

آموزش جامع ورق کاری

نویسنده: امید کیائیه

تقدیم به :

پدر و مادر و برادر عزیزم که در تک تک لحظات زندگی

کنارم بودن

و میثاق و امیر عزیز که جایگاهی همچون برادر را در

قلبم دارند

پیش گفتار: لازم است از تمامی اسکامی های عزیز که وجودشون باعث شده تا این کتاب فراهم بیاید صمیمانه از ته قلب تشکر کنم و از رفیق خوبم محمد حسین فدوی که همیشه بهترین امکانات را برای تیم اسکام فراهم کرد هم نهایت تشکر و سپاس رو ابراز کنم و همچنین از دکتر حمید رضا میرشاه ولد هم بابت در اختیار قرار دادن دانش خود به من برای تالیف این کتاب هم بسیار سپاس گذارم



www.skamacademy.ir

بسیار خوشحالم که توجه دارید و به ارزش خودتان اهمیت می‌دهید تا به دنبال آموزش بروید. این نکته بسیار قابل تحسین است.

تیم اسکام نیز تمام تلاش خود را در این کتاب انجام داده است تا آخرین و بهترین اطلاعات موجود در این زمینه را به شما عزیزان ارائه دهد. اگر در این مسیر یادگیری به تمامی نکات و آموزش‌ها به خوبی عمل کنید، به شما قول می‌دهم که پس از پایان این دوره، یک تحول علمی در شما شکل خواهد گرفت. بنابراین، گام به گام تمامی این نکات را به خوبی یاد بگیرید و آن‌ها را در عمل به اجرا درآورید.

آموزش گام به گام با اسکام

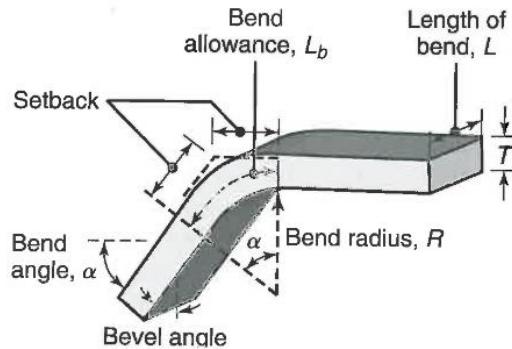


www.skamacademy.ir

5	تعریف خم کاری
6	قابلیت خم کاری
7	مراحل خم کاری
9	انواع فرایند خم کاری
11	عیوب خم کاری
13	K فاکتور
17	دستور Base Flange
19	دستور Edge Flange
23	دستور Extrude Cut
25	دستور Hem
28	دستور Miter Flange
30	دستور Swept Flange
33	دستور Vent
36	دستور Sketch Bend
37	دستور Cross Break
38	دستور Lofted Bend
41	دستور Corners
46	دستور Convert to Sheet Metal
48	دستور Jog
50	دستور Sheet Metal Gusset
54	دستور Forming Tools
57	دستور Tab and Slot
58	خواندن نقشه های خم کاری
60	محاسبه طول اولیه ورق

تعریف خم کاری

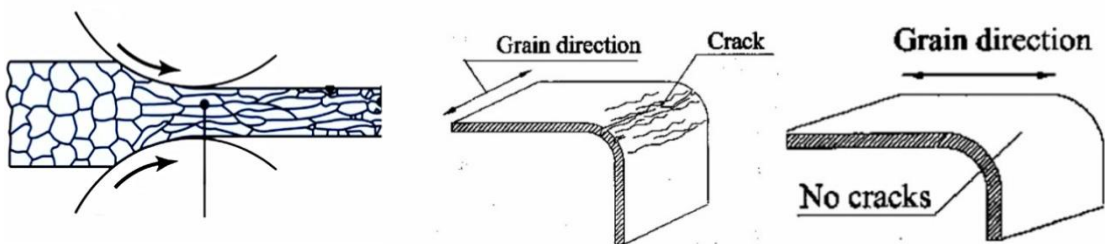
خم کاری (Bending) یکی از انواع فرآیند های شکل دهی فلزات است که در آن یک ورق یا یک نوار با اعمال گشتاور خمشی به قطعه ای زاویه دار یا حلقوی تبدیل می شوند. این فرآیند به منظور شکل دهی ورق ها به صورت زاویه دار، پروفیل های ورقی، لوله ها و قطعات مورد استفاده در صنعت های مختلف مورد استفاده قرار میگیرد. در شکل زیر خم یک ورق و اصطلاحات خم را نشان می دهد.



