیش فرض برابر با ضخامت ورق می باشد.

پیشنهاد می گردد ارتفاع و موقعیت لبه ها فقط به صورت عملی و چند مثال مانند جعبه های زیر آموزش داده شود.

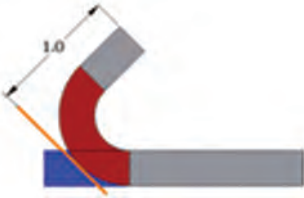
**Height Datum:** در این قسمت روش محاسبه ارتفاع انتخاب می شود. ارتفاع از امتداد دو سطح خارجی



از ارتفاع از امتداد دو سطح داخلی



از ارتفاع به موازات ورق و مماس به خم

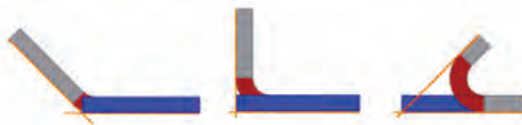


هم راستا یا قائم: اندازه‌ها هم راستا با لبه ورق و یا به صورت قائم اندازه‌گیری می‌شود.



**Bend Position:** محل خم را در این قسمت می‌توان مشخص کرد و عرض قطعه نهایی را تعیین کرد.

خم کردن از درون سطح اولیه: در این حالت ابعاد خارجی شکل ثابت می‌ماند. (از امتداد سطوح خارجی)



خم کردن از انتهای سطح: در این حالت خم به انتهای سطح انتخابی اضافه می‌گردد.



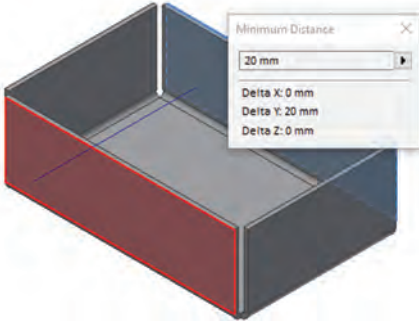
خم کردن از بیرون سطح پایه: در این حالت ابعاد داخلی شکل ثابت می‌مانند.



فصل ۲: طراحی با نرم افزار



خم کردن مماس به سطح جانبی: در این حالت ابعاد خارجی شکل ثابت می ماند. (مماس به سطح انتخابی)



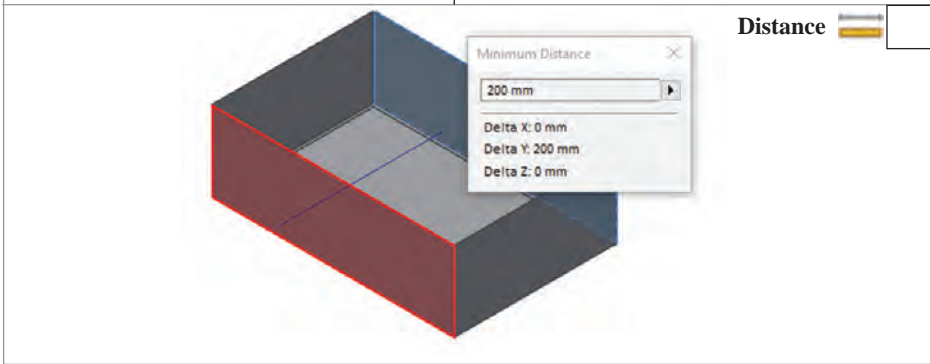
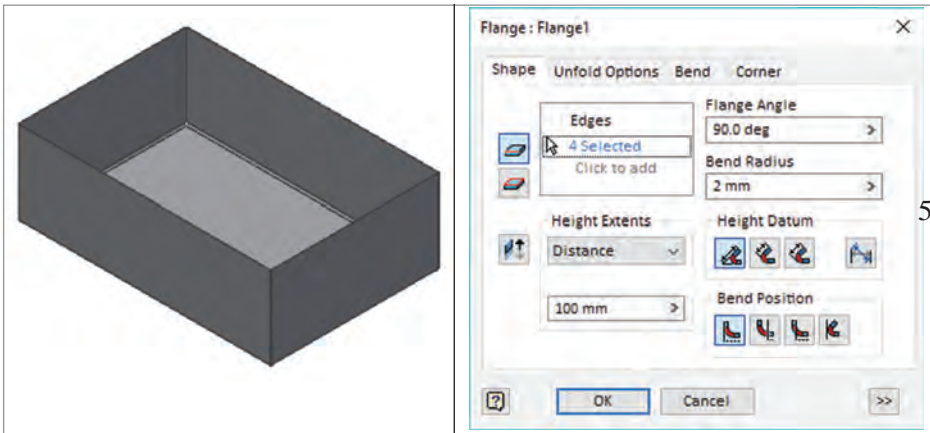
در این مرحله از هنرجویان بخواهید دو جعبه با ابعاد داخلی و خارجی مشخص ترسیم کنند.

نکته  
!

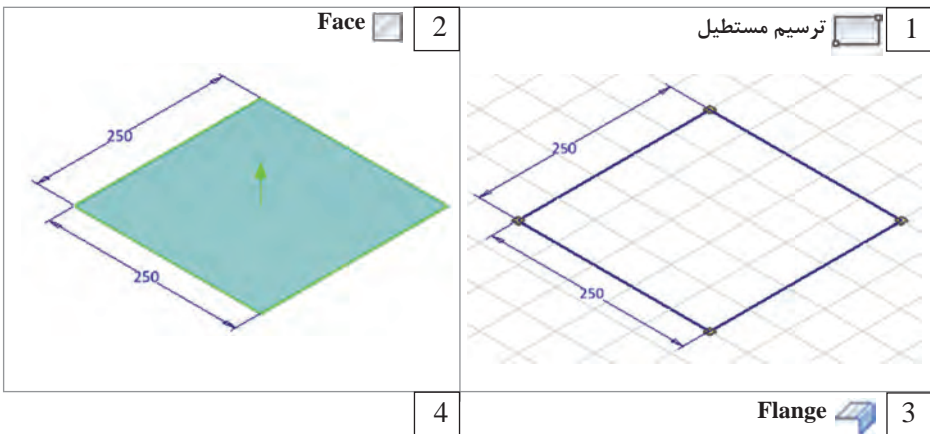
برای اندازه گیری در محیط سه بعدی از ابزار Distance از منوی Tools استفاده کنید و یا از کلید میانبر M استفاده نمایید. سپس دو سطح یا لبه مورد نظر را انتخاب کنید.

مثال: دو جعبه با مشخصات زیر ترسیم کنید.  
۱- ابعاد خارجی ۳۰۰×۲۰۰ ارتفاع ۱۰۰ میلی متر و شعاع خم ۲

