

### محاسبات در طراحی مدل و قالب

- اهداف رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:
- ۱- مفهوم انقباض و محاسبات مربوط به آن را در رسم مدل و قالب انجام دهد؛
  - ۲- شیب، انواع آن و عوامل مؤثر در آن را در رسم مدل و قالب به کار برد؛
  - ۳- از جدول مربوط به انقباض، شیب و تراش مجاز استفاده کند؛
  - ۴- استاندارد تعیین طول، ارتفاع و شیب تکیه‌گاه‌ها را در رسم مدل و قالب بیان کند؛
  - ۵- عوامل مؤثر در میزان ماشین‌کاری و مقدار تراش مجاز در فلزات مختلف را نام ببرد.

## ۲- محاسبات در طراحی مدل و قالب

قبل از انجام رسم نقشه‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری محاسبات ساده‌ای انجام می‌گیرد که آنرا اضافات مدل‌سازی می‌نامند. این اضافات به سه قسمت تقسیم می‌شود:

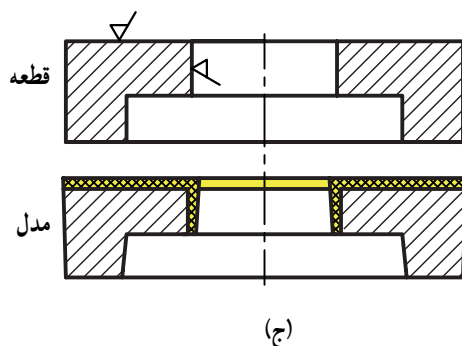
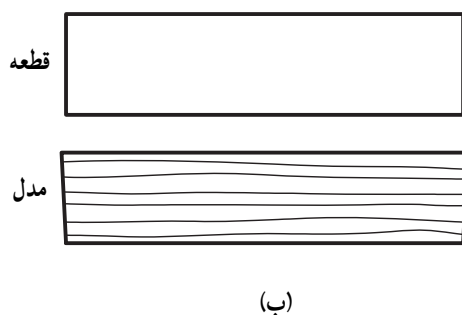
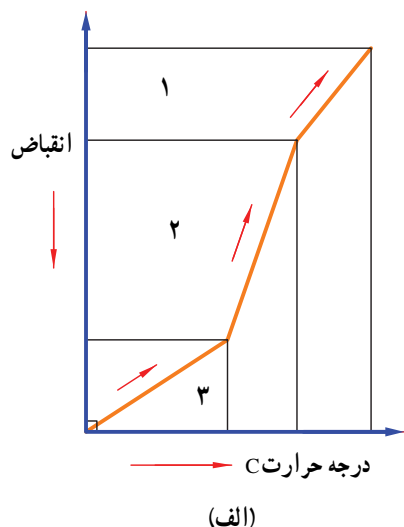
اضافات ریخته‌گری، اضافات قالب‌گیری و اضافات

ماشین‌کاری؛ (شکل‌های ۱-۲ الف، ب، ج)

شکل ۱-۲ الف، اضافات ریخته‌گری

شکل ۱-۲ ب، اضافات قالب‌گیری

شکل ۱-۲ ج، اضافات ماشین‌کاری



شکل ۱-۲

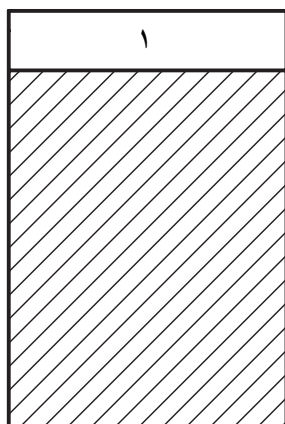
### ۲-۱- اضافات ریخته‌گری

اضافات ریخته‌گری به دو عامل بستگی دارد:

۱-۲-۱- انقباض مجاز: فلزات در اثر ذوب شدن

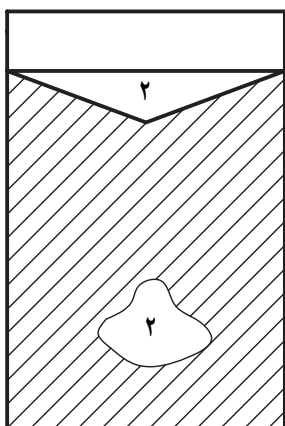
منبسط و در اثر سرد شدن منقبض می‌شوند که سرد شدن آن در قالب، مورد توجه مدل‌ساز است. مقدار کاهش حجمی هر فلز بستگی به درجه حرارت مذاب، محیط، و قالب به سه قسمت فاز مایع (منطقه ۱)، فاز مایع و جامد (منطقه ۲) و فاز جامد (منطقه ۳) تقسیم می‌شود. (شکل ۱-۲ الف)

— فاز مایع: انقباض مایعات برخلاف جامدات در تمام ابعاد قطعه انجام نمی‌گیرد و افت حجمی در قسمت فوقانی حاصل می‌شود؛ (شکل ۲-۲).



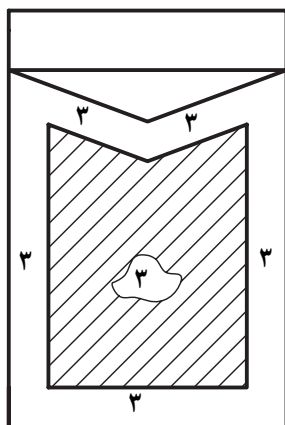
شکل ۲-۲

— فاز مایع و جامد: در این قسمت (منطقه ۲ شکل ۲-۱ الف) واحد ریخته‌گری باید توجه بسیار زیادی نسبت به سیستم راهگاهی و تغذیه مبذول نماید، چون ذرات جامد و مایع در حال تعادل بوده و قالب قادر به پذیرفتن مذاب اضافی نمی‌باشد. در فاز جامد و مایع افت حجمی در تمامی ابعاد قطعه به وجود می‌آید؛ (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳

— فاز جامد: این قسمت مورد توجه واحد مدل‌سازی است چون پایان انجماد کامل یعنی کاهش درجه حرارت از نقطه‌ی ذوب فلز تا سرد شدن کامل آن باعث کوچک شدن ابعاد قطعه‌ی ریخته‌گی می‌شود، این کاهش حجمی در طراحی مدل و قالب مورد بررسی جدی قرار می‌گیرد؛ (شکل ۲-۴). باید توجه داشت که انقباض تئوری فلزات با انقباضی که عملاً بعد از ریخته شدن فلز به دست می‌آید برابر نیست و عواملی نظیر جنس فلز، نوع آلیاژ، جنس قالب، نوع قالب، کوچکی و بزرگی قطعه این اختلاف را به وجود می‌آورد که آن را موانع انقباض می‌نامند.



شکل ۲-۴

— محاسبه‌ی مقدار انقباض: برای محاسبه‌ی مقدار انقباض فلزات ریختگی از جدول ۲-۱ و فرمول‌های ۲-۱ و ۲-۲ استفاده می‌شود.

LM = اندازه‌ی مدل

LG = اندازه‌ی قطعه

S = درصد انقباض

$$LM = \frac{LG \times 100}{100 - S}$$

فرمول ۲-۱

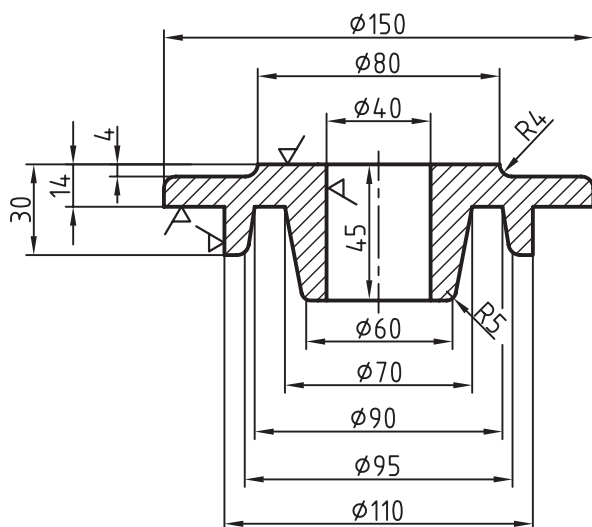
$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

فرمول ۲-۲

توجه: فرمول ۲-۱ دقیق است و برای مدل‌های ماشینی به کار می‌رود، ولی فرمول ۲-۲ تقریبی است و برای مدل‌های چوبی دستی مناسب است.

جدول ۲-۱— درصد انقباض تئوری و عملی فلزات در قالب‌های موقت

جنس فلز	درصد انقباض تئوری	درصد انقباض عملی
چدن خاکستری	۱	۱/۳.....°/۵
چدن با گرافیت کروی بدون عملیات حرارتی	۱/۲	۲.....°/۸
چدن با گرافیت کروی با عملیات حرارتی	°/۵	°/۸.....°
چدن تمپر سفید (GTW)	۱/۶	۲.....۱
چدن تمپر سیاه (GTS)	°/۵	۱/۵.....°
فولاد ریختگی	۲	۲/۵.....۱/۵
فولاد منگنز	۲/۳	۲/۸.....۲/۳
آلیاژهای آلومینیم	۱/۲	۱/۵.....°/۸
آلیاژهای منیزیم	۱/۲	۱/۵.....۱
مس الکترولیت	۱/۹	۲/۱.....۱/۵
آلیاژ مس و قلع (برنز)	۱/۵	۲.....°/۸
آلیاژ مس و قلع و روی (برنج قرمز)	۱/۳	۱/۶.....°/۸
آلیاژ مس و روی (برنج)	۱/۲	۱/۸.....°/۸
آلیاژهای مس مخصوص [Cu-Zn-Mn (Fe-Al)]	۲	۲/۳.....۱/۸
آلیاژهای آلومینیم برنز	۲/۱	۲/۳.....۱/۹
آلیاژ روی	۱/۳	۱/۵.....۱/۱
فلزات سفید (آلیاژهای سرب و قلع)	°/۵	°/۶.....°/۴



شکل ۲-۵

مثال ۱: اندازه‌ی رسم مدل قطعه‌ی آلومینیومی شکل ۲-۵

را حساب کنید.

حل: با مراجعه به جدول، درصد انقباض عملی آلیاژهای آلومینیم بین ۰/۸ تا ۱/۵ دیده می‌شود، که با توجه به نوع آلیاژ، روش‌های قالب‌گیری و ریخته‌گری و کوچکی و بزرگی قطعه درصد واقعی انتخاب می‌شود. در این جا، به فرض این که درصد واقعی آلیاژ ۱/۲ باشد، با استفاده از فرمول‌های دقیق و تقریبی، به عنوان نمونه، دو اندازه‌ی قطر خارجی و قطر داخلی قطعه حساب شده است.

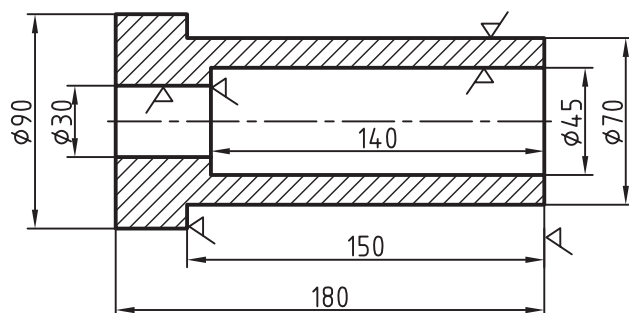
$$LM = \frac{LG \times 100}{100 - S} = \frac{150 \times 100}{100 - 1/2} = 151/821 \text{ دقیق}$$

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG = \frac{150 \times 1/2}{100} + 150$$

$$= 151/8 \text{ تقریبی}$$

$$LM = \frac{40 \times 100}{100 - S} = \frac{4000}{98/8} = 40/485 \text{ دقیق}$$

$$LM = \frac{40 \times 1/2}{100} + 40 = 40/48 \text{ تقریبی}$$



شکل ۲-۶

مثال ۲: اندازه‌ی رسم مدل قطعه‌ی چدنی شکل ۲-۶ را

حساب کنید.

حل: درصد انقباض عملی چدن خاکستری از جدول بین ۰/۵ تا ۱/۳ است که در این مثال ۰/۸ درصد انقباض منظور شده است. بنابراین برای طول لوله و قطر داخلی آن داریم:

$$LM = \frac{180 \times 100}{100 - 0/8} = \frac{18000}{99/2} = 181/451 \text{ دقیق}$$

$$LM = \frac{45 \times 100}{100 - 0/8} = \frac{4500}{99/2} = 45/362 \text{ دقیق}$$

$$LM = \frac{180 \times 0/8}{100} + 180 = 181/44 \text{ تقریبی}$$

$$LM = \frac{45 \times 68}{100} + 45 = 45/36 \text{ تقریبی}$$

مثال ۳: اندازه‌ی رسم مدل قطعه‌ی فولادی شکل ۲-۷

را حساب کنید :

حل: در این جا باید مشخص شود که قطعه از فولاد

ریختگی معمولی است و یا فولاد منگنز، چنانچه فولاد معمولی

۲/۲ درصد انقباض داشته باشد محاسبه‌ی طول قطعه و سوراخ

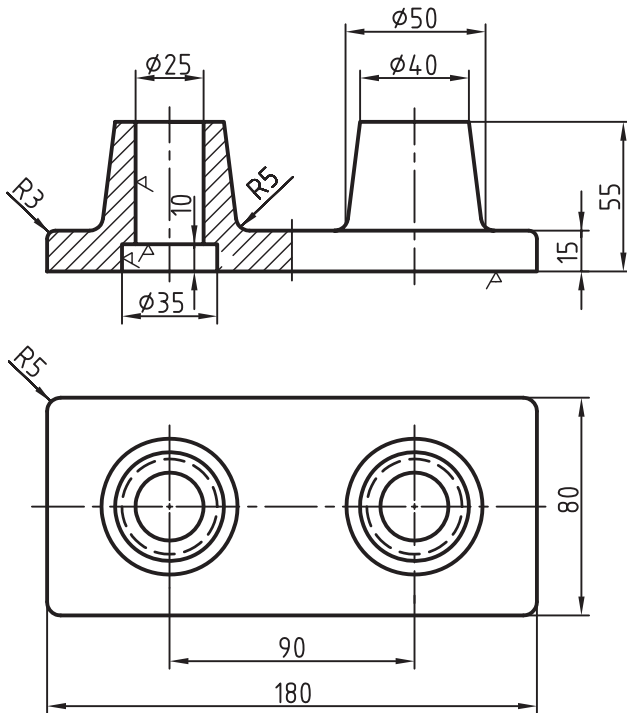
داخل آن چنین است :

$$LM = \frac{180 \times 100}{100 - 2/2} + \frac{18000}{97/8} = 184/049 \text{ دقیق}$$

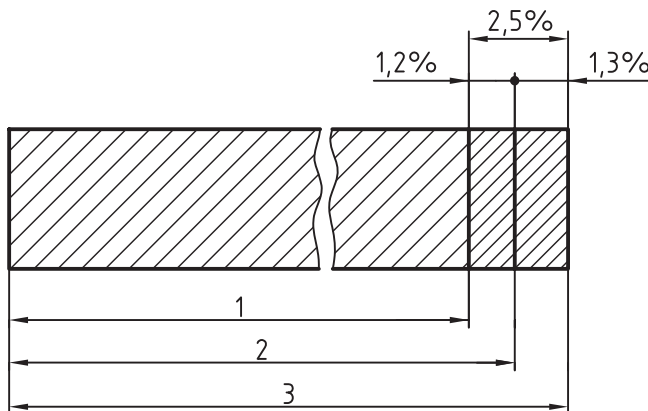
$$LM = \frac{25 \times 2/2}{100} + 25 = 25/55 \text{ تقریبی}$$

$$LM = \frac{25 \times 100}{97/8} = \frac{2500}{97/8} = 25/562 \text{ دقیق}$$

$$LM = \frac{180 \times 2/2}{100} + 180 = 183/96 \text{ تقریبی}$$



شکل ۲-۷



۱- قطعه‌ی ریختگی ۲- مدل فلزی ۳- مدل اولیه (چوبی)

شکل ۲-۸

— انقباض مضاعف: در مواردی که علاوه بر مدل چوبی

مدل فلزی نیز باید ساخته شود، مقدار انقباض دوبار محاسبه

می‌شود که آن را انقباض مضاعف می‌نامند؛ (شکل ۲-۸).

مثال: چنانچه مدل فلزی از جنس برنج قرمز با انقباض

۱/۳ درصد ساخته شود و قطعه‌ای از چدن با گرافیت کروی

ریخته شود و ۱/۲ درصد انقباض داشته باشد، درصد انقباض

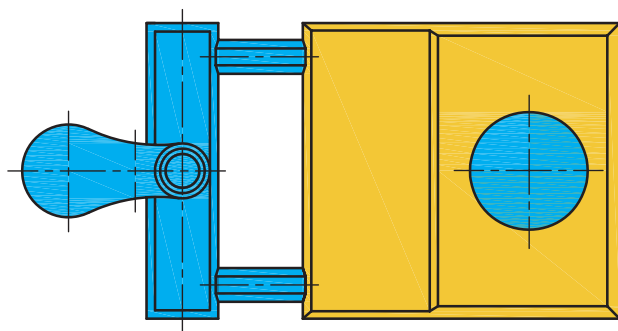
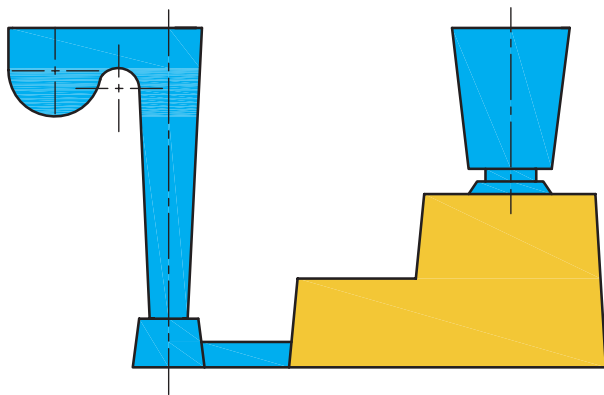
مضاعف برای ساخت مدل چوبی چقدر است؟

$$1/3 - 1/2 = 2/5 -$$

درصد انقباض مضاعف

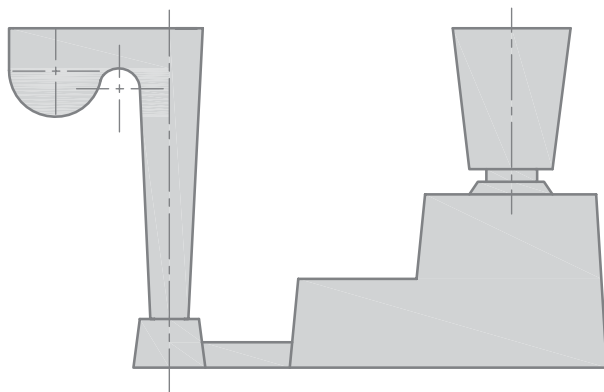
## ۲-۱-۲- سیستم‌های راهگاهی و تغذیه: برای آن که

اهمیت سیستم‌های راهگاهی و تغذیه نشان داده شود، می‌بایستی مراحل سردشدن فلزات را در حالت تعادل بررسی کرد. مهم‌ترین مرحله‌ی انقباض، انقباض حین انجماد است که در این فاصله‌ی زمانی فلز از حالت مذاب به حالت جامد در می‌آید. (شکل‌های ۲-۹).



