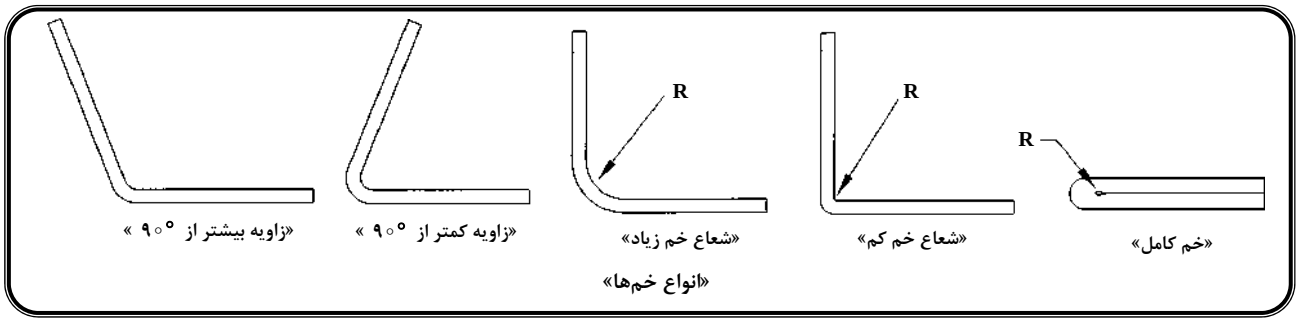
مدرسان شریف

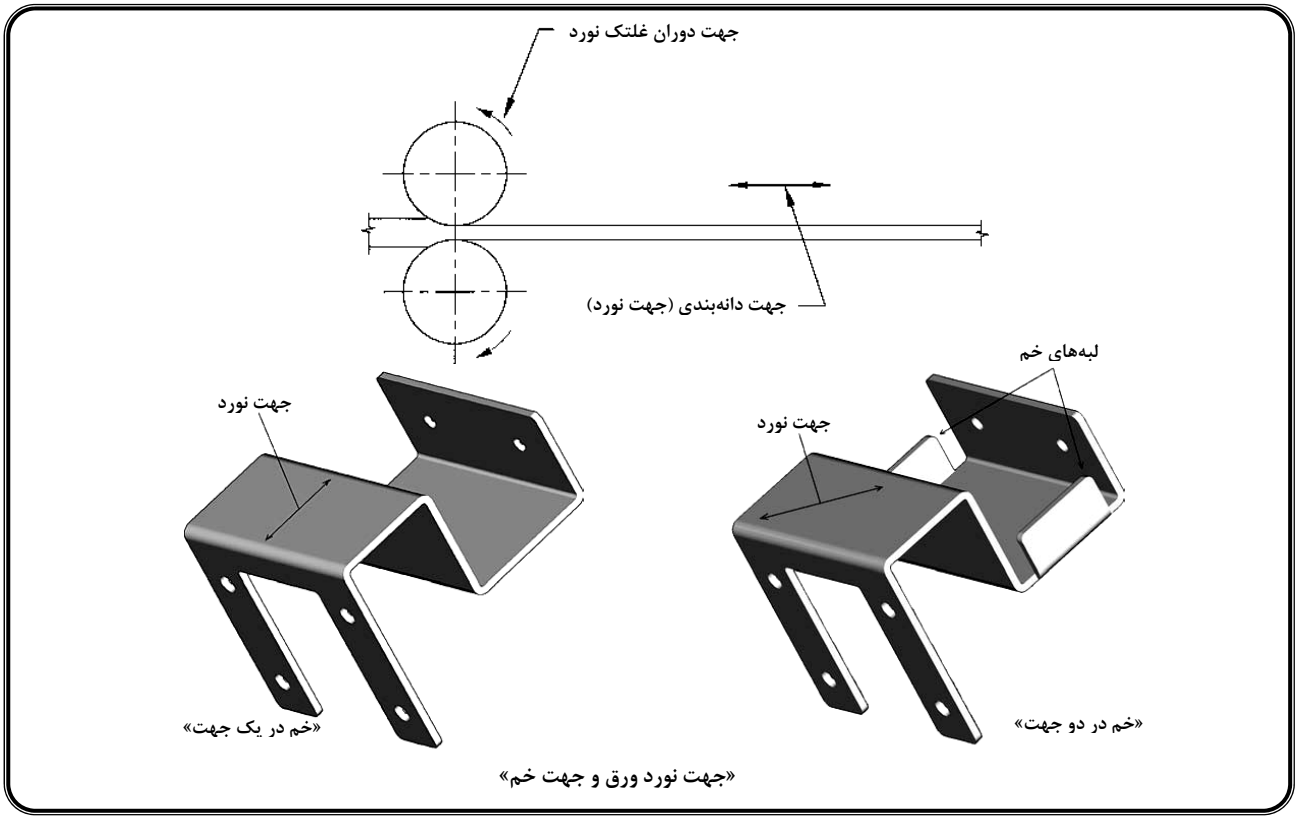
فصل اول
قالب‌های خمکاری

قالب‌های خمکاری (Bending Dies) سهم بزرگی در صنعت قالبسازی دارند که برای ایجاد خم در قطعات و ورق‌های فلزی به‌کار می‌روند. یکی از فواید خمکاری، ایجاد استحکام در قطعه از طریق افزایش گشتاور اینرسی قطعه می‌باشد. با استفاده از این قالب‌ها می‌توان در قطعات خم‌هایی با زوایای ۱ تا ۱۸۰ درجه ایجاد نمود.



«انواع خم‌ها»

در خمکاری باید توجه داشت که مواد باید به‌صورت عمود بر جهت الیاف و دانه‌بندی ورق (Grain of Material) و یا به عبارت دیگر عمود بر جهت نورد خمکاری شوند و چنانچه قطعات دارای دو لبه خم عمود بر هم باشند باید بصورت مورب نسبت به جهت نورد خمکاری شوند.



«جهت نورد ورق و جهت خم»

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۱: قابلیت خمکاری ورق در کدام حالت بیشتر است و اگر قطعه دارای دو لبه خم عمود بر هم باشد، باید در کدام جهت خمکاری شود؟

۱) در امتداد جهت نورد ـ با زاویه ۴۵ درجه نسبت به جهت نورد

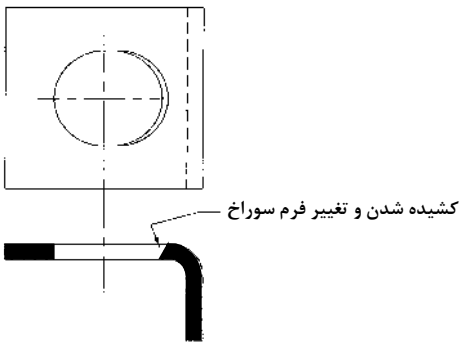
۲) عمود بر جهت نورد ـ با زاویه ۴۵ درجه نسبت به جهت نورد

۳) عمود بر جهت نورد ـ در امتداد جهت نورد

۴) در امتداد جهت نورد ـ جهت خمکاری تفاوتی ندارد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» قابلیت خمکاری در حالت عمود بر جهت نورد ماکزیمم است و چنانچه قطعه دولبه خم عمود بر هم داشته باشد، باید به‌صورت مورب با زاویه ۴۵ درجه نسبت به جهت نورد خمکاری گردد.

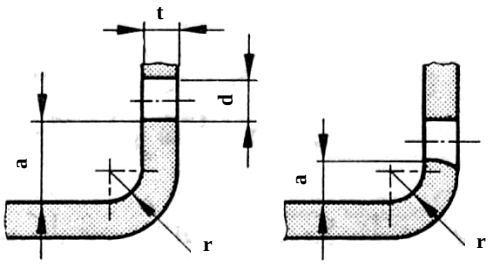
توجه : در خمکاری باید توجه داشت که سوراخ‌های دقیق نباید به لبه‌های خمکاری خیلی نزدیک باشند، زیرا در این صورت در فرم سوراخ تغییر شکل ایجاد می‌گردد.



«تغییر شکل سوراخ پس از خمکاری»

برای جلوگیری از ایجاد تغییر فرم در سوراخ‌های نزدیک به لبه خمکاری با استفاده از فرمول تجربی زیر می‌توان حداقل فاصله a را تعیین نمود:

$$a \geq r + 2t$$



«سوراخ در کنار لبه خمکاری»

مثال ۲: قرار است روی ورقی که چندین سوراخ دقیق بر روی آن وجود دارد، عملیات خمکاری انجام شود. برای این که فرم و اندازه سوراخ دقیق باقی بماند، حداقل فاصله لبه سوراخ تا سطح ورق چقدر باید باشد؟ (ضخامت ورق ۲mm ، شعاع خم ۵mm و جنس ورق از فولاد می‌باشد)

۱) ۱۱ میلی‌متر ۲) ۷ میلی‌متر

۳) ۹ میلی‌متر ۴) مقدار این فاصله به‌نظر طراح بستگی دارد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» همان گونه که ذکر شد برای محاسبه این مقدار از رابطه زیر استفاده می‌نماییم:

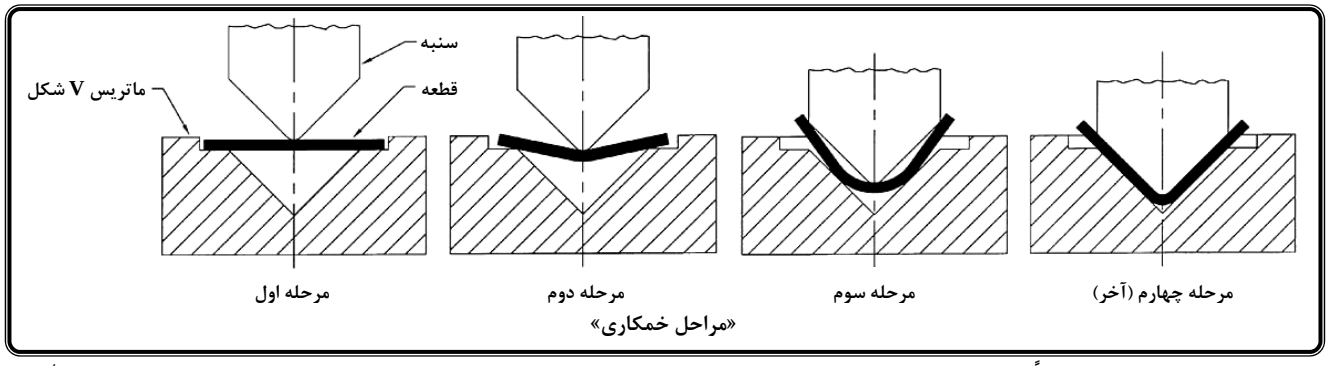
$$a \geq r + 2t \rightarrow a \geq 5 + (2 \times 2) \rightarrow a \geq 9mm$$

پس حداقل فاصله لبه سوراخ تا سطح ورق باید ۹ میلی‌متر باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir

مراحل خمکاری

با فشار سنبه خمکاری، مواد ابتدا بصورت الاستیک تغییر شکل می‌دهند. با خم کردن بیشتر و ایجاد تنشی بزرگتر از تنش تسلیم ورق، تغییر شکل ثابتی روی لبه خمکاری ایجاد می‌گردد.



«مراحل خمکاری»

کوچکترین شعاع خم مجاز عموماً به ضخامت ورق و ازدیاد طول نسبی مواد بستگی دارد و این مقدار برای جنس های مختلف فولاد ۰/۵t تا ۶t (t: ضخامت ورق) می‌باشد. اگر شعاع خم خیلی کوچک انتخاب شود، مواد بیش از تنش مجاز ازدیاد طول نسبی پیدا کرده و ضخامت آن کاهش پیدا می‌کند که به آن گلویی شدن (Necking) می‌گویند. محدوده گلویی دارای ترک و شکننده می‌باشد.

مثال ۳: یک ورق فولادی به ضخامت ۴ میلی‌متر قرار است خمکاری شود. اندازه مجاز شعاع خم چقدر می‌باشد؟

۱) ۶ تا ۲۶ میلی‌متر　　۲) ۱ تا ۸ میلی‌متر　　۳) ۱ تا ۱۲ میلی‌متر　　۴) ۲ تا ۲۴ میلی‌متر

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» شعاع خم مجاز برای جنس‌های مختلف فولاد ۰/۵t تا ۶t می‌باشد.

$R_1 = 0/5t = 0/5 \times 4 = 2mm$　　$R_2 = 6t = 6 \times 4 = 24mm$

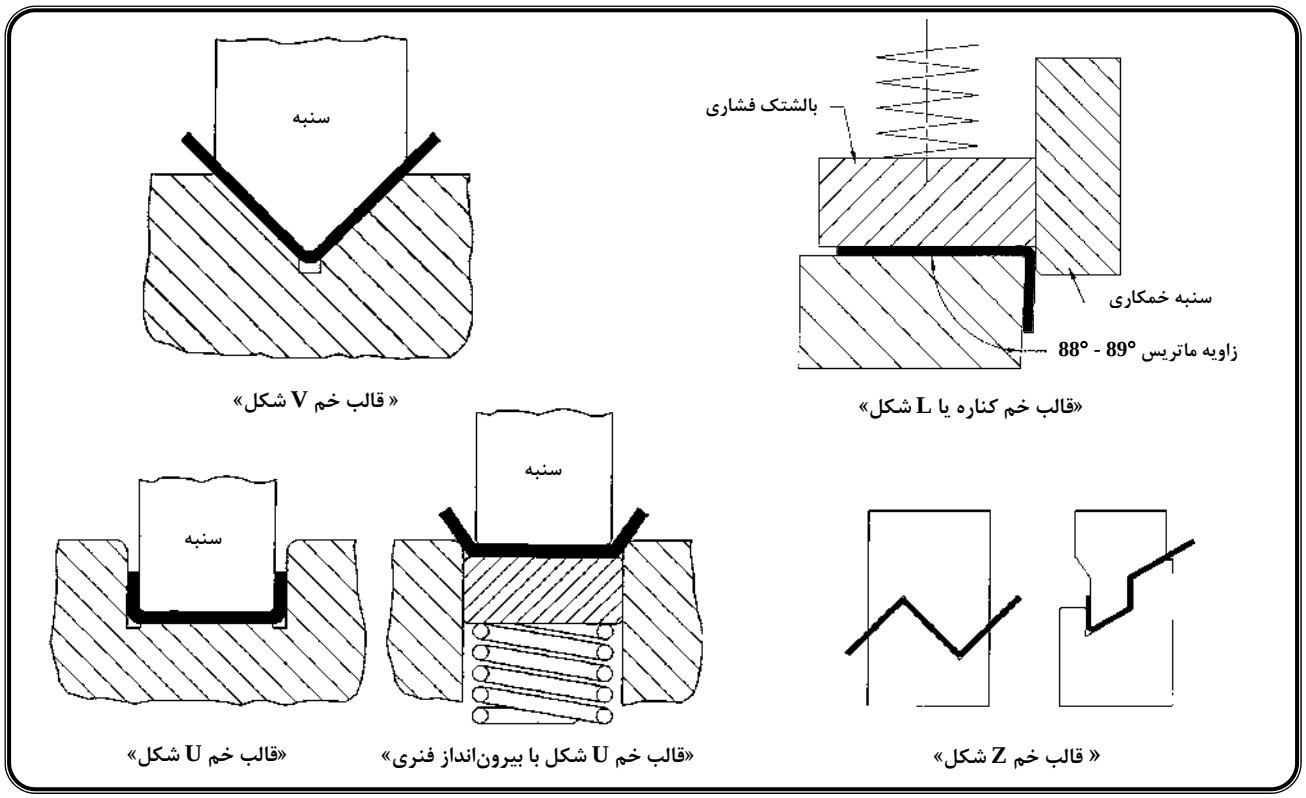
انواع قالب‌های خمکاری

در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان قالب‌های خمکاری را به دو گروه زیر تقسیم کرد:

۱ـ قالب‌های خم با حرکت مستقیم

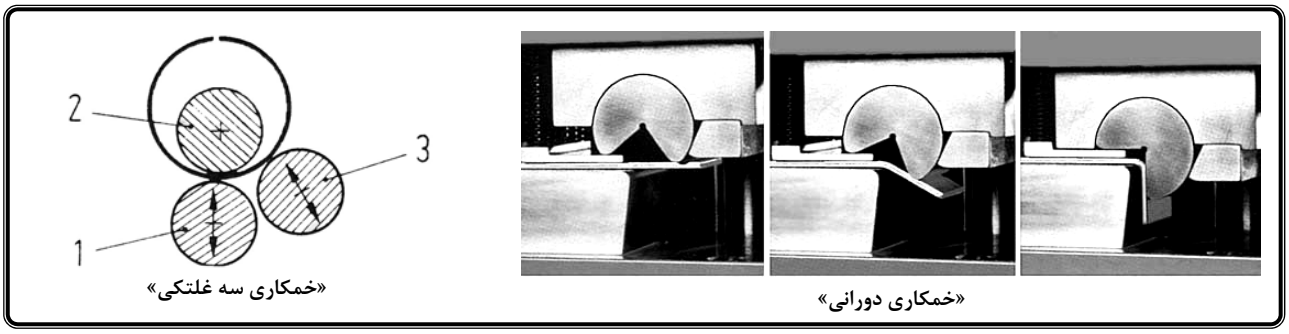
۲ـ قالب‌های خم با حرکت دورانی (Bending with rotary inserts)

قالب‌های خم با حرکت مستقیم شامل انواع روش‌های خم کناره یا L شکل، خم V شکل، خم U شکل و خم Z شکل می‌باشد.