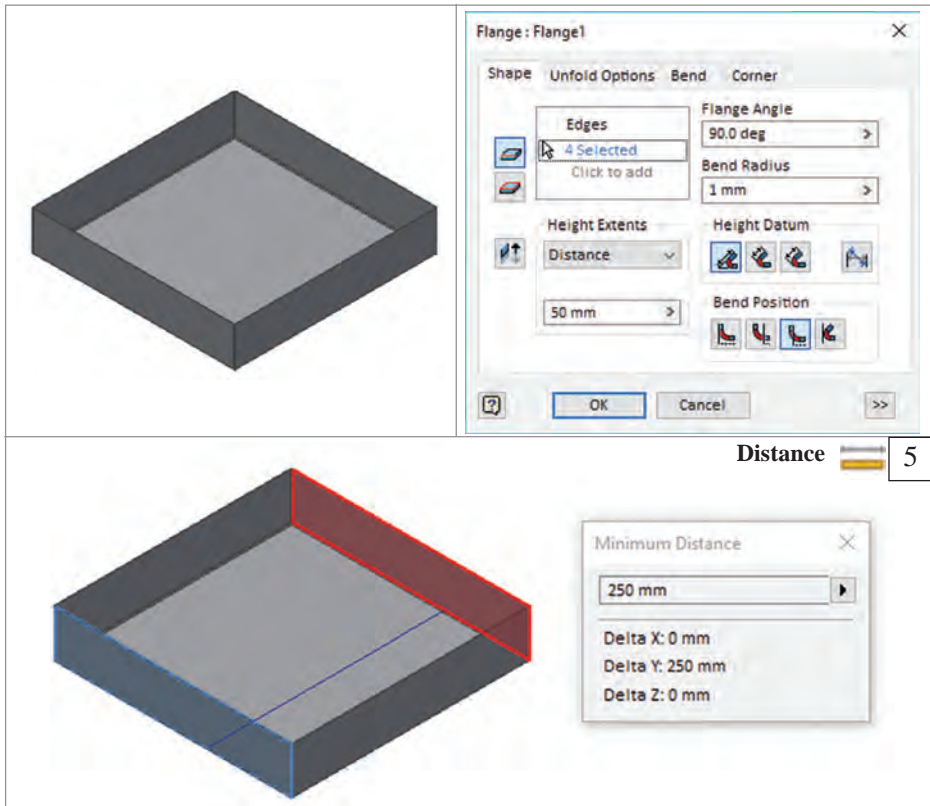
<p>2 Face</p>	<p>1 ترسیم مستطیل</p>
<p>4</p>	<p>3 Flange</p>



۲- ابعاد داخلی ۲۵۰×۲۵۰ ارتفاع ۵۰ میلی‌متر و شعاع خم ۱







پس از ترسیم شکل‌های ساده مانند جعبه‌های بالا از هنرجویان بخواهید که کار کلاسی مربوط به درب تابلو برق را انجام دهند. در این شکل علاوه بر دستور Flange از دستور Cut نیز استفاده شده که در ادامه توضیح کامل تری از دستور Cut آورده شده است.

در ادامه توضیحات تکمیلی از دستور Flange آورده شده است. که در صورت نیاز می‌توان به هنرجویان آموزش داد. در کتاب اصلی فعالیتی در مورد Corner (گوشه) وجود دارد که هنرجویان می‌توانند هر یک از حالت‌ها را انتخاب کرده و نتیجه را در حالت گسترش ببینند.

### تنظیمات بیشتر

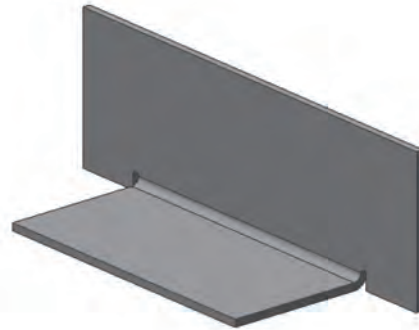
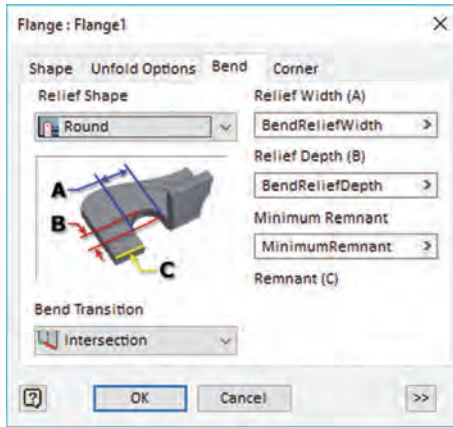
با کلیک روی تنظیمات بیشتر قسمتی به پنجره اضافه می‌گردد که در آن می‌توان لبه‌های با عرض کمتر یا بیشتر از لبه اصلی ایجاد نمود.

		<p>یک لبه به اندازه طول کل لبه انتخاب شده ایجاد می‌کند.</p>	Edge
		<p>لبه‌ای با عرض وارد شده ایجاد خواهد کرد.</p>	Width
		<p>لبه با فاصله مشخص از صفحه‌های انتخابی ایجاد می‌کند.</p>	Offset
		<p>لبه‌ای مقابل گوشه‌های انتخابی ایجاد می‌کند.</p>	From to
	<p>نکته</p>	<p>ایجاد لبه با عرض معین فقط در حالت انتخاب یک لبه فعال می‌باشد و با انتخاب چند لبه نمی‌توان عرض را تغییر داد.</p>	

ایجاد لبه با عرض معین فقط در حالت انتخاب یک لبه فعال می‌باشد و با انتخاب چند لبه نمی‌توان عرض را تغییر داد.

همچنین در این قسمت با انتخاب حالت Old Method تنظیمات برنامه را به حالت نسخه قبل از ۲۰۰۹ برگردانده و تنظیم ارتفاع و موقعیت خم غیر فعال می‌شود. در هنگام ایجاد خم برای مثال لبه با عرض کمتر را از صفحه اصلی می‌بایست برای جبران لبه‌های خم حالتی را انتخاب کرد این تنظیمات در سربرگ Bend قرار گرفته است این سربرگ در دستورات دیگر هم به صورت مشابه قابل استفاده می‌باشد.

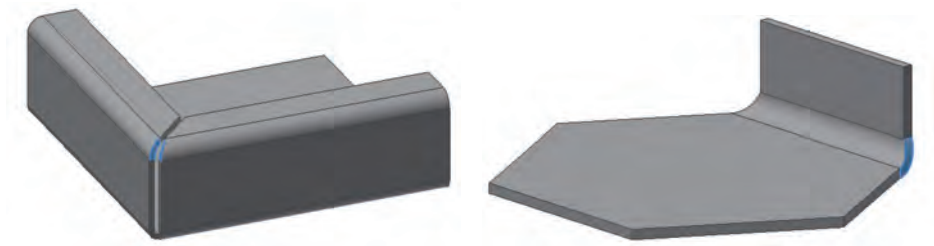
فصل ۲: طراحی با نرم افزار



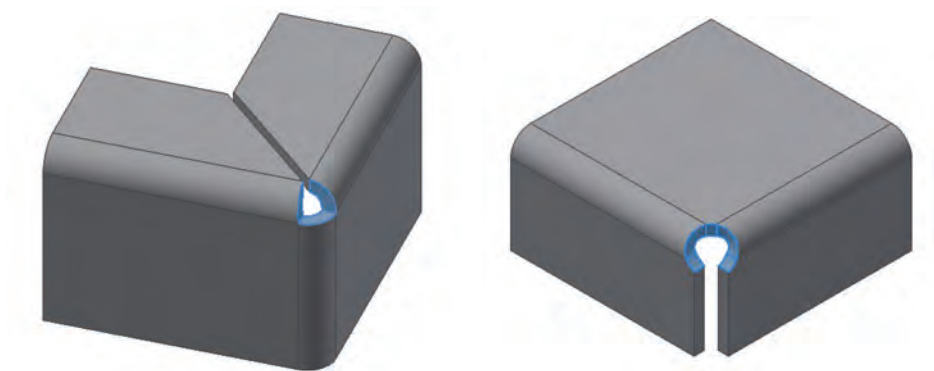
در قسمت Relief Shape می توان حالت های زیر را انتخاب کرد.

	<p>Straight برش مستقیم</p>	
	<p>Tear چاک زدن</p>	
	<p>Round برش گرد</p>	

در زمان ایجاد برخی از خم‌ها انتقال خم در لبه‌ها باید کنترل شده باشد. این تنظیمات در قسمت Bend Transition قرار دارد.