α = زاویه خم ، R = شعاع خم ، L = عرض خم ، T = ضخامت ورق ، L_b = طول ناحیه خم

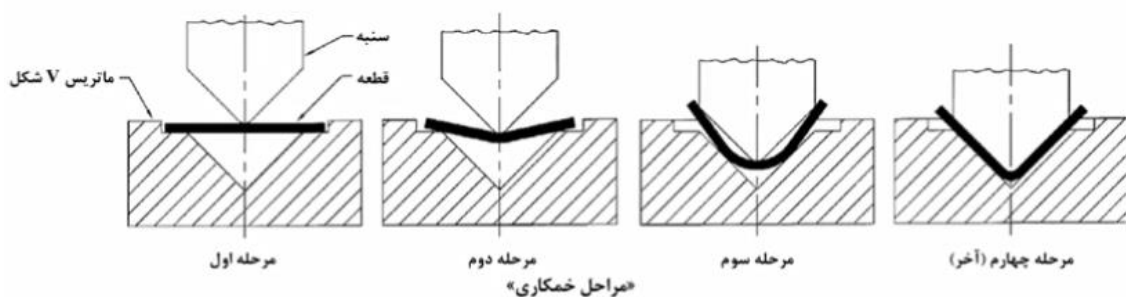
تئوری خم کاری

خم کاری یک فرآیند متداول و پر مصرف در فرآیند شکل دهی می باشد. همان طور که گفته شد ورق در این فرآیند حول یک محور تحت زاویه مشخص دوران می کند. این فرآیند به منظور ایجاد شکل یا برای استحکام بخشیدن به ورق ایجاد می شود. مطابق شکل بالا در خم کاری یک ورق، سطح بیرونی قطعه (سطح بالای ورق) تحت کشش و سطح درونی قطعه (سطح پایینی ورق) تحت فشار قرار می گیرند. بیشترین تنش کششی در سطح بیرونی ایجاد می شود و از این سطح به سمت درون قطعه مقدار این تنش ها کم می شود و در یک سطح مقدار تنش صفر شده و از آن به بعد تنش به صورت فشاری می باشد. تنش فشاری از این سطح به سمت سطح پایینی افزایش می یابد که بیشترین تنش فشاری در سطح پایین ورق وجود دارد. سطحی که تنش در آن صفر است به عنوان سطح خنثی یا تار خنثی (Neutral axis) نامیده می شود. در فرآیند خم کاری، میزان تغییر شکل قطعه در ناحیه خم به جنس قطعه کار، شعاع و زاویه خم و فاصله لایه خارجی تا تار خنثی بستگی دارد.



مراحل خم کاری

با اعمال نیرو جهت خم کاری، در ناحیه خم ابتدا ورق به صورت الاستیک تغییر شکل می دهد. در این حالت اگر نیرو از روی ورق برداشته شود ورق به حالت اولیه خود بر می گردد. با اعمال خم بیشتر سطح ورق که بیشترین تنش به آن اعمال می شود در محدوده تنش های پلاستیک قرار میگیرد. با اعمال بیشتر خم سطح داخلی تر تحت تنش های پلاستیک قرار گرفته و در نهایت و در مرحله آخر ورق به قالب رسیده و خم کامل می گردد



انواع خم از نظر تنش

۱- خم الاستیک

در شرایطی که تنش در پوسته خم از تنش تسلیم کمتر (نقطه ای که بعد از آن وارد محدوده پلاستیک شده) باشد خم الاستیک اتفاق می افتد.