شکل ۲-۹

از مرحله‌ی پایانی فاز جامد تا سردشدن قطعه، کشیدگی بر اثر انقباض ایجاد می‌شود که با به‌کار بردن سیستم تغذیه مقدار انقباض در قطعه برطرف شده و اثر آن روی سطح تغذیه نمایان می‌شود (شکل ۲-۱۰).



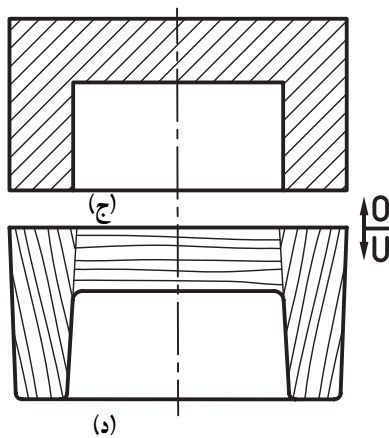
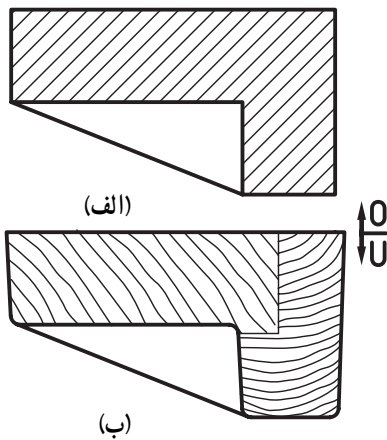
شکل ۲-۱۰

## ۲-۲-۲-۲ اضافات قالب گیری

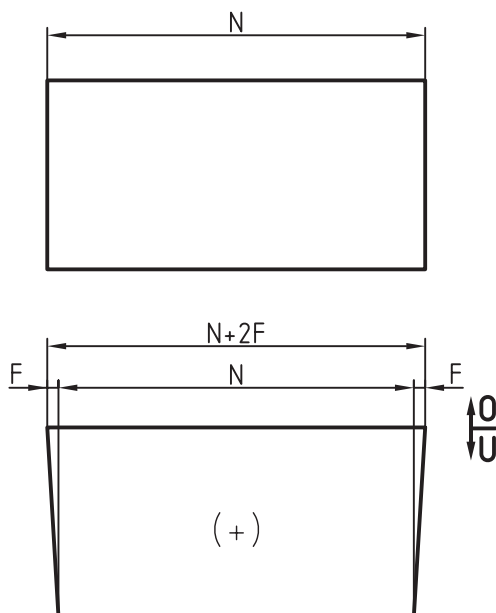
اضافات قالب گیری عبارتند از شیب، تراش مجاز و ... .  
برای جلوگیری از خراب شدن قالب و یا به عبارت دیگر به آسانی جدا شدن مدل از قالب و بالعکس، مدل ساز مجبور است مدل را برای قالب گیری شیب دهد. در اثر شیب دادن، ابعاد مدل کوچک و یا بزرگ می شود. ابعاد قطعه ی ریختگی نیز نسبت به ابعاد نقشه ی مکانیکی کوچک تر و یا بزرگ تر می شود، که آن را تلرانس یا شیب مجاز مدل می نامند؛ (شکل های ۲-۱۱).

در شکل ۲-۱۱-الف، نقشه ی مکانیکی و در شکل ب نقشه ساختمان مدل نشان داده است که با توجه به در نظر گرفتن شیب اضافی، ابعاد شکل ب، در قسمت فوقانی مدل بزرگتر از ابعاد نقشه ی مکانیکی شکل الف، می باشد.

در شکل ۲-۱۱-ج، نقشه ی مکانیکی و در شکل د، ساختمان مدل نشان داده شده است که با توجه به در نظر گرفتن شیب نقصانی، ابعاد مدل شکل د، در قسمت تحتانی کوچکتر از ابعاد نقشه ی مکانیکی شکل ج است.



شکل ۲-۱۱



شکل ۲-۱۲

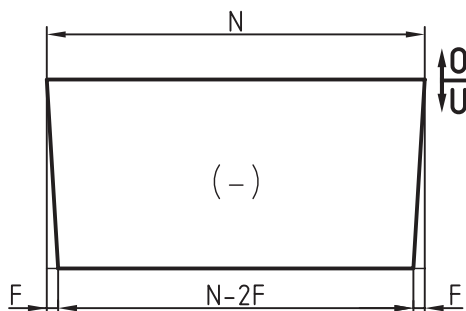
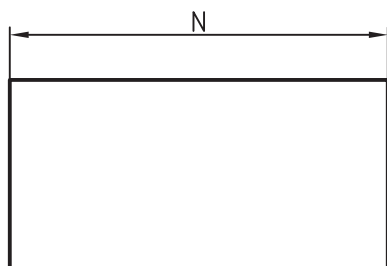
### ۲-۲-۱-۲ شیب مجاز به سه روش: اضافی (+)،

نقصانی (-) و میانی یا متوسط ( $\pm$ ) رسم می شود.

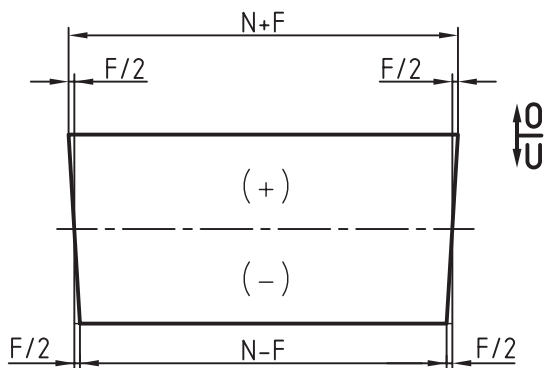
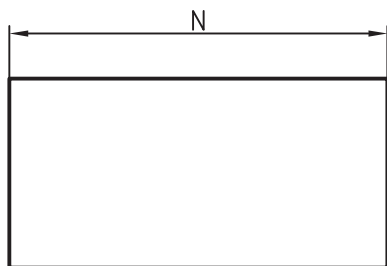
— شیب / اضافی (+): مقدار شیب به اندازه ی اسمی (N)

قطعه اضافه می شود. به عنوان مثال چنانچه اندازه ی داخلی و خارجی قطعه را با N و مقدار شیب را با F نشان دهیم خواهیم داشت:  $N+2F$  یعنی رسم شیب در قسمت های داخلی و خارجی مدل به صورت اضافی انجام می شود؛ (شکل های ۲-۱۲).





شکل ۲-۱۳



شکل ۲-۱۴

علاوه بر استفاده از جداول، مقدار شیب نیز براساس عوامل زیر توسط واحد تکنولوژی مدل سازی و ریخته گری تعیین و به نقشه ی مدل سازی منتقل می شود، این عوامل عبارتند از: ارتفاع مدل، صافی سطح مدل، جنس مدل، دقت ابعاد قطعه ی ریخته گری، جنس مواد قالب گیری، روش های قالب گیری و روش های جداسازی مدل از قالب و بالعکس و ...

— شیب نقصانی (—): مقدار شیب از اندازه ی اسمی قطعه کسر می شود. چنانچه اندازه ی داخلی و خارجی قطعه را با  $N$  و مقدار شیب را با  $F$  نشان دهیم خواهیم داشت:  $N-2F$  یعنی رسم شیب در قسمت های داخلی و خارجی مدل به صورت نقصانی انجام می شود؛ (شکل های ۲-۱۳).

— شیب میانی یا متوسط: مقدار شیب، هم به اندازه ی اسمی قطعه اضافه می شود و هم از آن کسر می شود، یعنی اگر اندازه ی اسمی قطعه را با  $N$  و مقدار شیب را با  $F$  نشان دهیم خواهیم داشت: در سطح بالایی مدل (محل سطح جدایش)  $N+F$  و در سطح پایینی مدل  $N-F$  در این روش هم ارتفاع قالب گیری و هم مقدار شیب به دو قسمت مساوی تقسیم و سپس رسم می شود؛ (شکل های ۲-۱۴).

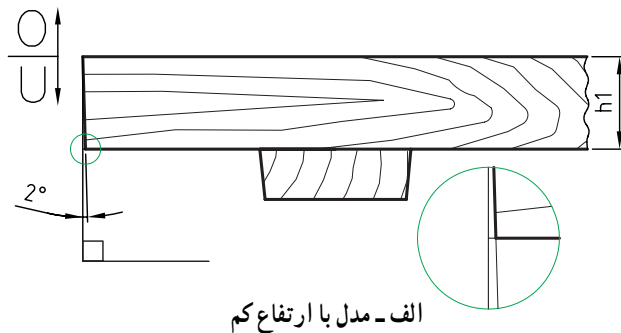
۲-۲-۲- تعیین مقدار شیب: مقدار شیب معمولاً برحسب درصد طولی (میلی متر) و یا برحسب درجه تعیین می شود. میزان آن استاندارد خاصی ندارد و بیشتر بستگی به فرم و ابعاد، روش قالب گیری، دقت قطعه و ... دارد. میزان شیب در بعضی از کشورهای صنعتی استاندارد شده و به صورت جدول در اختیار واحدهای مدل سازی و ریخته گری و مدارس فنی قرار گرفته است.

جدول ۲-۲- استاندارد شیب مدل براساس دین ۱۵۱۱

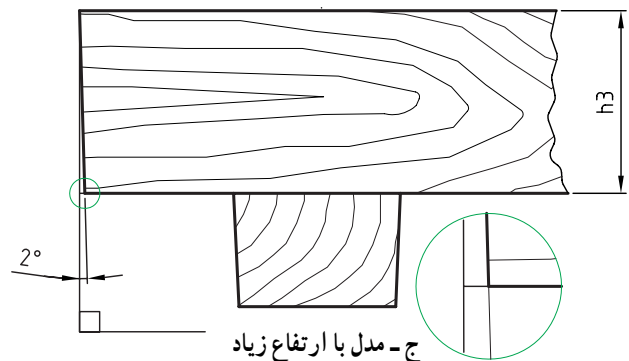
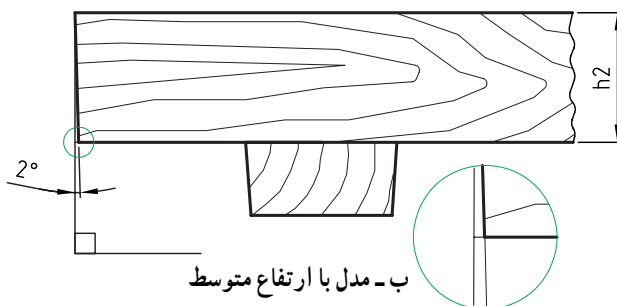
ارتفاع برحسب میلی‌متر	شیب برحسب درجه	ارتفاع برحسب میلی‌متر	شیب برحسب میلی‌متر
تا ۱۰	۳	تا ۲۵۰	۱/۵
۱۸-۱۰	۲	۳۲۰-۲۵۰	۲
۳۰-۱۸	۱ و ۳۰'	۵۰۰-۳۲۰	۳
۵۰-۳۰	۱	۸۰۰-۵۰۰	۴/۵
۸۰-۵۰	۴۵'	۱۲۰۰-۸۰۰	۷
۱۸۰-۸۰	۳۰'	۲۰۰۰-۱۲۰۰	۱۱
-	-	۴۰۰۰-۲۰۰۰	۲۱

جدول ۲-۳- شیب مدل براساس روش‌های قالب‌گیری دین ۱۵۱۱ آلمان

شرح	ارتفاع برحسب میلی‌متر	نسبت شیب به ارتفاع
حالت اول: مدل از قالب جدا می‌شود.	تا ۱۰	$\frac{1}{20}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{1}{200}$
حالت دوم: قالب از مدل جدا می‌شود و مدل در قالب زیری باقی می‌ماند و یا قالب رویی همراه با مدل از قالب زیری جدا می‌شود.	تا ۱۰	$\frac{1}{15}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{1}{100}$
حالت سوم: ماسه از ماسه و یا قالب از قالب جدا می‌شود و مدلی در قالب وجود ندارد (مانند قالب‌گیری شابلونی).	تا ۱۰	$\frac{1}{5}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{1}{15}$



۱- ارتفاع مدل: مدل‌های کم ارتفاع مانند فلانش‌ها، تیغه‌ها و پره‌ها با درجه‌ی شیب بیشتری ساخته می‌شوند (مثلاً ۲ تا ۵ درجه) در حالی که مدل‌های با ارتفاع زیاد با درجه‌ی شیب کمتری ساخته می‌شوند (مثلاً ۱، ۷/۵ و ۵/۰ درجه). در این جا تأثیر ۲ درجه شیب روی مدل، با ارتفاع‌های مختلف نشان داده شده است؛ (شکل‌های ۱۵-۲).



شکل ۱۵-۲



شکل ۲-۱۶

۲- صافی سطح مدل: مدل‌هایی که سطح آن‌ها صاف و براق است مانند مدل‌های آرالدیتی و فلزی، شیب کمتری لازم دارند (مثلاً ۵/۰ تا ۱ درجه و گاهی هم کمتر از آن)؛ (شکل ۲-۱۶).

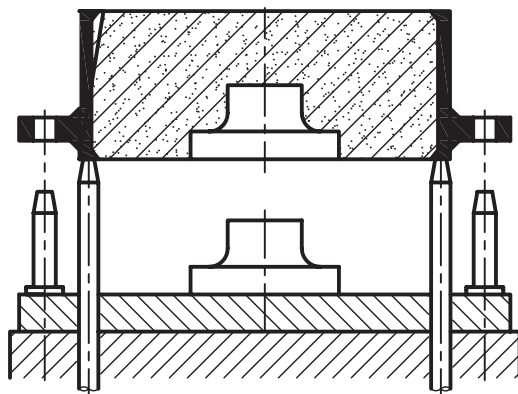
۳- دقت قطعه‌ی ریختگی: بعضی از قطعات ریختگی باید از دقت و ظرافت خاصی برخوردار باشند. در چنین مواردی شیب مدل کمتر است و برای جبران آن، جنس مدل را از موادی انتخاب می‌کنند که سطح آن خاصیت صیقل‌پذیری خوبی داشته باشد؛ مانند مدل‌های مسی.

۴- جنس مدل: مدل‌های چوبی، گچی و ... به علت جذب رطوبت ماسه، امکان خراب شدن دارند، لذا با درجه‌ی شیب بیشتری ساخته می‌شوند؛ (شکل ۲-۱۷).

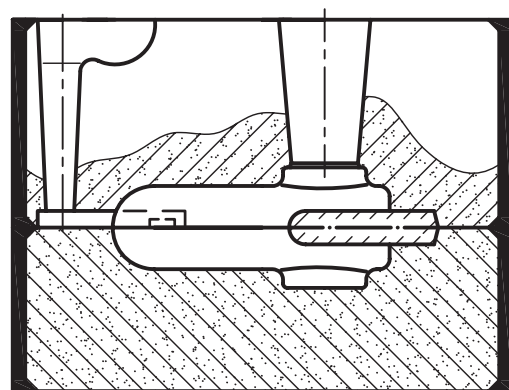


شکل ۲-۱۷

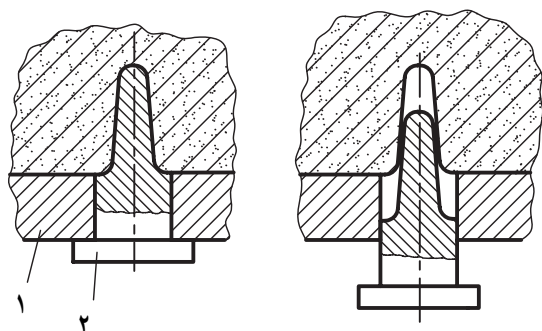
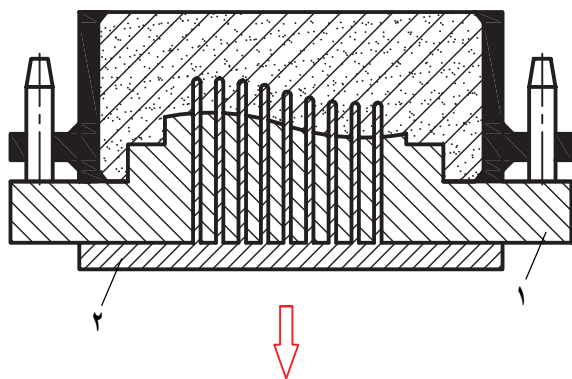
۵- روش قالب‌گیری و مواد آن: روش قالب‌گیری و مواد آن در تعیین میزان شیب تأثیر دارد، به عنوان مثال در قالب‌گیری ماشینی (پوسته‌ای، دقیق و ...) شیب کمتری نسبت به قالب‌گیری دستی لازم است (شکل ۲-۱۸) در حالی که در قالب‌گیری با مواد روان (بتون) و سایر مواد شیمیایی (فوران) و به طور کلی قالب‌گیری زمینی و دستی میزان بیشتری شیب مورد نیاز است؛ (شکل ۲-۱۹).



شکل ۲-۱۸

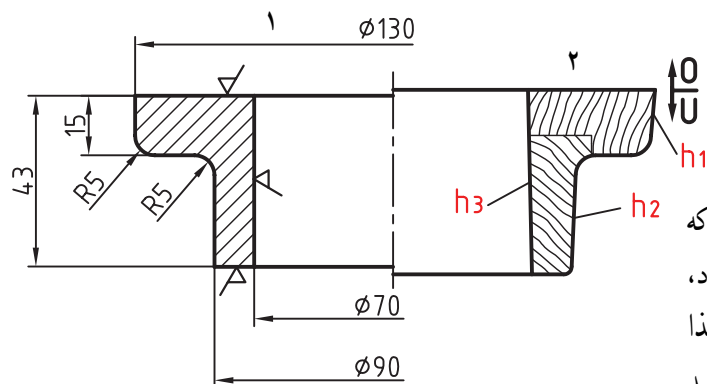


شکل ۲-۱۹



۱- ثابت ۲- متحرک

شکل ۲-۲۰



۱- نقشه‌ی مکانیکی ۲- نقشه‌ی ساختمان مدل

شکل ۲-۲۱

$$h_1 = 17 \xrightarrow{\text{از جدول ۲}}$$

$$h_2 = 11 \xrightarrow{\text{از جدول ۳}} 30$$

$$h_3 = 47 \xrightarrow{\text{از جدول ۱}}$$

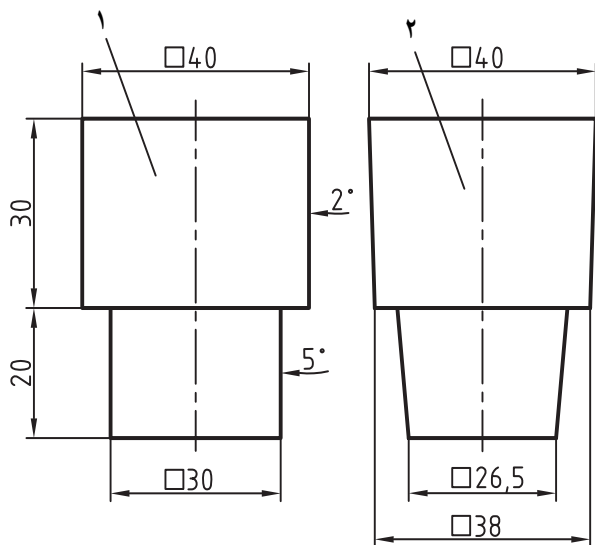
## ۶- روش جدا سازی مدل از قالب و بالعکس: این

روش تأثیر زیادی در میزان شیب مدل دارد. زمانی که مدل از قالب جدا می‌شود شیب کمتری، و زمانی که، برعکس، قالب از مدل جدا می‌شود شیب بیشتری لازم است. همچنین مدل‌هایی که به طور اتوماتیک (قالب‌گیری ماشینی) در ماسه فرو می‌روند و یا مدل‌هایی که شانه‌ای (عضو متحرک مدل) قالب‌گیری می‌شوند شیب کمتری لازم دارند. میزان شیب در سطوح داخلی بیشتر از سطوح خارجی است؛ (شکل‌های ۲-۲۰).