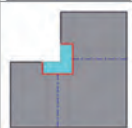


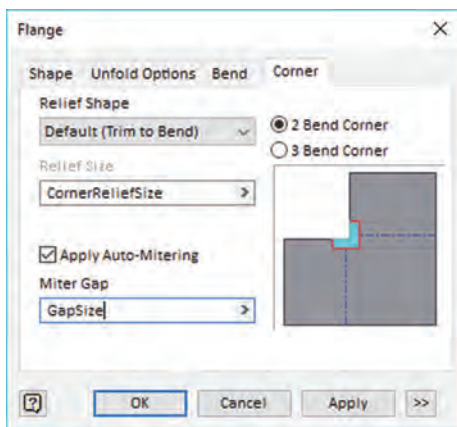
حالت ایجاد گوشه را نیز می‌توان در سربرگ Corner انتخاب کرد. در این سربرگ دو حالت برخورد دو و سه گوشه در نظر گرفته شده است. که در شکل گسترش یافته قابل مشاهده می‌باشد.



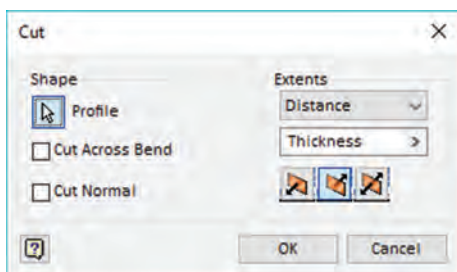
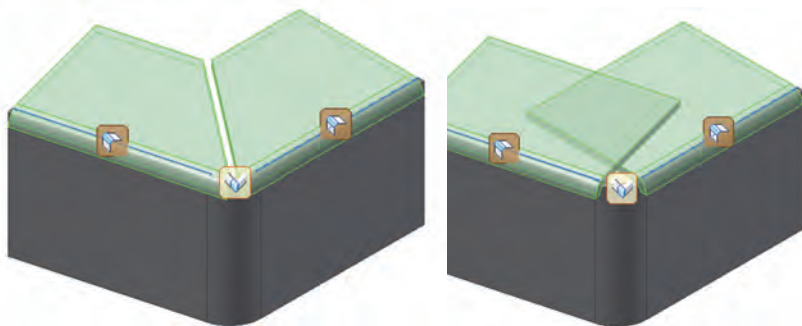
**3 Bend Corner**

**2 Bend Corner**

2 Bend Corner		
	یک برش دایره‌ای به مرکز محل برخورد خطوط خم	Round
	یک برش مربعی به مرکز محل برخورد خطوط خم	Square
	برخورد امتداد لبه‌ها	Tear
	یک برش چند وجهی به مرکز خطوط انتهایی خم	Trim to Bend
	یک برش به شکل هفت از گوشه خطوط خم داخلی به محل برخورد خطوط خارجی خم و لبه‌ها که مناسب برای جوش و آبندی می‌باشد.	Linear Weld
	در حالت خم شده شیاری یکنواخت به موازات لبه‌ها ایجاد می‌کند که برای جوش مناسب می‌باشد.	Arc Weld
3 Bend Corner		
	بدون تغییر در طول لبه‌های خم	No Replacement
	امتداد لبه‌های خم شده	Intersection
	امتداد لبه و دایره‌ای مماس به خط خم	Full Round
	امتداد لبه‌ها و دایره‌ای مماس به خط انتهایی خم	Round with Radius



در این سربرگ با انتخاب گزینه Apply Auto - Mitering ورق‌ها به صورت خودکار لب به لب می‌شوند و فاصله‌ای به اندازه Miter Gap بین دو ورق ایجاد می‌گردد که در حالت پیش فرض برابر ضخامت ورق می‌باشد. زاویه بین دو صفحه نیز در این حالت به صورت متقارن و برابر خواهد بود که در ویرایش‌های بعدی می‌توان آن را تغییر داد.



### دستور Cut

به کمک این دستور می‌توان قسمتی از ورق را برش زده و در آن سوراخ‌هایی ایجاد نمود. در حالت پیش فرض ضخامت برش برابر با ضخامت ورق می‌باشد که در پنجره برش می‌توان آن را تنظیم کرد. این پنجره شامل تنظیمات زیر می‌باشد.

**Profile**: در این قسمت می‌بایست حداقل یک اسکچ برای برش وجود داشته باشد.

اگر فقط یک اسکچ ترسیم شده باشد به صورت پیش فرض انتخاب خواهد شد.  
**Cut Across Bend** : اسکچ را روی سطح ورق پهن می کند. برای مثال دایره ای که بر روی خم برش زده شود در حالت گسترش یافته یک دایره کامل ایجاد می کند.  
**Cut Normal** : اسکچ را در ضخامت تعریف شده روی ورق خم شده تصویر کرده و عمود بر آن ورق را برش می زند.

**Extents** : در این قسمت می توان محدوده عمق سوراخ را مشخص نمود. که شامل گزینه های **All** و **Distance, To Next, To From, To** می باشد. فلش ها نیز جهت برش را نشان می دهند.

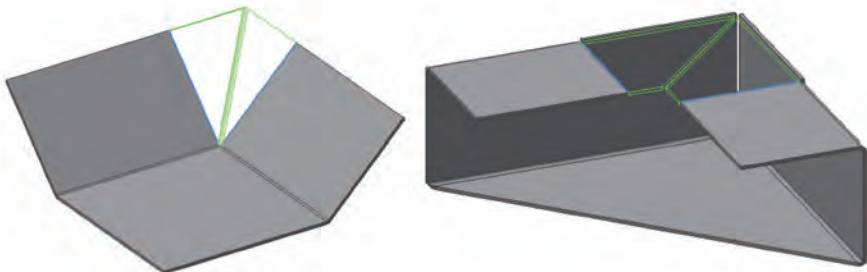


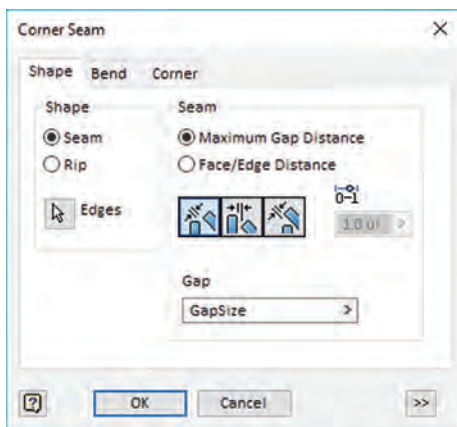
### تعیین جهت ایجاد

**سوراخ**: برای تمرین این قسمت می توانید از هنر جویان بخواهید. سوراخ های گردش هوا که روی کیس کامپیوتر وجود دارد را شناسایی و شکل هایی مشابه به آن را ترسیم نمایند.

### دستور Corner Seam

از این دستور برای به هم رساندن گوشه ها استفاده می شود در بسیاری از موارد این دستور به صورت خودکار زیر مجموعه دستور **Flange** اجرا می گردد مانند مثال درب تابلو برق ولی در مواردی که نیاز به استفاده از آن نیز باشد، می توان گوشه ها را در حالت های مختلف به یکدیگر رساند و یا لبه های ایجاد شده را به صورت خودکار ویرایش نمود.