این حالت در زمانی اتفاق می افتد که شعاع خم زیاد بوده و یا تنش ایجاد شده کم باشد. در قطعات با تنش تسلیم بالا و یا قطعاتی که دارای مدول الاستیک کم هستند بیشتر اتفاق می افتد.

در یک جنس مشخص شعاع خم در خم عادی نمی تواند از یک مقدار بیشتر باشد. اگر شعاع زیاد باشد خم الاستیک ایجاد میشود . و بعد از برداشتن نیرو به حالت دلخواه ما در نمی آید. بیشترین شعاعی که میتوان ایجاد کرد که ورق ما وارد حالت خم الاستیک نشود، از رابطه زیر بدست می آید

$$E = \text{مدول الاستیک خم} = t = \text{ضخامت ورق} = S = \text{تنش تسلیم}$$

$$(\rho)_e = \frac{E t}{2S}$$

شعاع خم الاستیک

$$P = R + e$$

پس اگر P از Pe کوچکتر باشد خم اتفاق می افتد و اگر بزرگتر باشد خم در محوطه خم الاستیک کامل است و خم اتفاق نمی افتد

P هم برابر است با مجموع شعاع خم و فاصله سطح ورق تا تار خنثی (e)

۲- خم پلاستیک

خم پلاستیک به خمی گفته می شود که تمام قسمت در ناحیه خم وارد منطقه پلاستیک شود در این حالت بعد از برداشتن نیروی خم ، برگشت ایجاد نمی شود و خم در حالت نهایی خود قرار می گیرد

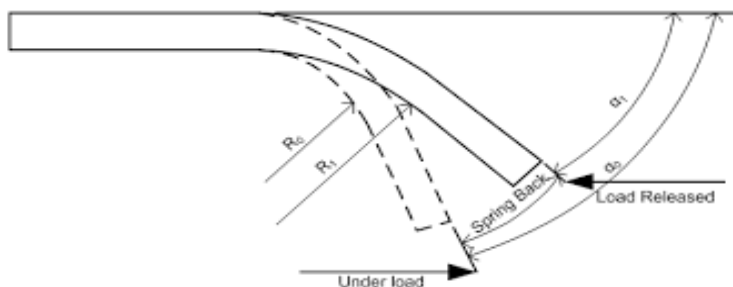
یعنی اگر تنش بیشینه ما از تنش تسلیم بزرگتر باشد در محدوده پلاستیک قرار میگیرد

$$(P)_p = \frac{E t}{3S}$$

در شعاع پایین تر از این مقدار ، خم به صورت کامل ایجاد می شود و خم پلاستیک کامل صورت می گیرد

۳- خم الاستو پلاستیک یا خم با برگشت فنری (Spring Back)

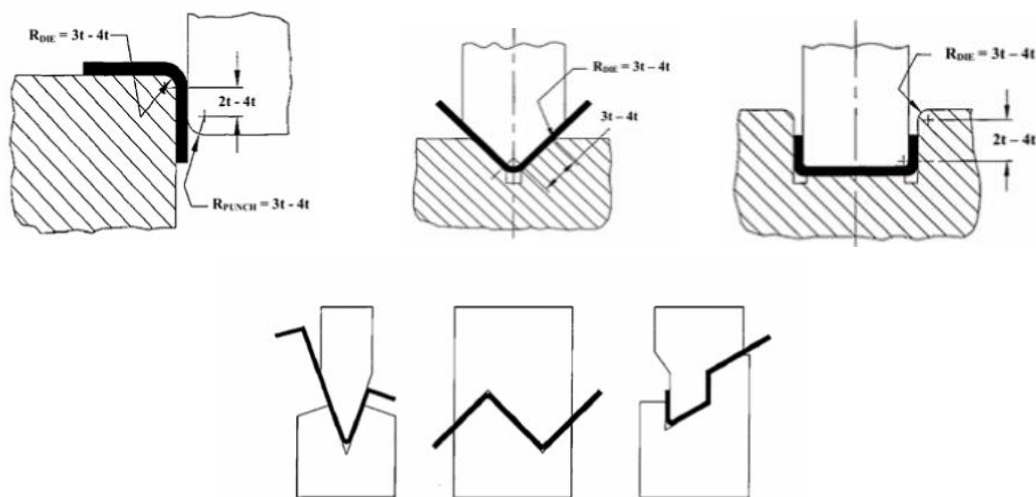
در صورتی که شعاع خم از خم پلاستیک بیشتر و از خم الاستیک کمتر باشد مقداری از تنش های خم در محدوده الاستیک و مقداری در محدوده پلاستیک قرار می گیرد. بعد از برداشتن نیروی خم، تنش های الاستیک آزاد شده، زاویه و شعاع خم تغییر می کند که به آن خم با برگشت فنری میگویند