## — مثال برای تعیین مقدار شیب مدل: همان‌طوری که

شرح داده شد تعیین مقدار شیب به عوامل زیادی بستگی دارد، که به کارگیری آن در کلاس درس دشوار و وقت‌گیر است، لذا برای آن‌که دانش‌آموز به آسانی مقدار شیب را تعیین کند مناسب‌ترین راه مراجعه به جدول استاندارد شیب‌ها است. به عنوان مثال یک مدل ساده‌ی چوبی در شکل ۲-۲۱ دیده می‌شود. که با استفاده از جدول استاندارد شیب‌ها، درجه‌ی آن به شرح مقابل به دست آمده است:

مقدار تراش مجاز در تمام سطوح دارای علامت صافی سطح در نقشه‌ی مکانیکی، ۲mm در نظر گرفته شده است.



شکل ۲-۲۲

### ۲-۲-۳- تبدیل مقدار شیب از درجه به میلی متر:

در مواردی که انتقال مقدار شیب برحسب درجه به نقشه‌ی مدل‌سازی امکان‌پذیر نباشد آن را برحسب میلی متر به دست می‌آورند و سپس به نقشه‌ی مدل‌سازی انتقال می‌دهند؛ (شکل‌های ۲-۲۲). برای تبدیل درجه به میلی متر از روابط مثلثاتی استفاده می‌شود که فرمول شماره‌ی ۲-۳ آن را نشان می‌دهد.

توجه: نقشه‌ی شکل ۲-۲۲ که شیب آن برحسب درجه است، به میلی متر تبدیل و به نقشه‌ی مدل‌سازی منتقل شده است. در این شکل رسم شماره‌ی ۱ نقشه‌ی مکانیکی قطعه و رسم شماره‌ی ۲ نقشه‌ی مدل‌سازی قطعه در نما است.

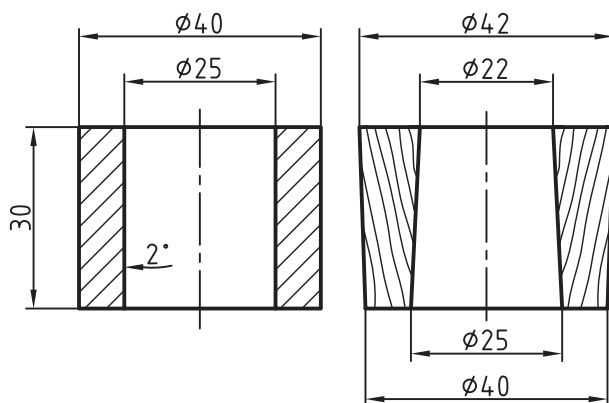
$$F_s (\text{mm}) = \frac{\text{درجه} \times h \times 1/75}{100} \quad \text{فرمول ۲-۳}$$

$F_s$  = مقدار شیب برحسب درجه

$h$  = ارتفاع قالب‌گیری (مدل)

$$h_1 = 30^\circ \Rightarrow F_{s1} = \frac{1/75 \times 30 \times 2}{100} \approx 1 \text{ mm} \Rightarrow \square 40 \Rightarrow 40 - 1 - 1 = 38 \text{ mm}$$

$$h_2 = 20^\circ \Rightarrow F_{s2} = \frac{1/75 \times 20 \times 5}{100} = 1/75 \text{ mm} \Rightarrow \square 30 \Rightarrow 30 - 1/75 - 1/75 = 29.67 \text{ mm}$$



شکل ۲-۲۳

### – شیب داخلی: خارج کردن قسمت‌های داخلی مدل،

مشکل‌تر از قسمت‌های خارجی آن است و چنانچه مقدار شیب در قسمت داخلی کم باشد احتمال خراب شدن قالب وجود دارد؛ به همین دلیل برای قسمت‌های داخلی مدل، شیب بیشتری منظور می‌شود. این مقدار براساس جنس مدل و فرایندهای قالب‌گیری متفاوت است، اما آنچه که تاکنون مناسب تشخیص داده شده در نظر گرفتن ضریب ۱/۵ برای شیب داخلی نسبت به شیب خارجی است؛ (شکل‌های ۲-۲۳).

$$h = 30^\circ \text{ mm} \Rightarrow F_s = \frac{1/75 \times 30 \times 2}{100} \approx 1 \Rightarrow \varnothing 42 \text{ mm} \Rightarrow 42 - 1 - 1 = 40 \text{ mm}$$

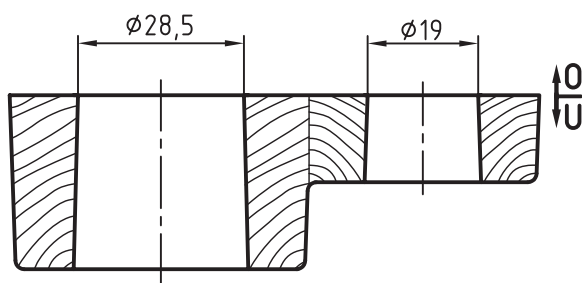
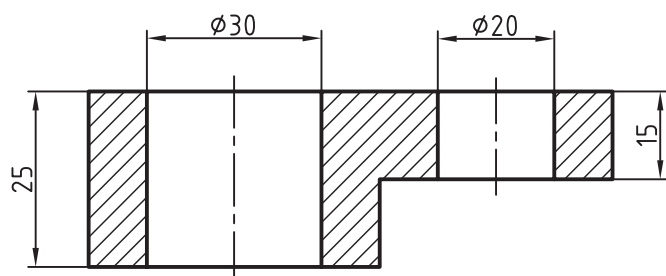
$$h = 30^\circ \text{ mm} \Rightarrow F_s = \frac{1/75 \times 30 \times 2}{100} \approx 1 \xRightarrow{\text{شیب داخلی}} 1 \times 1/5 = 1/5 \text{ mm} \Rightarrow \varnothing 25 \text{ mm} \Rightarrow 25 - 1/5 - 1/5 = 24 \text{ mm}$$

#### ۲-۲-۴- تعیین مقدار شیب برحسب درصد: شیب

مدل را برحسب درصد ارتفاع قالب گیری نیز تعیین می کنند؛  
(جدول ۲-۴).

جدول ۲-۴- شیب برحسب درصد

شرح	ارتفاع قالب گیری معمولی	ارتفاع قالب گیری غیر معمولی
شیب خارجی	۲٪	۳٪
شیب داخلی	۳٪	۵٪



شکل ۲-۲۴

مثال: مقدار شیب داخلی و خارجی شکل های ۲-۲۴ را

برحسب درصد مجاز با استفاده از جدول ۲-۳ به دست آورید،  
در صورتی که نوع قالب گیری معمولی باشد.

حل: براساس جدول، شیب خارجی ۲ درصد و شیب

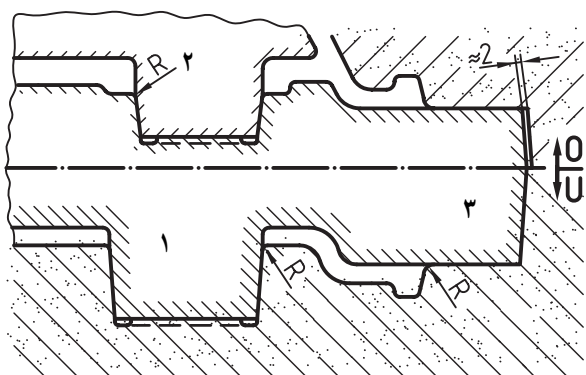
داخلی ۳ درصد تعیین شده است، بنابراین داریم:

$$\left. \begin{aligned} \frac{25 \times 2}{100} &= 0.5 \text{ mm} \\ \frac{15 \times 2}{100} &= 0.3 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{مقدار شیب خارجی} \\ \text{از هر طرف} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{25 \times 3}{100} &= 0.75 \text{ mm} \\ \frac{15 \times 3}{100} &= 0.45 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{مقدار شیب داخلی} \\ \text{از هر طرف} \end{array}$$

#### ۲-۲-۵- تعیین طول و شیب تکیه گاه های مدل:

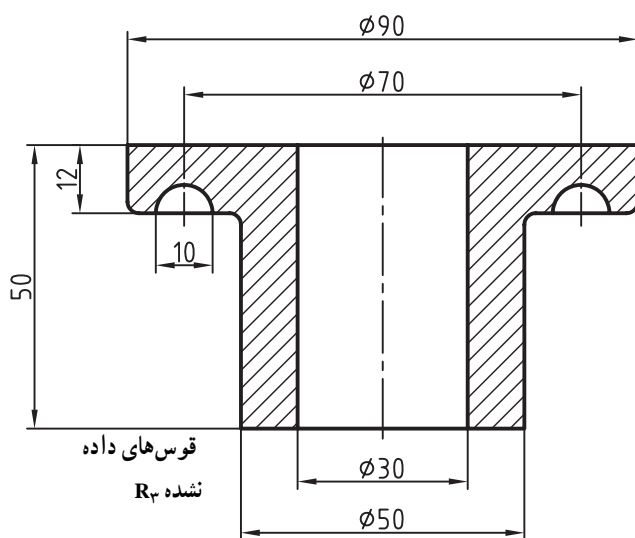
برای این که ماهیچه به آسانی در داخل قالب قرار گیرد، طول  
تکیه گاه و شیب آن باید براساس اصول صحیحی تعیین شود. در  
این درس طول تکیه گاه ماهیچه و شیب آن برای ماهیچه های  
عمودی و افقی براساس استاندارد و جدول تعیین می شود. شکل  
۲-۲۵ نمونه ای از تکیه گاه های افقی و عمودی را نشان می دهد.



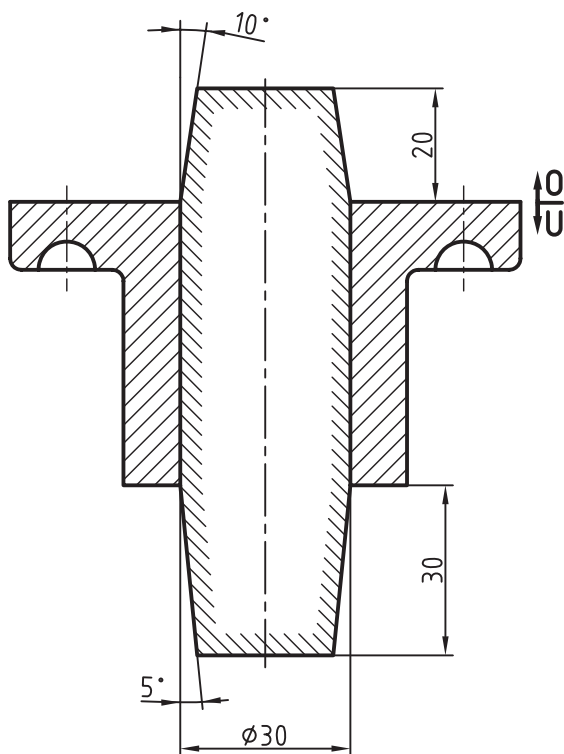
۱- ریشه ی ماهیچه عمودی، ۲- ریشه ی ماهیچه عمودی (متداخل)،

۳- ریشه ی ماهیچه افقی

شکل ۲-۲۵



شکل ۲-۲۶ - نقشه‌ی فنی قطعه



شکل ۲-۲۷ - نقشه‌ی مدل‌سازی قطعه

**الف - تعیین طول تکیه‌گاه ماهیچه براساس استاندارد دین ۱۵۱۱ آلمان:** اندازه‌ی آن در ماهیچه‌ی عمودی ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه برای ارتفاع تکیه‌گاه زیری و یک برابر قطر ماهیچه برای ارتفاع تکیه‌گاه رویی است. اندازه‌ی آن در ماهیچه‌ی افقی ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه است که در دو طرف آن اعمال می‌شود.

**مثال ۱:** ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی شکل ۲-۲۶ را براساس دین ۱۵۱۱ تعیین کنید.

**حل:** ارتفاع تکیه‌گاه زیری تقریباً ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه تعیین شده است؛ اما در این قطعه یک برابر قطر ماهیچه کافی به نظر می‌رسد. ارتفاع تکیه‌گاه رویی یک برابر قطر ماهیچه تعیین شده است که زیاد به نظر می‌رسد و  $\frac{2}{3}$  قطر ماهیچه کافی است. بنابراین داریم:

$$\text{ارتفاع تکیه‌گاه زیری} = 30 \times 1 = 30$$

$$\text{ارتفاع تکیه‌گاه رویی} = 30 \times \frac{2}{3} = 20$$

بنابراین با استفاده از قطر ماهیچه و استاندارد دین ۱۵۱۱، ارتفاع تکیه‌گاه‌های زیری و رویی به دست می‌آید که آن‌را به نقشه‌ی مدل‌سازی انتقال می‌دهند؛ (شکل ۲-۲۷).

مثال ۲: طول تکیه گاه افقی مدل شکل ۲۸-۲ را بر اساس آن بتوان طول تکیه گاه ماهیچه را تعیین کرد؛ بنابراین داریم:

$$dm = \frac{40 + 20}{2} = 30 \text{ mm} \quad \text{قطر متوسط}$$

دین ۱۵۱۱ تعیین کنید.

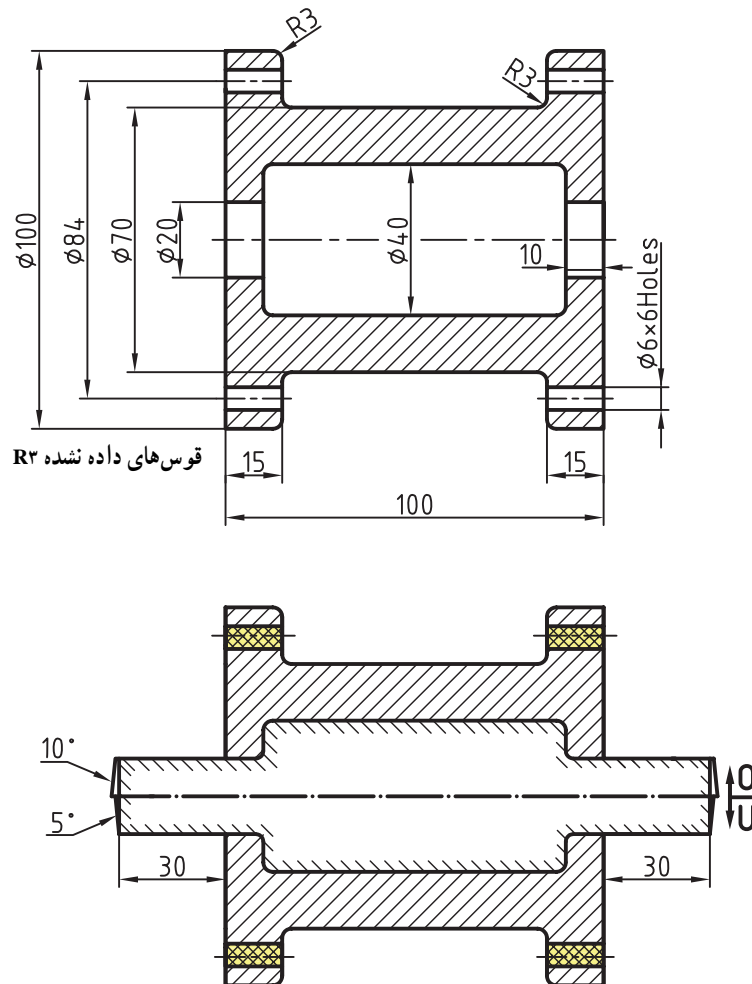
برابر دین ۱۵۱۱ می توان طول ریشه ی ماهیچه را برابر

قطر متوسط ماهیچه در نظر گرفت؛ (شکل های ۲۸-۲).

حل: در دین ۱۵۱۱ طول تکیه گاه های افقی ۱ تا ۱/۵ برابر

قطر ماهیچه تعیین شده است. از آن جاکه سوراخ داخل قطعه

پله دار است باید ابتدا قطر متوسط را به دست آورد تا با استفاده از



شکل ۲۸-۲

استفاده از استاندارد دین ۱۵۱۱ مناسب نیست. از استاندارد جدول ها استفاده می شود.