**Seam**: ایجاد گوشه بین لبه‌های

ورق

**Rip**: ایجاد شکاف در مدل های

تبدیل شده به شیت متال

**Maximum Gap Distance**:

حداکثر فاصله شیار

**Face/Edge Distance**: فاصله

عمود بین ورق و لبه

**Gap**: فاصله شیار که به صورت

پیش فرض برابر با ضخامت ورق

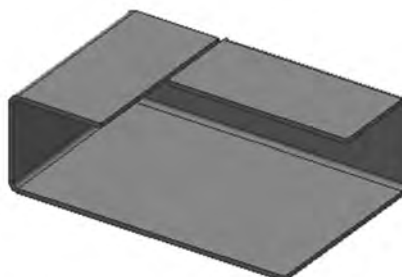
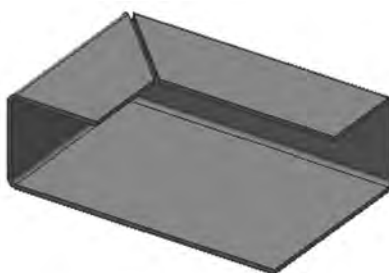
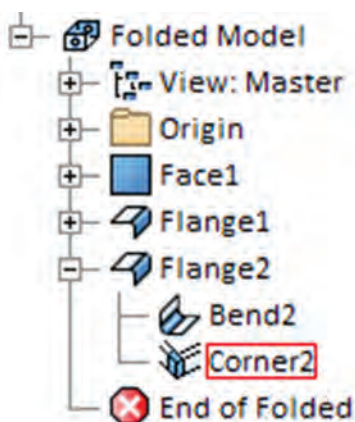
می‌باشد.

حالت برخورد لبه‌ها که در انتخاب‌های مختلف تغییر می‌کند.



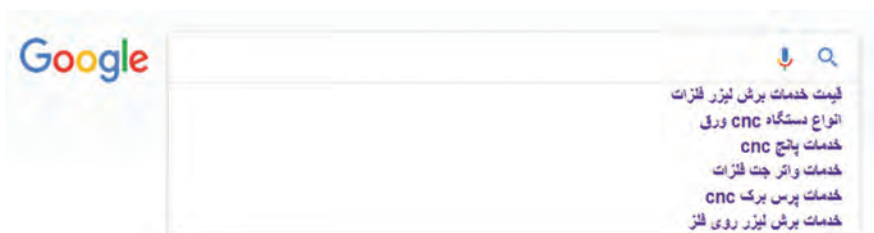
برای ویرایش محل برخوردهایی که به صورت خودکار ایجاد شده‌اند نیز می‌توانید از

مرورگر گوشه مورد نظر را انتخاب و ویرایش نمایید.





امروزه برای تولید بسیاری از قطعات از دستگاه‌های پانچ CNC، لیزر، واتر جت و پرس برک استفاده می‌شود. در این مورد می‌توان از هنرجویان خواست به صورت گروهی تحقیقی در مورد کاربرد و انواع دستگاه‌های CNC در ورق کاری، کلیپ‌هایی از کارکردن دستگاه‌ها، قیمت برش و خم هر کدام از دستگاه‌ها و نوع فایل مورد نیاز برای این دستگاه‌ها انجام دهند. برای راهنمایی از آنها بخواهید لیستی از شماره تماس شرکت‌هایی که این عملیات‌ها را انجام می‌دهند را از اینترنت پیدا کرده و با تماس با آنها از قیمت و نوع فایل مورد استفاده اطلاع پیدا کنند.




در فعالیتی که در کتاب درسی آورده شده روش ایجاد فایل dwg یا dxf مربوط به پروژه درب تابلو برق توضیح داده شده است. که هنرجویان می‌توانند فایل مربوط به هر یک از تمرینات بعدی را نیز برای تولید آماده کنند. برای تمرین بیشتر در این قسمت یک کار کلاسی برای ترسیم قسمتی از کابین جوش کاری آماده شده که هنرجویان به کمک کتاب و اطلاعات قبلی خود می‌توانند آن را


ترسیم نمایند. تمرین‌هایی نیز در آخر این قسمت آورده شده که به دو قسمت تقسیم می‌شود قسمت اول مدل‌سازی مشابه شکل و سپس ایجاد گسترش که این تمرینات را می‌توان قبل از ایجاد کابین جوشکاری نیز انجام داد. در قسمت دوم شکل گسترش داده آورده شده که هنرجویان می‌بایست شکل خم شده را در ذهن خود تصور کرده و آن را مدل‌سازی کنند و گسترش به‌دست آمده را با نقشه اولیه مقایسه نمایند.

### دستور Contour Roll


به کمک این دستور می‌توان سطوح مدوری مانند استوانه و مخروط را ایجاد کرد و سپس سطح گسترش آن را به‌دست آورد. که در صورت برخورد با سطوح دیگر ترسیم آن به کمک دست بسیار پیچیده خواهد بود. در این دستور یک یا چند خط به دور یک محور چرخش داده می‌شود. ضخامت ورق هم در این دستور برابر با ضخامت پیش فرض خواهد بود. بهتر است مانند واقعیت شکل به‌صورت  $360^\circ$  درجه دوران داده نشود.



**Profile** : انتخاب پروفیل برای چرخش

**Axis** : انتخاب محور دوران. این محور می‌بایست با پروفیل چرخش در یک

اسکچ باشند.

تعیین جهت ضخامت ورق نسبت به اسکچ اولیه به سمت داخل،   

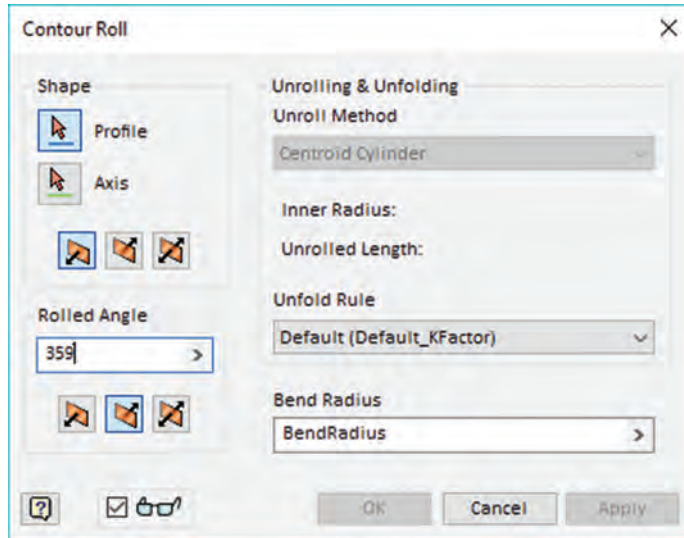
خارج و یا به صورت دوطرفه

**Rolled Angle**: زاویه چرخش، در صورتی که پروفیل چرخش فقط یک خط باشد

می‌توان زاویه را تا  $360^\circ$  درجه وارد نمود و برای گسترش به کمک دستور Rip ورق را برش زد. ولی اگر پروفیل چرخش شامل چند خط باشد زاویه باید کمتر از  $360^\circ$  درجه تعیین گردد.

تعیین جهت چرخش نسبت به پروفیل اولیه   


سایر گزینه‌ها مربوط به پروفیل‌های چند خطی می‌باشد.




دستور Contour Roll ورق را به صورت رول فرمینگ تغییر شکل می دهد. به همین دلیل در اشکال از چند خط برای اسکچ استفاده می شود. گسترش به صورت یک ورق مستطیل خواهد بود که در عملیات فرمینگ تحت کشش قرار خواهد گرفت.

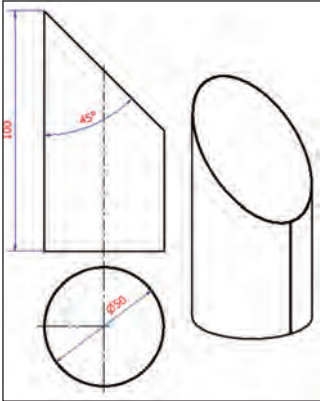



پس از آموزش دستور Contour Roll از هنرجویان بخواهید تا اشکالی مانند تمرین های آخر بخش را ترسیم و آنها را گسترش دهند. در ترسیم می توان به جای خط برش شکل را کمتر از ۳۶۰ درجه دوران داد. مثال گسترش استوانه زیر را به دست آورید.