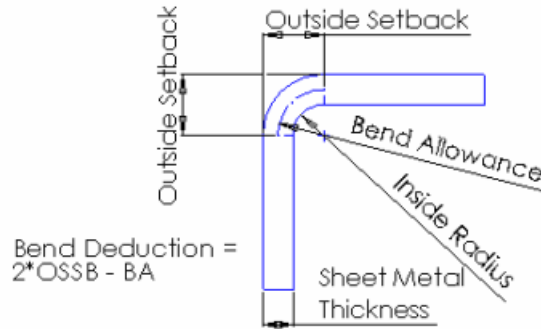
انواع فرآیند های خم کاری

۱- خم کاری از نظر شکل خم

خم ها از نظر شکل به چهار دسته خم L، U، V، Z شکل تقسیم می شوند خم های دیگر هم عملاً ترکیب این چهار خم می باشند. خم L شکل از یک سنبه و یک ماتریس تشکیل می شود. ورق بر روی ماتریس قرار میگیرد و با حرکت سنبه لبه ورق بر روی ماتریس دوران می کند و خم L شکل ایجاد می شود

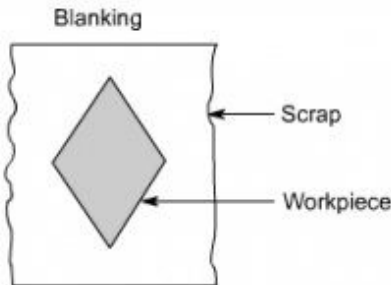


$$\text{Bend deduction} = (2 \times \text{Outside setback}) - \text{Bend allowance}$$

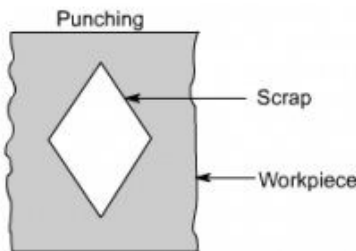


فرق فرآیند blank و punch :

واژه ی Blank به معنای "جای خالی" و اصطلاح Blanking به معنای ایجاد جای خالی است. با این حال در منابع فارسی برای این فرآیند از اصطلاح بلنک زنی یا بلنکینگ استفاده میشود. در این فرآیند با کمک سنبه و ماتریس بخشی از نواحی بیرونی قطعه کار بریده میشود، در تصویر زیر فرآیند Blanking نمایش داده شده است. (پس از عملیات، بخش خاکستری رنگ باقی میماند)



در فرآیند پانچ بخشی از ناحیه ی میانی قطعه کار در امتداد یک منحنی بسته برش خورده و دور ریخته میشود؛ همچنین مکانیزم قالب و نوع عملکرد آن دقیقاً مشابه بلنک زنی است و این دو فرآیند تنها از نظر تعاریف با یکدیگر اختلاف دارند بدین صورت که در بلنک زنی نواحی خارجی و در سوراخکاری نواحی داخلی بعنوان دور ریز در نظر گرفته میشوند



ورود به محیط sheet metal:

برای ضخامت دادن و ایجاد ورق استفاده میشود **Base flange**:



The image shows the 'Base Flange' property manager in SolidWorks. It is annotated with Persian text boxes and arrows pointing to specific settings:

- استفاده از material تعریف شده** (Use defined material): Points to the 'Use material sheet metal parameters' checkbox.
- جهت حجم دادن** (Direction of volume): Points to the 'Direction 1' dropdown menu.
- استفاده از جداول استاندارد سالیدورک** (Use SolidWorks standard tables): Points to the 'Use gauge table' checkbox.
- ضخامت ورق** (Sheet thickness): Points to the '1.00mm' thickness input field.
- شعاع خم** (Bend radius): Points to the '0.7366mm' radius input field.
- مقدار k factor** (K factor): Points to the 'K-Factor' dropdown menu and the '0.5' K factor input field.