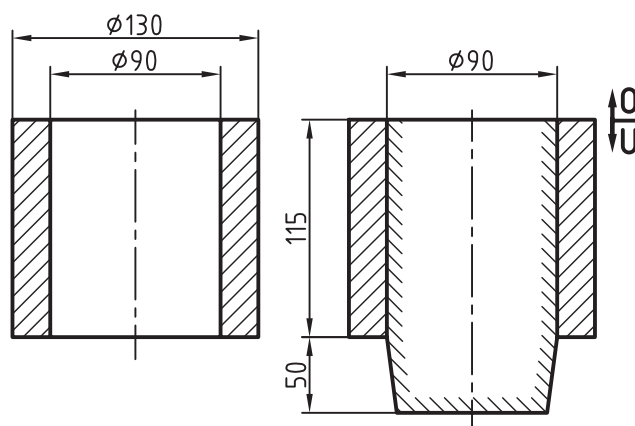
ب- تعیین ارتفاع و طول تکیه گاه ماهیچه با استفاده

از جدول: در مواقعی که قطر و طول ماهیچه بزرگ است و



جدول ۲-۵- تعیین ارتفاع تکیه‌گاه زیری در ماهیچه‌های عمودی

ارتفاع تکیه‌گاه زیری بر حسب میلی‌متر $h_1$										ارتفاع ماهیچه $h$ قطر ماهیچه $D$
بیش از ۲۵۰۰	۱۶۰۱	۱۰۰۱	۶۵۱	۴۰۱	۲۵۱	۱۶۱	۱۰۱	۵۱	تا ۵۰	
۲۵۰۰	۲۵۰۰	۱۶۰۰	۱۰۰۰	۶۵۰	۴۰۰	۲۵۰	۱۶۰	۱۰۰	۵۰	تا ۵۰
-	-	-	-	-	-	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰-۱۰۰
-	-	-	-	-	۵۰	۵۰	۴۰	۴۰	۳۰	۱۰۰-۲۰۰
-	-	-	-	۸۰	۶۰	۶۰	۵۰	۵۰	۴۰	۲۰۰-۳۰۰
-	-	۲۰۰	۱۰۰	۸۰	۷۰	۷۰	۶۰	۶۰	۵۰	۳۰۰-۴۰۰
۱۴۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۰۰	۸۰	۸۰	۷۰	۷۰	۶۰	۴۰۰-۵۰۰
۱۷۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	-	۵۰۰-۶۰۰
۱۹۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۳۰	-	-	۶۰۰-۷۰۰
۲۲۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۹۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۷۰	-	-	-	۷۰۰-۸۰۰
۲۵۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۲۰	۲۱۰	۲۰۰	۲۰۰	-	-	-	۸۰۰-۹۰۰

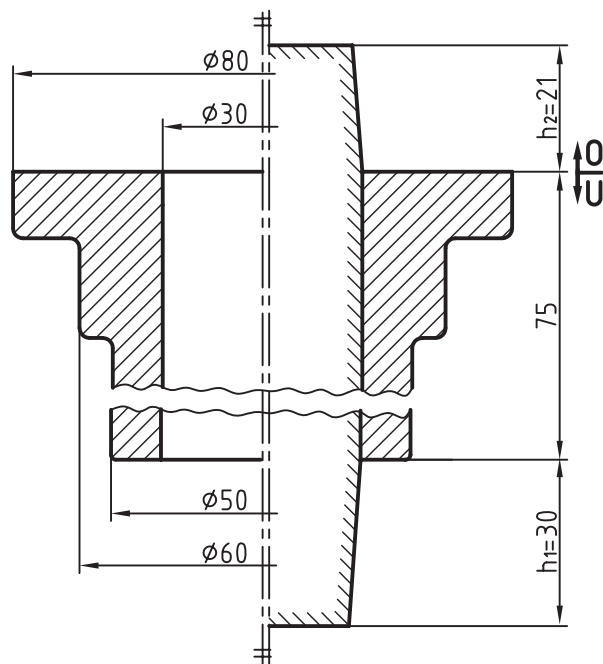


شکل ۲-۲۹

مثال ۱: ارتفاع تکیه‌گاه زیری شکل ۲-۲۹ را با استفاده از جدول تعیین کنید.

$$h = \xrightarrow{\text{از جدول}} ۵۰ \text{ mm}$$

مثال ۲: ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی شکل ۲-۳۰ را با استفاده از جدول تعیین کنید.



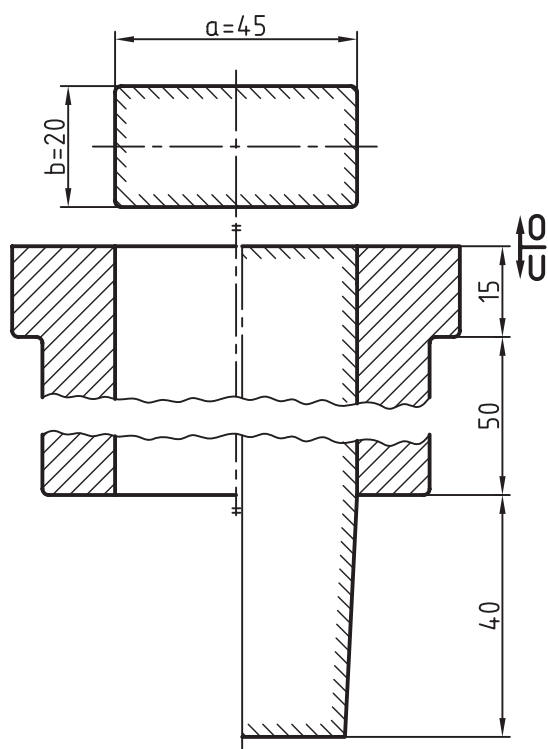
شکل ۲-۳۰

$$h_1 = \xrightarrow{\text{از جدول}} ۳۰ \text{ mm}$$

$$h_2 = \frac{V}{100} h_1$$

$$h_2 = \frac{V}{100} \times ۳۰ = \frac{۲۱}{100} = ۲۱ \text{ mm}$$

توجه ۱: از ضریب  $\frac{V}{100}$  فقط برای تکیه‌گاه‌های رویی (عمودی) استفاده می‌شود.



شکل ۲-۳۱

توجه ۲: در مواقعی که مقطع ماهیچه مکعبی شکل است، برای تعیین قطر فرضی و استفاده از آن در جدول از مجموع طول و عرض ماهیچه استفاده می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$d_f = a + b$$

قطر فرضی

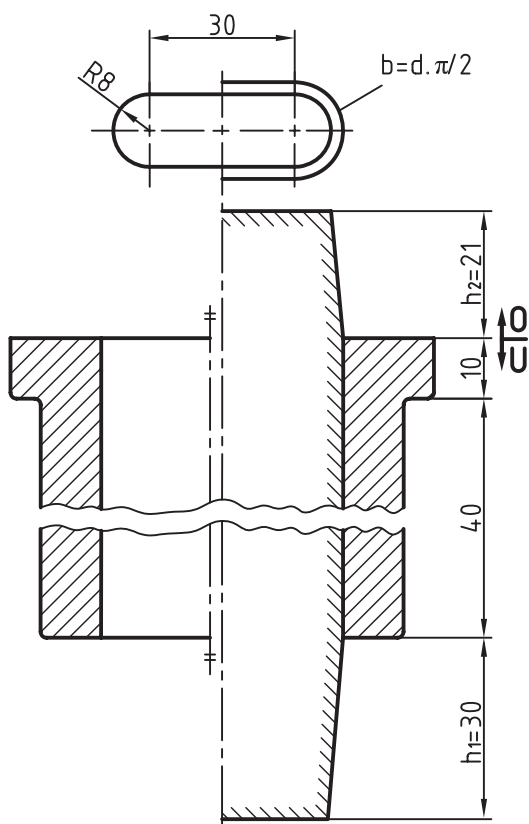
مثال ۳: ارتفاع تکیه‌گاه زیری شکل ۲-۳۱ را با استفاده از جدول تعیین کنید.

حل: برای تعیین مقدار قطر فرضی و استفاده از آن در جدول مجموع طول و عرض مقطع ماهیچه‌ی مکعبی را به‌دست می‌آوریم:

$$d_f = a + b = 45 + 20 = 65 \text{ mm}$$

از جدول

$$h \longrightarrow 40 \text{ mm}$$



شکل ۲-۳۲

مثال ۴: ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی شکل ۲-۳۲ را با استفاده از جدول تعیین کنید.

حل: برای تعیین قطر فرضی و استفاده از آن در جدول کافی است که  $\frac{1}{4}$  محیط مقطع ماهیچه را حساب کنیم؛ بنابراین داریم:

$$d_f = a + b$$

$$b = \frac{d \cdot \pi}{4} = \frac{16 \times 3.14}{4} = 25.12$$

$$d_f = 30 + 25.12 = 55.12 \text{ mm}$$

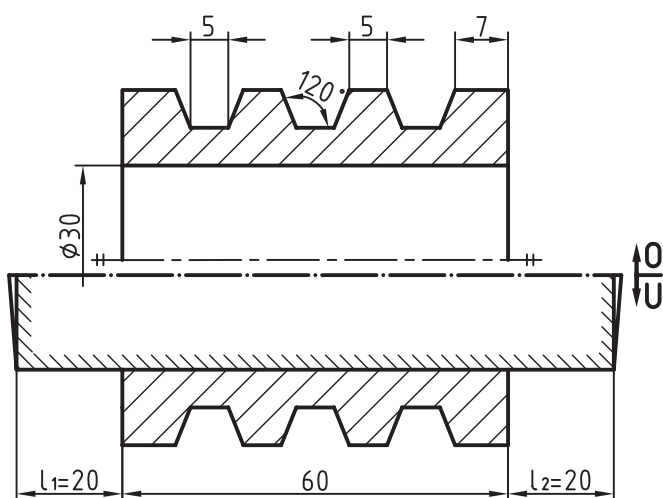
قطر فرضی

$$h_1 \xrightarrow{\text{از جدول}} 30 \text{ mm}$$

طول تکیه‌گاه زیری

$$h_2 = \frac{7}{10} h_1 = \frac{7}{10} \times 30 = 21 \text{ mm}$$

طول تکیه‌گاه رویی



مثال ۵: طول تکیه‌گاه‌های شکل ۲-۳۳ را با استفاده از

جدول تعیین کنید.

حل: در ماهیچه‌های افقی با تکیه‌گاه دو طرفه طول ریشه‌ها

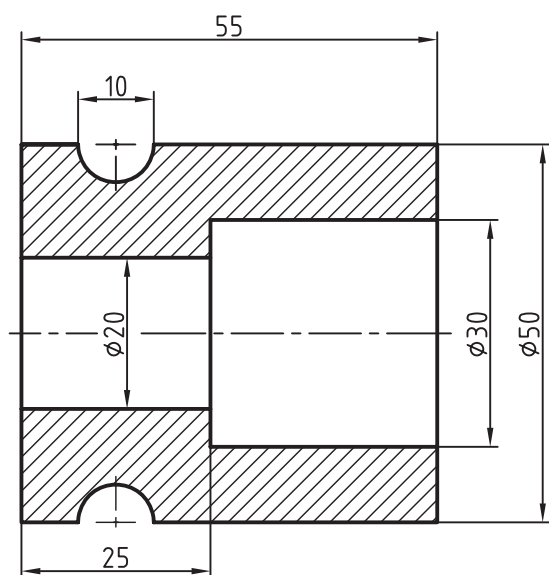
با هم برابر است؛ بنابراین داریم:

$$L_1 = L_2 \xrightarrow{\text{از جدول}} 20 \text{ mm} \quad \text{طول تکیه‌گاه}$$

شکل ۲-۳۳

جدول ۲-۶- تعیین طول تکیه‌گاه‌های افقی بر حسب میلی‌متر

طول تکیه‌گاه $I_1 = I_2$											
بیش از ۳۰۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰	۵۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۵۰	تا ۵۰	طول ماهیچه $L$ $D = \frac{D+d}{2}$
—	—	—	—	—	—	—	۴۰	۳۰	۲۰	۱۵	تا ۵۰
—	—	—	—	—	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰۰-۵۰
—	—	—	۱۱۰	۱۰۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	—	۲۰۰-۱۰۰
۱۵۰	۱۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۶۰	۵۰	—	۳۰۰-۲۰۰
۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۳۰	۱۲۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	—	—	۴۰۰-۳۰۰
۱۷۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	—	—	۵۰۰-۴۰۰
۱۸۰	۱۷۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	—	—	—	۷۰۰-۵۰۰
۱۹۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۲۰	—	—	—	—	۱۰۰۰-۷۰۰
۲۰۰	۱۹۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۶۰	۱۵۰	—	—	—	—	—	۱۲۰۰-۱۰۰۰
۲۲۰	۲۱۰	۲۰۰	۱۹۰	۱۸۰	—	—	—	—	—	—	۱۵۰۰-۱۲۰۰
۲۴۰	۲۳۰	۲۲۰	۲۱۰	۲۰۰	—	—	—	—	—	—	۲۰۰۰-۱۵۰۰
۲۶۰	۲۵۰	۲۴۰	۲۳۰	۲۲۰	—	—	—	—	—	—	۲۵۰۰-۲۰۰۰
۲۸۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۵۰	—	—	—	—	—	—	—	۳۰۰۰-۲۵۰۰
۳۰۰	۲۹۰	۲۸۰	—	—	—	—	—	—	—	—	بیش از ۳۰۰۰



شکل ۲-۳۴

مثال ۶: طول تکیه‌گاه‌های افقی شکل ۲-۳۴ را با استفاده

از جدول ۲-۶ به دست آورید.

حل: در مواقعی که ماهیچه پله‌دار است، ابتدا قطر متوسط

(dm) را به دست می‌آوریم. با در دست داشتن طول ماهیچه (جان

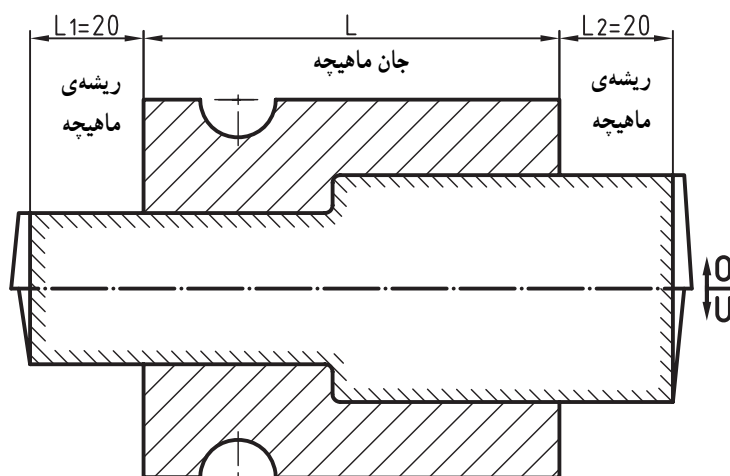
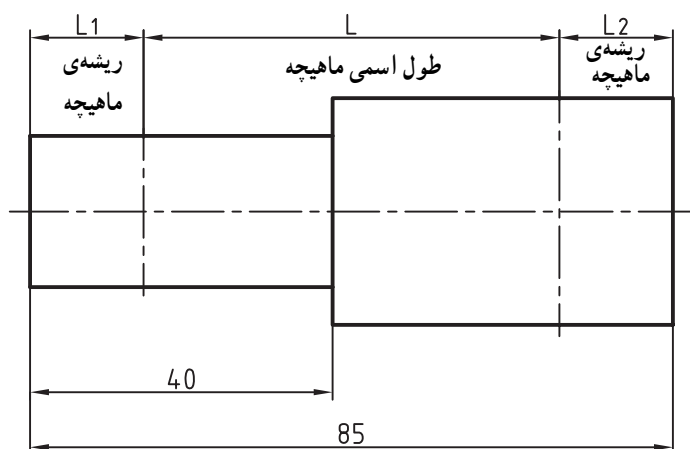
ماهیچه) و قطر متوسط و مراجعه به جدول ۲-۶، طول‌های  $L_1$

و  $L_2$  به دست می‌آید؛ (شکل‌های ۲-۳۵).

بنابراین داریم:

$$dm = \frac{30 + 20}{2} = 25 \text{ mm} \quad \text{قطر متوسط}$$

$$L_1 = L_2 \xrightarrow{\text{از جدول}} 20 \text{ mm} \quad \text{طول تکیه‌گاه‌ها}$$



شکل ۲-۳۵

## ۲-۲-۶- تعیین شیب تکیه‌گاه ماهیچه براساس

دین ۱۵۱۱: بعد از مشخص شدن طول ریشه‌ی ماهیچه شیب آن را تعیین می‌کنند.

— ریشه‌ی ماهیچه‌ی عمودی: شیب تکیه‌گاه مدل در

ماهیچه‌های عمودی یک طرفه و دو طرفه به قرار زیر است:

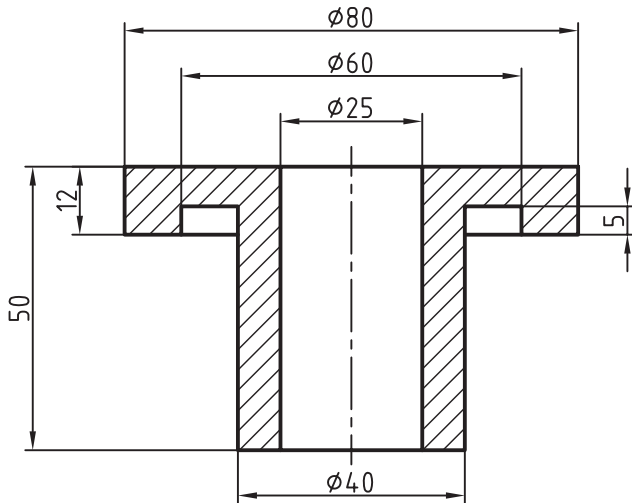
ریشه‌ی ماهیچه‌ی زیری: برای آن که ریشه‌ی ماهیچه به

راحتی در قالب قرارگیرد و تکیه‌گاه مدل نیز به آسانی از قالب

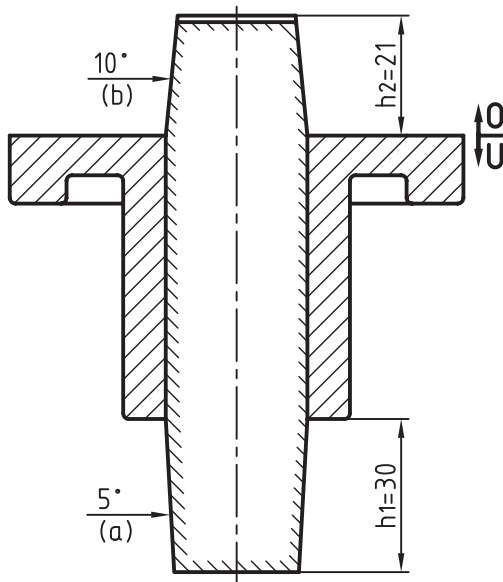
جدا شود، تکیه‌گاه زیری را شیب می‌دهند که مقدار آن برای

تکیه‌گاه زیری تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر ۵ درجه و از ۷۰ میلی‌متر به

بالا ۳ درجه تعیین شده است؛ (شکل ۲-۳۶- الف).