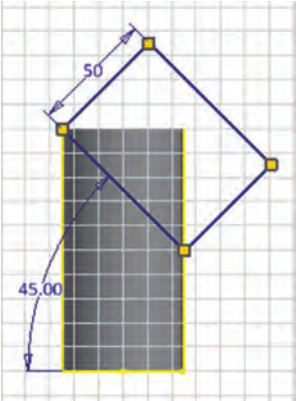
**Line**  2




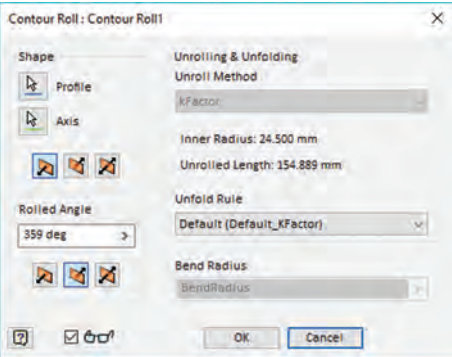
1




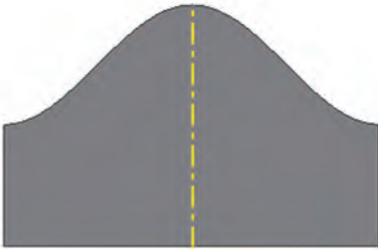
**Rectangle (three points)**  4




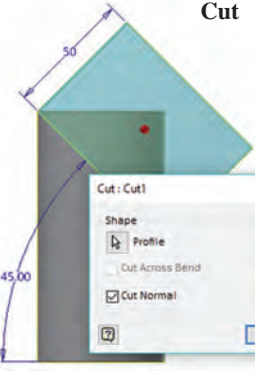
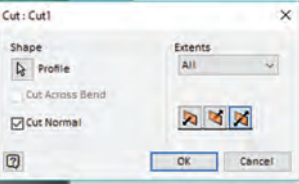
**Contour Roll**  3

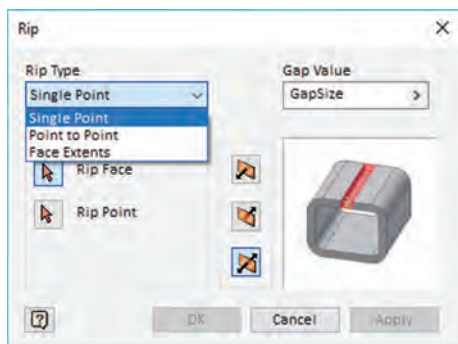


**Go to Flat Pattern**  6



**Cut**  5



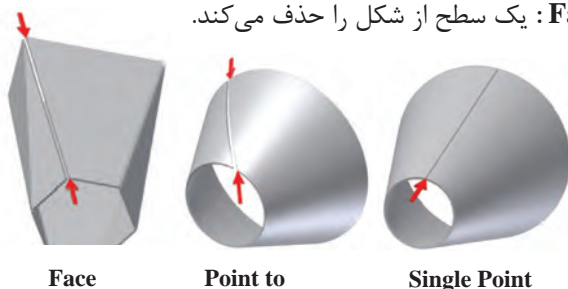
## دستور Rip

در شکل‌های پیوسته برای ایجاد خط برش از دستور Rip استفاده می‌شود. انواع Rip با خط برش عبارتند از:

**Single Point**: با معرفی یک سطح و یک نقطه خط برشی عمود بر سطح ایجاد می‌کند که در شکل پایین مسیر برش و گسترش آمده است.

**Point to Point**: بین دو نقطه انتخاب شده روی سطح مسیری عبور می‌دهد که در گسترش یک خط مورب ایجاد گردد.

**Face Extents**: یک سطح از شکل را حذف می‌کند.



**Rip Face**: انتخاب سطح برای ایجاد خط برش یا سطح برش

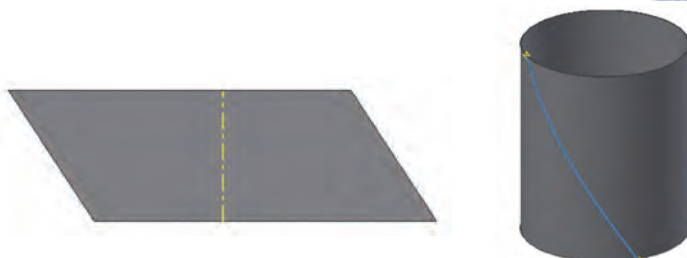
**Rip Point**: در حالت یک نقطه (Single Point) موقعیت خط برش را مشخص می‌کند.

**Start Point**: در حالت نقطه به نقطه (Point to Point) موقعیت نقطه شروع خط برش را مشخص می‌نماید.

**End Point**: در حالت نقطه به نقطه (Point to Point) موقعیت نقطه پایان خط برش را مشخص می‌کند.

**Gap Vale**: عرض شکاف را مشخص می‌کند. در حالت پیش فرض برابر با ضخامت ورق می‌باشد.

تعیین جهت شکاف نسبت به خط برش



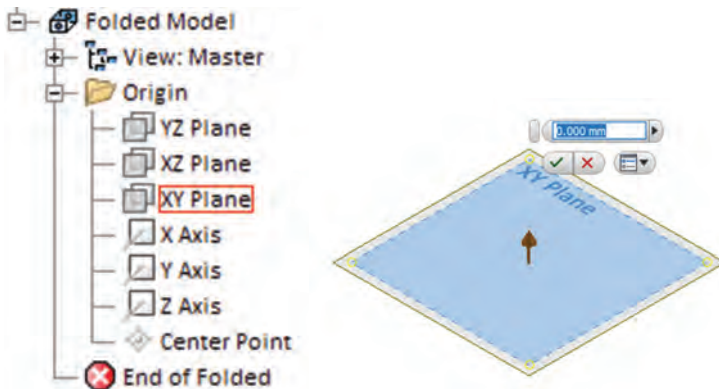
## دستور work plane Offset from Plane

در موارد زیادی نیاز است که صفحه جدیدی برای ترسیم شکل ایجاد شود. برای مثال صفحه‌ای مماس به استوانه، صفحه‌ای عمود بر صفحه دیگر و یا صفحه‌ای به موازات صفحه دیگر که در دستور Lofted Flange کاربرد دارد. روش‌های زیادی برای تعریف صفحه کاری در اینونتور وجود دارد که با کلیک روی فلش کوچک زیر دستور Plane می‌توانید آنها را مشاهده کنید. در این قسمت قصد داریم تا با روش ترسیم Offset from Plane یا صفحه موازی با فاصله مشخص آشنا شویم. برای مثال قصد داریم صفحه‌ای به موازات صفحه xy با فاصله ۱۰۰ میلی‌متر ترسیم کنیم.

۱ در نوار ریبون روی فلش کوچک زیر دستور Plane کلیک کنید.

۲ دستور Offset from Plane را انتخاب کنید.

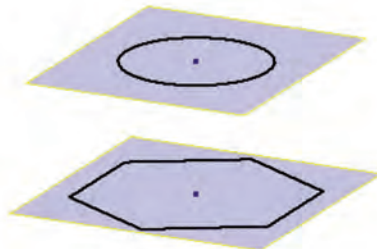
۳ در نوار مرورگر روی صفحه xy کلیک کنید.



۴ صفحه جدید را با درگ کردن موس به جهت مورد نظر خود جابه‌جا کنید.

۵ در کادر شناور عدد ۱۰۰ را وارد کنید.

همچنین می‌توان در هنگام تعریف صفحه اسکیچ با درگ کردن از روی یکی از صفحات یک صفحه کاری جدید تعریف نمود.