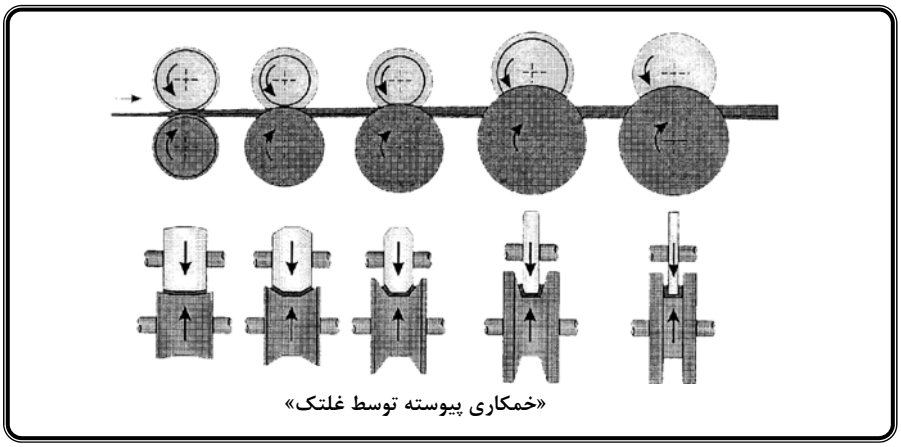
www.modaresanesharif.ac.ir

همچنین برای قالب‌های خم با حرکت دورانی می‌توان به روش‌های زیر اشاره نمود.



«خمکاری سه غلتکی»

«خمکاری دورانی»



«خمکاری پیوسته توسط غلتک»

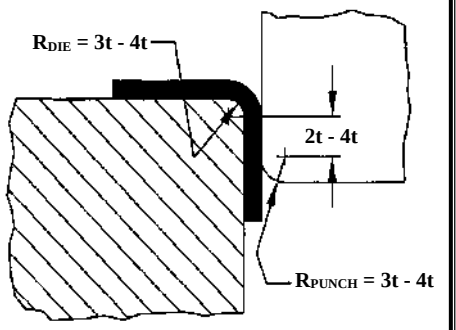
مثال ۴: کدام عملیات خمکاری با استفاده از قالب‌های خمکاری با حرکت مستقیم انجام نمی‌شود؟

۱) خم لوله ۲) خم نبشی ۳) خم U شکل ۴) خم Z شکل

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» قطعاتی همانند لوله توسط قالب‌های خم با حرکت دورانی تولید می‌شوند.

۱ـ ۱ـ قالب‌های خم کناره یا L شکل (Wipe Dies)

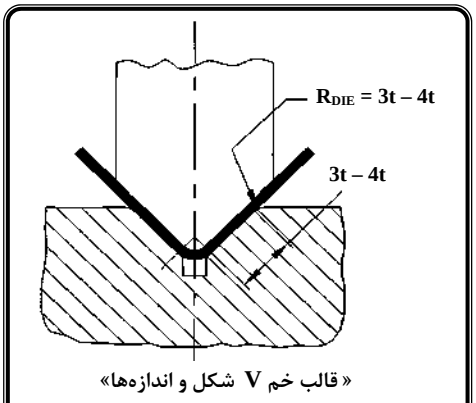
از محصولات تولیدی این قالب‌ها برای مثال می‌توان به نبشی‌ها اشاره کرد. به اندازه‌گذاری روی شکل توجه کنید. دراین قالب شعاع لبه سنبه و ماتریس $3t - 4t$ (سه تا چهار برابر ضخامت ورق) درنظر گرفته شده است. همچنین برای ایجاد کامل فرم خم، سنبه خمکاری باید به اندازه دو تا چهار برابر ضخامت ورق از مرکز شعاع لبه ماتریس پایین‌تر برود.



«قالب خم کناره یا L شکل و اندازه‌ها»

۲ـ ۱ـ قالب‌های خم V شکل:

این قالب‌ها ورق را به فرم V خم می‌کنند. در این قالب شعاع لبه دهانه ماتریس $3t - 4t$ می‌باشد. همچنین طول ضلع خم، برای ایجاد کامل شکل خم $3t - 4t$ می‌باشد.

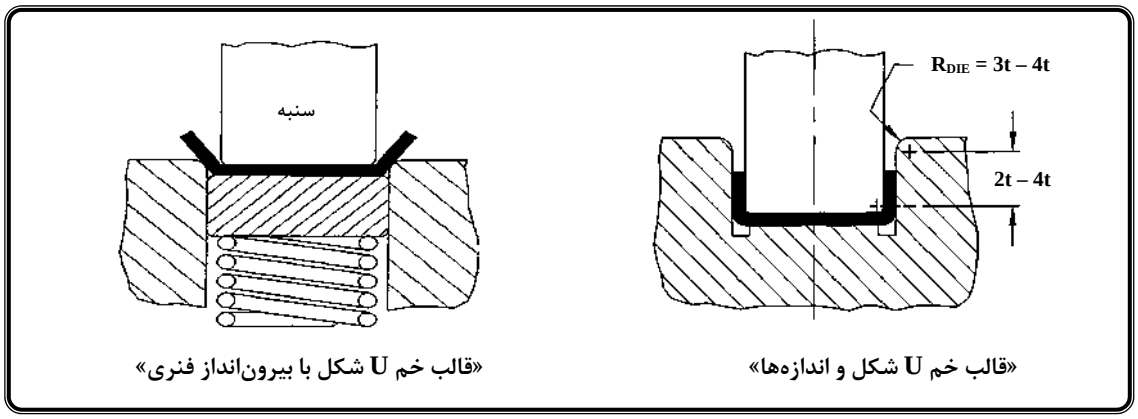


« قالب خم V شکل و اندازه‌ها»

www.modaresanesharif.ac.ir

۳ـ ۱ـ قالب‌های خم U شکل:

قطعات U شکل را می‌توان در یک قالب خمکاری و با یک سنبه چنان پرسکاری کرد که همه لبه‌های خمکاری به‌طور همزمان خمکاری شوند. قطعه کار بر اثر برگشت فنری خود در قالب گیر می‌کند، بنابراین قطعه توسط یک بیرون‌انداز فنری به بیرون پران می‌شود.

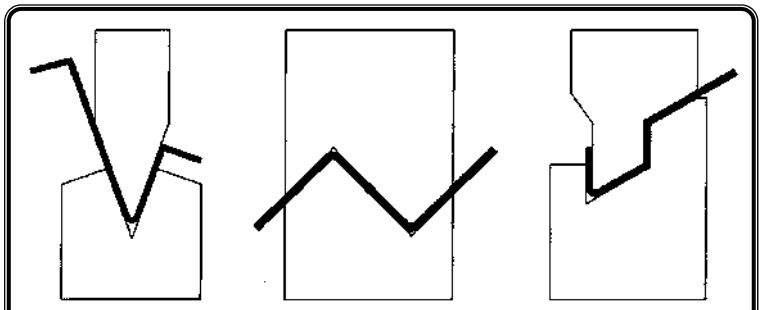


«قالب خم U شکل با بیرون‌انداز فنری» «قالب خم U شکل و اندازه‌ها»

در این قالب نیز شعاع لبه ماتریس $3t - 4t$ می‌باشد و برای ایجاد کامل شکل خم، سنبه باید به اندازه $2t - 4t$ درون ماتریس پایین برود.

۴ـ ۱ـ قالب‌های خم Z شکل:

قطعات Z شکل را می توان در قالب‌های ساده و در دو مرحله کاری تولید کرد. اگر تیراژ تولید بالا باشد این قطعات را می‌توان توسط قالب‌های خم Z شکل، در یک مرحله پرس و خمکاری نمود.



«قالب خم Z شکل»

توجه : تارخنثی (Neutral Axis) محوری است که حین عمل خمکاری تنش در آن صفر است و در محاسبه طول خم مهم می‌باشد. محور خنثی در سطوح منظم و متقارن،قبل از خم در مرکز سطح قرار دارد و بعد از خم بسته به نسبت $\frac{r}{t}$ (شعاع خم به ضخامت ورق) به سمت داخل خم کشیده می‌شود.

مثال ۵: در حین عمل خمکاری، در کدام قسمت قطعه تنش صفر می‌باشد؟

۱) سطح داخلی خم

۲) سطح خارجی خم

۳) روی محور خنثی (NA)

۴) در خمکاری، تنش در هیچ قسمتی از قطعه صفر نیست.

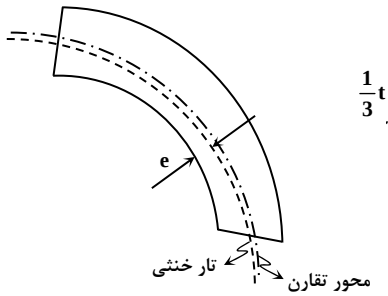
☑ **پاسخ:** گزینه «۳» در عمل خمکاری تنش روی محور خنثی صفر می‌باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir

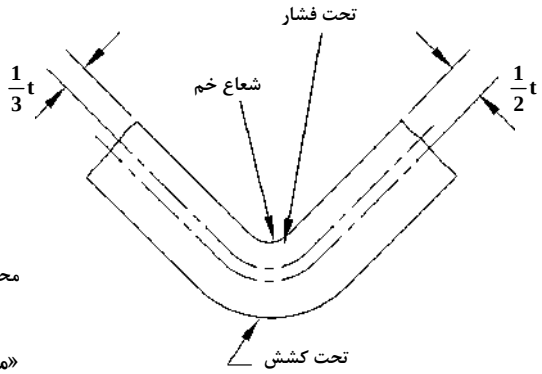
$\frac{r}{t} > ۴ \longrightarrow \boxed{e = ۰/۵t}$

$۲ \le \frac{r}{t} \le ۴ \rightarrow \boxed{e = ۰/۴t}$

$\frac{r}{t} < ۲ \longrightarrow \boxed{e = ۰/۳۳t}$



«محل تار خنثی»



باید توجه داشت که در هنگام خمکاری سطح داخلی خم فشرده و سطح خارجی خم کشیده می‌شود.

مثال ۶: ورقی به ضخامت ۴mm با سنبه‌ای به شعاع ۷mm خمکاری می‌گردد. مطلوبست فاصله تار خنثی از سطحی که به آن تنش کششی وارد می‌شود؟

۱) ۱/۳۳ میلی‌متر ۲) ۲/۶۷ میلی‌متر ۳) ۲ میلی‌متر ۴) تار خنثی در وسط است.

☑ **پاسخ:** گزینه «۲»

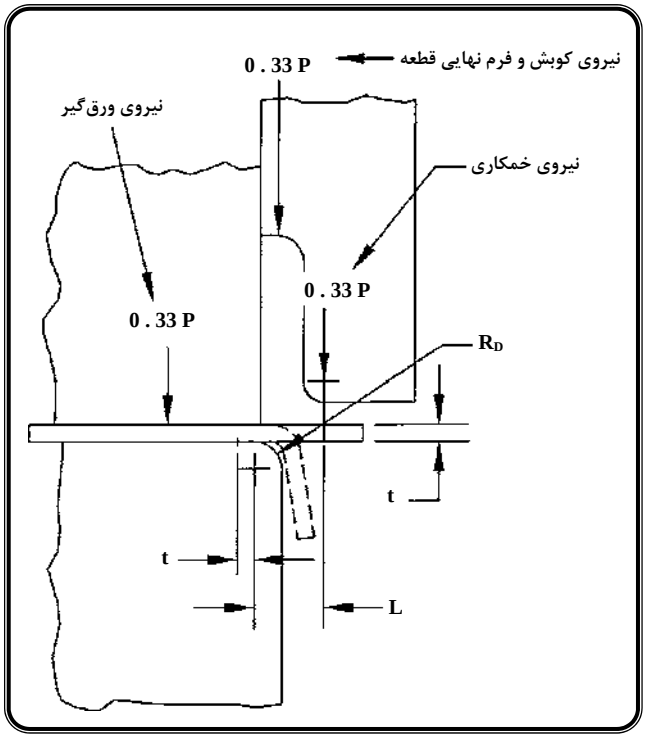
$\frac{r}{t} = \frac{۷}{۴} = ۱/۷۵ \qquad ۱/۷۵ < ۲ \rightarrow e = ۰/۳۳t \rightarrow e = ۰/۳۳ \times ۴ = ۱/۳۳mm$

$۴ - ۱/۳۳ = ۲/۶۷mm$ = فاصله تار خنثی از سطح با تنش کششی

محاسبه نیروهای خمکاری

به نیروی مورد نیاز پرس برای اینکه عمل خمکاری کامل و صحیح انجام شود، نیروی خمکاری گویند.
نیروی موردنیاز برای خمکاری در انواع قالب‌ها متفاوت بوده و از روابط خاص خود محاسبه می‌شود.

۱ـ نیروی خمکاری قالب‌های L شکل:



$$F_L = ۰/۳۳۳ \frac{SWt^۲}{L}$$

$L = R_P + R_D + C$

F_L = نیروی خمکاری L شکل

S = استحکام ورق بر حسب $\frac{kg}{mm^۲}$

W = عرض ورق در موضع خمکاری

t = ضخامت ورق

R_P = شعاع سنبه

R_D = شعاع ماتریس

C = لقی بین سنبه و ماتریس

توجه : همانگونه که در شکل نیز مشاهده می‌گردد، نیروی ورق‌گیر مورد نیاز در قالب‌های خمکاری L شکل، برابر نیروی خمکاری در این قالب‌ها، می‌باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۷: ورقی به ضخامت ۳ میلی‌متر و استحکام ۳۷ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع توسط قالب L شکل، خم ۹۰ درجه می‌شود. عرض ورق در موضع خمکاری برابر ۸۰ میلی‌متر و شعاع لبه سنبه، شعاع لبه ماتریس و لقی بین آن‌ها به‌ترتیب ۲۲ میلی‌متر، ۱۸ میلی‌متر و ۳ میلی‌متر می‌باشد. نیروی خمکاری موردنیاز کدام است؟

۱) ۲۰۶kg ۲) ۶۰۲kg ۳) ۵۳۴ton ۴) ۲۰۶ton

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» نیروی خمکاری در قالب‌های L شکل از روابط زیر محاسبه می‌گردد:

$$F_L = ۰/۳۳۳\frac{SWt^۲}{L}$$
$$L = R_P + R_D + C$$

حال مقادیر داده شده در صورت مثال را در روابط فوق جایگذاری می‌نماییم:

$$F_L = ۰/۳۳۳ \times \frac{۳۷(\frac{kg}{mm^۲}) \times ۸۰(mm) \times (۳mm)^۲}{(۲۲+۱۸+۳)mm} = ۲۰۶/۳kg$$

۲ـ نیروی خمکاری قالب‌های V شکل:

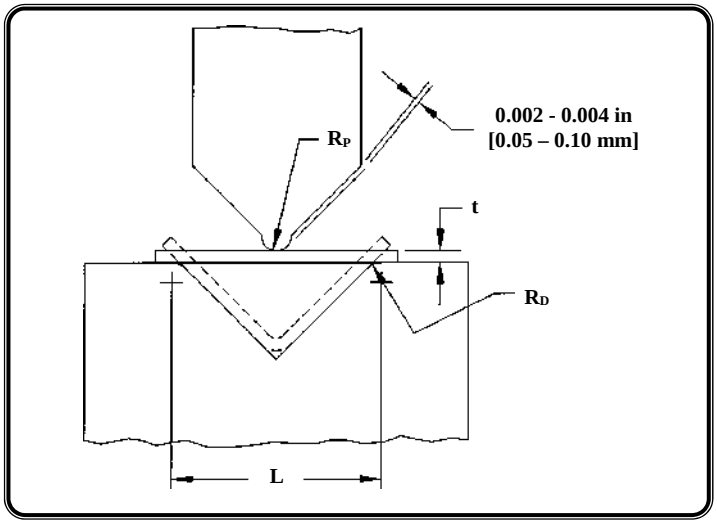
F_V = نیروی خمکاری V شکل

K_V = ضریب دهانه قالب

t = ضخامت ورق

L = عرض دهانه

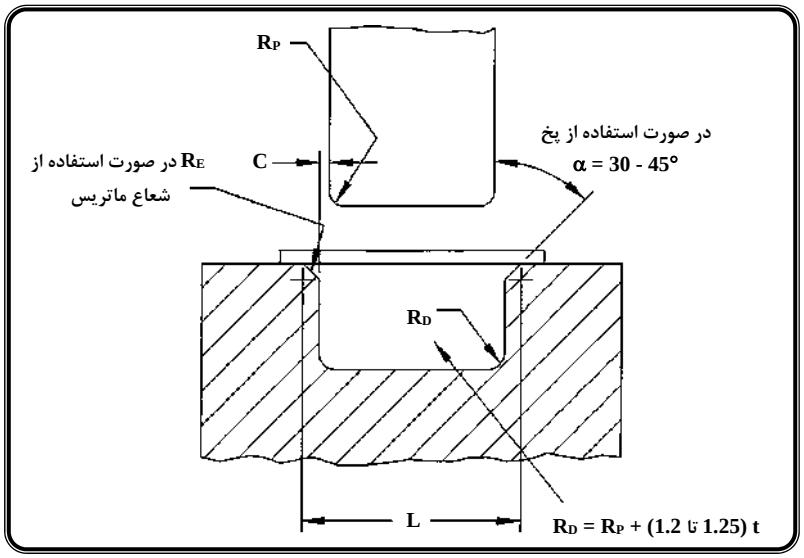
$$F_V = K_V\frac{SWt^۲}{L}$$



مقدار K_V بین ۰/۷۵ تا ۲/۵ می‌باشد که در کاربردهای متداول و عمومی این مقدار را ۱/۳۳۳ در نظر می‌گیریم. پس:

$$F_V = ۱/۳۳۳\frac{SWt^۲}{L}$$

۳ـ نیروی خمکاری قالب‌های U شکل:



www.modaresanesharif.ac.ir

F_U = نیروی خمکاری U شکل

$$F_U = K_U \frac{SWt^2}{R_E + R_D + C}$$

K_U = ضریب دهانه قالب

R_E = شعاع لبه بالایی ماتریس

R_D = شعاع لبه پایینی ماتریس

R_P = شعاع لبه سنبه

t = ضخامت ورق

ضریب دهانه قالب در قالب خم U شکل(K_U) می‌تواند از مقدار ۰/۴ تا ۱ تغییرنماید که در کاربردهای متداول و عمومی این مقدار را ۰/۶۶۶ در نظر می‌گیریم. پس:

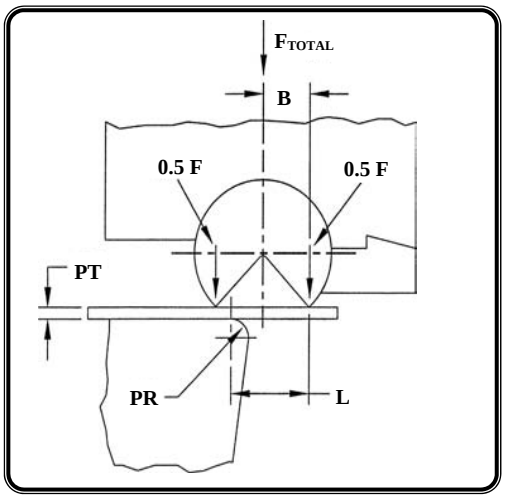
$$F_U = ۰/۶۶۶ \frac{SWt^2}{R_E + R_D + C}$$

شعاع لبه پایینی ماتریس (R_D) نیز از رابطه روبرو محاسبه می‌شود: $R_D = R_P + (۱/۲ \text{ تا } ۱/۲۵)t$

توجه : در قالب‌های خم U شکل اگر از بالشتک فشاری نیز استفاده شود، نیروی بالشتک فشاری (F_{pad}) نیز به مقدار F_U اضافه می‌شود.

$$F_U = ۰/۶۶۶ \frac{SWt^2}{R_E + R_D + C} + F_{pad}$$

۴ـ نیروی خمکاری قالب‌های دورانی:



که طول L از رابطه مقابل محاسبه می‌گردد:

$$F = ۲/۲۵S \frac{(PR)(PT)^2}{L}$$

$$L = PR + PT + B$$

مثال ۸: به‌ترتیب از بزرگ به کوچک کدام قالب نیاز به بیشترین نیروی خمکاری و کدام قالب نیاز به کمترین نیروی خمکاری دارد؟

۱) قالب خم L شکل ـ U شکل ـ V شکل

۲) قالب خم V شکل ـ U شکل ـ L شکل

۳) قالب خم U شکل ـ L شکل ـ V شکل

۴) نیروهای خمکاری در انواع قالب‌ها تفاوتی ندارد.

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» قسمت $\frac{SWt^2}{L}$ در کلیه روابط محاسبه نیروی خمکاری قالب‌ها ثابت می‌باشد و فقط ضرایب آن‌ها متفاوت می‌باشد. با توجه به ضرایب، مشاهده می‌شود که بیشترین نیرو مربوط به قالب خم V شکل و سپس U شکل و کم‌ترین نیرو مربوط به قالب خم L شکل می‌باشد.

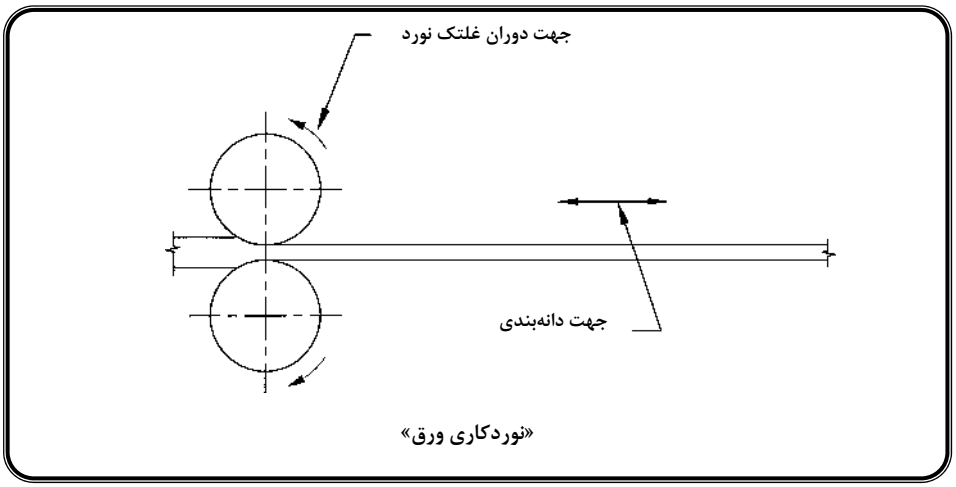
www.modaresanesharif.ac.ir

مدرسان شریف

فصل سوم

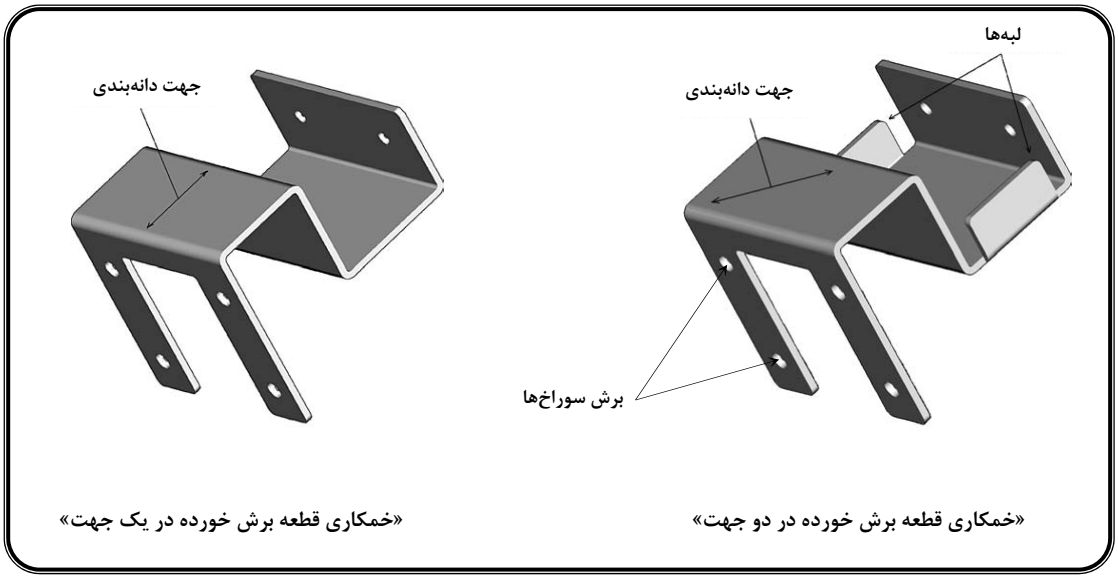
عملیات برش

ماده خام مورد استفاده برای تولید قطعات توسط قالب‌های پرس ورق‌های فلزی می‌باشد. این ورق‌ها توسط روش نوردکاری (Rolling) تولید می‌شوند. در شکل زیر جهت دانه‌بندی ورق‌های تولید شده با استفاده از روش نوردکاری نشان داده شده است.



«نوردکاری ورق»

در تولید قطعاتی که ابتدا برش خورده و سپس خم می‌شوند، در عملیات خمکاری باید به جهت دانه‌بندی ورق (جهت نورد) دقت نمود. با توجه به شکل‌های زیر جهت نورد و دانه‌بندی در قطعاتی که دارای یک یا دو جهت خم می‌باشند نشان داده شده است.



«خمکاری قطعه برش خورده در دو جهت» «خمکاری قطعه برش خورده در یک جهت»

www.modaresanesharif.ac.ir

مزایای قالب پرس

۱ـ سرعت تولید

سرعت تولید قالب‌های پرس بالا می‌باشد و از قالب‌ها برای تولید انبوه (Mass Production) استفاده می‌شود. به عنوان مثال توسط قالب‌های پرس می‌توان در عرض یک ثانیه، یک قطعه تولید کرد.

۲ـ یکسان بودن قطعات تولیدی

ماهیت قطعات تولیدی توسط قالب‌های پرس بصورتی است که اگر از خوردگی قالب صرفنظر کنیم، حتی از نظر تلرانس‌های دقیق، قطعات تولیدی دقیقاً یکسان می‌باشند.

۳ـ عدم نیاز به اپراتور متخصص

فقط در قسمت طراحی قالب به طراح متخصص نیاز است ولی اپراتوری که با قالب‌ها کار می‌کند، نیازی به تخصص ندارد.

۴ـ هزینه‌های پایین

قیمت تمام شده قطعات تولیدی به علت استفاده از اپراتور ساده و سرعت تولید بالا، پایین می‌باشد.

۵ـ امکان تولید

برخی قطعات خیلی کوچک و با سوراخ‌های ریز و دقیق و بعضی قطعات خیلی بزرگ در حد قطعات بدنه خودرو می‌باشند. تمامی این قطعات را براحتی می‌توان توسط قالب‌های پرس تولید کرد.

معایب و محدودیت‌های قالب‌های پرس

۱ـ هزینه اولیه طراحی و ساخت قالب بالاست.

۲ ـ هزینه‌های تعمیرات و نگهداری قالب‌ها قابل توجه است.

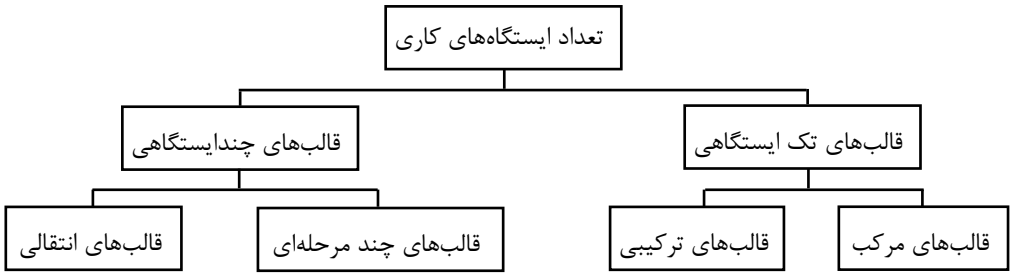
۳ـ فقط برای تولید انبوه قطعات به کار می‌رود.

۴ـ فقط برای تولید قطعات از ورق‌های فلزی به کار می‌رود.

طبقه‌بندی قالب‌ها

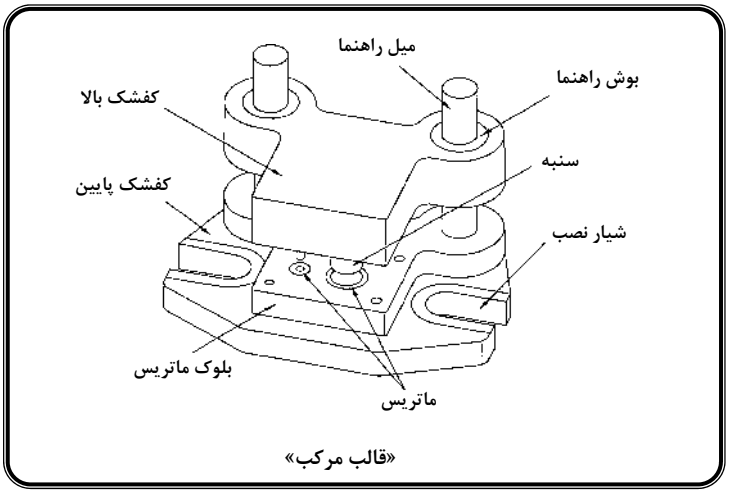
قالب‌های صنعتی را می‌توان براساس تعداد ایستگاه‌های کاری، ساختمان طراحی و کیفیت تولید محصول طبقه‌بندی نمود.

۱ـ طبقه‌بندی قالب‌ها براساس تعداد ایستگاه‌های کاری:



«طبقه‌بندی قالب‌ها براساس تعداد ایستگاه‌های کاری»

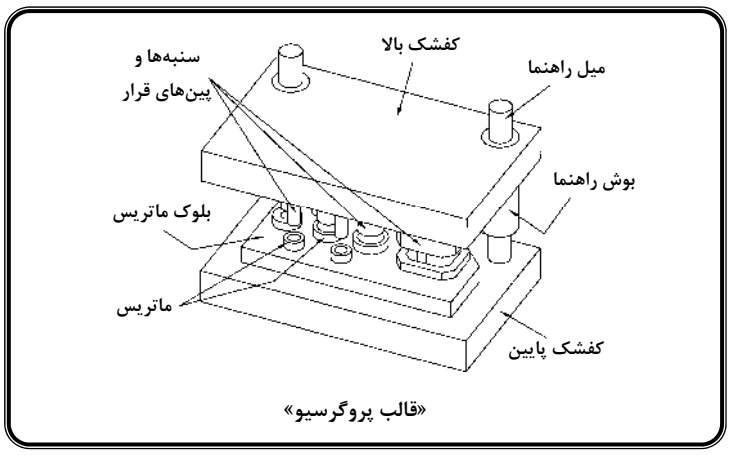
قالب مرکب (Compound die) قالبی است که در یک بار ضرب پرس، دو یا چند عملیات برش همزمان انجام می‌شود، مثلاً سوراخکاری و پولک‌زنی.



«قالب مرکب»

www.modaresanesharif.ac.ir

قالب چند مرحله‌ای یا پروگرسیو (Progressive die) از نوار ورق، قطعه‌ای تمام شده تولید می‌نماید. بدین معنی که نوار ورق بین ایستگاه‌های مختلف قالب جابجا شده و در هر ایستگاه فرآیندی خاص مثل برش و شکل‌دهی روی آن انجام خواهد گرفت.



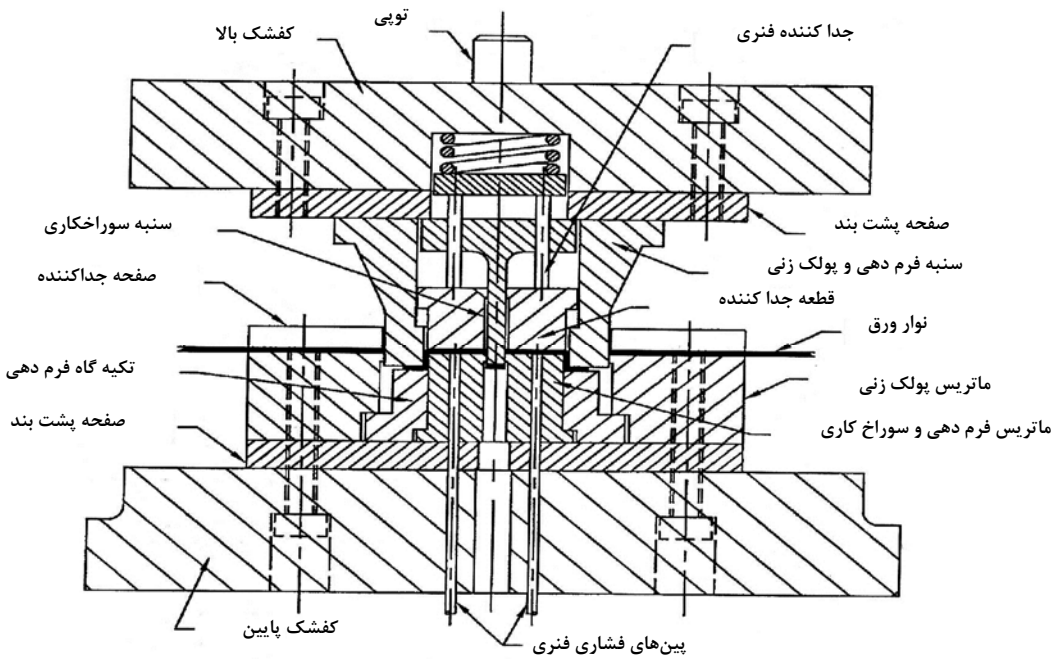
«قالب پروگرسیو»

مثال۱: قالبی که در یک ضرب پرس از عملیات‌های برشی و غیربرشی استفاده می‌کند چه نامیده می‌شود؟

۱) قالب چند مرحله‌ای ۲) قالب یک مرحله‌ای ۳) قالب ترکیبی ۴) قالب مرکب

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» قالب‌های ترکیبی در یک ضرب پرس از عملیات‌های برشی و غیربرشی استفاده می‌کنند.