شکل ۲-۳۶- الف



شکل ۲-۳۶- ب

ریشه‌ی ماهیچه‌ی رویی: برای آن که قالب رویی به آسانی

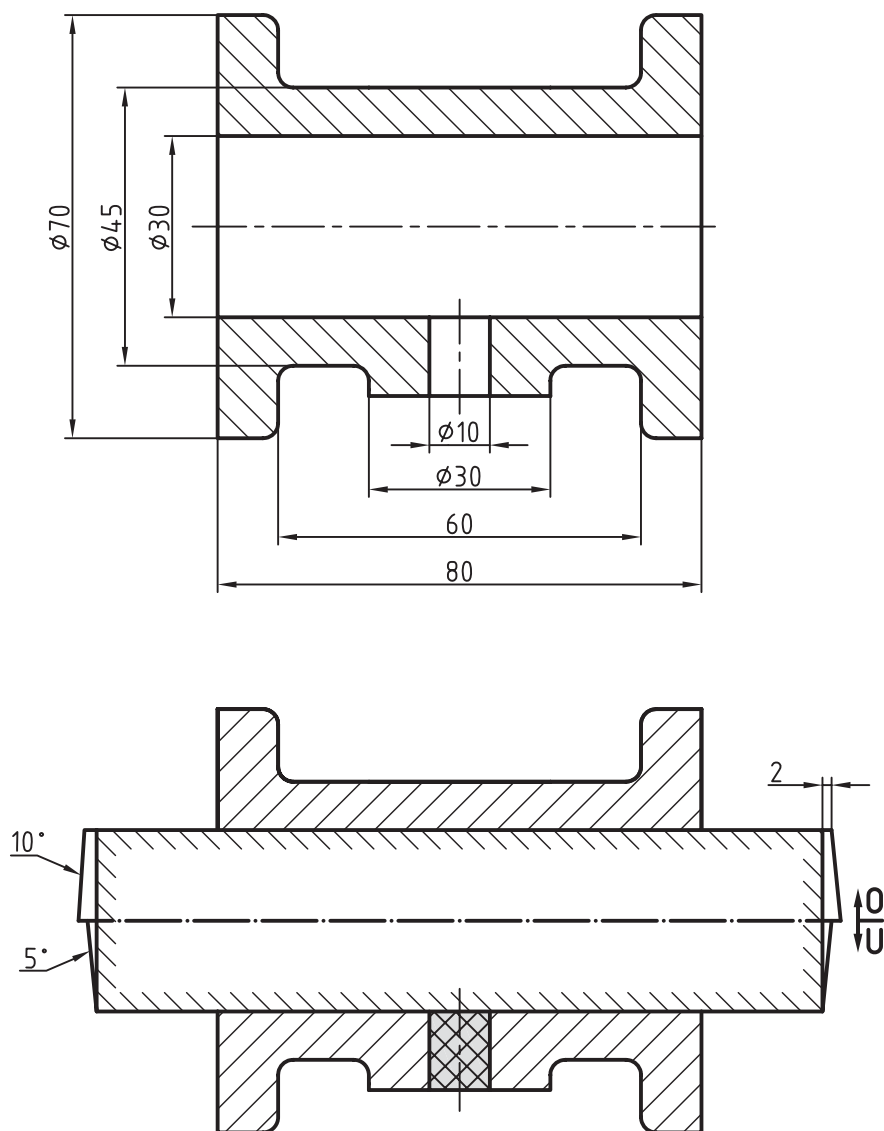
روی قالب زیری و ماهیچه قرار گیرد، تکیه‌گاه رویی را شیب

می‌دهند. مقدار آن تقریباً ۲ برابر شیب تکیه‌گاه زیری تعیین شده

است، یعنی چنانچه شیب تکیه‌گاه زیری ۵ درجه باشد، شیب

تکیه‌گاه رویی ۱۰ درجه است؛ (شکل ۲-۳۶- ب).

- تعیین شیب ریشه‌ی ماهیچه‌ی افقی: شیب تکیه‌گاه  
مدل در ماهیچه‌های افقی یک‌طرفه و دو طرفه بدین قرار است:
- ۱— قالب زیری: تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر ۵ درجه و از ۷۰ به بالا ۶ درجه منظور می‌شود؛ (شکل‌های ۲-۳۷).
- ۲— قالب رویی: تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر ۱۰ درجه و از ۷۰ به بالا ۳ درجه در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۲-۳۷

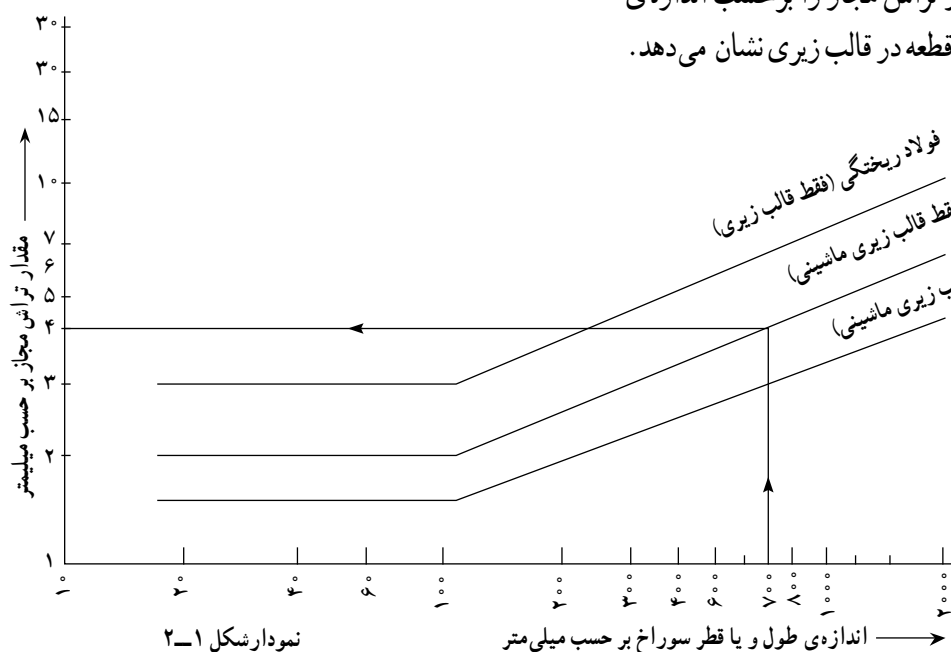
قطعه، کارهایی نظیر تمیز کاری، سنگ کاری، تراش کاری، فرز کاری، سوراخ کاری و ... روی آن انجام می شود. بنابراین باید روی این گونه قطعات محلی برای تراش کاری، سوراخ کاری و ... در نظر گرفته شود. همچنین باید در حد امکان کمترین میزان تراش را برای آن ها در نظر گرفت و این امر زمانی مهم خواهد بود که تعداد بسیار زیادی قطعه مورد نیاز باشد؛ (شکل ۲-۳۸).

۱- جنس قطعه: جنس قطعه نیز در تعیین مقدار تراش مؤثر است. سخت و نرم بودن فلزات و نقطه‌ی ذوب آن‌ها از عوامل مؤثر در این امر به شمار می‌رود. به عنوان مثال مقدار تراش برای فلزات سبک خیلی کمتر است تا آلیاژهای فولاد و امثال آن. نمودار ۱-۲ مقدار تراش مجاز را برحسب اندازه‌ی طول و یا قطر سوراخ و جنس قطعه در قالب زیری نشان می‌دهد.

چند خاکستری و نشکن (فقط قالب زیری ماشین)

فلزات سبک فقط (قالب زیری ماشین)

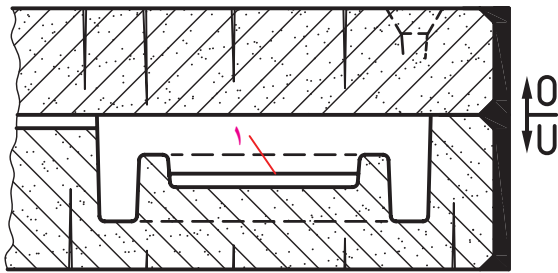
فولاد ریختگی (فقط قالب زیری)



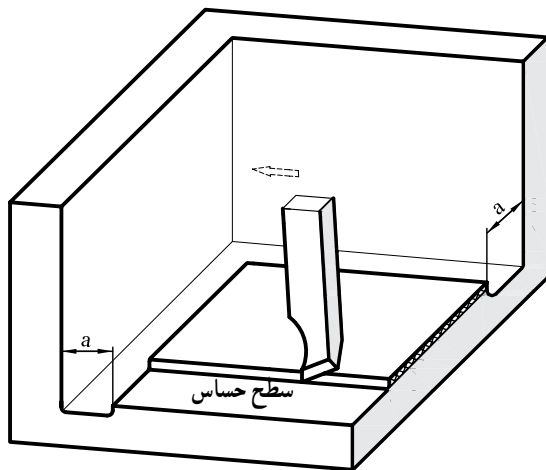
چنانچه سطوح تراش در قالب رویی واقع شوند + ۵۰ درصد، چنانچه مدل با دست قالب گیری شود + ۲۵ درصد (غیر از فولاد) مقدار تراش مجاز استاندارد اضافه می شود. به عنوان مثال برای ریخته گری یک قطعه ی چدنی به طول ۷۰۰ میلی متر، در درجه ی زیری ماکزیم مقدار تراش از نمودار ۴ میلی متر است. که اگر در درجه روی باشد، ۲ میلی متر به آن اضافه می شود.

**۲- جای تراش:** در هنگام ریخته گری ابتدا فلز مذاب وارد قسمت های زیری قالب، و سپس سایر قسمت های دیگر آن شده و قالب پُر می شود. این امر باعث می شود که مذاب خالص در پایین ترین نقطه ی قالب، و مذاب همراه با اجسام سبک و سربرده ها در بالاترین نقطه ی قالب قرار گیرد. بنابراین محل های حساس قطعه، که بعد از ماشین کاری باید از کیفیت سطحی خوبی برخوردار باشند، باید در حد امکان در قالب زیری قرار داده شوند؛ (شکل ۴-۲).

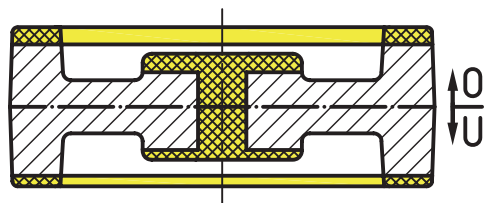
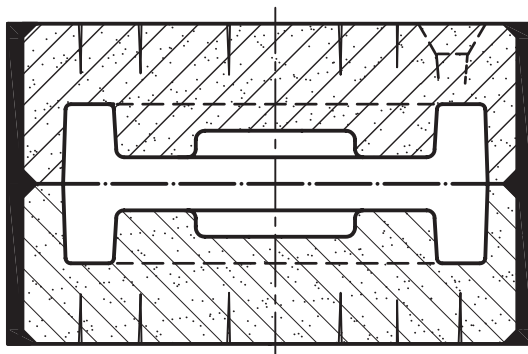
مقدار تراش مجاز برای سطوح پایینی قالب در حد استاندارد و برای سطوح بالایی ۱/۵ تا ۲ برابر استاندارد است؛ (شکل ۴-۲).



۱- مرز تراش

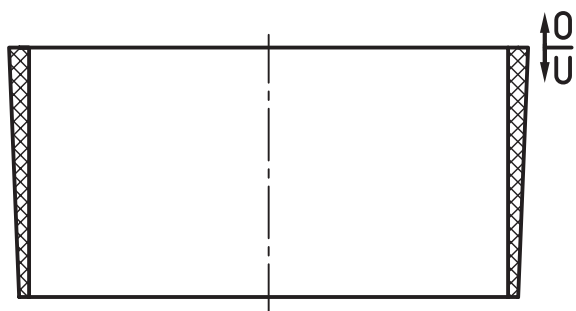


شکل ۴۰-۲



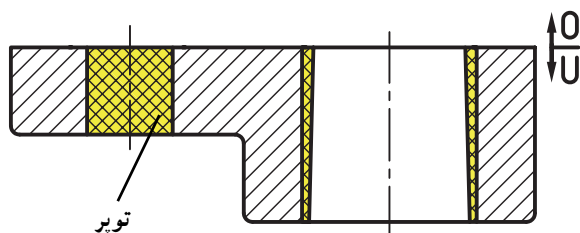
شکل ۴۱-۲





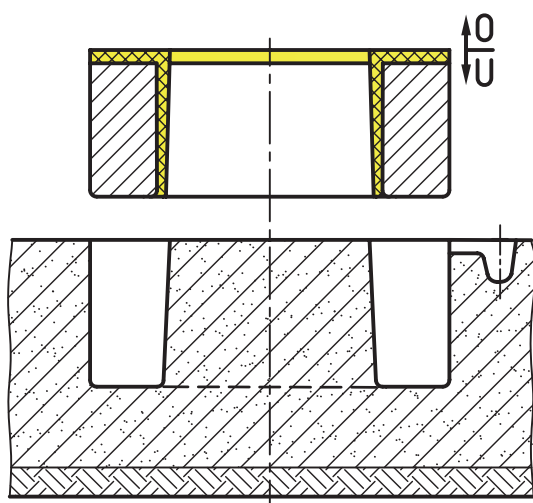
شکل ۲-۴۲

مقدار تراش مجاز سطوح جانبی قالب در حد استاندارد است و ممکن است در پاره‌ای از موارد مقدار شیب قالب‌گیری نیز به آن اضافه شود؛ (شکل ۲-۴۲).



شکل ۲-۴۳

مقدار تراش برای سوراخ‌ها و شکاف‌هایی که با ماهیچه ریخته‌گری می‌شوند بیشتر از حد استاندارد است. سوراخ‌ها و شکاف‌های کوچک در حد امکان توپُر ریخته‌گری می‌شوند؛ (شکل ۲-۴۳).

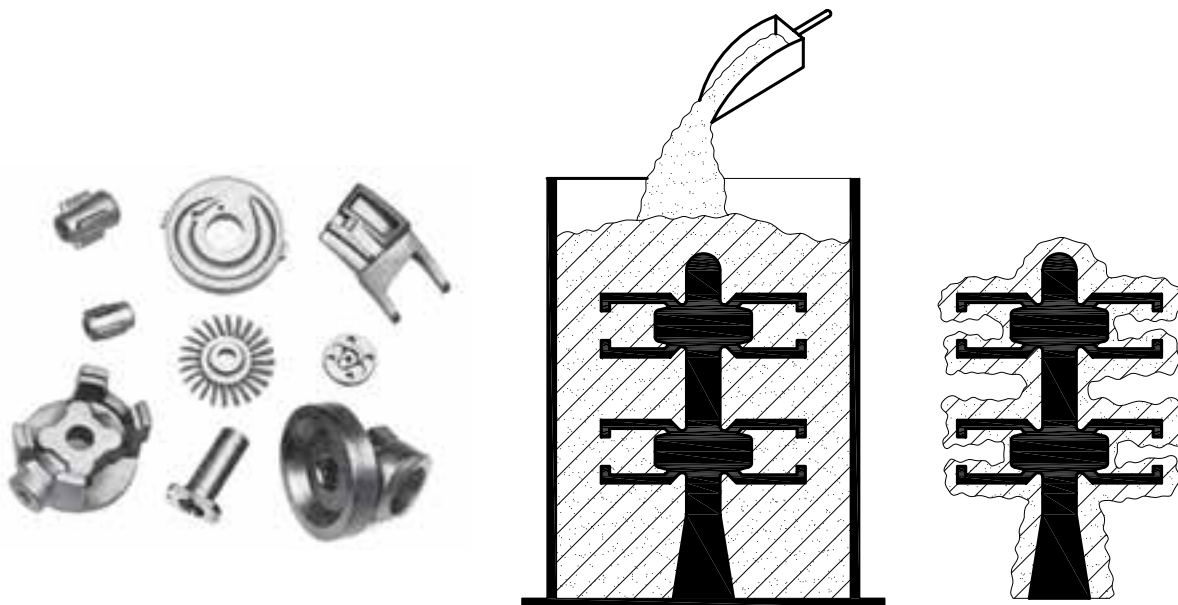


شکل ۲-۴۴

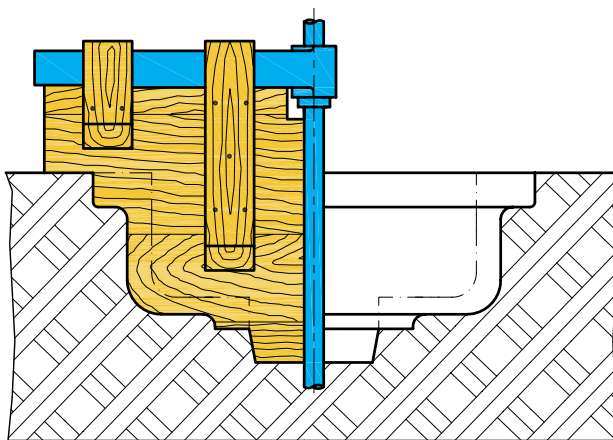
مقدار تراش مجاز برای قطعاتی که روباز ریخته‌گری می‌شوند و قطعاتی که به روش زمینی و شابلونی قالب‌گیری می‌شوند خیلی بیشتر است؛ (شکل ۲-۴۴).

توجه: تعیین قطعی مقدار تراش مجاز برای تولید انبوه قطعات ریخته‌گری از نظر اقتصادی بسیار مهم است. به همین لحاظ در واحد تکنولوژی این قسمت با دقت زیاد توسط مهندسين و کارشناسان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳- روش قالب‌گیری: مقدار ماشین‌کاری مجاز، به جنس مواد قالب‌گیری و روش‌های قالب‌گیری نیز بستگی دارد؛ به عنوان مثال برای قالب‌های فلزی، قالب‌های سرامیکی و قالب‌های پوسته‌ای، مقدار براده‌برداری کمتری مورد نیاز است (شکل‌های ۲-۴۵ تا ۲-۴۶).



شکل ۲-۴۵



شکل ۲-۴۶

علاوه بر موارد گفته شده از جدول استاندارد نیز برای تعیین مقدار تراش مجاز استفاده می شود.

جدول ۷-۲- استاندارد تراش مجاز در آلیاژهای مختلف برحسب میلی متر

جنس قطعه	اندازه ی قطعه	سطوح زیری	سطوح داخلی و جانبی	سطوح رویی
چدن	تا ۱۵۰	۲/۵	۳	۵
	تا ۳۰۰	۳	۳/۵	۵/۵
	۳۰۰-۵۰۰	۴	۵	۶
	۵۰۰-۹۰۰	۴/۵	۵/۵	۶/۵
	۹۰۰-۱۵۰۰	۵	۶	۸
فولاد	تا ۱۵۰	۳	۳	۶
	۱۵۰-۳۰۰	۵	۶	۶
	۳۰۰-۵۰۰	۶	۶	۸
	۵۰۰-۹۰۰	۶	۷	۹/۵
	۹۰۰-۱۵۰۰	۶	۸	۱۲
فلزات غیر آهنی	۱۰-۷۵	۱/۵	۱/۵	۲
	۷۵-۲۰۰	۱/۵	۲	۲/۵
	۲۰۰-۳۰۰	۲	۲/۵	۳
	۳۰۰-۵۰۰	۲/۵	۳	۳/۵
	۵۰۰-۹۰۰	۳	۳/۵	۴/۵
	۹۰۰-۱۵۰۰	۳	۴	۵

جدول ۸-۲- استاندارد تراش مجاز در سوراخ ها برحسب میلی متر در شعاع

طول سوراخ برحسب میلی متر								قطر سوراخ برحسب میلی متر	
۱۰۰۰	۷۷۵	۵۴۵	۳۸۵	۲۲۵	۱۶۵	۸۵	۲۰	از	تا
به بالا	۱۰۰۰	۷۷۰	۵۴۰	۳۸۰	۲۲۰	۱۶۰	۸۰		
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۲۰	۵۰
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۳	۵۵	۱۰۰
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۴	۴	۱۰۵	۱۸۰
۹	۸	۷	۶	۵	۵	۵	۵	۱۸۵	۲۲۰
۹	۸	۷	۶	۶	۶	۶	۶	۲۲۵	۵۶۰
۹	۸	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۵۶۵	۹۶۰
۹	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۹۶۵	۱۰۰۰
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۱۰۰۰	به بالا



الف) تئوری

- ۱- کدام انقباض مورد توجه مدل ساز است؟  
الف) جامد      ب) مایع      ج) مایع و جامد      د) فوق ذوب
- ۲- انقباض مضاعف را با ذکر مثال توضیح دهید.
- ۳- اهمیت سیستم های راهگاهی را جهت سالم ریخته شدن قطعه شرح دهید.
- ۴- انواع شیب مدل را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۵- مقدار شیب را چگونه تعیین می کنند؟ با ذکر مثال شرح دهید.
- ۶- عوامل مؤثر در تعیین میزان شیب مدل را نام ببرید.
- ۷- چرا برای قسمت های داخلی مدل شیب بیشتری منظور می شود؟ با ذکر مقدار ضریب آن توضیح دهید.
- ۸- طول تکیه گاه های ماهیچه روی مدل بر کدام اساس تعیین می شود؟ توضیح دهید.
- ۹- چگونه شیب مدل از درجه به میلی متر تبدیل می شود؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
- ۱۰- شیب تکیه گاه های ماهیچه زیری مدل بر کدام اساس تعیین می شود؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
- ۱۱- چرا شیب تکیه گاه های ماهیچه رویی بیش تر از تکیه گاه های زیری است؟ توضیح دهید.
- ۱۲- طول تکیه گاه ماهیچه رویی نسبت به تکیه گاه ماهیچه زیری با کدام ضریب تعیین می شود؟  
الف)  $\frac{7}{10}$       ب)  $\frac{5}{10}$       ج)  $\frac{2}{10}$       د)  $\frac{4}{10}$
- ۱۳- مقدار تراش برای سطوح رویی چند برابر سطوح زیری است؟ با ذکر مثال علت را توضیح دهید.
- ۱۴- اهمیت تعیین مقدار تراش مجاز در تولید انبوه قطعه چیست؟ با ذکر مثال توضیح دهید.