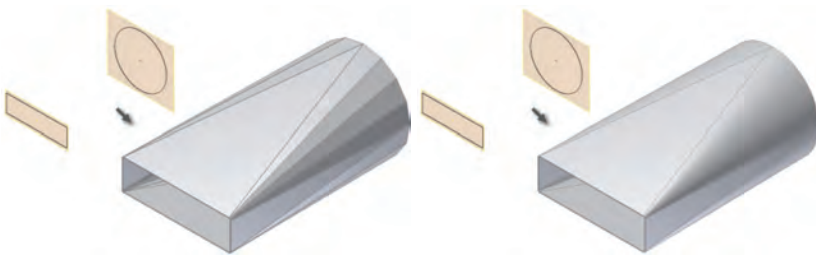


### دستور Lofted Flange

این دستور برای ایجاد یک سطح با دو مقطع غیر یکسان کاربرد دارد. این مقاطع می توانند به شکل بسته یا باز باشند و همچنین می توانند به موازات یکدیگر هم نباشند. این سطوح کاربرد زیادی در ایجاد سطوح کانالها تبدیل و طراحی ظروف نگهداری مواد که معمولاً بدنه‌ای مکعبی به دلیل اشغال فضای کمتر و درب‌های گرد برای استفاده راحت تر دارند مورد استفاده قرار می گیرد.



برای ایجاد سطوح به این شکل از دو روش فرمینگ و خمکاری می توان استفاده نمود. در روش فرمینگ سطوح هموار و یکنواخت می باشد و برای تولید انبوه نیاز به ساخت قالب با هزینه های زیاد دارد. ولی در روش خمکاری از پرس برک می توان برای ایجاد خطوط خم استفاده نمود.




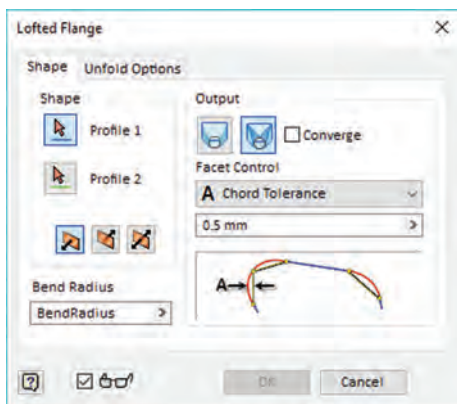
روش خمکاری

روش فرمینگ

برای استفاده از این دستور ابتدا باید دو اسکچ در دو صفحه متفاوت رسم کرده و سپس دستور را اجرا نمود.

**Profile 1** : انتخاب اسکچ اول برای ترسیم سطح 

**Profile 2** : انتخاب اسکچ دوم برای ترسیم سطح 



تعیین جهت:

ضخامت ورق نسبت به اسکچ اولیه به سمت داخل، خارج و یا به صورت دوطرفه

**Bend Radius**: شعاع خم مه به صورت پیش فرض در قوانین ورق کاری تعریف شده.

ایجاد سطوح به صورت فرمینگ و قالب فرم

ایجاد سطوح به روش خم کار با پرس برک

**Converge**: خطوط خم در حالت گسترش تقریباً به یک نقطه همگرا می شوند. (فقط در حالت خمکاری فعال می باشد.)

**Face Control**: کنترل سطح که می توان یکی از سه حالت زیر را انتخاب کرد (این قسمت در حالت خمکاری فعال می باشد.)



**A Chord Tolerance**: در این حالت حداکثر فاصله بین قوس و خط وتر تعیین می شود.



**B Facet angle**: در این حالت حداکثر زاویه بین وتر و خط مماس به سطح تعیین می شود.


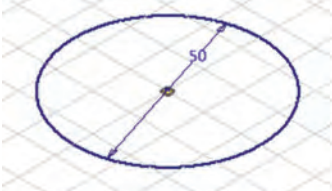
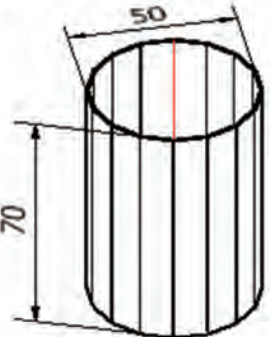

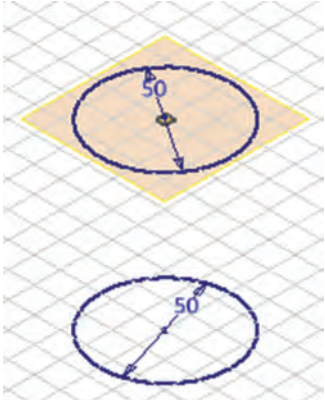

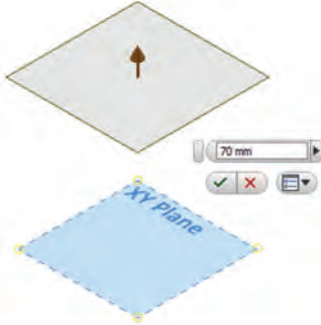

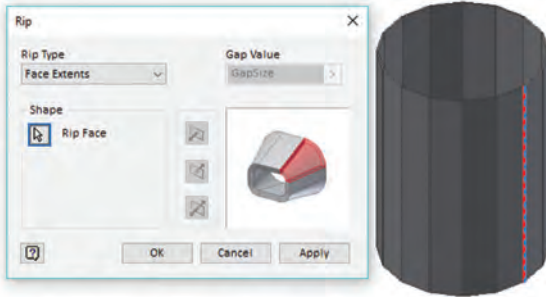

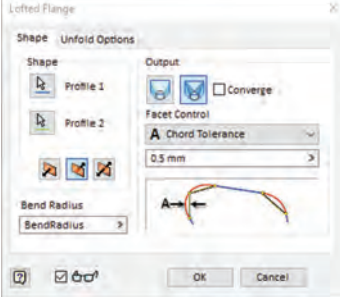


**C Facet Distance**: در این حالت حداکثر طول وتر تعیین می شود.

از این دستور هم می توان برای اشکال با مقاطع متفاوت استفاده نمود که تمرین هایی از آن در آخر بخش آمده است. همچنین می توان حجم هایی مانند استوانه که نیاز باشد به روش خم کاری (بدون رولینگ) تولید شود، استفاده نمود. در این دستور نیز می توان به جای استفاده از دستور خط برش (Rip) مقاطع را به صورت باز ترسیم نمود.

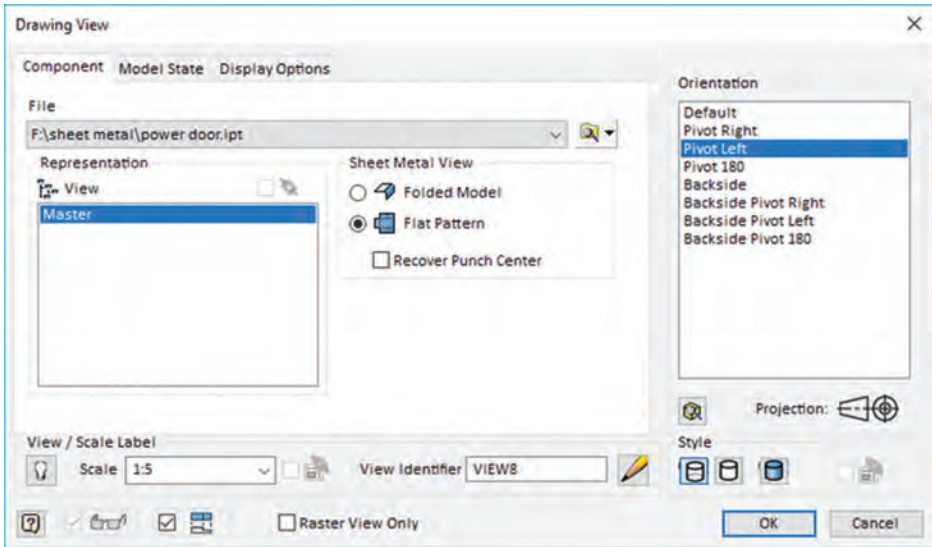


مثال استوانه‌ای ترسیم کنید که بتوان به کمک دستگاه پرس برک آن را تولید کرد.