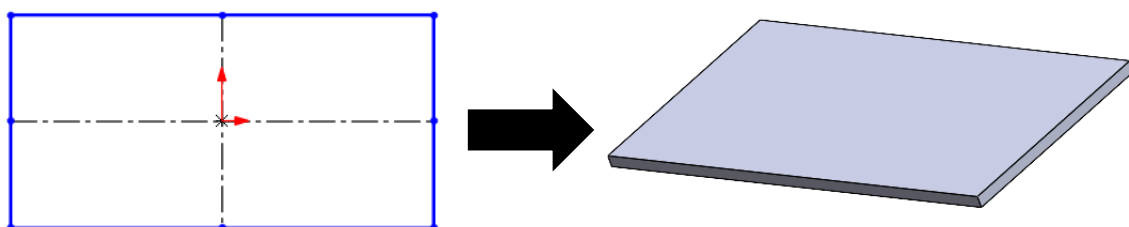
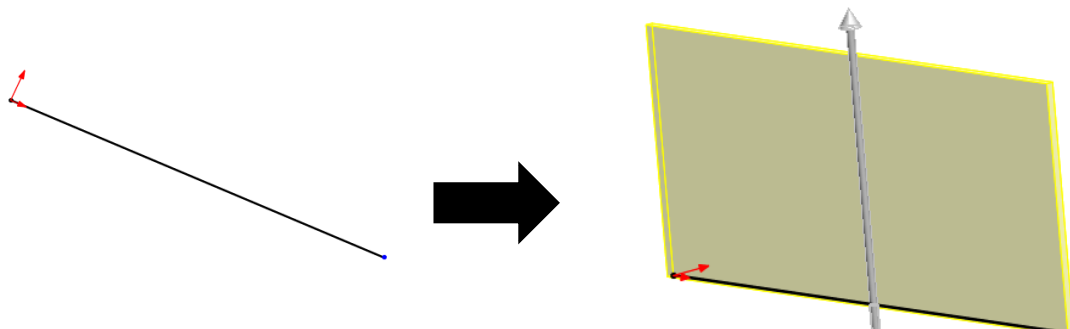
آدرس gauge table:

C:\Program Files\SOLIDWORKS Corp\SOLIDWORKS\lang\ English \Sheet Metal Gauge Tables

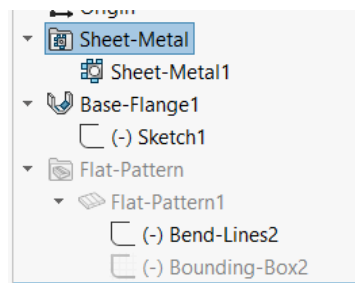
فرق Base و Tab:

همانطور که از اسم base پیداست آن شکل پایه و اساس ما را اشاره دارد ولی Tab به ورق هایی که بعد از آن ورق اصلی تولید میشود اشاره میکند

برای اجرای این دستور همانند دستورات افزایشی ما به یک اسکچ نیاز داریم ، و بعد از کشیدن اسکچ مورد نظر با پارامترهایی که در صفحه قبل مشاهده کردید میتوان طول و ضخامت ورق را کنترل کرد



بعد از به اتمام رساندن عملیات، در نمودار درختی پارامترهای مختلفی مشاهده میشود که میتوان با کلیک راست کردن روی هر بخش و انتخاب edit، اندازه های مورد نظر را ویرایش کرد



گسترده ورق یا Flatten: 

مقدار ورق اولیه که باید خریداری شود تا مدل مورد نظر ساخته شود

:Edge flanges Edge Flange

یک edge لبه دار به base اصلی اضافه میکند

انتخاب لبه مورد نظر

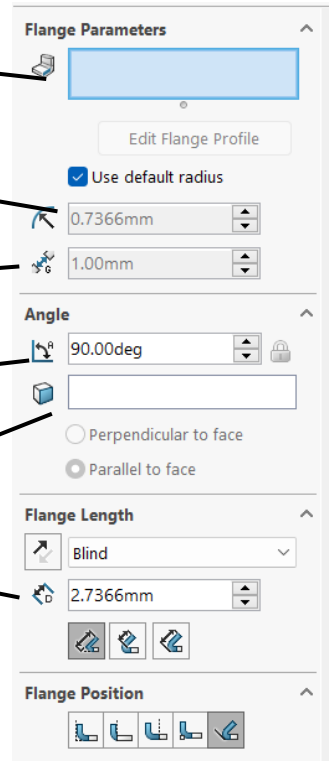
شعاع مورد نظر

اندازه گپ دو لبه

زاویه خم

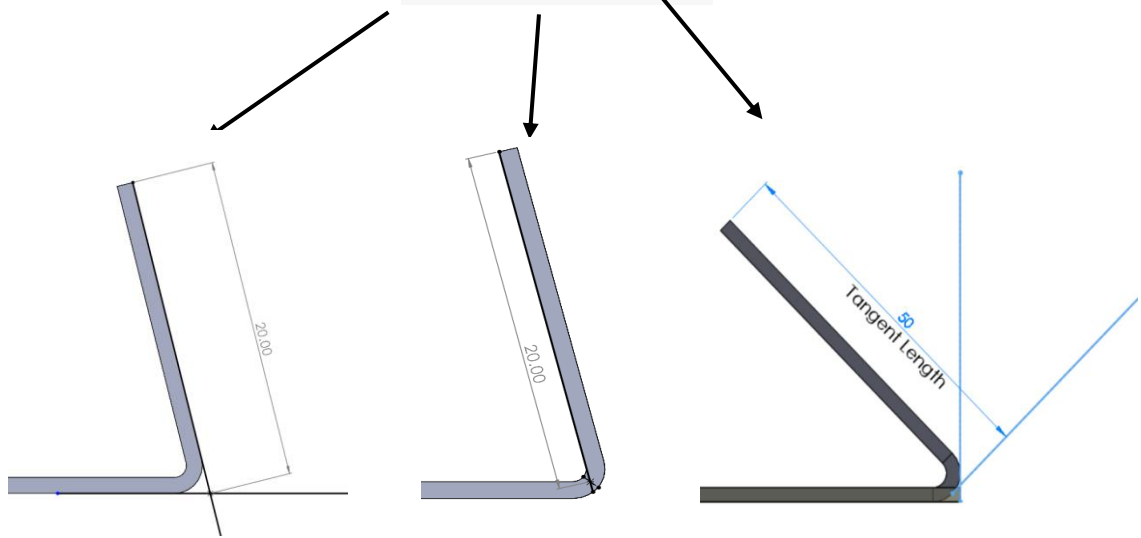
زاویه دهی با توجه به صفحات مورد نظر

طول فلنج



The screenshot shows the 'Flange Parameters' dialog box with the following settings:

- Flange Parameters:** A blue selection box is shown at the top.
- Edit Flange Profile:** A button below the selection box.
- Use default radius:** A checked checkbox.
- Radius:** A spinner set to 0.7366mm.
- Gap:** A spinner set to 1.00mm.
- Angle:** A spinner set to 90.00deg with a lock icon.
- Orientation:** Radio buttons for 'Perpendicular to face' (selected) and 'Parallel to face'.
- Flange Length:** A dropdown menu set to 'Blind'.
- Length:** A spinner set to 2.7366mm.
- Flange Position:** A row of icons for different placement options.



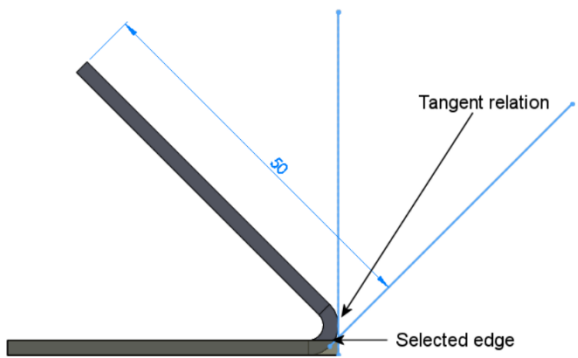


مماس با قسمت بیرونی

مماس با قسمت داخلی

به ورق اولیه کاری ندارد و مقداری اضافه میکند

امتداد دو خط را در نظر میگیرد و مرکز آن را انتخاب میکند

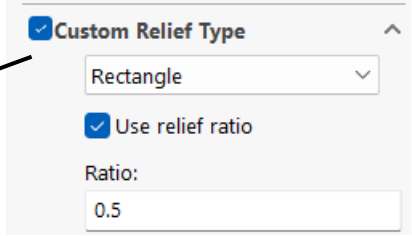
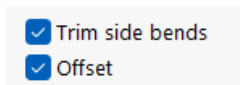


از نظر ظاهری حالت چهارم و پنجم تفاوتی ندارند اما حالت پنجم برای زوایای بزرگتر از ۹۰ هم استفاده میشود. دیاگرام دقیق حالت پنجم را هم در تصویر بالا مشاهده میکنید

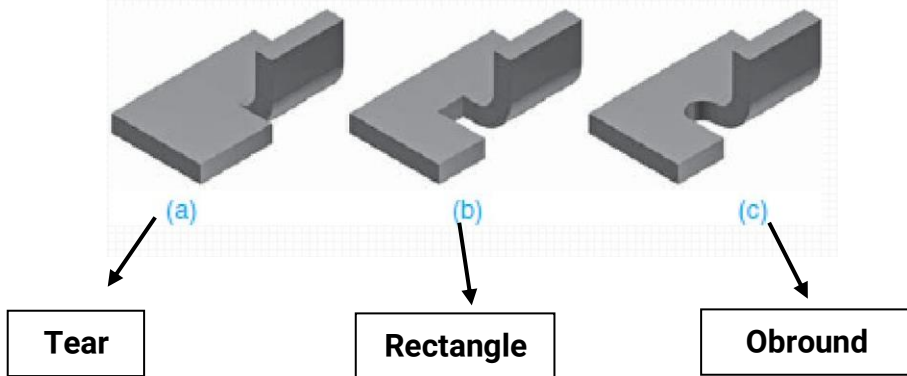
ایجاد برش برای خم کردن

اضافه کردن ورق به ورق پایه

نوع برش و جای قیچی



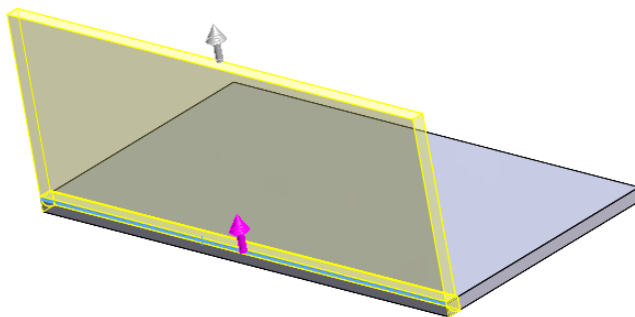
Bend Relief



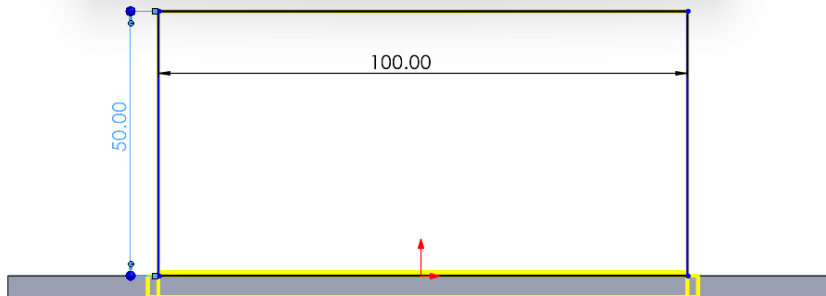
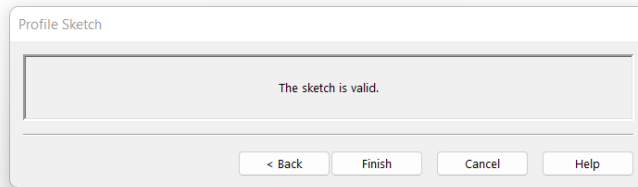
توانایی تغییر اسکچ را در این دستور به ما می دهد

Edit Flange Profile

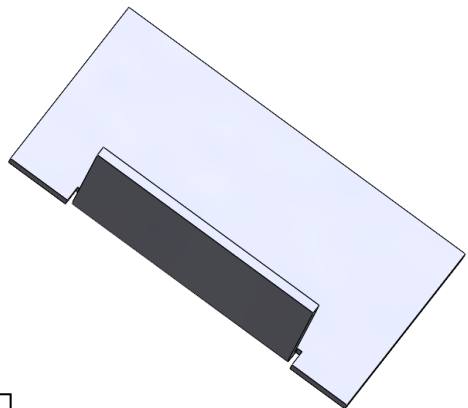
منظور از تغییر اسکچ این است که، شما لزوما نباید یک لبه کامل رو به صفحه اصلی استفاده کنید بلکه حتی طول لبه ایجاد شده میتواند فقط بخشی از ورق اصلی را در بر بگیرد.



در این قسمت خم جدید تمام طول ورق را در بر گرفته



با کلیک روی **edit flange profile** این قسمت برای شما باز میشود و حالا با دادن اندازه، میتوان طول و ارتفاع شکل مورد نظر را تغییر داد



با بوجود آمدن این نتیجه، تنها در انتهای صفحه خم، برش‌هایی دیده می‌شود که در صفحه قبل به انواع برش و محل قیچی توضیح داده شده است.

Extrude cut Extruded Cut

همانند extrude cut محیط فیچر سوراخ میزند با کمی option های بیشتر

دستور cut را از کجا شروع کند

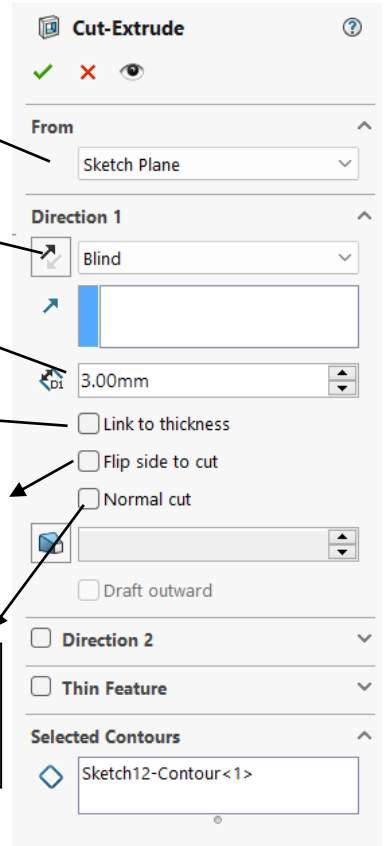
تا کجا cut کند

ضخامت cut

وابستگی ضخامت cut با ضخامت ورق

اگر این تیک فعال باشد بخش بیرونی اسکچ را کات میکند

اطمینان حاصل می کند که برش نرمال با ضخامت ورق فلزی
برای قطعات ورق فلزی که خم میشوند ایجاد شده باشد



:Normal cut Normal Cut

انتخاب قسمت مورد نظر

حداکثر مقدار را از پروفیل های تقاطع در بالا و پایین بدنه ورق فلزی برش می دهد.

لایه ای را که منحنی تقاطع بدنه ورق فلز را قطع می کند، تنظیم می کند. می توانید Link to K-Factor را انتخاب کنید یا مقداری بین ۰ و ۱ تنظیم کنید تا سطح افسست را تعریف کنید