ب) عملی

تمرین ۱: در شکل ۲-۴۷ مطلوب است :

الف) محاسبه‌ی انقباض مجاز برای چدن ریختگی با استفاده از جدول و فرمول ؛

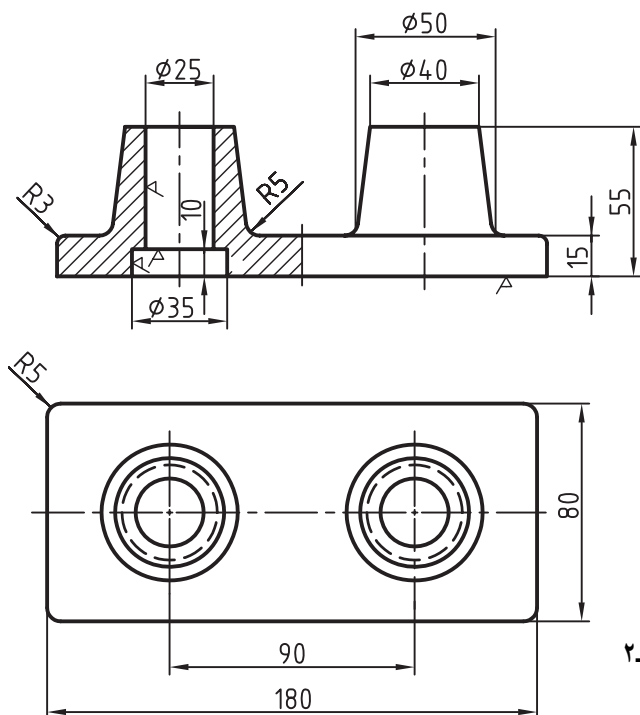
ب) تعیین سطح جدایش مدل و قالب‌گیری ؛

ج) تعیین طول ریشه‌ی ماهیچه‌های رویی و زیری ؛

د) تعیین شیب ریشه‌ی ماهیچه‌ی رویی و زیری ؛

هـ) رسم نقشه‌ی مدل‌سازی به مقیاس ۱:۱ و

اندازه‌گذاری آن.



شکل ۲-۴۷

تمرین ۲: در شکل ۲-۴۸ مطلوب است :

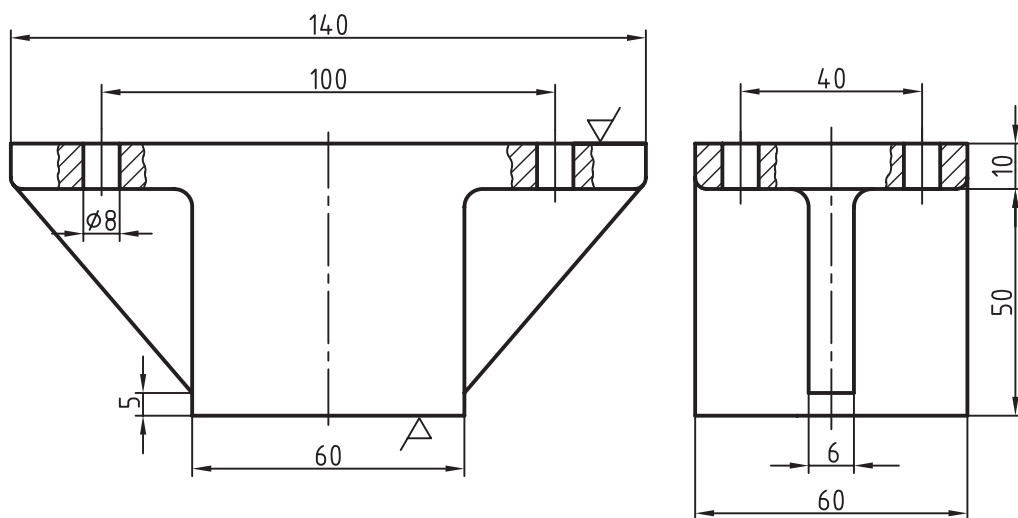
الف) تعیین سطح جدایش مدل ؛

ب) تعیین مقدار تراش مجاز با استفاده از جدول یا نمودار ؛

ج) تعیین مقدار شیب مجاز با استفاده از جدول و فرمول ؛

د) رسم نقشه‌ی مدل‌سازی به مقیاس ۱:۱ و اندازه‌گذاری ؛

در صورتی که جنس قطعه فولاد ریختگی باشد.



شکل ۲-۴۸

تمرین ۳: در شکل ۲-۴۹ مطلوب است :

الف) تعیین سطح جدایش مدل و قالب ؛

ب) تعیین مقدار انقباض مجاز با استفاده از جدول و فرمول ؛

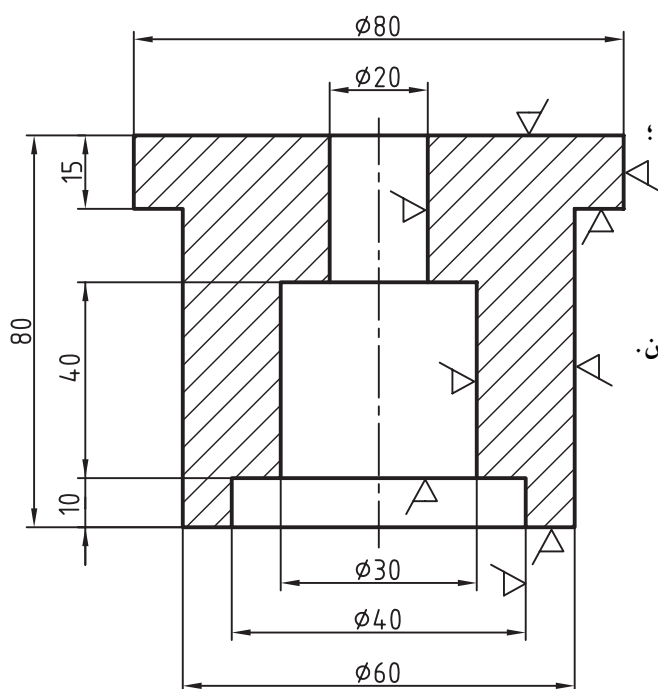
ج) تعیین مقدار تراش مجاز با استفاده از جدول ؛

د) تعیین مقدار شیب مجاز با استفاده از جدول و فرمول ؛

هـ) تعیین طول ریشه‌های ماهیچه و شیب آن ؛

و) رسم نقشه‌ی مدل‌سازی به مقیاس ۱:۱ و اندازه‌گذاری آن.

در صورتی که جنس قطعه از آلیاژ برنج باشد.



شکل ۲-۴۹

تمرین ۴: در شکل ۲-۵۰ مطلوب است :

الف) تعیین سطح جدایش مدل و قالب ؛

ب) تعیین مقدار انقباض مجاز با استفاده از جدول و فرمول ؛

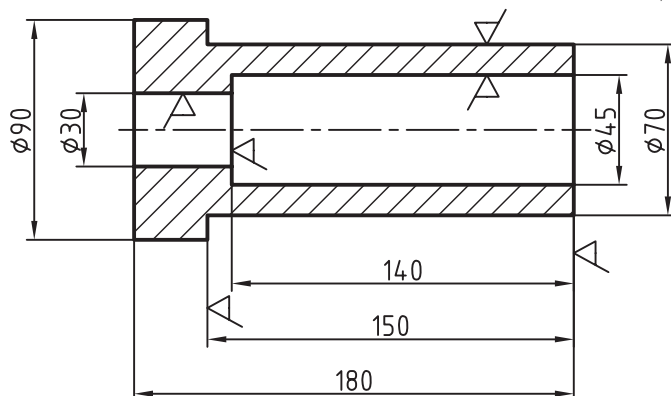
ج) تعیین مقدار تراش مجاز با استفاده از جدول یا نمودار ؛

د) تعیین مقدار شیب مجاز با استفاده از جدول و فرمول ؛

هـ) تعیین طول ریشه‌های ماهیچه و شیب آن ؛

و) رسم نقشه‌ی مدل‌سازی به مقیاس ۱:۱ با اندازه‌گذاری.

در صورتی که جنس قطعه از آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم باشد.



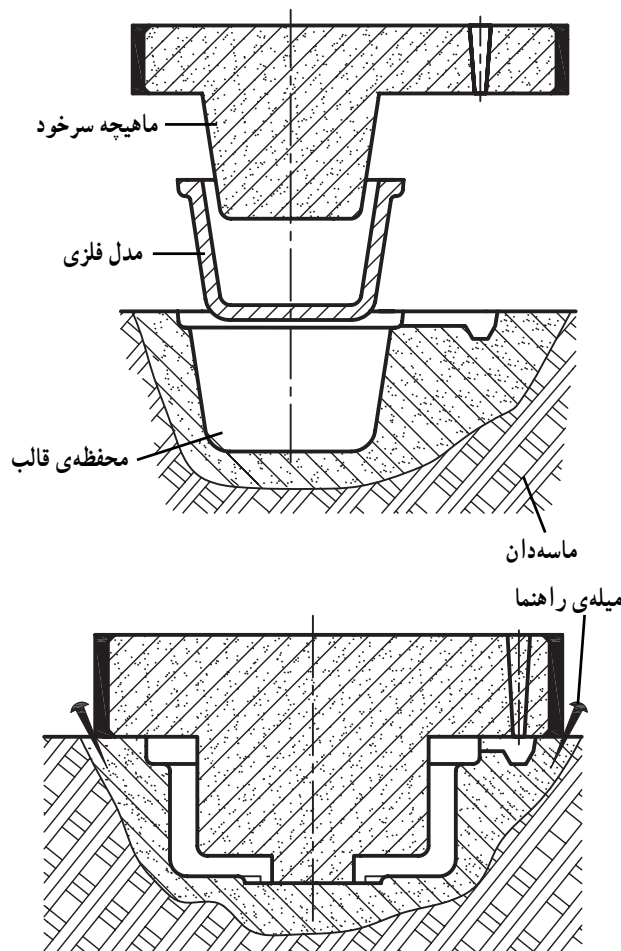
شکل ۲-۵۰

### رسم نقشه‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری

اهداف رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- مفهوم ماهیچه‌ی سرخود را توضیح دهد؛
- ۲- رسم مدل و قالب را با ماهیچه‌ی سرخود انجام دهد؛
- ۳- مفهوم ماهیچه‌ی عمودی و افقی را توضیح دهد؛
- ۴- رسم مدل و قالب با ماهیچه‌ی عمودی و افقی یک‌طرفه و دوطرفه را انجام دهد؛
- ۵- مفهوم قطعه‌ی آزاد را توضیح دهد؛
- ۶- رسم مدل و قالب با قطعه‌ی آزاد را انجام دهد.

### ۳- رسم نقشه‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری



شکل ۳-۱

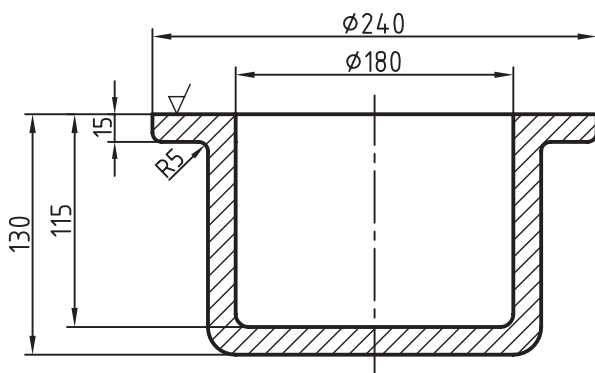
در این فصل ماهیچه‌های عمودی، افقی و قطعه‌ی آزاد مدل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### ۳-۱- ماهیچه‌ی عمودی سرخود

قطعاتی که شیب داخلی آن‌ها مناسب است، و ارتفاع کم دارند با توجه به روش‌های قالب‌گیری به دو حالت: ماهیچه سرخود در قالب رویی و ماهیچه سرخود در قالب زیری رسم می‌شوند.

##### ۳-۱-۱- ماهیچه‌ی سرخود در قالب رویی: ارتفاع

و شیب داخلی قطعه به گونه‌ای است که ماهیچه به آسانی با قالب رویی جدا می‌شود؛ شکل‌های ۳-۱ رسم قالب‌گیری یک تا زمین را نشان می‌دهند.



شکل ۳-۲

مثال: در صورتی که قطعه‌ی داده‌شده در شکل ۳-۲ از

جنس آلایژ آلومینیم با ۱ درصد انقباض و شیب اضافی ریخته‌گری شود مطلوب است:

– محاسبه‌ی اضافات مدل‌سازی

– رسم نقشه‌ی مدل‌سازی

– رسم نقشه‌ی ساختمان مدل



– رسم نقشه‌ی قالب‌گیری

حل: قبل از هرگونه اقدامی باید سطح جدایش مدل و قالب‌گیری مشخص شود. سپس محاسبات مدل‌سازی به شرح زیر انجام می‌گیرد:

۲-۱-۳- تعیین مقدار انقباض جامد: با استفاده از

فرمول و درصد انقباض داده‌شده خواهیم داشت؛ (شکل ۳-۳).

$$LM = \frac{240 \times 1}{100} + 240 = 242 / 4 \text{ mm}$$

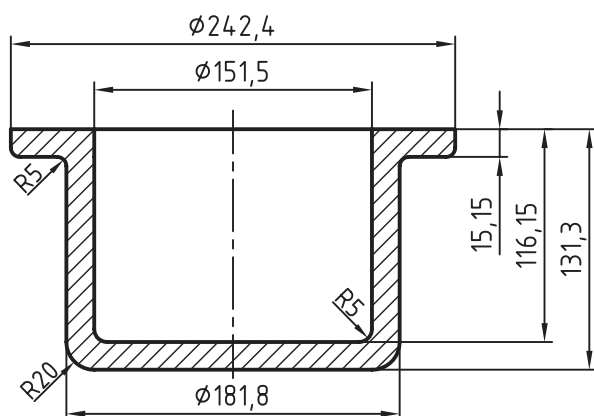
$$LM = \frac{180 \times 1}{100} + 180 = 181 / 8 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{150 \times 1}{100} + 150 = 151 / 5 \text{ mm}$$

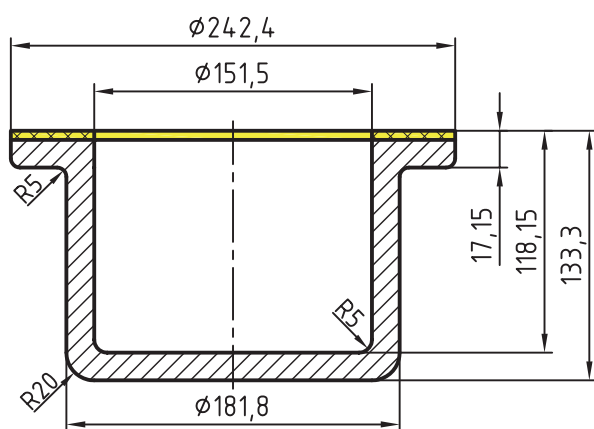
$$LM = \frac{130 \times 1}{100} + 130 = 131 / 3 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{115 \times 1}{100} + 115 = 116 / 15 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{15 \times 1}{100} + 15 = 15 / 15 \text{ mm}$$



شکل ۳-۳



شکل ۳-۴

۳-۱-۳- تعیین مقدار تراش: با استفاده از نمودار

و جدول، مقدار تراش برای سطح بالایی این قطعه تقریباً ۲ میلی‌متر است؛ (شکل ۳-۴).

۳-۱-۴- تعیین درجه‌ی شیب: با مراجعه به جدول

استاندارد شیب‌ها داریم:

$$h_1 = 17 / 15 \xrightarrow{\text{از جدول}} 2$$

$$h_2 = 116 / 15 + 2 = 118 / 15 \xrightarrow{\text{از جدول}} \frac{1}{2}$$

$$h_3 = 133 / 3 - 17 / 15 = 116 / 15 \xrightarrow{\text{از جدول}} \frac{1}{4}$$

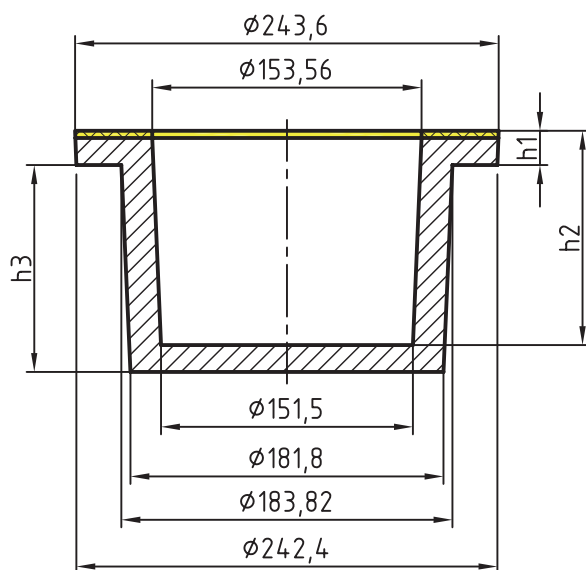
۳-۱-۵- تعیین مقدار شیب: با استفاده از فرمول

روابط مثلثاتی، مقدار شیب، برحسب میلی‌متر به شرح زیر به دست می‌آید؛ (شکل ۳-۵).