<p>Circle  2</p> 	<p>1</p> 
<p>Circle  4</p> 	<p>Offset from Plane  3</p> 
<p>Rip  6</p> 	<p>Lofted Flange  5</p> 

برای تولید ساده‌تر می‌توان از دو نیم استوانه نیز استفاده نمود.

ترسیم نقشه: در نقشه کشی فایل های شیت متال دو گزینه برای ترسیم وجود دارد. نقشه گرفتن از قطعه خم شده و نقشه گرفتن از قطعه گسترش یافته که همان طور که در کتاب درسی آمده می توان آن را از ابزار  Base انتخاب نمود.




### دستور Bend Notes

این دستور قادر است جهت، زاویه، شعاع خم و ضریب k را برای هر خم جداگانه در نقشه یادداشت نماید. این ابزار در منو Annotate قرار گرفته است. برای تغییر در نمایش با عدم نمایش متغیرها و یا تغییر در تعداد رقم اعشار روی یکی از یادداشت ها دابل کلیک کرده تا پنجره زیر باز شود و تنظیمات در آن انجام گردد.

 اضافه کردن جهت خم به متن یادداشت.

 اضافه کردن زاویه خم متن


به یادداشت.

 اضافه کردن شعاع گوشه خم

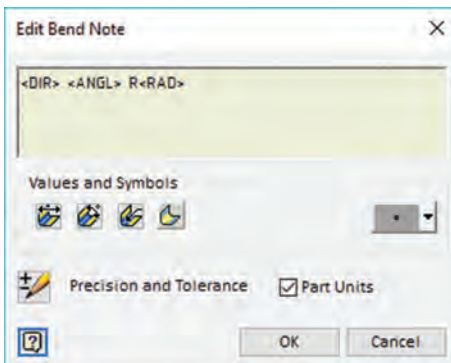
به متن یادداشت.

 اضافه کردن ضریب K به متن

یادداشت.

وارد کردن علامت های 

ویژه در متن.



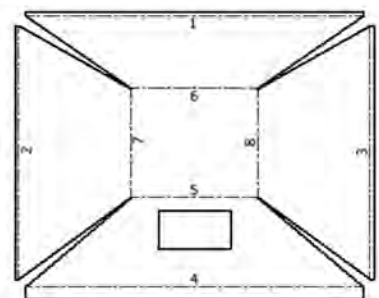
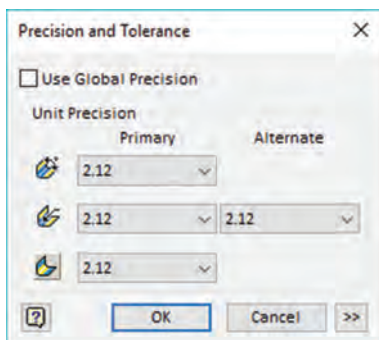
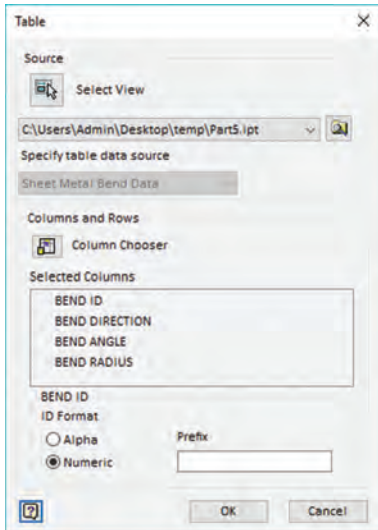


TABLE			
BEND ID	BEND DIRECTION	BEND ANGLE	BEND RADIUS
1	DOWN	60	0,8 mm
2	DOWN	71	0,8 mm
3	DOWN	71	0,8 mm
4	DOWN	66	0,8 mm
5	DOWN	24	0,8 mm
6	DOWN	30	0,8 mm
7	DOWN	19	0,8 mm
8	DOWN	19	0,8 mm



## Precision and Tolerance: برای اضافه کردن

تلرانس و تعداد رقم اعشار استفاده می شود که پس از برداشتن علامت در قسمت Use Global Precision می توان تعداد رقم اعشار هر گزینه را جداگانه تنظیم نمود.

در این مرحله از هنرجویان بخواهید تا جعبه های ساده ای را مدل سازی کنند و گسترش داده و یادداشت خم را روی آن اجرا کنند. و کار در کلاسی مربوطه را انجام دهند.

در صورتی که تعداد خم ها زیاد باشد از جدول خم کاری می توان استفاده نمود. این جدول شامل اطلاعات تمام خم ها می باشد. در این روش هریک از خم ها با یک شماره یا حرف نام گذاری شده و سپس در جدولی شماره خم، جهت خم، زاویه خم، شعاع خم و ضریب K برای هر خم مشخص می شود.

برای اجرای این دستور در ریبون از سربرگ Annotate گزینه General را انتخاب می نمایم.

## Bend Table

**Select View**: انتخاب نمای گسترش یافته

**Column Chooser**: انتخاب ستون های مورد نظر

**BEND ID**: شناسه خم

**BEND DIRECTION**: جهت خم

**BEND ANGLE**: زاویه خم

**BEND RADIUS**: شعاع خم

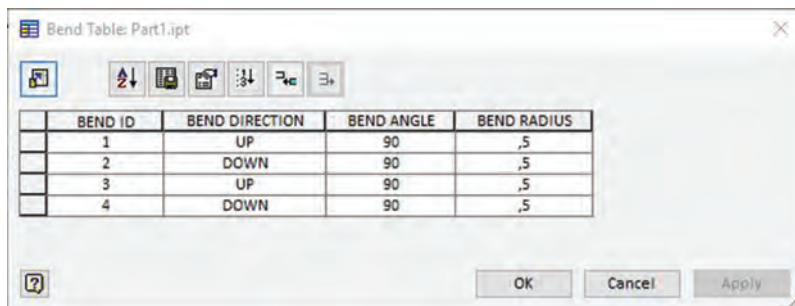
در قسمت BEND ID نحوه شماره گذاری مشخص می شود.

**Alpha**: استفاده از حروف الفبا برای نام گذاری

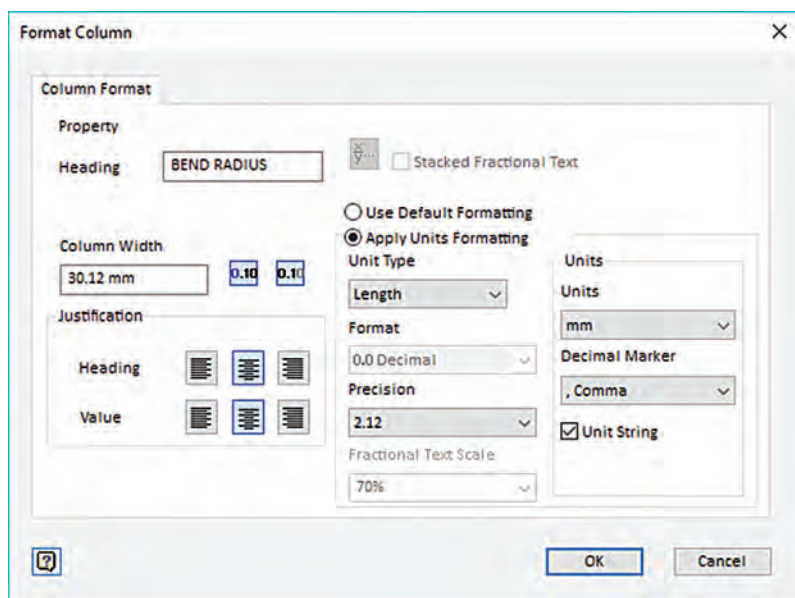
**Numeric**: استفاده از اعداد برای نام گذاری