شکل زیر نشان دهنده یک قالب ترکیبی برای ساخت یک قطعه فلنج‌دار سوراخ‌دار می‌باشد.



«قالب مرکب ساخت یک فنجان سوراخ‌دار»

قالب‌های چند ایستگاهی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که یک سری فرآیندهای متوالی لازم است تا قطعه به شکل کامل تولید شود. یعنی در هرکورس پرس، قسمتی از قطعه تشکیل می‌شود.

در قالب‌های انتقالی، با وجود یک کفشک، بلانک موجود بصورت مکانیکی از ایستگاهی به ایستگاه دیگر توسط بازوهایی منتقل می‌شود.

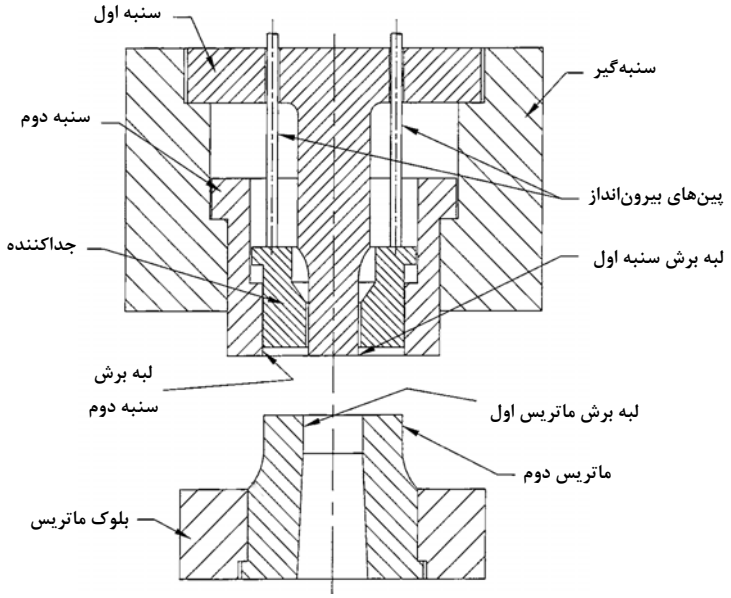
www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۲: برای ساخت تیراژ بالای قطعاتی که موقعیت فرم داخل نسبت به خارج دقیق است از کدام قالب استفاده می‌گردد؟

۱) قالب برش مرکب یک مرحله‌ای ۲) قالب برش مرکب چندمرحله‌ای

۳) قالب برش مرکب سری ۴) قالب برش ساده

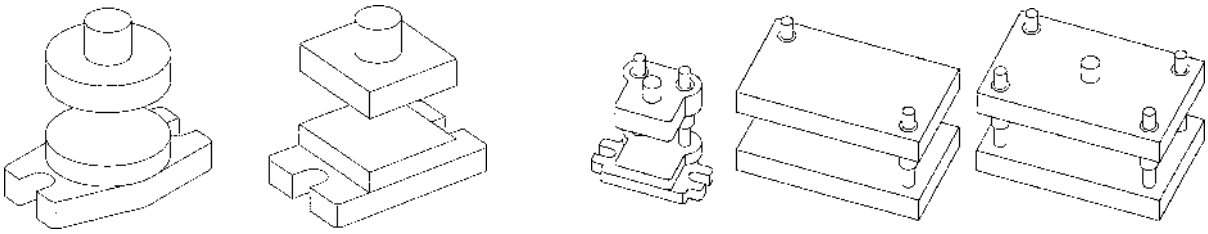
☑ **پاسخ:** پاسخ گزینه «۱» همانند شکل زیر که محصول تولیدی آن واشر می‌باشد و در یک ضرب پرس سوراخ داخل و پولک خارج زده می‌شوند.



توجه : قالب‌های برش ساده برای تولید قطعات ساده در تیراژ بالا و قالب‌های برش مرکب سری برای تولید قطعات کوچک و پیچیده در تیراژ بالا بکار می‌روند.

۲ـ طبقه‌بندی قالب‌ها براساس ساختمان طراحی:

براساس ساختمان طراحی قالب‌ها به دو گروه قالب‌های بدون راهنما (آزاد) و قالب‌های با راهنما تقسیم می‌شوند.



در قالب‌های بدون راهنما سنبه فقط توسط سینه پرس هدایت می‌گردد. این قالب‌ها برای تولید قطعات ساده با تیراژ پایین مناسب می‌باشد. در قالب‌های با راهنما، سنبه در داخل قالب و با راهنمایی اجزای قالب هدایت گردیده و بدین جهت نسبت به قالب‌های بدون راهنما دارای عمر و دقت بالاتری می‌باشد. راهنما در قالب می‌تواند بصورت میل راهنما، صفحه راهنما و ماتریس راهنما طراحی گردد.

توجه : بستگی به ابعاد قالب و تناژ مورد استفاده می‌توان از دو یا چهار میل راهنمای سنگ خورده و لپینگ شده استفاده نمود.

۳ـ طبقه‌بندی قالب‌ها براساس کیفیت تولید محصول:

براساس این طبقه‌بندی قالب‌ها به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند.

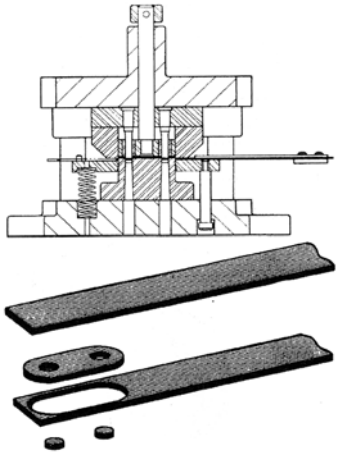
Class A ← قالب با نرخ تولید بالا (انبوه) و کیفیت بالا.

Class B ← قالب برای تولید تعداد محصولات متوسط و کیفیت متوسط.

Class C ← قالب برای تولید با حجم کم و کیفیت پایین.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۳: شکل زیر مربوط به کدام نوع قالب می‌باشد؟



۱) قالب سوراخکاری

۲) قالب دوره‌بری

۳) قالب مرکب

۴) قالب خانکشی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» در قالب‌های مرکب عملیات سوراخکاری و پولک‌زنی، همزمان و در یک ایستگاه انجام می‌شود.

مثال۴: در طبقه‌بندی قالب‌ها براساس ساختمان طراحی، قالب‌ها به چه گروه‌هایی تقسیم می‌شوند؟

۱) به سه کلاس A , B , C تقسیم می‌شوند. ۲) به دو گروه بدون راهنما و با راهنما تقسیم می‌شوند.

۳) به دو گروه تک ایستگاهی و چند ایستگاهی تقسیم می‌شوند. ۴) به دو گروه ساختمان ساده و پیچیده تقسیم می‌شوند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» همان طور که بیان شد براساس ساختمان طراحی، قالب‌ها به دو گروه قالب‌های بدون راهنما (آزاد) و قالب‌های با راهنما تقسیم می‌شوند.

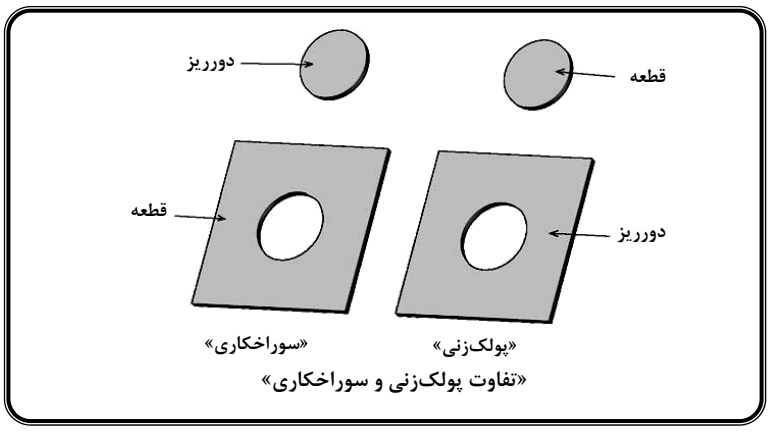
بررسی انواع فرآیندهای پرسکاری

انواع فرآیندهای پرسکاری که توسط قالب‌های صنعتی انجام می‌شود، به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ پولک‌زنی (Blanking): این قالب‌ها با برش خطوط محیطی، قطعه مورد نظر را از ورق جدا کرده و قطعه‌ای بصورت پولک ایجاد می‌گردد.

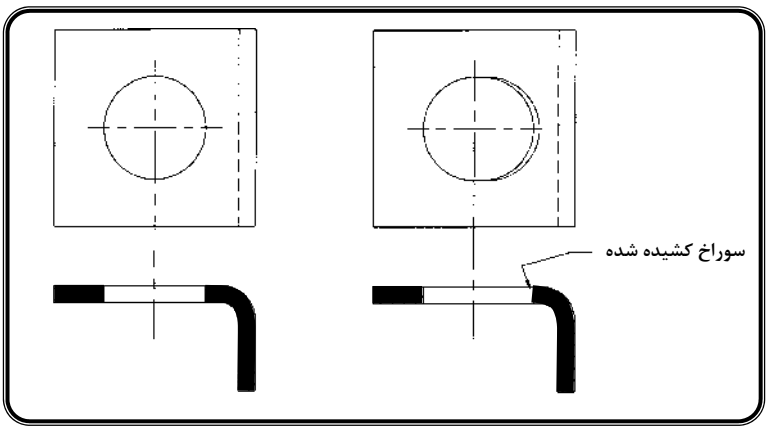
۲ـ سوراخکاری(Piercing or Punching): قالب‌های سوراخکاری جهت ایجاد سوراخ در قطعه پولک و یا در قطعات کششی طراحی می‌گردند.

تفاوت دو روش فوق در شکل زیر نمایش داده شده است.



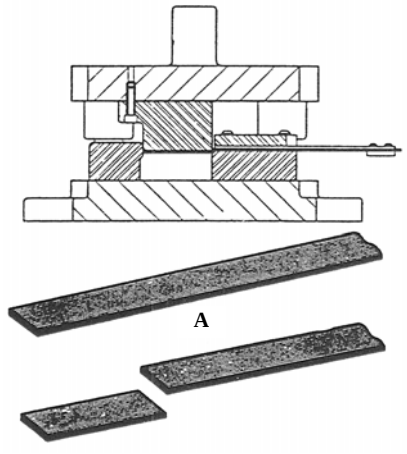
«تفاوت پولک‌زنی و سوراخکاری»

✶ سوراخ‌ها باید پس از مرحله شکل‌دهی ایجاد شوند و یا فاصله مناسب بین سوراخ و موضع خمکاری وجود داشته باشد، زیرا همانند شکل زیر سوراخ‌ها به هنگام شکل دادن دچار کشیدگی یا تاب می‌شوند.



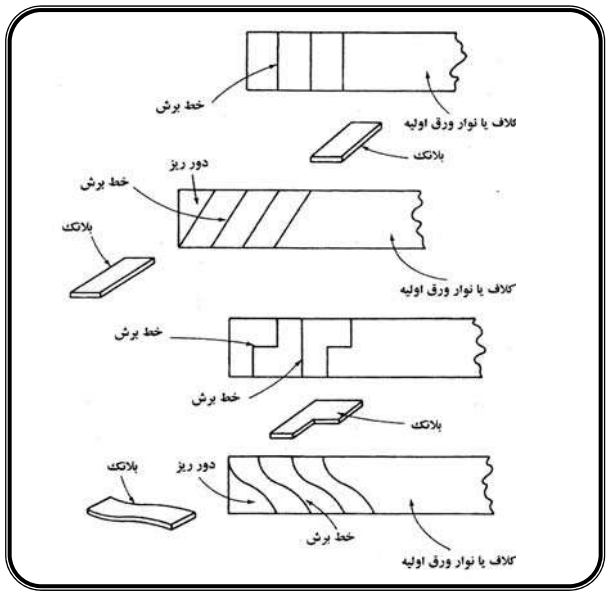
www.modaresanesharif.ac.ir

۳ـ قطع (Cut off): وظیفه این قالب‌ها برش نوار در طول‌های کوچکتر و ایجاد قطعه پولک ساده می‌باشد.

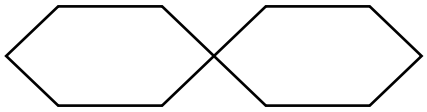


«قالب قطع»

نمونه‌هایی از قطعاتی که می‌توان توسط قالب قطع تولید کرد، در شکل‌های زیر نشان داده شده است.

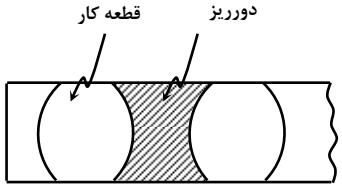


✶ شرایط استفاده از قالب‌های قطع:



۱ـ کناره‌های قطعه (لبه‌ها) باید دو خط مستقیم و موازی می‌باشند (ضلع‌های بالایی و پایینی)
۲ـ شکل جانبی قطعات باید به گونه‌ای باشدکه پس از کنار هم قرار دادن قطعات بریده شده، فاصله خالی بین آنها نباشد. به عنوان مثال قطعه روبرو را نمی‌توان توسط قالب قطع تولید کرد.
در قالب‌های قطع، سنبه فقط یک تیغه است و مانند گیوتین عمل می‌کند. در این حالت، نیروی برش حداقل بوده و دور ریز حداقل مقدار می‌باشد.

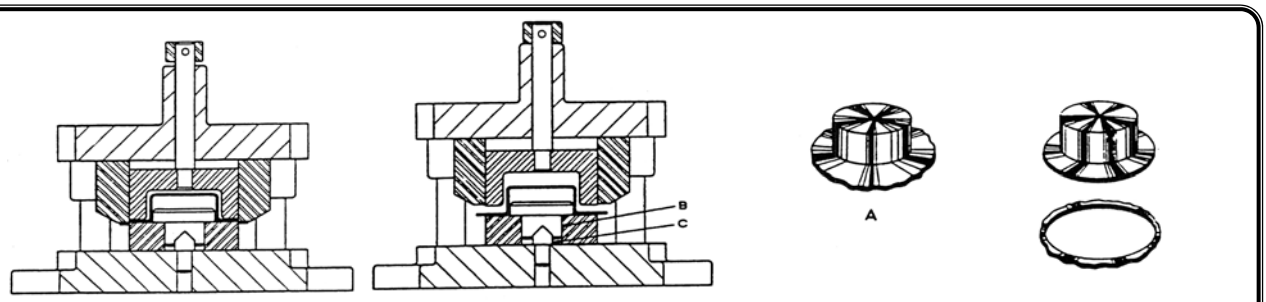
۴ـ قالب‌های قطعه زنی (Parting) :



این نوع قالب‌ها برای قطعاتی هستند که کناره‌ها دو خط موازی، اما شکل قطعات به گونه‌ای است که قابل چسباندن به یکدیگر نیستند و مجبور به گذاشتن فاصله هستیم. شکل سنبه به صورت دور ریز می‌باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir

۵ـ دور بری (Trimming) این قالب‌ها قسمت‌های اضافی و موجدار قطعات شکل‌دهی و کشیده شده را جدا می‌کنند.



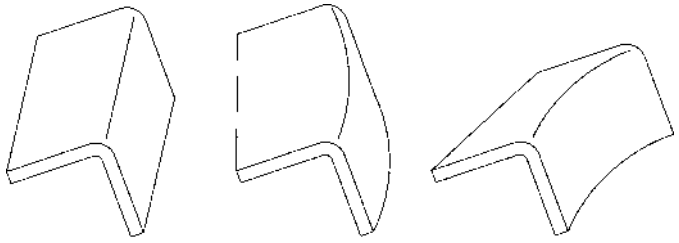
«قالب دور بری»

۶ـ دور بری دقیق و تکمیلی (Shaving): این قالب جهت برش پلیسه‌ها و مازاد از اطراف قطعه و سوراخ‌ها بکار می‌رود تا سطح برش خورده براق و عمودی شود.

۷ـ خمکاری (Bending): با این قالب‌ها می‌توان قطعات را تحت زاویه خم کرد. خط خم در اینگونه قطعات در امتداد طول کلی آن مستقیم است.

۸ـ شکل‌دهی یا فرم‌دهی (Forming):

قالب‌های شکل‌دهی مشابه قالب‌های خمکاری هستند با این تفاوت که خط خم می‌تواند منحنی باشد و تغییر شکل پلاستیک در قطعه شدیدتر می‌باشد.

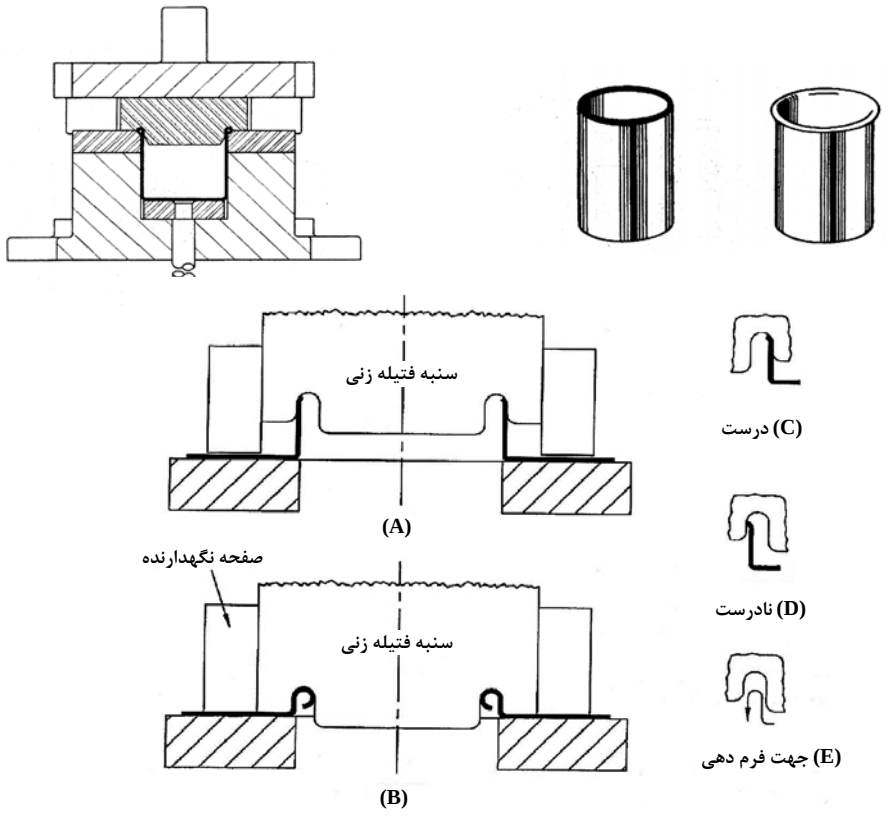


«خمکاری» «فر م‌دهی»

«تفاوت فرم‌دهی و خمکاری»

۹ـ کشش (Drawing): قالب‌های کشش برای تهیه قطعات استوانه‌ای و پوسته‌ای شکل حجیم بکار می‌رود.

۱۰ـ لب برگردانی یا فتیله‌زنی (Curling): از این قالب برای برگرداندن لبه قطعات کشیده شده به منظور بالاتر بردن استحکام استفاده می‌شود.

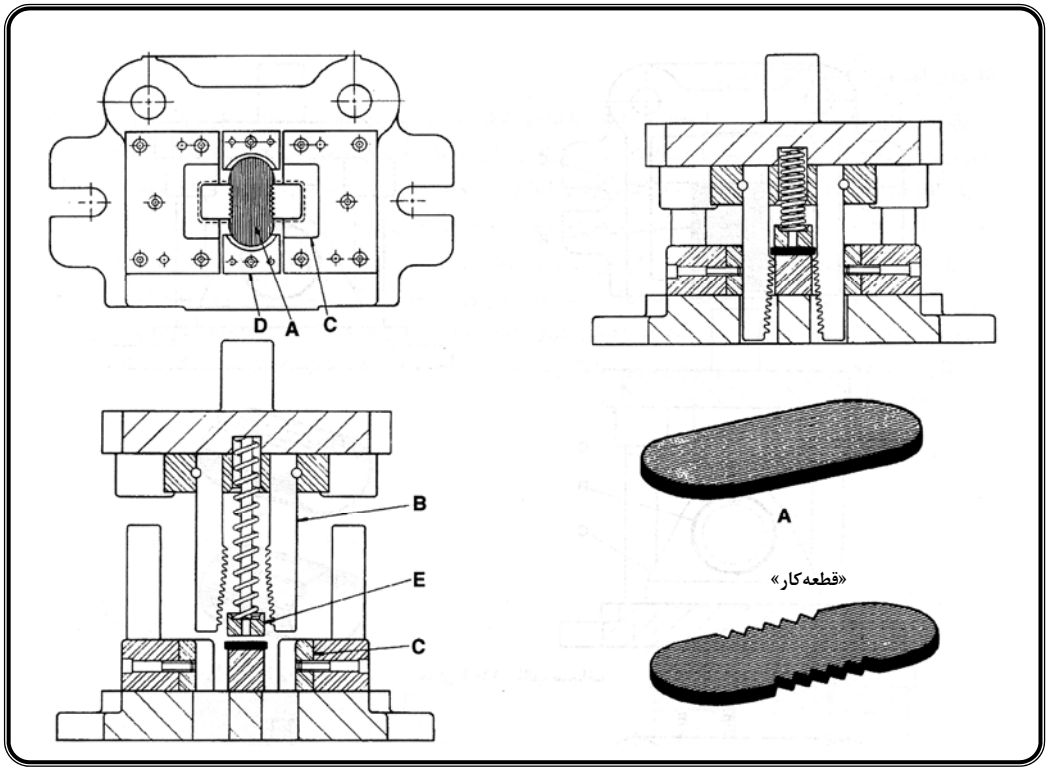


www.modaresanesharif.ac.ir

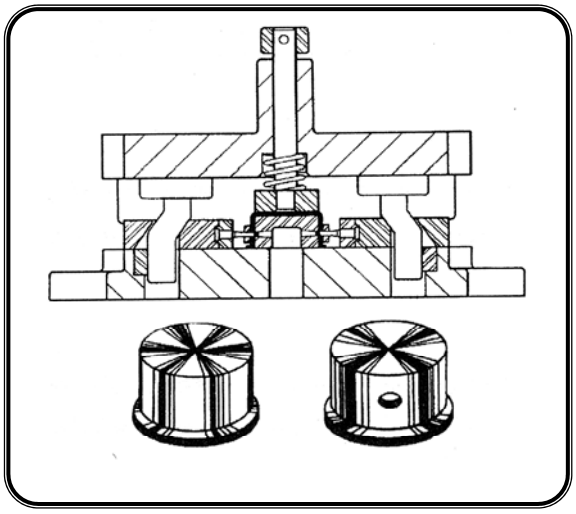
۱۱ـ سکّه‌زنی یا شکل دادن سرد (Cold coining): در این فرآیند پرسکاری، فلز وادار به سیلان شده تا شکل حفره قالب را به خود بگیرد.

۱۲ـ پرسکاری دقیق: این قالب‌ها جهت ایجاد قطعات ظریف مثل عقربه ساعت بکار می‌روند.

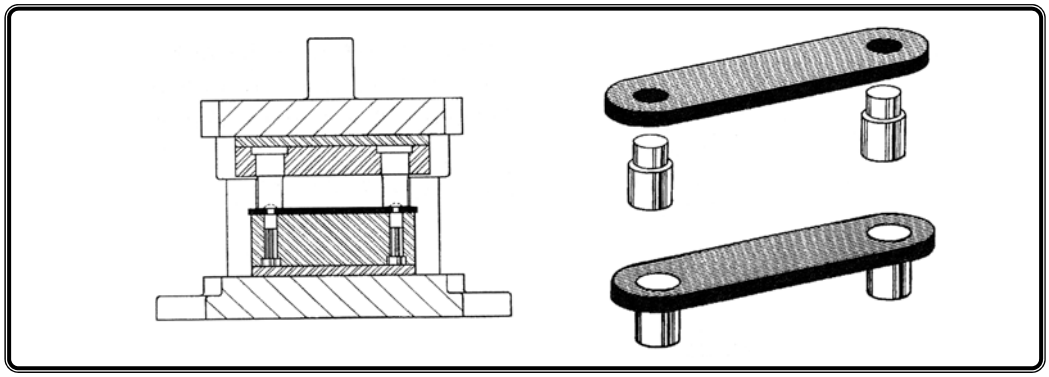
۱۳ـ خان‌کشی (Broaching): توسط این قالب دندانه‌های ظریفی در لبه قطعات پرسکاری ایجاد می‌گردد.



۱۴ـ بادامک جـانبی: توسـط ایـن قالـب‌هـا چنـدین سـوراخ بطـور همزمان در سطح جانبی قطعات استوانه‌ای ایجاد می‌گردد.



۱۵ـ مونتاژ (Assembly): این قالب‌ها با سرعت زیادی عمل مونتاژ قطعات را انجام می‌دهند.



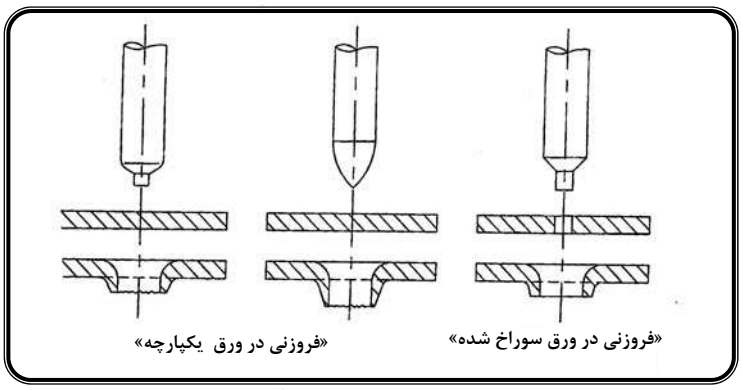
www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۵: جهت برش پلیسه‌ها و مازاد اطراف قطعه از کدام قالب استفاده می‌شود؟

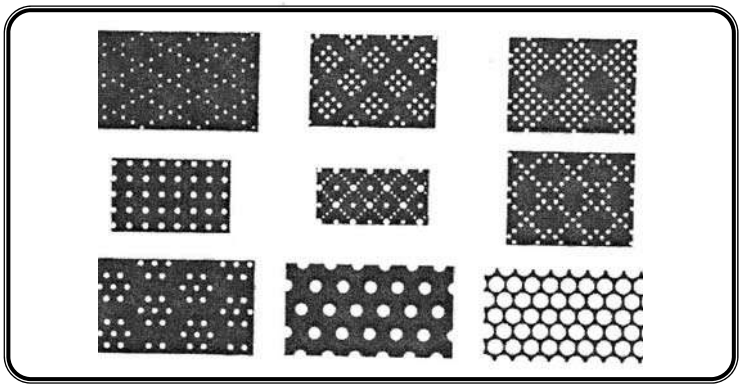
۱) دوربری تکمیلی ـ که سطح برش خورده را براق و عمودی می‌کند.
۲) دوربری تکمیلی ـ که سطح برش خورده را مات و منظم می‌کند.
۳) لب برگردانی ـ که سطح برش خورده را براق و عمودی می‌کند.
۴) قطع ـ که پلیسه‌های اضافی را قطع و سطح برش را براق می‌کند.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» از قالب‌های دوربری تکمیلی (Shaving) برای برش پلیسه‌ها و مازاد اطراف قطعه استفاده می‌شود که پس از انجام این عملیات سطح برش خورده، براق و عمودی می‌شود.

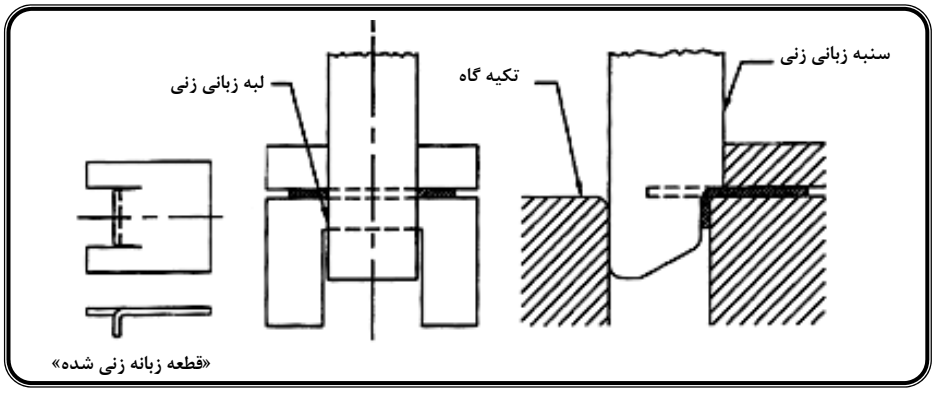
۱۶ـ فروزنی (Plunging): همانگونه که در شکل زیر دیده می‌شود، در این فرآیند به جای برش، پارگی صورت گرفته و این پدیده به خوبی توسط گوشه‌های دندانه‌دار در لبه سوراخ قابل شناسایی است. در این نوع فرآیند، سنبه فرو رونده به جای لبه برشی دارای نوک گلوله‌ای شکل است که باعث ایجاد پارگی به جای برش می‌شود. فرآیند فروزنی دور ریزی به همراه ندارد.



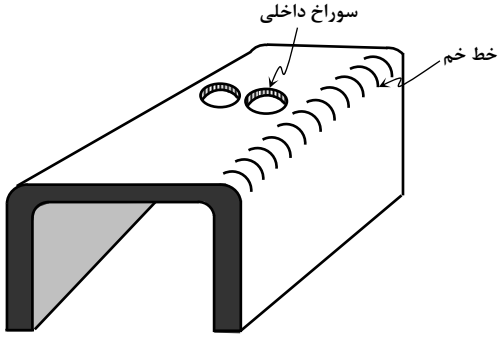
۱۷ـ منگنه زنی (Perforating): در مواقعی که لازم است سوراخ‌های متعددی با الگویی مشخص بر روی قطعه ایجاد شوند، از این فرآیند استفاده می‌شود. از این سوراخ‌ها ممکن است به منظور تزئین و یا برای عبور نور، صدا، سیال و گاز و همچنین فیلتر استفاده شود.



۱۸ـ زبانه‌زنی (Lancing): اگر برش در قسمتی از ناحیه میانی ورق به صورتی انجام می‌گیرد که دور ریز از نوار ورق جدا نشود، آنگاه این برش را زبانه‌زنی گوییم.

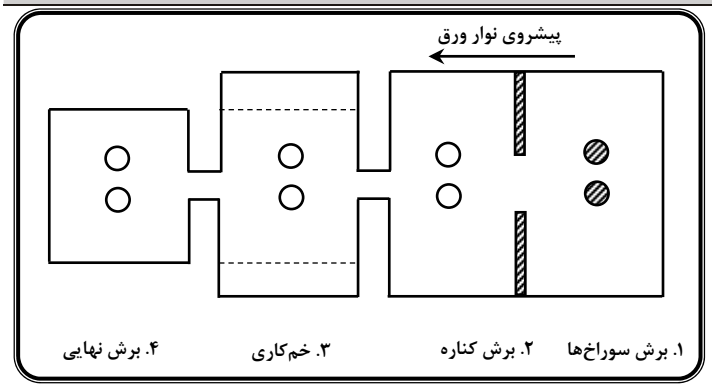


به شکل روبرو دقت کنید:



www.modaresanesharif.ac.ir

تا زمانی که تمامی فرآیندهای مورد نیاز قطعه انجام شده باشد، نباید آن را برش داده و از نوار ورق جدا کنیم. در ایستگاه اول همیشه شکل‌های اولیه نظیر سوراخ و کناره بری را انجام می‌دهیم. در ایستگاه‌های بعد، عملیات‌های خمکاری و فرم‌دهی را انجام داده و نهایتاً قطعه را برش می‌زنیم.



عملیات برش

برش فرآیندی بدون براده برداری است که برای جدایش فلزات بکار می‌رود و بدین صورت اتفاق می‌افتد که قطعه‌کار ما بین دو لبه برش (قیچی) که از کنار هم می‌گذرند قرار گرفته و بریده می‌شود. برش با قالب‌های برش مانند عمل قیچی کردن می‌باشد که قطعه‌کار (نوار ورق) بین سنبه و ماتریس قرار گرفته و بریده می‌شود.

عمل برش طی مراحل زیر صورت می‌گیرد:

۱ـ مواد در نتیجه حرکت و نفوذ سنبه ابتدا بصورت الاستیک تغییر شکل می‌دهد.

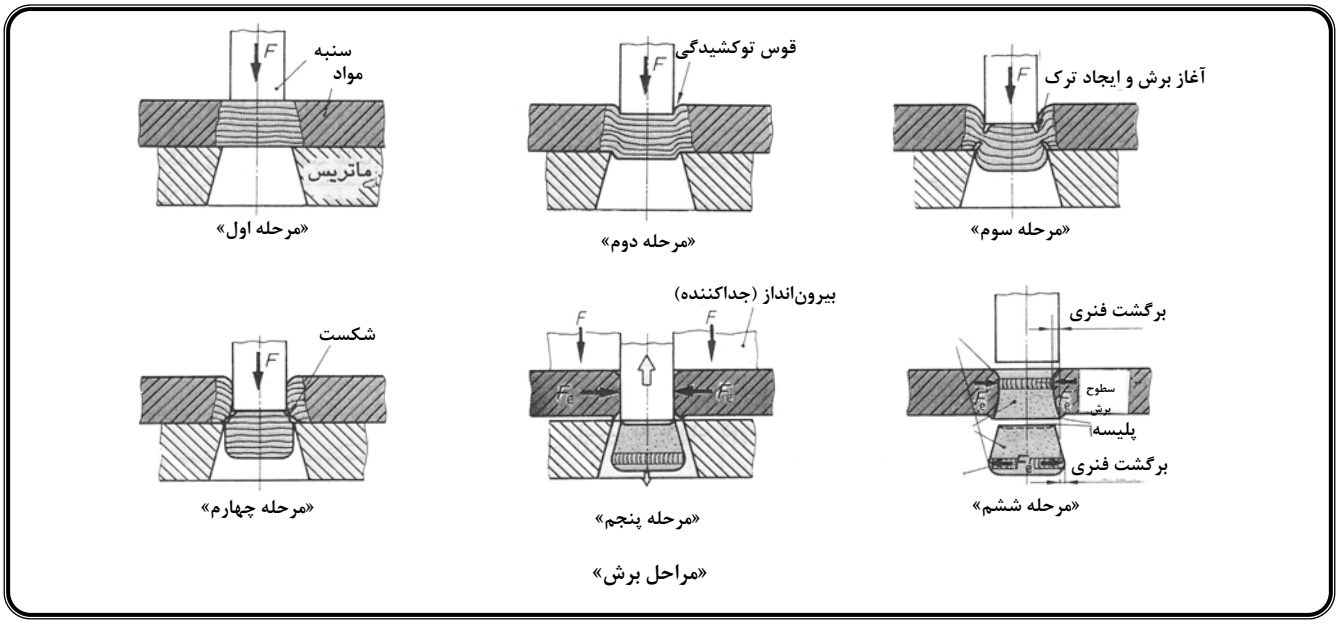
۲ـ با ادامه حرکت و نفوذ سنبه در قطعه‌کار الیاف مواد بازهم کشیده می‌شوند، بطوری که از حد الاستیک تجاوز و تغییر شکل ماندگار (پلاستیک) ایجاد می‌گردد. مواد از خارج به داخل لبه برش کشیده شده و در این منطقه قوس توکشیدگی ایجاد می‌گردد.

۳ـ با حرکت و نفوذ عمیق سنبه، الیاف مواد بازهم کشیده شده، بطوری که در نهایت بر استحکام برشی ورق غلبه می‌کند، ترک‌های ایجاد شده از گوشه لبه‌های سنبه و ماتریس بطرف هم حرکت می‌کنند.

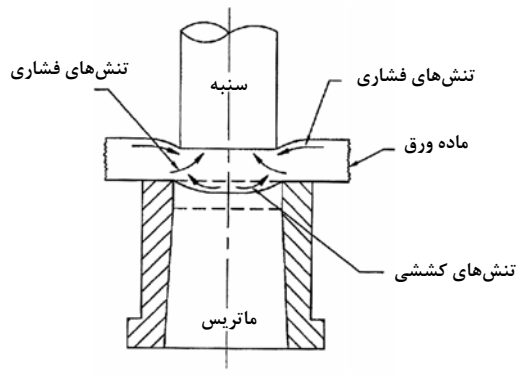
۴ـ سطح باقیمانده اکنون آنقدر کوچک است که با ادامه نفوذ سنبه ترک ادامه پیدا کرده و شکست مواد روی می‌دهد. سطوح شکست عمودی نبوده و نسبت به سطح نوار مایل است.

۵ـ هنگام نفوذ سنبه در مواد، نیروی الاستیک ظاهر شده که بصورت تغییر شکل برگشت فنری در مواد عمل می‌کند. بدین جهت سنبه تحت فشار زیاد قرار می‌گیرد.

۶ـ بعد از برگشت کامل سنبه مواد به علت خاصیت برگشت فنری دچار تغییر شکل می‌شود.



تنش‌های بوجود آمده در برش قطعات، بصورت شکل روبرو می‌باشد:



www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۶: مراحل برش در قالب‌های برش عبارت است از:

۱) نفوذ ـ تغییر فرم ـ پارگی　　۲) سیلان ـ نفوذ ـ پارگی　　۳) پارگی ـ نفوذ ـ تغییر فرم　　۴) تغییر فرم ـ نفوذ ـ پارگی

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» در عملیات برش، مواد ابتدا تحت تأثیر نیروی سنبه برش به‌صورت الاستیک تغییر فرم می‌دهند. سپس با بیشتر شدن تغییر فرم و غلبه تنش‌های ایجاد شده بر حد الاستیک فلز، سنبه درون مواد نفوذ می‌کند (در حدود $\frac{۱}{۳}$ ضخامت ورق). سپس ترک‌ها ایجاد می‌شوند و رشد می‌کنند و در نهایت پارگی رخ می‌دهد و قطعه از نوار ورق جدا می‌گردد.

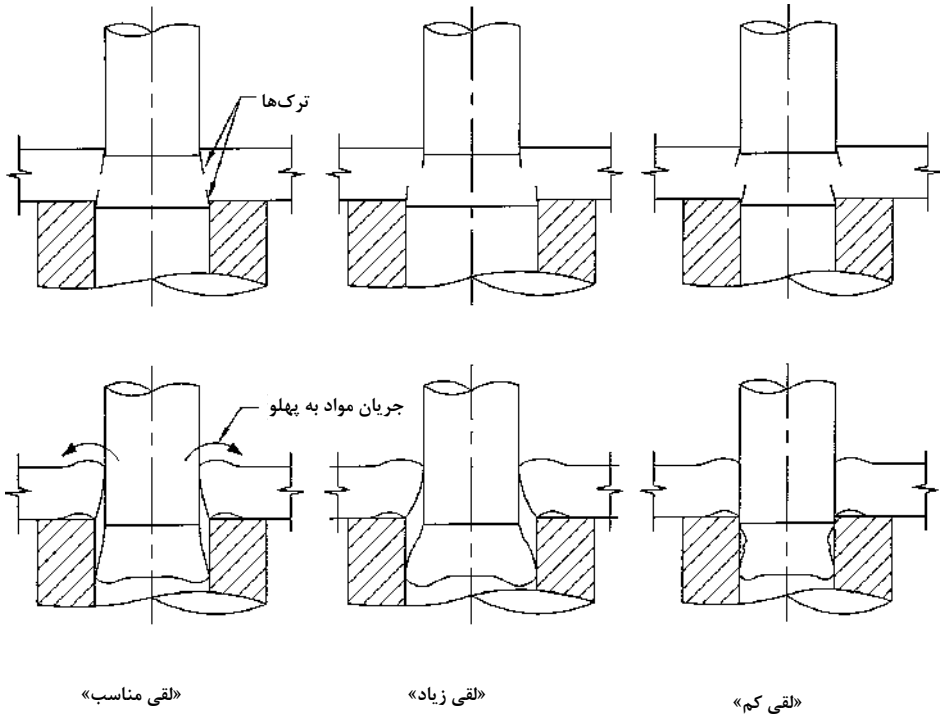
توجه : خاصیت برگشت فنری منجر می‌شود که پس از برش، سوراخ‌ها کمی کوچکتر و قطعات برش خورده کمی بزرگتر از قطر سنبه یا محفظه خالی ماتریس گردد.

لقی برش یا کلیرانس (Clearance)

فاصله بین لبه‌های برش سنبه و ماتریس را لقی برش، بازی برش یا کلیرانس گویند که برحسب ضخامت، سختی و دیگر خصوصیات ورق متفاوت است. در یک عمل برش مناسب و تمیز، سنبه در حدود $\frac{۱}{۳}$ ضخامت ورق را بصورت براق برش داده و $\frac{۲}{۳}$ باقیمانده آن مات می‌باشد.

برای برش دقیق و تمیز یک قطعه از نوار ورق، باید لقی بین سنبه و ماتریس مناسب و دقیق باشد. اگر لقی خیلی کم باشد، توان مصرفی برای پرس بالا خواهد رفت، همچنین شکاف‌های ایجاد شده در بالا و پایین نوار ورق توسط لبه‌های سنبه و ماتریس به یکدیگر نمی‌رسند و لبه‌های برش خورده در قطعه ناصاف و پلیسه‌دار خواهد شد.

اگر لقی بین سنبه و ماتریس زیاد باشد، در قطعه ایجاد شده حالت بشقابی ایجاد می‌گردد. تعیین و اجرای صحیح مقدار لقی باعث می‌شود لبه برش خورده فاقد براده و پلیسه بوده و همچنین عرض باند براق در محیط برش خورده به بیشترین مقدار خود برسد.



«لقی بین سنبه و ماتریس برش»

اندازه لقی بین سنبه و ماتریس به ضخامت، سختی و جنس نوار ورق بستگی دارد ولی این مقدار عموماً ۴ تا ۸ درصد ضخامت ورق توصیه می‌گردد. برای مثال لقی را در ورق‌های فولادی تا حدود ۸ درصد ضخامت ورق و در ورق‌های آلومینیومی تا حدود ۴ درصد ضخامت ورق در نظر می‌گیریم.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال ۷: اندازه لقی بین سنبه و ماتریس به کدام عامل بستگی ندارد؟

۱) عمق نفوذ ۲) جنس ورق ۳) دقت موردنیاز قطعه تولیدی ۴) ضخامت ورق

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» اندازه لقی بین سنبه و ماتریس به ضخامت و جنس ورق و دقت موردنیاز قطعه تولیدی بستگی دارد. چون لقی درصدی از ضخامت ورق است، پس با بالاتر رفتن ضخامت ورق لقی هم بیشتر می‌شود. لقی را در ورق‌های نرم‌تر، کمتر درنظر می‌گیریم و بالعکس. زیرا اگر اندازه لقی برش بیش از حد بهینه باشد قسمتی از عملیات برش به کشش تبدیل می‌گردد. برای قطعات دقیق‌تر، اندازه لقی را کمتر درنظر می‌گیریم (مثلاً در برش دقیق، لقی ۱٪ ضخامت ورق می‌باشد) ولی با کمتر از حد بهینه درنظر گرفتن لقی اصطکاک بالاتر رفته و سایش سنبه و ماتریس بیشتر می‌شود.

محاسبه لقی برش

برای محاسبه لقی برشی (CL) می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$CL = C.t.\sqrt{S}$$

که در آن:

CL: لقی برش (mm)

t: ضخامت ورق (mm)

S: استحکام برشی ماده ورق $(\frac{N}{mm^2})$

C : عدد ثابت که برای ضخامت‌های تا ۳/۲ میلی متر برابر $C = ۰/۰۰۰۱۲ - ۰/۰۰۰۸$ و برای ضخامت‌های بالاتر از ۳/۲ میلی متر برابر $C = ۰/۰۰۰۱۷ - ۰/۰۰۱۰$ در نظر گرفته می‌شود.

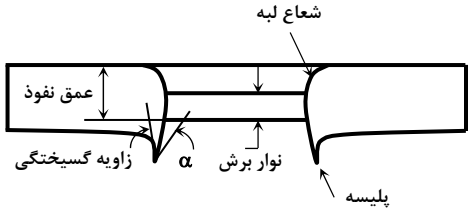
دقت داشته باشید که مقدار لقی محاسبه شده فوق، برای هر طرف (per side) می‌باشد.

STANDARD PUNCH AND DIE CLEARANCES

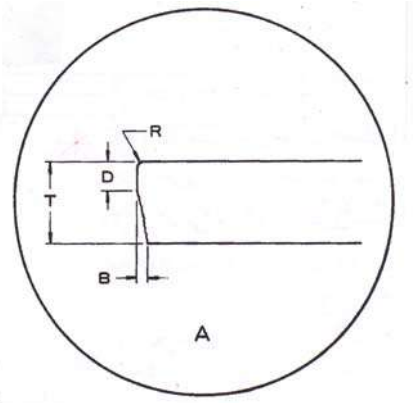
STOCK THICKNESS	SOFT STEEL	MEDIUM STEEL	HARD STEEL	STAINLESS STEEL	PHOSPHOR BRONZE	BRASS	COPPER	ALUMINUM
0.010	0.0006	0.0006	0.0007	0.0008	0.000[illegible]	0.0005	0.0005	0.001
0.020	0.0011	0.0012	0.0014	0.0016	0.0012	0.001	0.0009	0.002
0.030	0.0017	0.0018	0.0021	0.0024	0.0018	0.0015	0.0014	0.003
0.040	0.0023	0.0025	0.0028	0.0032	0.0025	0.002	0.0019	0.004
0.050	0.0029	0.0031	0.0035	0.004	0.0031	0.0025	0.0023	0.005
0.060	0.0035	0.0037	0.0043	0.0048	0.0037	0.003	0.0028	0.006
0.070	0.0041	0.0043	0.005	0.0056	0.0043	0.0035	0.0033	0.007
0.080	0.0047	0.005	0.0057	0.0064	0.005	0.004	0.0038	0.008
0.090	0.0052	0.0056	0.0064	0.0072	0.0056	0.0045	0.0042	0.009
0.100	0.0058	0.0062	0.0071	0.008	0.0062	0.005	0.0047	0.010
0.110	0.006	0.0069	0.0078	0.0088	0.0069	0.0055	0.0052	0.011
0.120	0.007	0.0075	0.0085	0.0096	0.0075	0.006	0.0057	0.012
0.130	0.0076	0.0081	0.0093	0.0104	0.0081	0.0065	0.0062	0.0162
0.140	0.0082	0.0087	0.010	0.0112	0.0087	0.007	0.0066	0.0175
0.150	0.0088	0.0093	0.0107	0.012	0.0093	0.0075	0.0071	0.0187
0.160	0.0094	0.010	0.0114	0.0128	0.010	0.008	0.0076	0.020
0.170	0.010	0.0106	0.0121	0.0136	0.0106	0.0085	0.008	0.0212
0.180	0.0105	0.0112	0.0128	0.0144	0.0112	0.009	0.0085	0.0225
0.190	0.0111	0.0118	0.0135	0.0152	0.0118	0.0095	0.009	0.0237
0.200	0.0117	0.0125	0.0142	0.016	0.0125	0.010	0.0095	0.025
0.210	0.0123	0.0131	0.015	0.0168	0.0131	0.0105	0.010	0.0262
0.220	0.0129	0.0137	0.0157	0.0176	0.0137	0.011	0.0104	0.0275
0.230	0.0135	0.0143	0.0164	0.0184	0.0143	0.0115	0.0109	0.0287
0.240	0.0141	0.015	0.0171	0.0192	0.015	0.012	0.0114	0.030
0.250	0.0147	0.0156	0.0178	0.020	0.0156	0.0125	0.0119	0.0312

www.modaresanesharif.ac.ir

مناطق برش



در شکل زیر مناطق مختلف حاصل از برش یک ورق فلزی نشان داده شده است.
ویژگی‌های برش ایده‌آل عبارتست از:
طول نوار برش زیاد، زاویه گسیختگی کم، پلیسه کوچکتر و شعاع لبه کوچکتر.



عمق مناطق برش به جنس و سختی ورق و کلیرانس قالب بستگی دارد. در کلیرانس ثابت هرچه ورق نرم‌تر باشد شعاع لبه و پلیسه بزرگتر خواهد بود، در نتیجه در ورق‌های نرم کلیرانس را کمتر در نظر می‌گیریم.

پدیده برش ثانویه

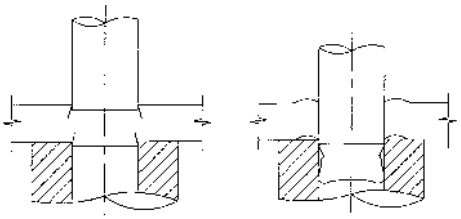
توجه کنید که اگر لقی برش از حد نرمال بیشتر باشد سبب می‌شود پلیسه‌ها دندانه‌دار شوند و سطح برش زبر و شکسته به نظر بیاید. همچنین اگر مقدار لقی بیش از حد کوچک انتخاب شود، پدیده «برش ثانویه» ایجاد می‌گردد که عبارت است از نرسیدن ترک‌های ایجاد شده بوسیله سنبه و ماتریس به یکدیگر و ایجاد سطح برش ناصاف. وقتی لقی کمتر از حد بهینه است نیروی لازم برای برش و نیروی بیرون‌انداز بیشتر می‌گردد.

مثال۸: برش ثانویه چه موقع ایجاد می‌گردد؟

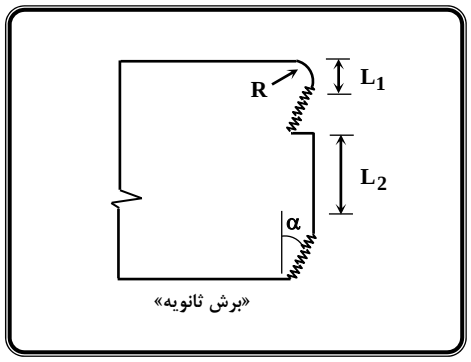
۱) لقی بیشتر از حد بهینه باشد.
۲) لقی بیش از حد کوچک باشد.
۳) سنبه و ماتریس کند شده باشند.
۴) سنبه و ماتریس خیلی تیز باشند.

پاسخ: گزینه «۲»

اگر مقدار لقی بیش از حد کوچک انتخاب شود، پدیده برش ثانویه ایجاد می‌گردد که طبق شکل روبرو ترک‌های ایجاد شده به هم نمی‌رسند و سطح برش ناصاف می‌گردد.



در حالت برش ثانویه، شعاع R کوچکتر می‌شود. راستای رشد ترک‌ها یکی نبوده و در برش اول به هم نمی‌رسند، بنابراین لازم است برش ورق با یک برش ثانویه صورت گیرد. برای بریدن ورق در چنین حالتی، به نیروی بیشتری نیاز است. همچنین سایش قالب بالا رفته و عمر قالب کم می‌شود. درصد نفوذ X برای مواد مختلف متفاوت بوده و از جدول بعد تعیین می‌گردد.



www.modaresanesharif.ac.ir

NO	جنس ورق	درصد نفوذ
1	فولاد با ۰/۱ درصد کربن	%38
2	فولاد با ۰/۲ درصد کربن	%28
3	فولاد با ۰/۳ درصد کربن	%22
4	برنج	%50
5	برنز	%25
6	مس	%55
7	روی	%50
8	قلع	%40
9	آلومینیوم	%60
10	سرب	%50

توجه : همواره قطعه‌ای که بریده می‌شود و از ماتریس بیرون می‌افتد، هم اندازه ماتریس می‌باشد و سوراخی که در ورق ایجاد می‌شود، هم اندازه سنبه است. به عملیاتی که قطعه زده شده مورد نظر باشد Blanking گویند که ماتریس را به اندازه قطعه و سنبه را 2C (دو برابر اندازه لقی) کمتر از سایز می‌گیریم. همچنین به عملیاتی که سوراخ زده شده مورد نظر است Punching یا Piercing گوییم که سنبه به اندازه سوراخ و ماتریس را 2C (دو برابر اندازه لقی) بیشتر از سایز می‌گیریم.

مثال۹: در یک قالب برش برای تولید یک واشر، قطر خارجی ۴۰mm، قطر داخلی ۲۰mm، ضخامت ورق ۳mm و کلیرانس بهینه ۶٪ ضخامت ورق منظور شده است. مطلوبست محاسبه قطر سنبه و ماتریس دور بری (Blanking) و سوراخ واشر (Punching)؟

☑ **پاسخ:**

در عملیات دور بری (Blanking):

$$\text{قطر سنبه} = ۴۰ - ۲C = ۴۰ - (۲ \times ۰/۰۶ \times ۳) = ۳۹/۶۴ \text{ mm}$$

$$\text{قطر ماتریس} = ۴۰ \text{ mm}$$

در عملیات سوراخکاری (Punching):

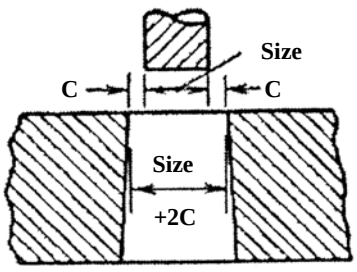
$$\text{قطر سنبه} = ۲۰ \text{ mm}$$

$$\text{قطر ماتریس} = ۲۰ + ۲C = ۲۰ + (۲ \times ۰/۰۶ \times ۳) = ۲۰/۳۶$$

نکته۱: دقت کنید که اندازه لقی برابر 2C می‌باشد. پس:

$$C = \frac{\text{لقی}}{۲}$$

در ساخت قالب چون باید فاصله بین سنبه و ماتریس یکنواخت باشد از هر طرف مقدار C فاصله در نظر می‌گیریم. مثلاً در عملیات سوراخ‌کاری بصورت شکل زیر می‌باشد.



www.modaresanesharif.ac.ir

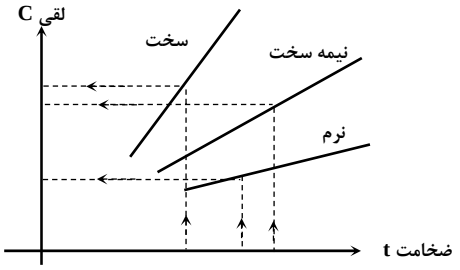
✶ در حالت کلی می‌توان ورق‌های را به سه دسته زیر تقسیم کرد:

۱ ـ مواد نرم (A): مانند برنج، مس و آلیاژهای نرم آلومینیوم

۲ ـ مواد نیمه سخت (B) : مانند آلومینیوم سخت و فولادها

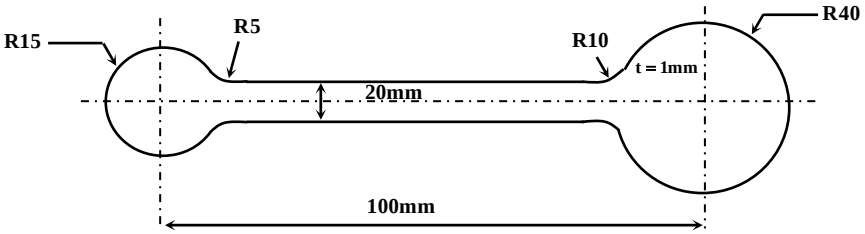
۳ ـ مواد سخت (C): مانند فولادهای آلیاژی، ضد زنگ و فولادهای نورد سرد شده

لقی را از نمودارهایی مطابق شکل زیر نیز می‌توان استخراج کرد:

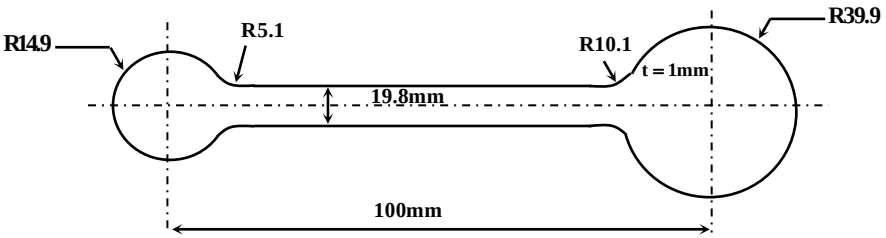


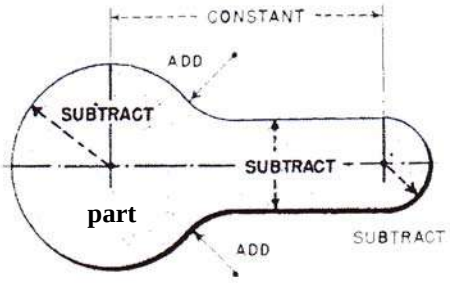
نکته۲: در کنکور اگر مقدار لقی ذکر نشد، می‌توان مقدار عمومی $C = \%10\ t$ در نظر گرفت و یا از روی گزینه‌ها، مقدار لقی را حدس زد.

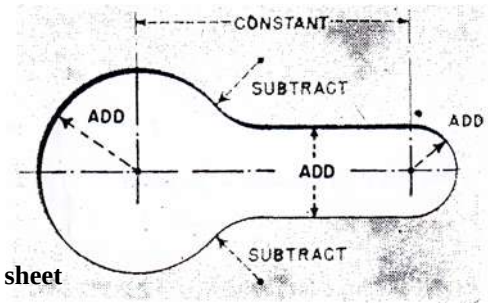
مثال۱۰ : برای تولید قطعه زیر، اعمال لقی را بر روی سنبه و ماتریس مشخص نمایید.



☑ **پاسخ:** چون عملیات Blanking می‌باشد، ابعاد ماتریس، دقیقاً برابر ابعاد قطعه فوق است. ابعاد سنبه برابر است با:







انواع پلیسه

انواع پلیسه‌ها در قطعات تولید شده توسط قالب‌های برش به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ پلیسه پارگی: اگر لقی بین سنبه و ماتریس زیاد باشد این پلیسه ایجاد می‌گردد. در این حالت ترک‌های پایینی و بالایی ایجاد شده روی هم نمی‌افتند، بطوریکه یک قسمت از مواد به طرف پایین کشیده شده و پاره می‌شود. این پلیسه‌ها محکم بوده و شدیداً دندانه‌دار می‌باشند.

۲ـ پلیسه کششی: اگر لقی بین سنبه و ماتریس خیلی کوچک باشد این پلیسه ایجاد می‌گردد. این نوع پلیسه باریک و بلند است.

۳ـ پلیسه خمشی: اگر مواد حول لبه‌های کند سنبه و ماتریس، خمیده شود این پلیسه بوجود می‌آید.

www.modaresanesharif.ac.ir

مدرسان شریف

فصل چهارم

انواع پرس‌ها

پرس‌ها ماشین‌آلاتی هستند که خروجی آنها نیروی مورد نیاز برای عملیات تغییر شکل مواد می‌باشد و از آنها می‌توان برای شکل‌دهی و برش ورق‌های فلزی استفاده نمود. پرس‌ها در شکل، اندازه و ظرفیت تناژهای متفاوت با طول کورس‌ها و سرعت‌های مختلف دیده می‌شوند.

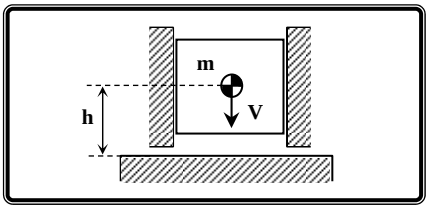
منبع انرژی پرس‌ها

منبع انرژی (نیروی محرک) در پرس‌ها به پنج دسته زیر تقسیم می‌شوند:

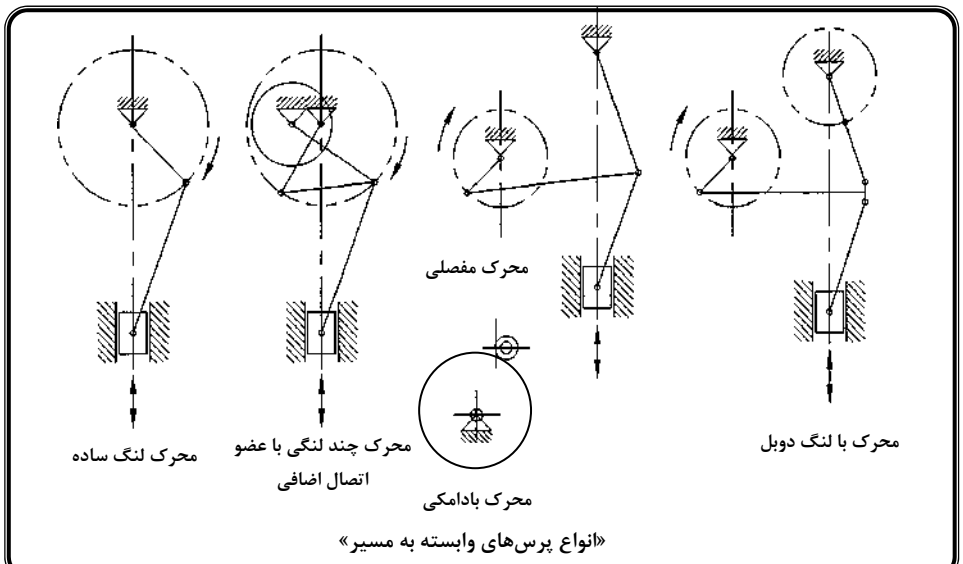
۱ـ پرس‌های مکانیکی ← نیروی لازم در آنها به وسیله اجزای مکانیکی مثل بادامک و اهرم تأمین می‌گردد.
۲ـ پرس‌های هیدرولیکی ←در این پرس‌ها از فشار آب، روغن و یا سایر سیالات هیدرولیکی استفاده می‌گردد.
۳ـ پرس‌های بخار ← در این پرس‌ها از فشار بخار متراکم استفاده می‌گردد.
۴ـ پرس‌های پنوماتیکی ← در این پرس‌ها از فشار هوای فشرده استفاده می‌گردد.
۵ـ پرس‌های الکترومغناطیسی ← نیروی لازم در این پرس‌ها از نوع نیروی الکترومغناطیس می‌باشد.

تقسیم‌بندی پرس‌ها بر اساس نوع عملکرد

۱ـ پرس‌های وابسته به انرژی ← مانند پرس‌هایی که عملکرد آنها بر اساس سقوط آزاد چکش می‌باشد.



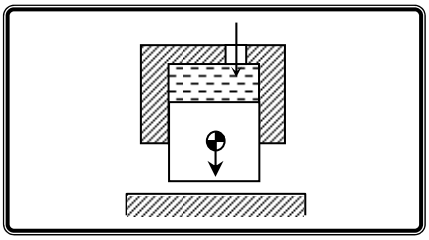
۲ـ پرس‌های وابسته به مسیر ← مانند پرس‌های مکانیکی که در دو نوع اصلی مکانیزم بادامکی و لنگ وجود دارند.



«انواع پرس‌های وابسته به مسیر»

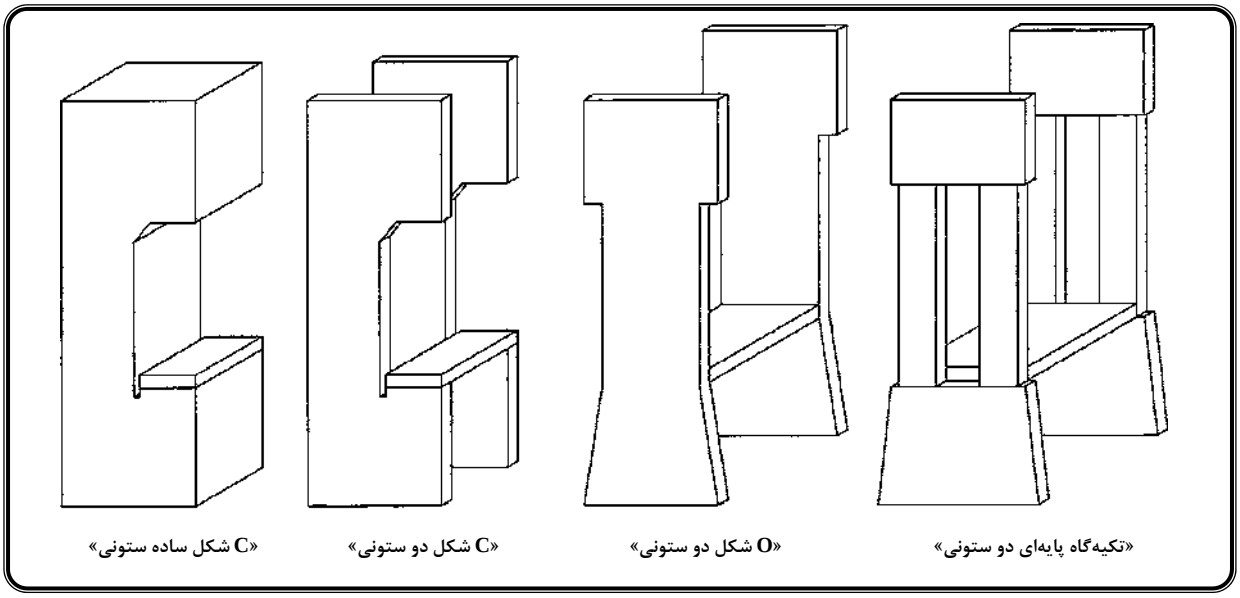
۳ـ پرس‌های وابسته به نیرو ← مانند پرس‌های هیدرولیکی و پنوماتیکی که توانایی آنها به توان پمپ و سطح پیستون مورد استفاده بستگی دارد.

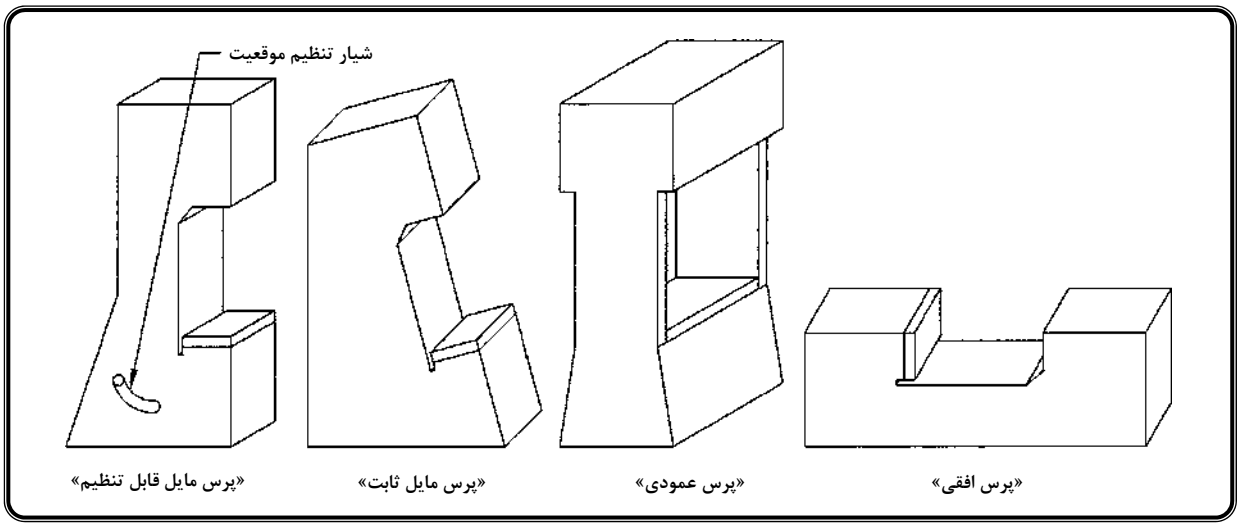
www.modaresanesharif.ac.ir



تقسیم‌بندی پرس‌ها بر اساس شکل ظاهری بدنه و شاسی

بدنه پرس‌ها در دو نوع بدنه C شکل و بدنه O شکل و شکل ظاهری افقی، عمودی و مایل ساخته می‌شوند.





توجه : بدنه پرس‌های کوچک با روش ریخته‌گری و بدنه پرس‌های بزرگ‌تر با روش جوشکاری ساخته می‌شوند. همچنین بدنه پرس‌ها باید تا حد ممکن صلب باشد تا خیز بدنه در کارآیی پرس تأثیر منفی نداشته باشد، زیرا هر نوع خیز در بدنه باعث به هم خوردن تنظیم قالب و ایجاد پارگی و پلیسه در ورق می‌گردد.

www.modaresanesharif.ac.ir

مثال۱: بهترین شکل بدنه از نظر داشتن استحکام بالاتر در پرس‌ها کدام می‌باشد؟

۱) بدنه C شکل　　۲) بدنه مایل　　۳) بدنه O شکل　　۴) بدنه عمودی

☑ **پاسخ**: گزینه «۳» بهترین شکل بدنه از نظر داشتن استحکام بالاتر، بدنه O شکل می‌باشد که در آن گوشه‌های تیز وجود نداشته باشد. زیرا در گوشه‌های تیز تمرکز تنش بوجود آمده و باعث کاهش استحکام می‌گردد.

انتخاب پرس

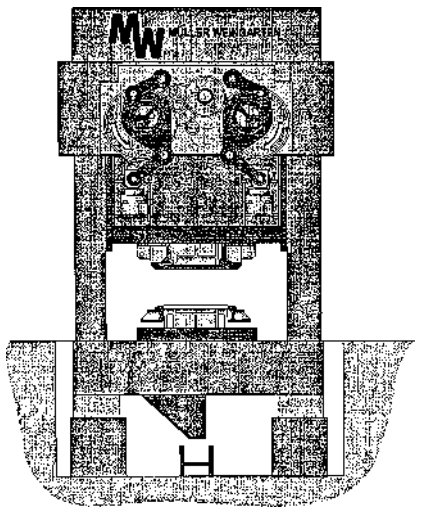
پارامترهای مختلفی که در انتخاب پرس مؤثر می‌باشند عبارتند از:

تناژ پرس، ظرفیت انرژی، اندازه پرس و نوع طراحی بدنه، سرعت پرس، سیستم کنترل پرس، تعداد فرآیندهای پرسکاری، نرخ تولید و تعداد قطعات خواسته شده، اندازه و دقت به‌کار رفته در ساخت قطعات کار و هزینه تجهیزات جانبی.

دو نوع عمده و اصلی پرس‌های موجود، پرس‌های مکانیکی و هیدرولیکی می‌باشند.

۱ـ پرس‌های مکانیکی

معمولاً این نوع پرس‌ها بر اساس سیستم لنگ یا سیستم خارج از مرکز کار می‌کنند. پرس‌های مکانیکی به‌طور معمول انرژی موردنظر را با چرخش چرخ طیار در خود ذخیره می‌کنند. این انرژی مادامی که چرخ طیار به دور میل لنگ گردش می‌کند در آن ذخیره شده و پس از عمل کلاچ‌گیری این انرژی تخلیه می‌گردد.

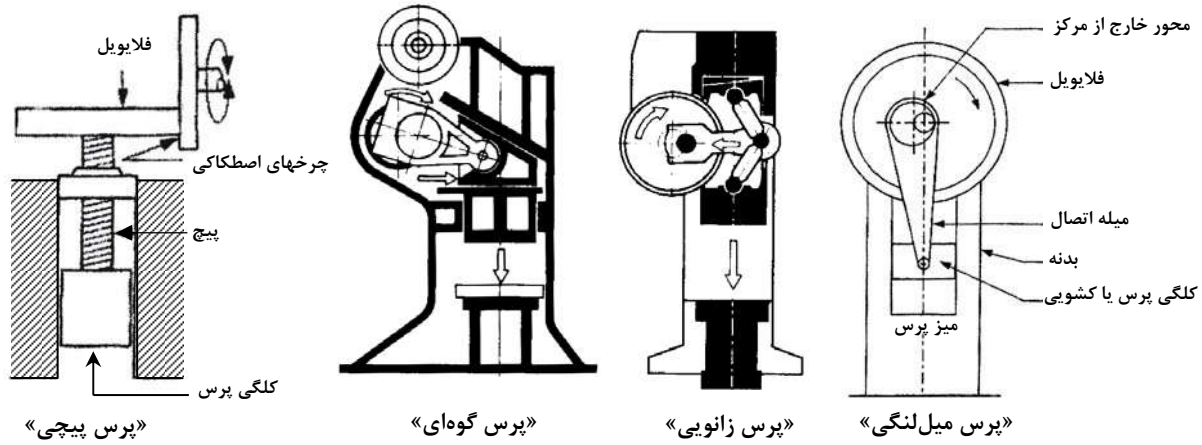


«نمونه‌ای از پرس‌های مکانیکی»

پرس‌های مکانیکی دارای محدوده نیروی اعمالی ۲۰ تا ۵۰۰۰ تن می‌باشند. محدوده طول کورس این پرس‌ها ۵ تا ۵۰۰ میلیمتر و سرعت آنها ۲۰ تا ۱۴۰۰ کورس بر دقیقه می‌باشد. پرس‌های مکانیکی علاوه بر آنکه محدوده وسیعی از تناژ را پوشش می‌دهند، سریع‌تر از سایر پرس‌ها نیز عمل می‌کنند. در پرس‌های مکانیکی، شناسایی و تعویض قطعات شکسته و خراب آسان‌تر بوده و نیاز به اپراتور ماهر ندارند.

پرس‌های مکانیکی شامل انواع پرس‌های میل‌لنگی، زانویی، گوه‌ای و پیچی می‌باشند. تنظیم ارتفاع پرس را می‌توان با تنظیم خارج از مرکزیت انجام داد. پرس‌های زانویی برای کارهای ضرب و ظریف مناسبند و در عملیات برش علاوه بر ایجاد سطوح تمیز، سر و صدای ناشی از عملیات برش را به حداقل می‌رسانند. پرس‌های پیچی در شکل دادن به شیوه آهنگری و انجام کارهای دقیق در نرخ تولید پائین به‌کار می‌روند. (مانند تولید تیغه‌های توربین). در این پرس چرخش چرخ طیار به کمک چرخ‌های اصطکاکی باعث حرکت میل پیچ و سینه پرس می‌گردد.

www.modaresanesharif.ac.ir



«انواع پرس‌های مکانیکی»

۲ـ پرس‌های هیدرولیکی

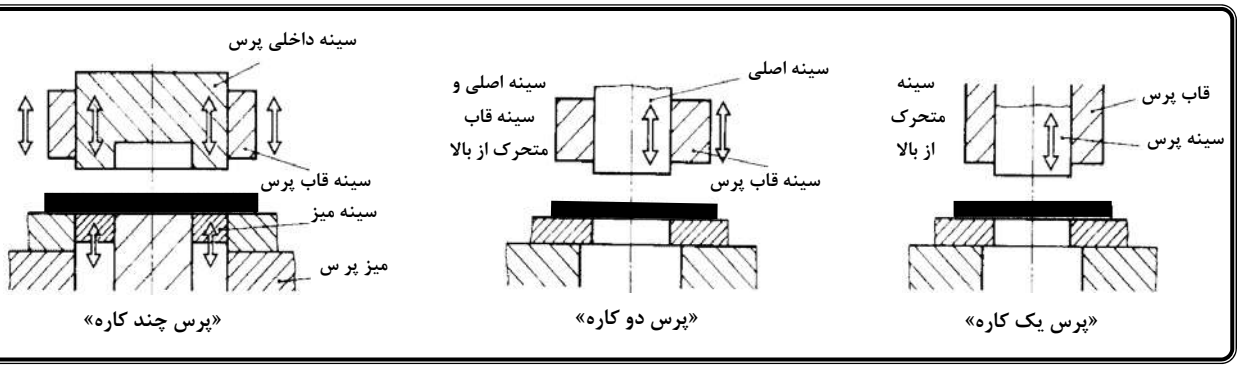
پرس‌های هیدرولیکی جزء پرس‌های وابسته به نیرو محسوب شده و توسط پیستون‌های هیدرولیکی به‌واسطه فشار سیال هیدرولیک به حرکت در می‌آیند. در مواقعی که یک فشار ثابت در سرتاسر کورس مورد نیاز باشد، همانند کشش عمیق و فرم‌دهی اشکال پیچیده و همچنین در برش سطوح بزرگ (نظیر قطعات بدنه خودرو) از پرس‌های هیدرولیک استفاده می‌گردد. تناژ این پرس‌ها بین ۲۰ تا ۱۰۰۰۰ تن و طول کورس آنها بین ۱۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر قابل تغییر و تنظیم است. پرس‌های هیدرولیکی نسبت به پرس‌های مکانیکی دارای طول کورس بیشتر و سرعت پایین‌تر (ولی یکنواخت) می‌باشند. پرس‌های هیدرولیکی جهت کارهایی همانند مونتاژ، پرسکاری، علامت‌گذاری، شکل دادن سرد، خان‌کشی، تزریق پلاستیک و قالب‌های دایکاست نیز مناسب می‌باشند.

تقسیم‌بندی پرس‌ها بر اساس عملکرد مستقل آنها

در مراحل برش و شکل دادن باید حرکات، متوالی و متناسب با هم اجراء شوند. بنابراین پرس‌ها به انواع پرس‌های یک‌کاره، دوکاره و سه‌کاره (چندکاره) تقسیم می‌شوند.

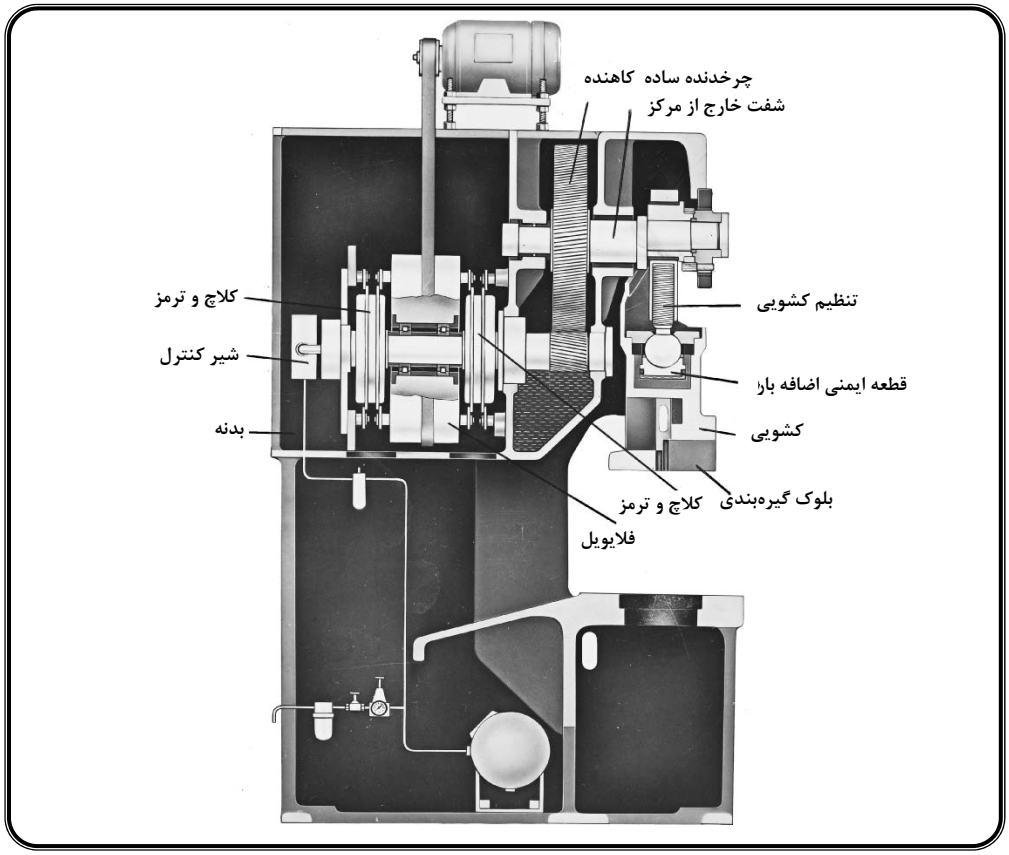
پرس‌های یک‌کاره تنها دارای یک حرکت مستقل می‌باشند. این پرس‌ها نمی‌توانند برای قطعات با عمق کشش زیاد به‌کار روند.

پرس‌های دوکاره دارای دو حرکت مستقل می‌باشند. برای مثال در کشش عمیق، ورق‌گیر به سینه خارجی پرس بسته شده و سینه اصلی داخلی حامل سنبه کشش می‌باشد. پرس‌های سه‌کاره و چندکاره نیز می‌توانند حرکات مختلف سینه پرس را همزمان یا یکی پس از دیگری اجراء کنند.



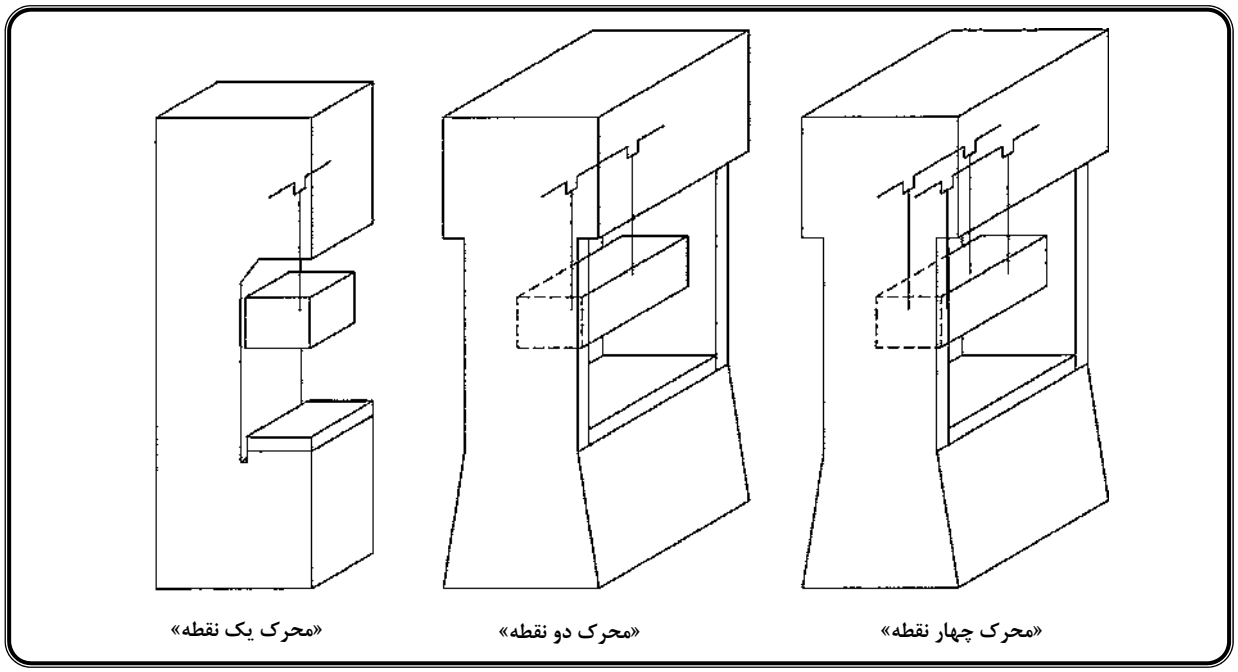
www.modaresanesharif.ac.ir

در شکل زیر نمای برش‌خورده یک پرس که در آن از چرخ دنده‌های ساده استفاده شده، نشان داده شده است.



تقسیم‌بندی پرس‌ها براساس نوع انتقال نیرو

انتقال نیروی پرس به سینه پرس بسته به نوع کار، بزرگی و نوع ساختمان پرس‌ها متفاوت می‌باشد. نیروی پرس به یک، دو و یا چهار نقطه همانند شکل زیر وارد می‌شود.



www.modaresanesharif.ac.ir