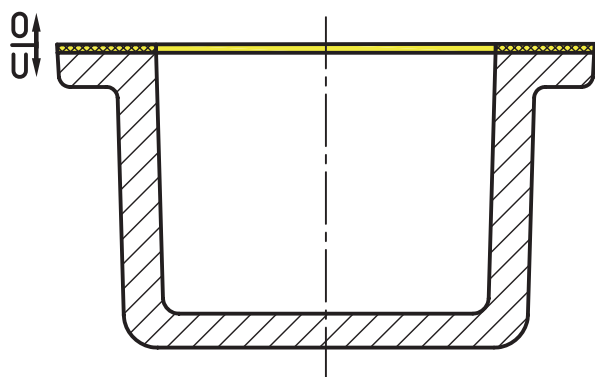
$$F_s (\text{mm}) = \frac{1 / 75 \times 17 / 15 \times 2}{100} = 0 / 6 \text{ mm}$$

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1 / 75 \times 118 / 15 \times 0 / 5}{100} = 1 / 03 \text{ mm}$$

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1 / 75 \times 116 / 15 \times 0 / 5}{100} = 1 / 01 \text{ mm}$$

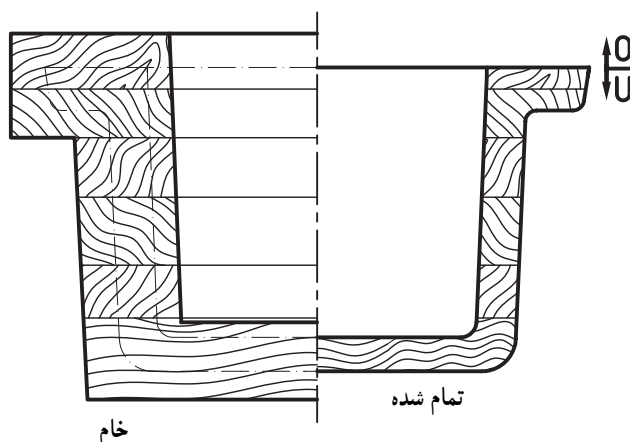


شکل ۳-۵



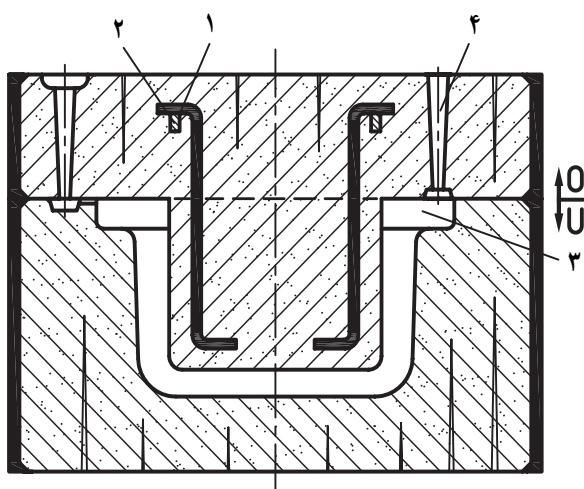
شکل ۳-۶

۳-۱-۶- رسم نقشه‌ی مدل‌سازی: در نقشه‌ی مدل‌سازی سطح جدایش قالب‌گیری (مدل)، مقدار ماشین‌کاری و شیب قالب‌گیری (مدل) رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۶).  
توجه: رسم نقشه‌ی مدل‌سازی تا حد امکان به مقیاس ۱:۱ انجام شود.



شکل ۳-۷

۳-۱-۷- نقشه‌ی ساختمان مدل: با استفاده از نقشه‌ی مدل‌سازی، رسم ساختمان مدل انجام می‌شود. در این نقشه جنس مدل، سطح جدایش مدل، تعداد قطعات به هم متصل شده‌ی مدل، شیب مدل و یراق مخصوص لق کردن و درآوردن مدل از ماسه مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۷).  
توجه: در این درس جنس مدل چوبی؛ (H۲) یعنی نیمه سخت است و به علت کوچک بودن مدل از نصب یراق روی آن صرف نظر شده است.



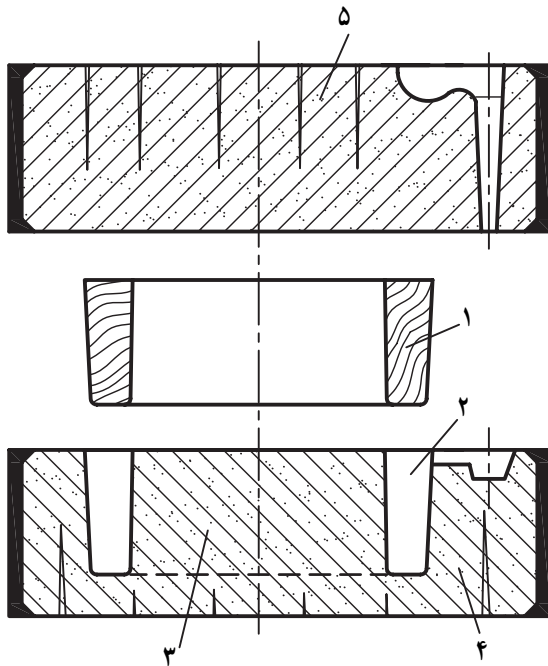
۱- قانچاق (هاکن یا نگهدارنده) ۲- تیرک  
۳- محفظه‌ی قالب ۴- تغذیه

شکل ۳-۸

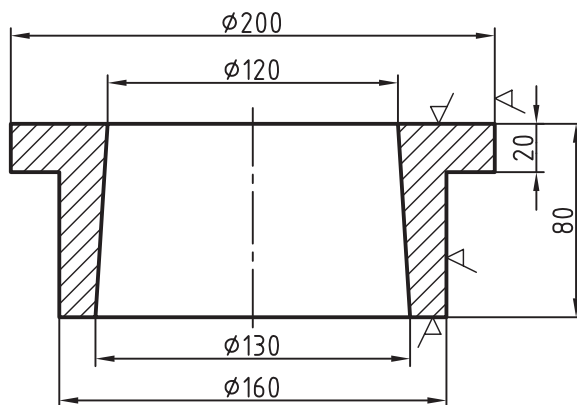
۳-۱-۸- نقشه‌ی قالب‌گیری: با استفاده از نقشه‌ی ساختمان مدل رسم قالب‌گیری انجام می‌شود. در این نقشه، قالب زیری، قالب رویی و سطح جدایش آن مشخص می‌گردد. همچنین محل ورود فلز مذاب (راهگاه) و در صورت نیاز کانال‌های تغذیه و خروج گاز و هوا رسم می‌شود. برای نگاه‌داری ماهیچه‌ی سرخود (تقویت آن) هاکن یا قانچاق رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۸).

## ۳-۲- ماهیچه‌ی سرخود در قالب زیری

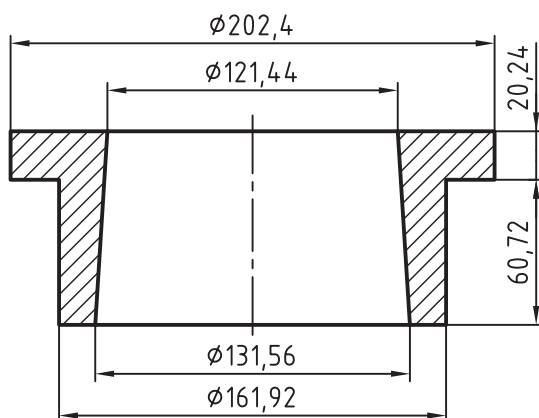
فرم قطعه به گونه‌ای است که قرار گرفتن ماهیچه‌ی سرخود در قالب زیری مشکلاتی به همراه ندارد و در هنگام ریخته‌گری گاز درون قالب به آسانی از آن خارج می‌شود؛ (شکل‌های ۳-۹).



شکل ۳-۹



شکل ۳-۱۰



شکل ۳-۱۱

۱- مدل

۲- محفظه‌ی قالب

۳- ماهیچه‌ی سرخود در قالب زیری

۴- قالب زیری

۵- قالب رویی

مثال: در صورتی که قطعه‌ی داده‌شده از جنس آلومینیم با ۱/۲ درصد انقباض و شیب اضافی (+) ریخته‌گری شود مطلوب است:

محاسبات مدل‌سازی، رسم مدل، رسم ساختمان مدل و رسم قالب‌گیری؛ (شکل ۳-۱۰).

توجه: قبل از رسم نقشه‌ی مدل‌سازی و قالب‌گیری رسم نقشه‌ی مکانیکی در مقیاس استاندارد، نیم‌نما و نیم‌برش رسم شود.

### ۳-۲-۱- تعیین مقدار انقباض جامد: با در

دست داشتن درصد انقباض و فرمول، مقدار آن به شرح زیر به دست می‌آید (شکل ۳-۱۱):

$$LM = \frac{200 \times 1/2}{100} + 200 = 202/4 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{160 \times 1/2}{100} + 160 = 161/92 \text{ mm}$$

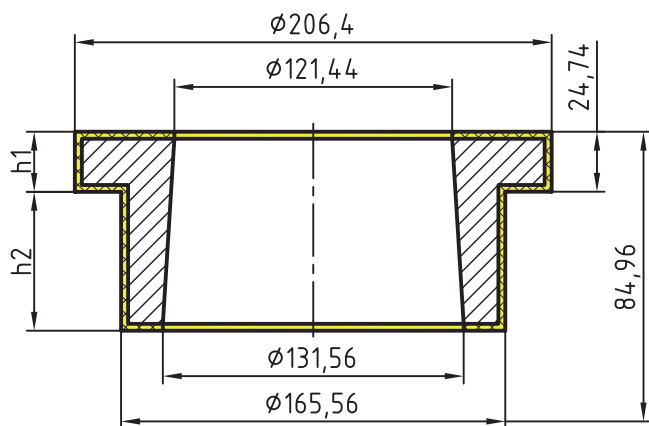
$$LM = \frac{130 \times 1/2}{100} + 130 = 131/56 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{120 \times 1/2}{100} + 120 = 121/44 \text{ mm}$$

$$LM = 20/24 \text{ mm} \quad \text{و}$$

$$LM = 60/72 \text{ mm} \quad \text{سایر اندازه‌ها:}$$

$$LM = 80/96 \text{ mm}$$



شکل ۳-۱۲

۳-۲-۲- تعیین مقدار تراش: با مراجعه به جدول مقدار تراش مجاز برای سطح زیری ۱/۵ میلی متر، برای سطوح خارجی ۲ میلی متر و برای سطح رویی ۲/۵ میلی متر تعیین می شود؛ (شکل ۳-۱۲).

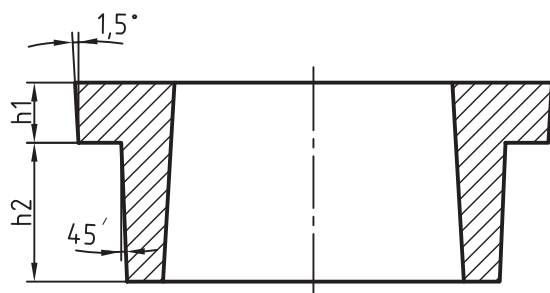
$$202/4 + 2 + 2 = 206/4 \text{ mm}$$

$$161/92 + 2 + 2 = 165/92 \text{ mm}$$

$$80/96 + 2/5 + 1/5 = 84/96 \text{ mm}$$

$$20/24 + 2/5 + 2 = 24/74 \text{ mm}$$

$$60/72 + 1/5 - (2) = 60/22 \text{ mm}$$



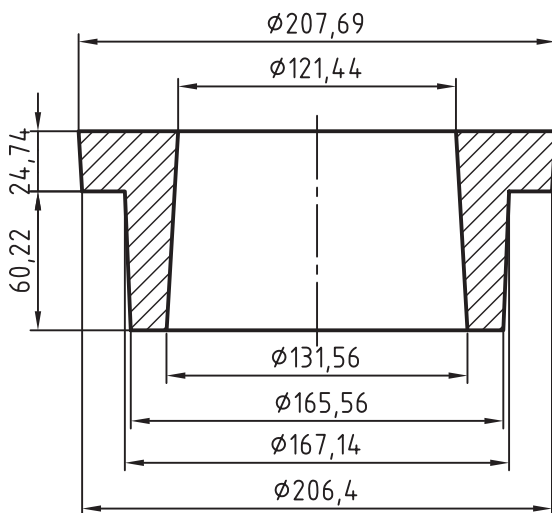
شکل ۳-۱۳

۳-۲-۳- تعیین شیب برحسب درجه: با استفاده از جدول استاندارد شیب مدل و ارتفاع مدل، شیب مدل برحسب درجه به دست می آید؛ (شکل ۳-۱۳):

$$h_1 = 24/74 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1/5$$

$$h_2 = 60/22 \xrightarrow{\text{از جدول}} 45' = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{4} = 0/75$$



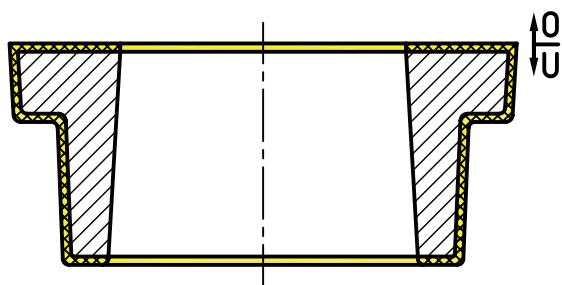
شکل ۳-۱۴

۳-۲-۴- تعیین مقدار شیب برحسب میلی متر: با استفاده از درجه شیب و فرمول شیب، مقدار شیب مدل برحسب میلی متر به دست می آید؛ (شکل ۳-۱۴):

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times h \times \text{درجه}}{100} \quad \text{فرمول شیب}$$

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 24/74 \times 1/5}{100} = 0/649$$

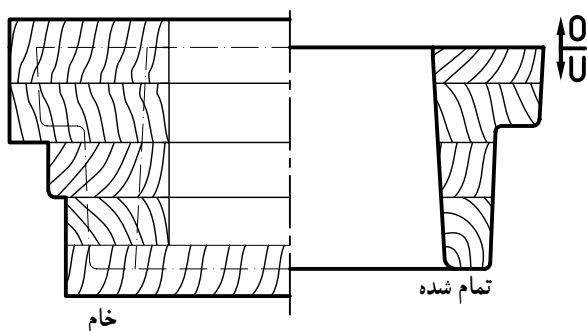
$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 60/22 \times 0/75}{100} = 0/79$$



شکل ۳-۱۵

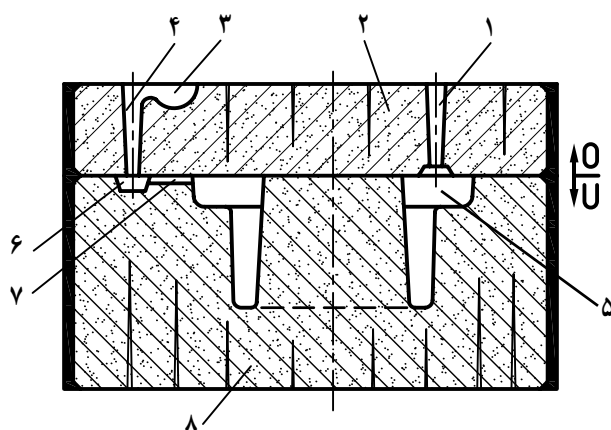
۳-۲-۵- رسم نقشه‌ی مدل‌سازی: در این رسم سطح جدایش مدل و قالب، مقدار تراش مجاز و شیب مدل به مقیاس ۱:۱ رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۱۵).

توجه: مطابق شکل گوشه‌های تیز در سطوح قالب‌گیری گرد رسم شود.



شکل ۳-۱۶

۳-۲-۶- رسم نقشه‌ی ساختمان مدل: با در دست داشتن نقشه‌ی مدل‌سازی رسم نقشه‌ی ساختمان مدل انجام می‌شود. در این نقشه جنس مدل، سطح جدایش مدل، شیب مدل، تعداد قطعات چوبی به هم چسبانیده شده و متعلقات مدل مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۱۶).



۱- تغذیه‌ی باز ۲- قالب رویی ۳- حوضچه ۴- لوله‌ی راهگاه  
۵- محفظه‌ی قالب ۶- حوضچه‌ی زیری ۷- کانال فرعی ۸- قالب زیری

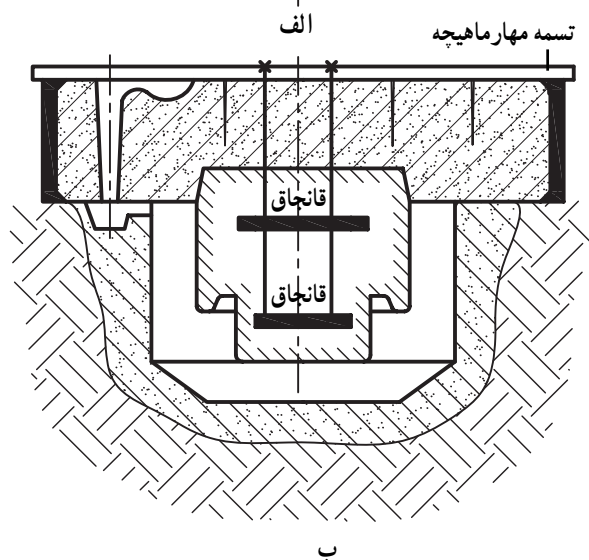
شکل ۳-۱۷

۳-۲-۷- رسم نقشه‌ی قالب‌گیری: پس از انجام رسم ساختمان مدل نقشه‌ی قالب‌گیری رسم می‌شود. در این نقشه قالب زیری، قالب رویی، سطح جدایش قالب، سیستم راهگاهی، کانال تغذیه، کانال هوا و متعلقات قالب رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۱۷).

۳-۳- ماهیچه‌ی عمودی با تکیه‌گاه یک طرفه و دو طرفه  
اندازه و فرم داخلی بعضی از قطعات به گونه‌ای است که امکان قالب‌گیری و ماهیچه‌گذاری آن با تکیه‌گاه عمودی یک طرفه وجود دارد. در چنین موردی یکی از تکیه‌گاه‌ها حذف و مدل با تکیه‌گاه یک طرفه ساخته می‌شود. تکیه‌گاه یک طرفه از دو قسمت: تکیه‌گاه زیری (نشسته) و تکیه‌گاه رویی (آویز) تشکیل می‌شود؛ (شکل‌های ۳-۱۸).

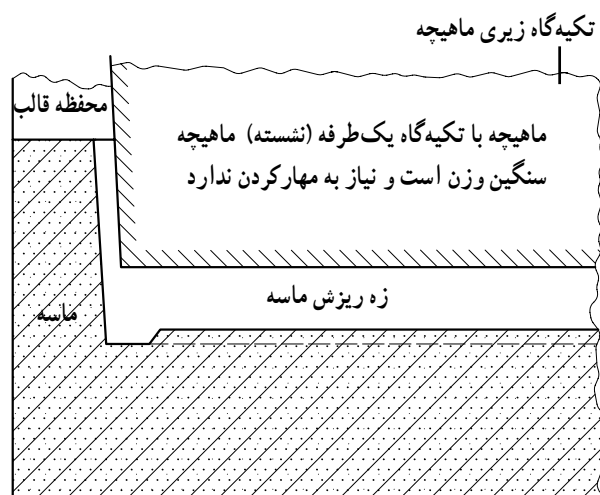
شکل ۳-۱۸- الف، تکیه‌گاه زیری (نشسته)

شکل ۳-۱۸- ب، تکیه‌گاه رویی (آویز)



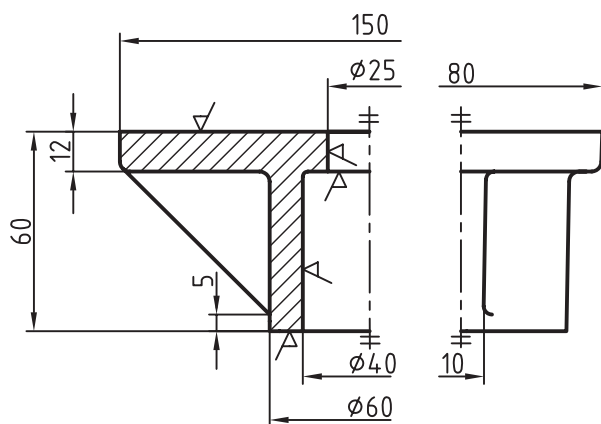
شکل ۳-۱۸

توجه: برای جلوگیری از کج شدن و حرکت ماهیچه‌های کوچک و سبک وزن، آن‌را با قالب رویی مهار می‌کنند؛ (مانند شکل ۳-۱۸).

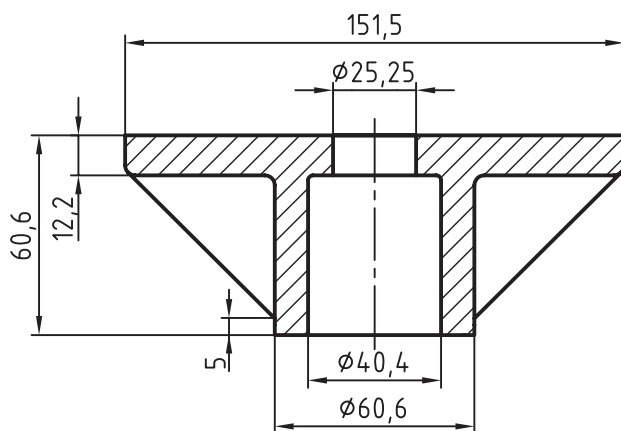


شکل ۳-۱۹

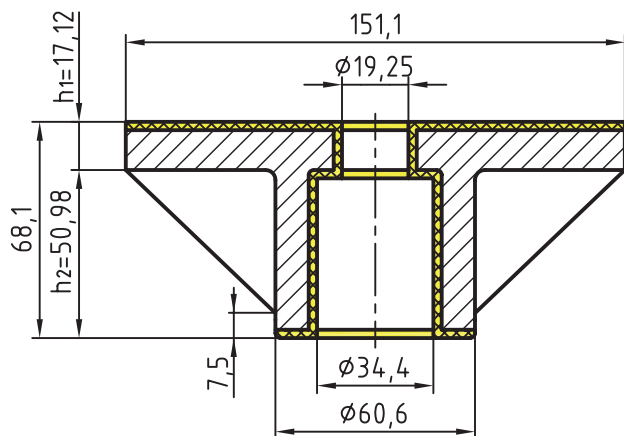
۳-۳-۱- تکیه‌گاه زیری: تکیه‌گاه ماهیچه در داخل قالب زیری قرار داده می‌شود. فرم و اندازه‌ی تکیه‌گاه باید طوری باشد که ماهیچه کاملاً استوار سر جای خود در قالب زیری قرار گیرد و پس از قراردادن قالب رویی روی قالب زیری، فشار مذاب باعث جابه‌جایی و یا کج شدن آن نشود؛ (شکل ۳-۱۹).



شکل ۳-۲۰



شکل ۳-۲۱



شکل ۳-۲۲

مثال: در صورتی که قطعه‌ی داده شده از آلیاژ چدن با یک درصد انقباض و شیب نقصانی (-) ریخته گری شود، مطلوب است: محاسبه‌ی اضافات مدل سازی، رسم نقشه‌ی مدل سازی، رسم نقشه‌ی ساختمان مدل و جعبه‌ی ماهیچه، و رسم نقشه قالب گیری؛ (شکل ۳-۲۰).

حل: پس از مشخص شدن سطح جدایش مدل، محاسبه‌ی اضافات مدل سازی به شرح زیر است:

تعیین مقدار انقباض فلز جامد: با استفاده از فرمول

درصد انقباض فلز خواهیم داشت (شکل ۳-۲۱):

$$LM = \frac{150 \times 1}{100} + 150 = 151.5 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{80 \times 1}{100} + 80 = 80.8 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{60 \times 1}{100} + 60 = 60.6 \text{ mm}$$

$$LM = 60 - 12 = 48 \rightarrow \frac{58 \times 1}{100} + 48 = 58.8 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{aligned} LM &= \frac{40 \times 1}{100} + 40 = 40.4 \text{ mm} \\ LM &= \frac{25 \times 1}{100} + 25 = 25.25 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \text{ برای سوراخ ها}$$

$$LM = \frac{12 \times 1}{100} + 12 = 12.12 \text{ mm}$$

تعیین مقدار تراش مجاز: با مراجعه به جدول استاندارد

ماشین کاری، مقدار تراش مجاز برای سطح زیری ۲/۵ میلی متر و برای سطح رویی ۵ میلی متر و برای سطح داخلی ۳ میلی متر به دست می آید؛ (شکل ۳-۲۲).

$$12.12 + 5 = 17.12 \text{ mm} \quad \text{ارتفاع}$$

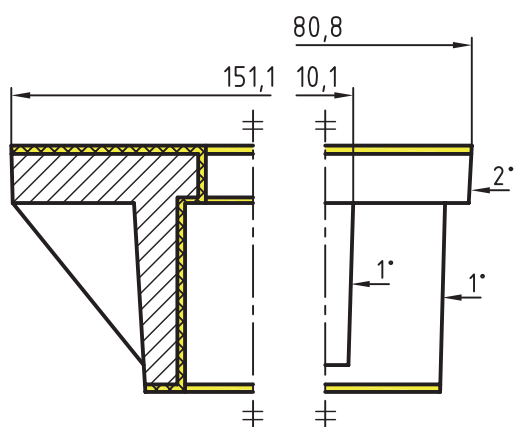
$$25.25 - (3 + 3) = 19.25 \text{ mm} \quad \text{برای سوراخ}$$

$$40.4 - (3 + 3) = 34.4 \text{ mm} \quad \text{برای سوراخ}$$

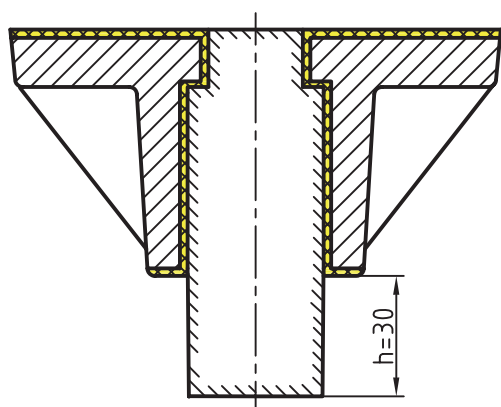
$$60.6 + (2.5 + 5) = 68.1 \text{ mm} \quad \text{ارتفاع}$$

$$60.6 - 12.12 = 48.48$$

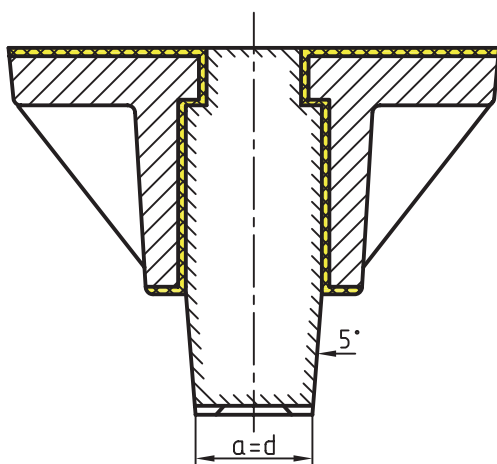
$$48.48 + 2.5 = 50.98 \text{ mm} \quad \text{ارتفاع}$$



شکل ۳-۲۳



شکل ۳-۲۴



شکل ۳-۲۵

تعیین شیب برحسب درجه: با در دست داشتن ارتفاع های قطعه و مراجعه به جدول استاندارد شیب ها، شیب مدل به دست می آید.

$$h_1 = 17/12 \xrightarrow{\text{از جدول}} 2$$

$$h_2 = 50/98 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1$$

$$h_3 = 50/98 - 7/5 = 43/48 \text{ ارتفاع تیغه}$$

$$h_3 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1$$

تعیین شیب برحسب میلی متر: با استفاده از ارتفاع مدل و فرمول مثلثاتی مقدار شیب برحسب میلی متر به دست می آید؛ (شکل ۳-۲۳).

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 17/12 \times 2}{100} = 0/59 \text{ شیب صفحه}$$

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 50/98 \times 1}{100} = 0/89 \text{ شیب بدنه}$$

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 43/48 \times 1}{100} = 0/76 \text{ شیب تیغه}$$

تعیین ارتفاع تکیه گاه زیری: با در دست داشتن ارتفاع و قطر ماهیچه و مراجعه به جدول تکیه گاه های عمودی ارتفاع تکیه گاه زیری ماهیچه به دست می آید؛ (شکل ۳-۲۴).

$$H = 68/1 \left\{ \begin{array}{l} \text{از جدول} \\ \rightarrow h = 30 \text{ mm} \end{array} \right. \text{ ارتفاع تکیه گاه}$$

تعیین شیب تکیه گاه برحسب درجه و میلی متر: همان طوری که اشاره شد شیب در تکیه گاه های زیری تا ارتفاع ۷۰ میلی متر ۵ درجه است. بنابراین مقدار شیب برحسب میلی متر از فرمول مثلثاتی برابر است با:

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times h \times \text{درجه}}{100} \quad \text{فرمول}$$

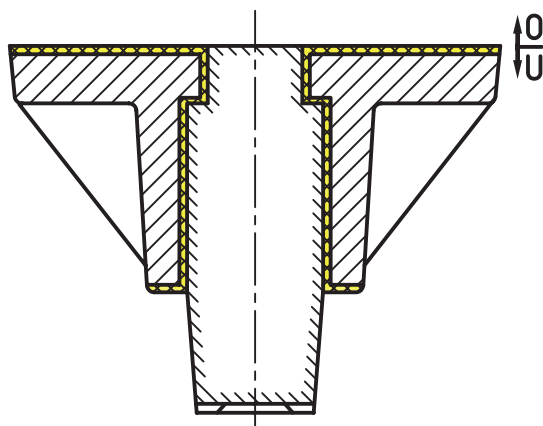
$$F_s = \frac{1/75 \times 30 \times 5}{100} = 2/625 \text{ mm}$$

تعیین مقدار رزه ریزش ماسه: پس از به دست آمدن شیب ریشه ی ماهیچه، با استفاده از جدول، پهنا (b) و ارتفاع (c) به دست می آید؛ (شکل ۳-۲۵).

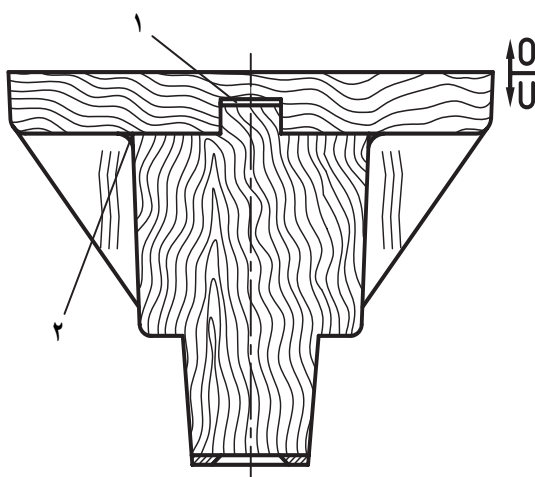
$$a = d = 34/4 - (2/625 \times 2) = 29/15$$

$$a = 29/15 \xrightarrow{\text{از جدول}} \left\{ \begin{array}{l} b = 8 \text{ mm} \\ c = 4 \text{ mm} \end{array} \right.$$

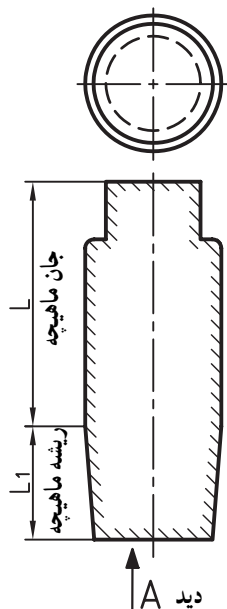




شکل ۳-۲۶



۱- محل جمع شدن چسب اضافی ۲- بتونه‌ی سنگی

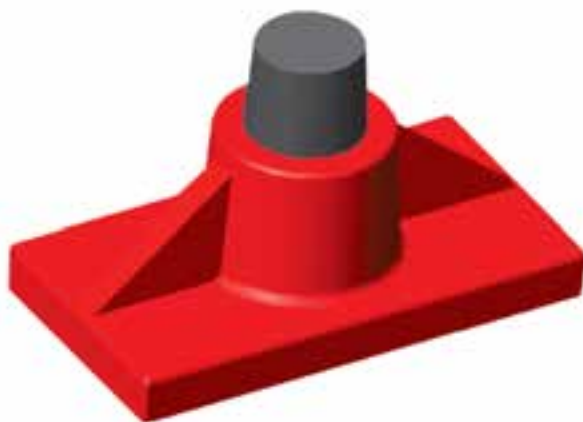


شکل ۳-۲۸

رسم نقشه‌ی مدل‌سازی: در این درس سطح جدایش مدل، مقدار تراش مجاز، شیب مدل، ارتفاع تکیه‌گاه و شیب آن، زه ریزش ماسه و ... به مقیاس ۱:۱ رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۲۶).

در رسم نقشه‌های مدل‌سازی و ساختمان مدل گوشه‌های تیز باید گرد (R) انجام شود.

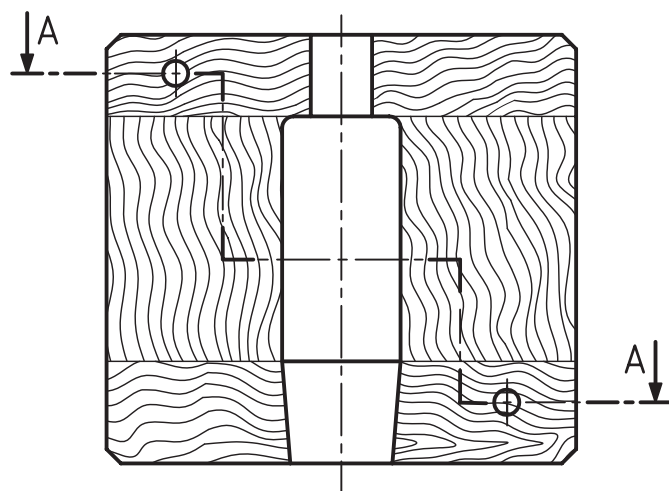
رسم نقشه‌ی ساختمان مدل: در این درس با استفاده از رسم مدل، و با توجه به جنس مدل، تعداد قطعات به هم وصل شده، سطح جدایش مدل، شیب مدل، شیب تکیه‌گاه، زه ریزش ماسه و یراق مخصوص خارج کردن مدل از قالب مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۲۷).



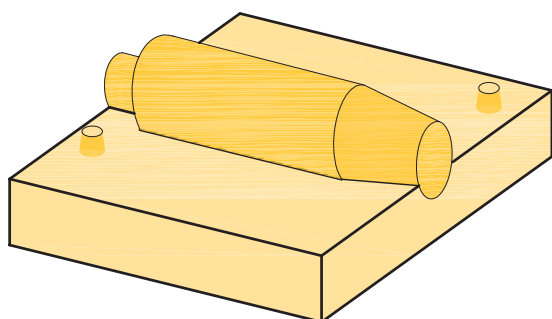
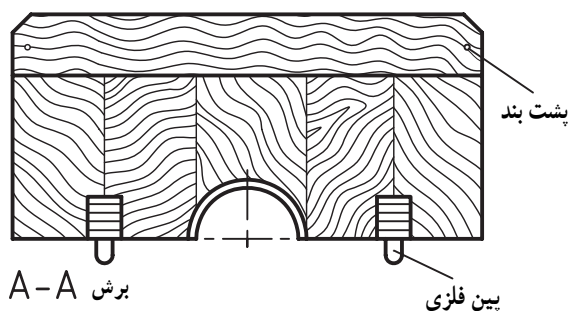
شکل ۳-۲۷

توجه: در مواردی که مقدار قوس گوشه‌های مدل (R) کم است آن را با بتونه‌ی سنگی و میل بتونه قوس کاری می‌کنند. جای این قوس در نقشه‌ی ساختمان مدل به رنگ سیاه مشخص می‌شود.

رسم ماهیچه: قبل از رسم ساختمان جعبه‌ی ماهیچه رسم ماهیچه انجام می‌شود. با استفاده از رسم ماهیچه، سطح جدایش جعبه‌ی ماهیچه و حالت جدا شدن ماهیچه از داخل جعبه‌ی ماهیچه تعیین می‌شود؛ (شکل ۳-۲۸).

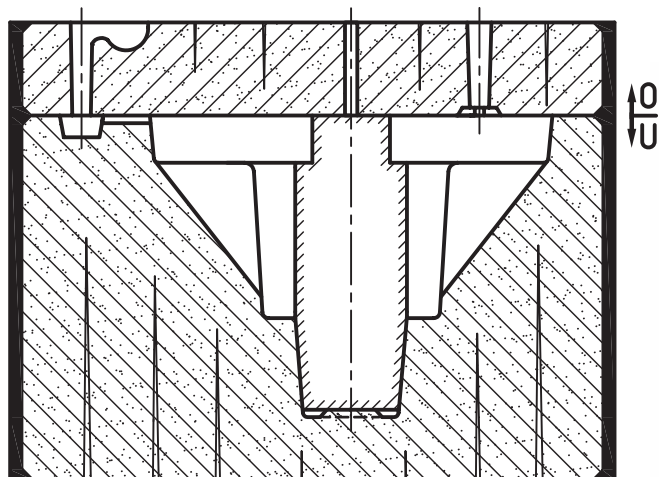


رسم جعبه‌ی ماهیچه (قالب ماهیچه): با استفاده از رسم ماهیچه، ساختمان جعبه‌ی ماهیچه و تعداد پارچه‌های آن (تکه‌ها) مشخص و رسم می‌شود. در این رسم سطح جدایش جعبه‌ی ماهیچه، جای پین‌ها، جای پشت‌بندها و ... مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۲۹).



رسم قالب‌گیری: با استفاده از رسم ساختمان مدل و رسم ماهیچه، رسم قالب‌گیری انجام می‌شود. در این نقشه سطح جدایش قالب، قالب زیری، قالب رویی، سیستم‌های راهگاهی، کانال تغذیه و هوا و ... در داخل قالب مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۳-۳۰).

شکل ۳-۲۹



شکل ۳-۳۰