**Pre fix**: انتخاب پیشوند برای نام خم ها برای مثال B1,B2, ...

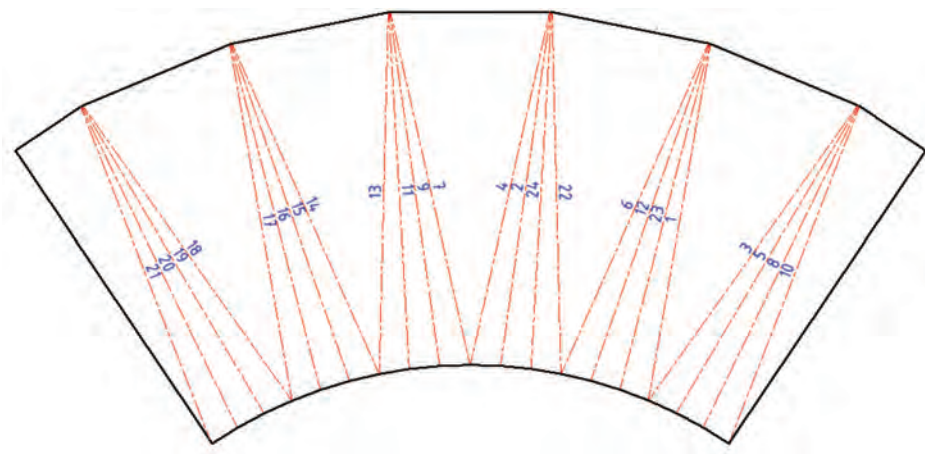
برای تغییر در قالب‌بندی جدول پس از ترسیم روی یکی از نوشته‌های جدول دابل کلیک کنید.



سپس روی سر ستون مورد نظر کلیک راست کرده و گزینه Format Column را انتخاب می‌کنیم. برای خارج شدن از حالت پیش فرض گزینه Apply Units Formatting را انتخاب می‌کنیم و در صورت نیاز تنظیمات زیر را انجام می‌دهیم.  
**Precision:** دقت نمایش اعداد بعد از ممیز : **0.10** **0.10**  
 نمایش یا عدم نمایش صفر قبل و بعد از ممیز



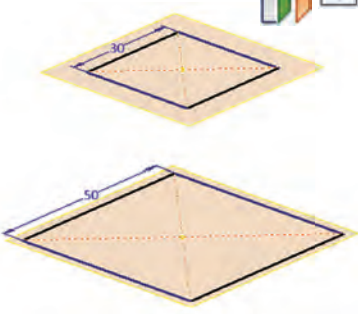
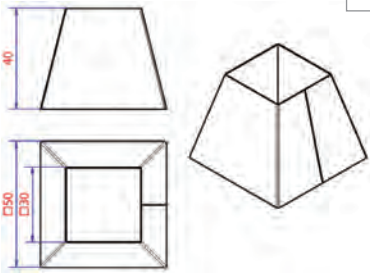
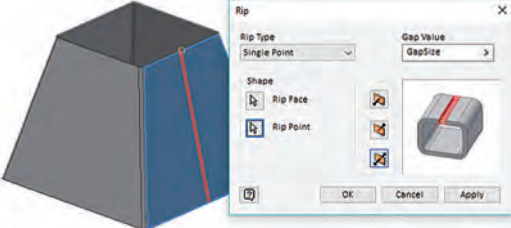
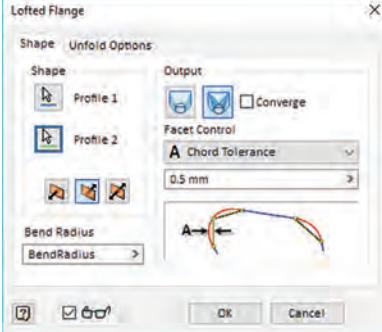

فصل ۲: طراحی با نرم افزار



BEND ID	BEND DIRECTION	BEND ANGLE	BEND RADIUS	BEND ID	BEND DIRECTION	BEND ANGLE	BEND RADIUS
1	DOWN	10,1	0,5 mm	13	DOWN	10,1	0,5 mm
2	DOWN	19,7	0,5 mm	14	DOWN	10,1	0,5 mm
3	DOWN	10,1	0,5 mm	15	DOWN	19,7	0,5 mm
4	DOWN	10,1	0,5 mm	16	DOWN	19,7	0,5 mm
5	DOWN	19,7	0,5 mm	17	DOWN	10,1	0,5 mm
6	DOWN	10,1	0,5 mm	18	DOWN	10,1	0,5 mm
7	DOWN	10,1	0,5 mm	19	DOWN	19,7	0,5 mm
8	DOWN	19,7	0,5 mm	20	DOWN	19,7	0,5 mm
9	DOWN	19,7	0,5 mm	21	DOWN	10,1	0,5 mm
10	DOWN	10,1	0,5 mm	22	DOWN	10,1	0,5 mm
11	DOWN	19,7	0,5 mm	23	DOWN	19,7	0,5 mm
12	DOWN	19,7	0,5 mm	24	DOWN	19,7	0,5 mm

## مثال

گسترش شکل زیر را بدست آورده و جدول خم را ترسیم نمایید.

	<p>1</p> 																				
<p>Rip</p> 	<p>Lofted Flange</p> 																				
<p>General Bend Table</p> <table border="1" data-bbox="178 1206 659 1432"> <thead> <tr> <th>BEND ID</th> <th>BEND DIRECTION</th> <th>BEND ANGLE</th> <th>BEND RADIUS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>DOWN</td> <td>86,8</td> <td>0,5 mm</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DOWN</td> <td>86,8</td> <td>0,5 mm</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>DOWN</td> <td>86,8</td> <td>0,5 mm</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>DOWN</td> <td>86,8</td> <td>0,5 mm</td> </tr> </tbody> </table>	BEND ID	BEND DIRECTION	BEND ANGLE	BEND RADIUS	1	DOWN	86,8	0,5 mm	2	DOWN	86,8	0,5 mm	3	DOWN	86,8	0,5 mm	4	DOWN	86,8	0,5 mm	<p>Go to Flat Pattern</p> 
BEND ID	BEND DIRECTION	BEND ANGLE	BEND RADIUS																		
1	DOWN	86,8	0,5 mm																		
2	DOWN	86,8	0,5 mm																		
3	DOWN	86,8	0,5 mm																		
4	DOWN	86,8	0,5 mm																		

در کتاب نیز کار کلاسی با این هدف آورده شده و همچنین از هنرجویان بخواهید به صورت گروهی مدلی را طراحی کنند که تعداد خم زیاد با اندازه‌ها و جهت‌های متفاوت داشته باشد.

## ارزشیابی نهایی: واحد یادگیری طراحی با نرم افزار

شاخص	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد	شایستگی
ترسیم مدل های جوشکاری شده برابر نقشه ترسیم سوراخ داخل مقاطع مخروطی برابر نقشه ترسیم فرنگی پیچ برابر نقشه ترسیم گسترش برابر نقشه	۳	ترسیم و گسترش یک مدل فلزی با نرم افزار اینونتور (Inventor)	طراحی با نرم افزار
ترسیم گسترش مدل برابر نقشه ترسیم sketch برابر نقشه ترسیم دو بعدی با fillet برابر نقشه ترسیم دو بعدی برابر نقشه	۲		
ترسیم دو بعدی برابر نقشه	۱		
			توضیحات: