

### قوس‌ها

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- قوس را تعریف کند.
- ۲- عمل کرد قوس را بیان نماید.
- ۳- موارد استفاده از قوس را شرح دهد.
- ۴- نوع قوس‌های باربر و تزئینی را توضیح دهد.
- ۵- ستون آجری  $۵۴ \times ۳۲$  سانتی‌متر را به ارتفاع ۱۱ رج و به فاصله‌ی  $۱۰۰$  سانتی‌متری برای دهانه‌ی قوس با فاصله از ستون، هم‌جوار بسازد.
- ۶- قوس مدور را تعریف کند.
- ۷- نحوه‌ی ساختن قوس نیم‌دایره را شرح دهد.
- ۸- ستون‌های آجری ساخته شده را ترمیم کند.
- ۹- دو قالب قوس نیم‌دایره را ساخته و در نبش مستقر سازد.
- ۱۰- رج‌ها را محاسبه کند.
- ۱۱- ساختن قوس نیم‌دایره را به عرض ۳۲ و ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر فرا گیرد.
- ۱۲- شانه‌های قوس را بچیند و تخت کند.
- ۱۳- بندکشی قوس را اجرا نماید.
- ۱۴- باربری بسیار این قوس و عدم رانش آن را تاحدی آزمایش کند.
- ۱۵- در اجرای بار دادن قوس، به منظور رانش، نکات ایمنی را توضیح دهد.

زمان تئوری:	۱/۵ ساعت
زمان اجرای ستون قوس و ساختن قوس:	۱۶/۵ ساعت
جمع:	۱۸ ساعت
کار در گروه‌های ۲ نفره اجرا می‌شود.	

زمان تئوری:	۳۰ دقیقه
زمان اجرای قوس:	۱۱/۵ ساعت
جمع:	۱۲ ساعت
کار تمرین در گروه ۲ نفره:	
ابزارشناسی این فصل همان ابزار و وسایل فصل دهم است.	

## ابزارشناسی

۱- ابزار عمومی بنایی: شامل: تیشه، کمچه، تراز، شاقول، شمشه‌ی بزرگ، شمشه‌ی کوچک و ریسمان‌کار.

۲- ماله‌بندکشی: چوب اندازه و ساییل: فرقون، سرنده، غربال و بیل.



- ۱- قلم‌بندکشی بزرگ
- ۲- قلم‌بندکشی متوسط
- ۳- قلم‌بندکشی کوچک

شکل ۱-۱



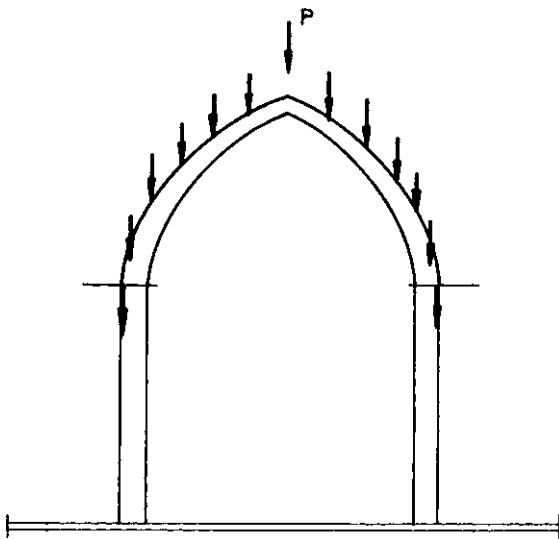
- ۱- قلم‌بندکشی فتری نوک باریک
- ۲- قلم‌بندکشی فتری پهن
- ۳- ماله‌ی بندکشی

شکل ۲-۱

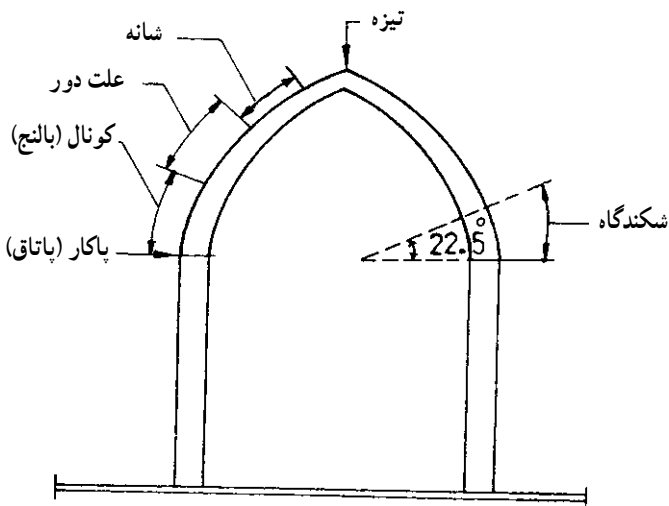
## قوس

در متون فارسی واژه‌ی «قوس» به معنای کمان آمده است. همان گونه که می‌دانیم پس از پایان بارش باران بر اثر تابش خورشید بر قطرات آب معلق در آسمان کمانی بسیار وسیع پدید می‌آید که در اصطلاح «قوس و قزح» نامیده می‌شود و در زبان فارسی نیز به آن رنگین کمان می‌گویند.

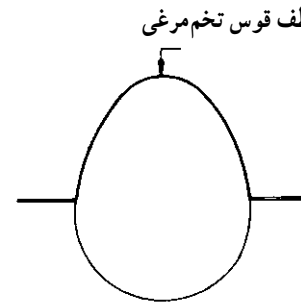
اما منظور از کلمه‌ی قوس در ساختمان، وجود کمان مدور است که خمیدگی نزدیک به دایره داشته باشد. معمولاً بیش‌تر قوس‌ها دارای نقطه‌ی عطف است و دوطرف مسیر تا نقطه‌ی عطف از دو کمان کاملاً مساوی و مشابه تشکیل می‌شود؛ مانند قوس تخم مرغی.



شکل ۴-۱- اثر و انتقال نیرو از تیزه به ستون



شکل ۵-۱- مشخصات نقاط قوس



شکل ۳-۱- قوس تخم مرغی

## عمل کرد قوس

نیروهای وارد شده از قسمت‌های فوقانی بر تارک قوس که «تیزه» قوس نامیده می‌شود اثر می‌گذارد و پس از این نقطه بر شانه‌های قوس منتقل می‌شود؛ سپس اثر فشار نیرو بر «بالنج» یا «کونال» وارد شده در خاتمه بر پاکار و در مواردی به پاتاق البته در پوشش‌هایی که تاقی است منتقل می‌شود.

**توجه ۱:** به علت تقارن دو بدنه‌ی قوس که کمان‌های کاملاً مشابه و برابر دارد، یک قوس واحد را تشکیل می‌دهد. این پدیده سبب پایداری و استواری قوس در زیر بارهای وارد شده می‌شود.

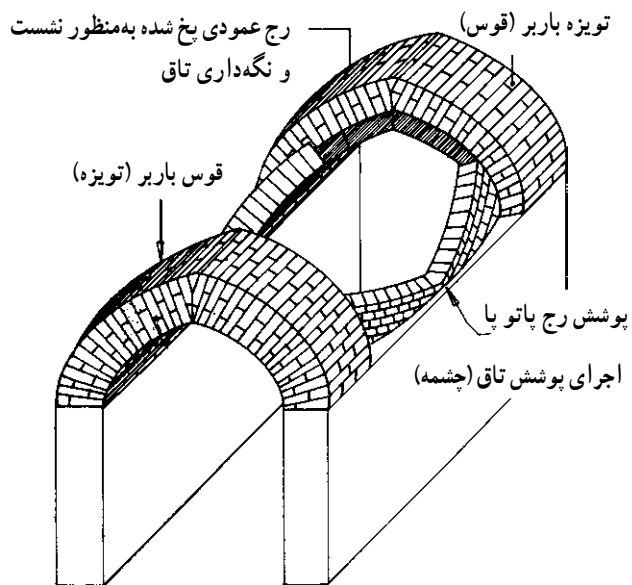
**توجه ۲:** مشخص است که عمل کرد هر قوس و واکنش‌های گوناگون در مقابل اثر نیروهای وارد شده بر آن نسبت به نوع و دور کمان آن قوس بستگی دارد.

در صورتی که بخواهند از تیرآهن یا بتون و میل گردگذاری در پوشش‌های کوتاه و ورودی و نظایر آن استفاده نشود از قوس‌های مختلف استفاده می‌کنند.

کاربردهای قوس: معمولاً از قوس برای محل دربندها و نعل درگاه در فضاهای داخلی در ابعاد متغیّر، بنا به اصول اجرایی مختلف، استفاده می‌شود.

هم‌چنین از قوس در پوشش نعل درگاه‌های در و پنجره به‌شکل باربر و باربر تزیینی، یا تزیینی بدون باربری، نیز تزیینی و باربر مخفی در نماهای خارجی بناها بسیار استفاده می‌گردد.

توجه: از پخ کردن شانه‌های قوس توپزه‌ای، پا کار یا پاتاق پوشش تاق یا در اصطلاح «چشمه» به وجود می‌آید که بار تاق بر تکیه‌گاه پخ شده به توپزه وارد می‌شود و در نتیجه، نیروی بار از توپزه بر ستون و دیوار وارد می‌شود و اساس تاق پوش را در بناهای آجری و نظایر آن تشکیل می‌دهد.



شکل ۸-۱۰- اجرای تاق و توپزه

به‌طور کلی امروزه در ساختمان از پوشش قوس به دو صورت استفاده می‌شود:

الف - همان‌گونه که اشاره شد در گذشته از پوشش قوس در نماسازی‌های آجری استفاده می‌شده و هم‌چنان نیز کاربرد دارد.

ب - از قوس به‌منظور پوشش نعل درگاه‌ها، به‌خصوص در ساختمان‌های آجری استفاده می‌شود.

اما امروزه پوشش‌های سقف بناها از تیرآهن و تاق ضربی بین تیرآهن‌ها و سایر پوشش‌ها استفاده می‌شود.

توجه: از تخت و مسطح‌سازی زیر پوشش قوس می‌توان نعل درگاه‌سازی کاذب زیر قوس، مانند نعل درگاه‌سازی تیرآهن به‌وجود آورد.

### انواع قوس‌ها

قوس‌ها را به‌طور کلی می‌توان به سه دسته مهم تقسیم کرد:

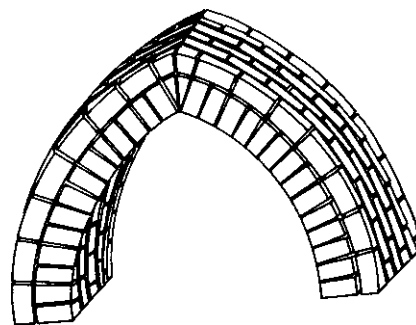


شکل ۶-۱۰- اجرای قوس در نمای آجری

از پوشش‌های قوس برای باربری و انتقال نیرو از تاق بر قوس (از چشمه بر توپزه) به‌گونه‌ی فراوان در بناهای آجری، در مناطق کویری، هم‌چنین در مناطق گرم و خشک نواحی میانی و مرکزی ایران استفاده می‌شود.

گفتنی است که «توپزه» نوعی پوشش قوس اجرایی در رج‌های افقی یا در حالت لاپوش است.

از توپزه علاوه بر انتقال نیروی تاق، در بین دیوارهای خارجی بناها در کوچه که فاصله‌ی بین ساختمان‌ها است نوعی کاربرد ضدزلزله در بافت شهری در اقلیم‌های کویری به‌شمار می‌آید.

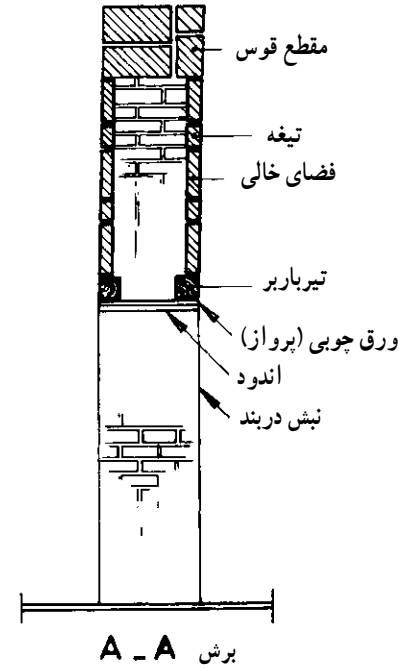
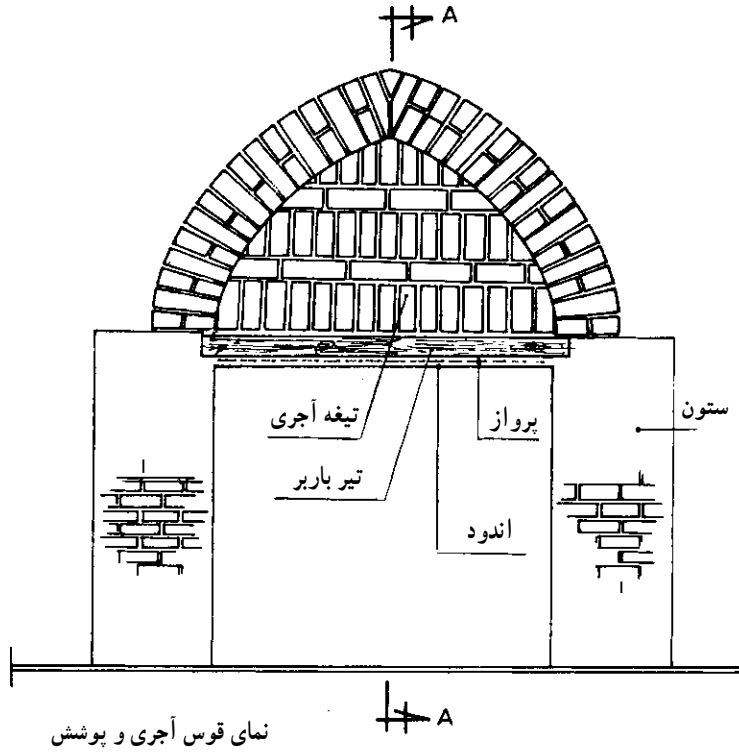


شکل ۷-۱۰- اجرای قوس لاپوش

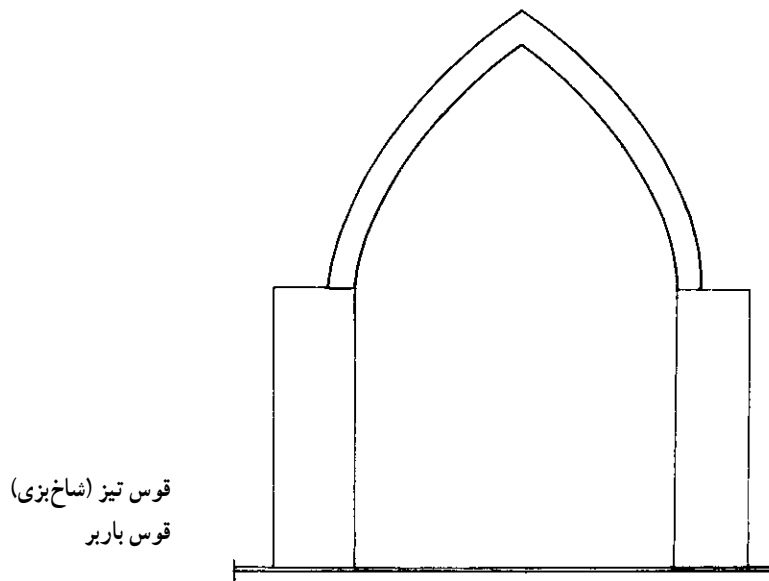
الف - قوس‌های باربر: همان‌گونه که از نام این قوس‌ها برمی‌آید برای باربری در زیر نیروهای فشاری استفاده می‌شود و اغلب به شکل‌های تخم‌مرغی، بیضوی ساسانی و قوس‌های تیز

ساخته می‌شوند.

نیرو از تیزه‌ی این قوس به کونال منتقل می‌شود و از این قوس بیش‌تر برای پوشش نعل درگاه‌های داخلی استفاده می‌گردد.



نعل درگاه‌سازی تخت در زیر قوس



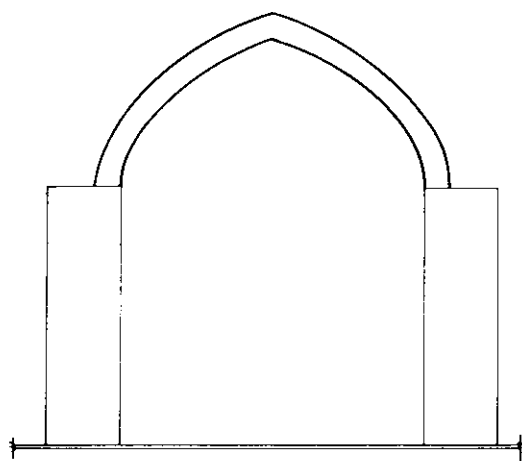
شکل ۹-۱۰

«کلیل»، «کلایه» و نظایر آن در نعل درگاه‌سازی برای زیبایی نما به کار می‌رود. همان گونه که مشخص است از قوس تزئینی به علت کوتاه بودن ارتفاع قوس نمی‌توان انتظار باربری داشت؛ از این رو، اجرای این گونه قوس‌ها از ویژگی خاص برخوردار است.

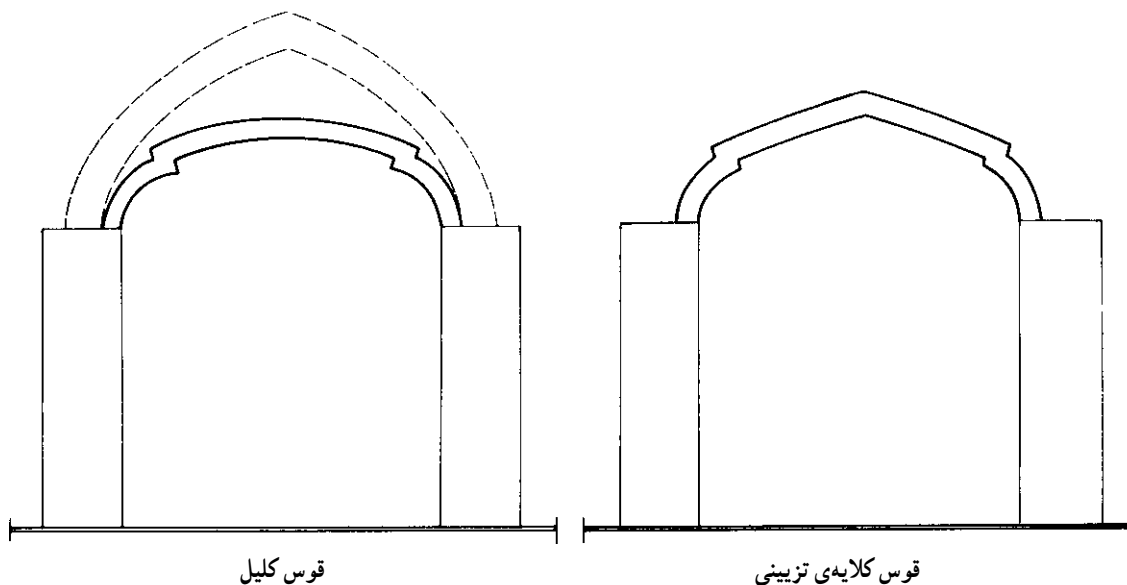
توجه: چنان چه بخواهیم قوس تزئینی باربر شود در درون یا روی این قوس، بی آن که به چشم آید، قوس مخفی باربر اجرا می‌کنند.

ب- قوس‌های باربر تزئینی: این قوس‌ها هم به صورت باربر و هم به شکل تزئین در ناماسازی‌ها به کار می‌رود. کمان این قوس با دور یک‌نواخت و ترسیم هندسی اصولی و زیبا اجرا می‌شود که علاوه بر باربری این قوس، جلوه‌ی خاصی نیز به نما می‌بخشد. مانند انواع قوس‌های تیز مربع، پنج و هفت، تند یا کند، و قوس سه قسمت (شکل ۱۰-۱).

ج- قوس تزئینی: این دسته از قوس‌ها در شکل‌های بسیار متنوع به نام‌های «کمانی»، «برنخشی»، «کند»، «سپری»،



قوس پنج و هفت تند  
قوس تزئینی



شکل ۱۰-۱۰

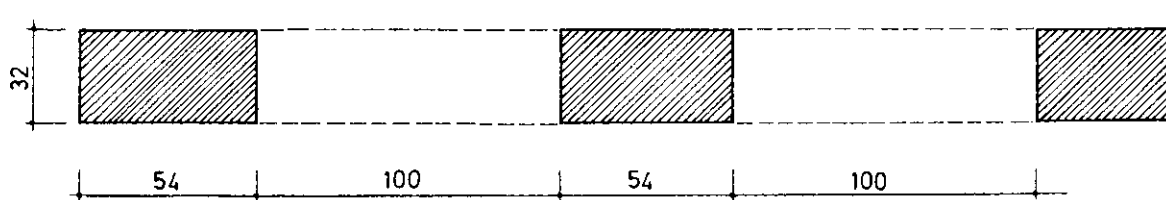
### ساختن ستون آجری

- ۱- با استفاده از خاک سرنند شده، ملات آماده می‌شود.
- ۲- پیوند دو رج خشکه چینی به ابعاد  $54 \times 32$  سانتی‌متر با پیوند بلوکی مشخص می‌شود.
- ۳- ریسمان‌کشی سرتاسری انجام می‌شود و اولین ستون آجری با آجر مرغوب قزاقی سفید در یک رج ساخته می‌شود.
- ۴- گروه دوم با فاصله‌ی  $100$  سانتی‌متر، رج اول خود را در راستای ریسمان کار بنا می‌کنند.
- ۵- گروه‌های دیگر به ترتیب، ستون‌سازی خود را با فاصله‌ی ذکر شده دنبال می‌کنند.
- ۶- ارتفاع ستون در  $11$  رج خواهد بود.

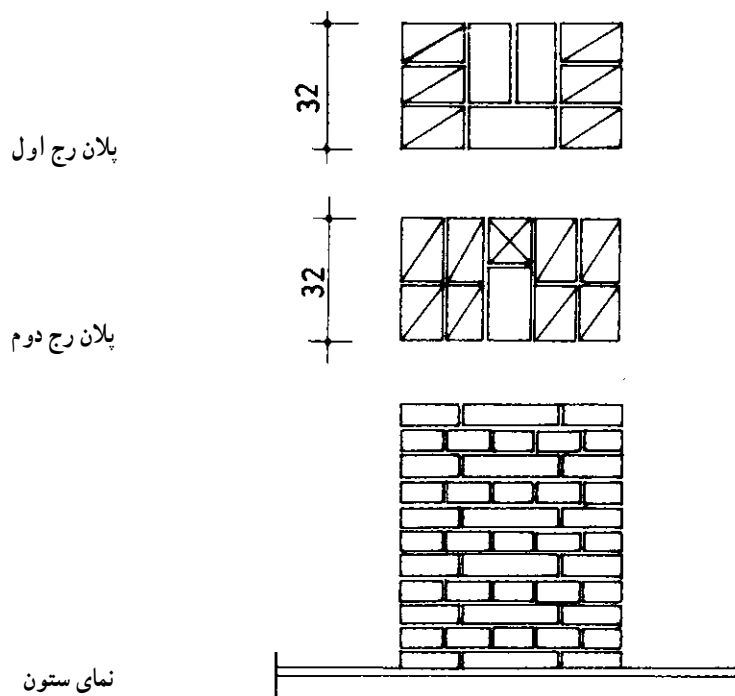
مراحل ساختن قوس کمانی: (این تمرین را گروه‌های دونفره با ساختن ستون، قوس و مراحل بعد از آن، انجام می‌دهند).

پیش‌نهاد می‌شود برای صرفه‌جویی در مصالح و استفاده از حداقل فضا در کارگاه، هر دو هنرجو یک ستون آجری و یک قوس بسازند. در این روش پای دوم قوس از هر طرف روی ستون هنرجوی دیگر خواهد بود. در نتیجه، هنرجویان باید ستون آخر را به ارتفاع  $11$  رج به‌طور مشترک (هرگروه دونفره، یک یا دو رج و با رعایت اصول فنی) بسازند.

توجه: در این اجرا، کلیه‌ی ستون‌ها باید یکبند و ریسمانی باشند.



پلان ستون و دهانه‌ی قوس

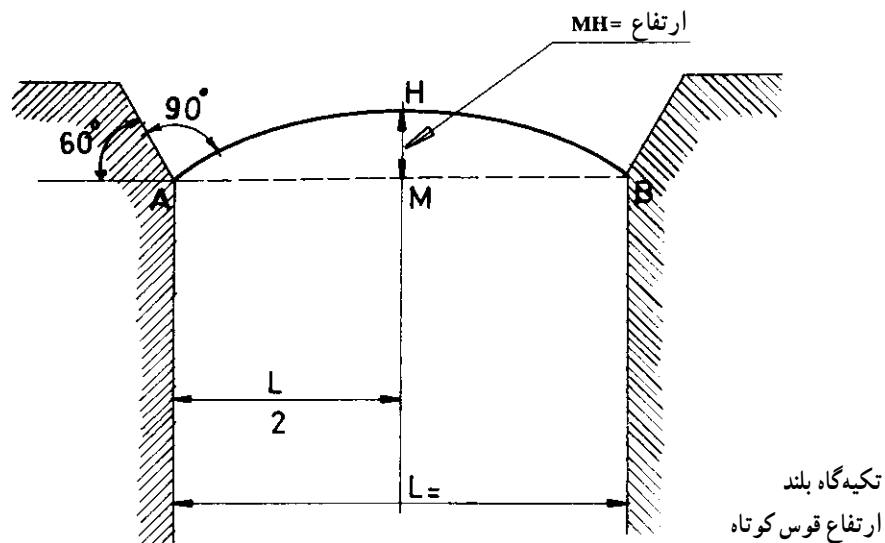
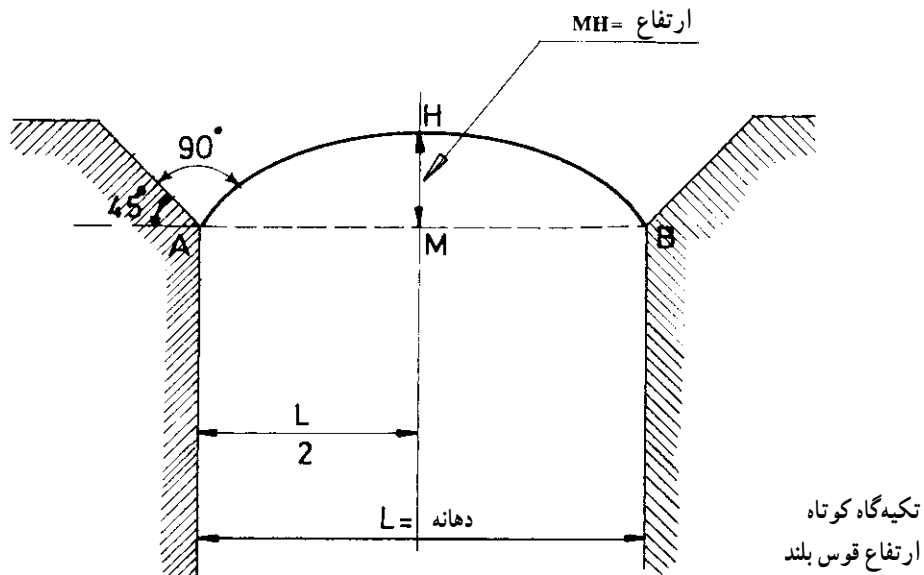


شکل ۱۱-۱۰

۲- چنانچه ارتفاع قوس کوتاه باشد، زاویه تکیه‌گاه با شیب تند ساخته می‌شود. (برای مثال  $60^\circ$  درجه)

۳- اگر ارتفاع قوس بلند باشد، زاویه تکیه‌گاه به اصطلاح، کند و کم شیب خواهد بود. (برای مثال  $45^\circ$  و  $30^\circ$  درجه) به تعیین هنگامی که ارتفاع قوس کم باشد خطر شکستن قوس در زیر نیروهای فشاری فراوان وجود دارد؛ برای این اساس، تکیه‌گاه‌سازی باید کاملاً اصولی و آجرکاری در این ناحیه با غوطه‌چینی قطعات آجر در ملات انجام شود؛ یعنی، بندهای عمودی باید کاملاً از ملات پر باشند تا خطر رانش در قوس به وجود نیاید.

ساختن تکیه‌گاه برای نشست قوس بر روی ستون:  
 به‌طور کلی زاویه قوس در محل نشست با تکیه‌گاه همیشه باید  $90^\circ$  درجه باشد تا در اجرای اولین رج اشکال پله شدن از ناحیه زیر قوس به وجود نیاید.  
 برای ساختن تکیه‌گاه نشست قوس در روی ستون مراحل زیر را انجام می‌دهیم.  
 ۱- نیروی فشار وارد شده از قوس، تحت یک زاویه مشخص بر تکیه‌گاه وارد می‌شود؛ از این رو، محل نشست قوس بر روی ستون باید با توجه به این زاویه ساخته شود. اندازه‌ی این زاویه بستگی به ارتفاع قوس دارد.

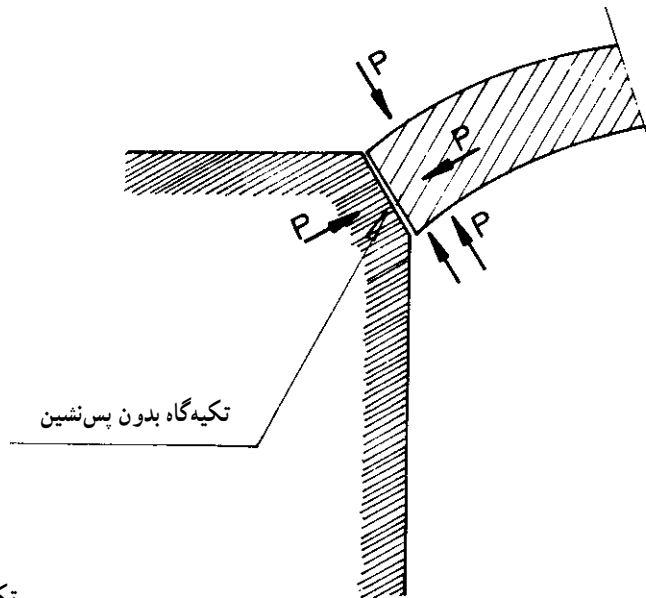


شکل ۱۰-۱۲

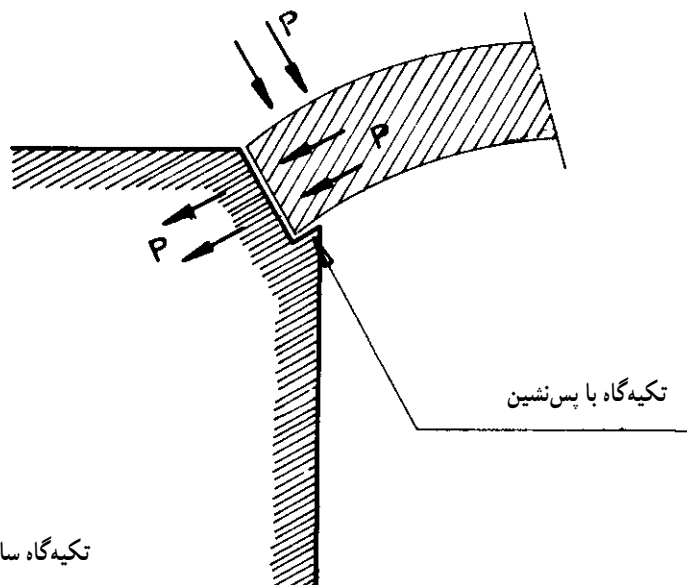


سُر خوردن قوس در ناحیه‌ی تکیه‌گاه که نیرو و بار زیاد وجود دارد اتفاق نخواهد افتاد.

توجه: اصولی‌تر آن است تکیه‌گاه سازی بر روی ستون قوس با رعایت پس‌نشین ساخته شود، زیرا در این حالت، خطر



تکیه‌گاه سازی بدون پس‌نشین



تکیه‌گاه سازی با پس‌نشین

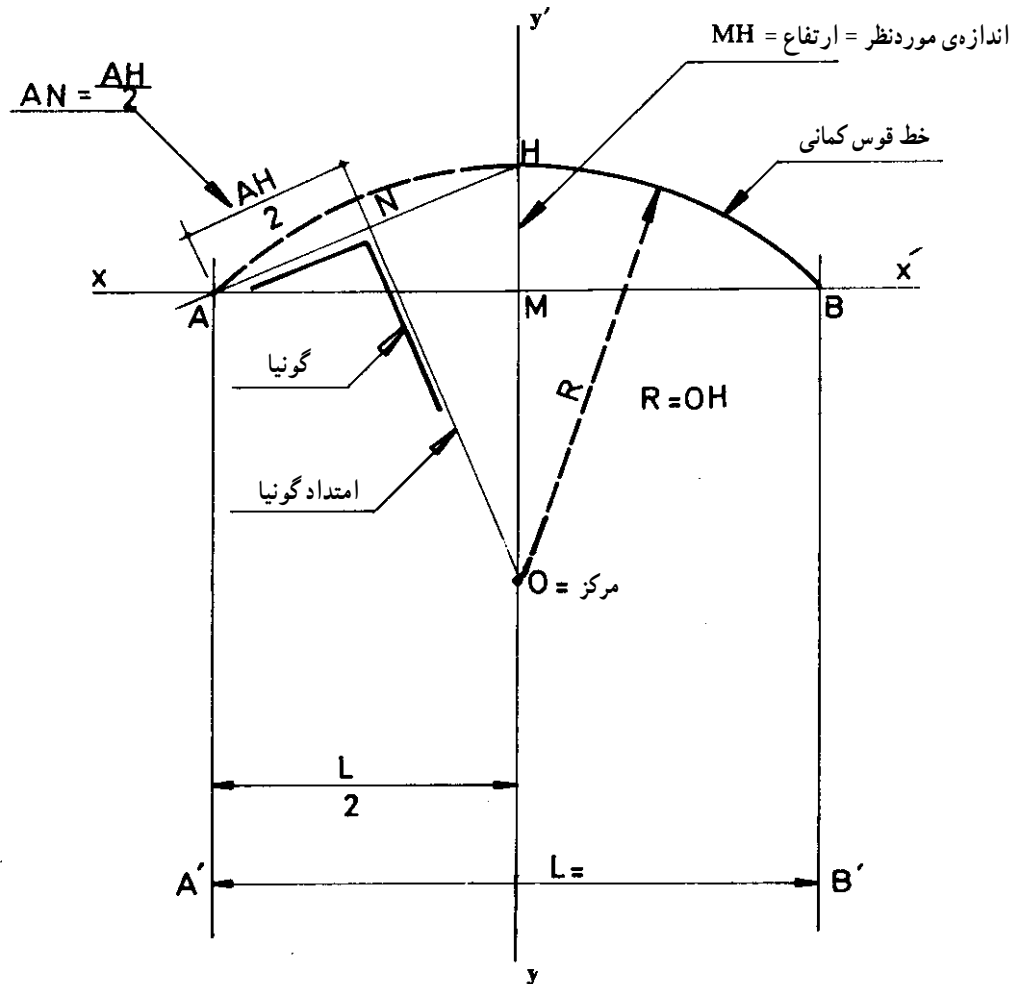
شکل ۱۰-۱۳

## ترسیم قوس کمانی

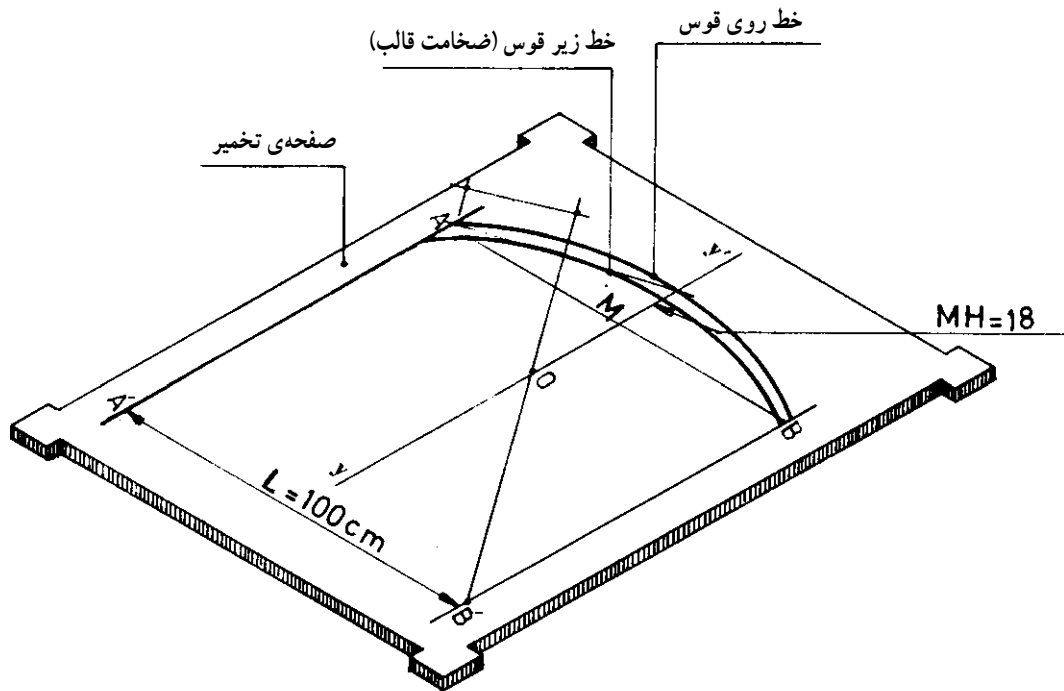
می‌شود. (نقطه H)

- ۵- از نقطه‌ی A به نقطه‌ی H (ارتفاع) وصل کرده خط AH به دست می‌آید.
- ۶- خط AH را نصف کرده پاره خط AN به دست می‌آید.
- ۷- گونیای بلند را در راستای پاره خط AN قرار می‌دهیم و امتداد ضلع دوم گونیا را به وسیله‌ی شمشه یا ریسمان کار ادامه می‌دهیم تا با محور عمودی YY' در نقطه‌ی O برخورد کند.
- بدین ترتیب، مرکز رسم کمان نقطه‌ی O مشخص می‌شود.
- ۸- به مرکز O و به شعاع OA کمان قوس رسم می‌شود که دقیقاً از نقطه‌ی H عبور می‌کند و به نقطه‌ی B ختم می‌شود.

- ۱- دو خط به موازات یک‌دیگر به فاصله‌ی دهانه‌ی ۱۰۰ سانتی‌متر روی تخمیر خط می‌شود.
- ۲- محور افقی XX' عمود بر دو خط مذکور رسم می‌گردد.
- ۳- محور عمودی به فاصله‌ی  $\frac{L}{4}$  نصف دهانه و به موازات دو خط کنار ستون رسم می‌شود. (خط YY')
- ۴- ارتفاع قوس از نقطه‌ی M محل برخورد محور افقی X و X' با محور عمودی Y و Y' روی محور عمودی مشخص



شکل ۱۴-۱۰ ضوابط ترسیم قوس کمانی



شکل ۱۵-۱- نمایش ترسیم خط قوس بر روی صفحه‌ی تخمیر

## ساختن قالب گچی

۱- بر سطح تخمیر برابر ضوابط، کمان قوس مورد نظر رسم می‌شود.

۲- با کم کردن شعاع به اندازه‌ی  $10^\circ$  سانتی‌متر پایین‌تر از نقطه‌ی O با همان شعاع کمان دومی در زیر کمان اول ترسیم می‌شود. فاصله‌ی بین دو کمان ضخامت قالب قوس است.

۳- در راستای خط منحنی خارجی کلوک‌های یک‌نواخت چیده می‌شود، سپس به وسیله‌ی کلوک‌های سروته‌دار که بتواند دور منحنی را طی کند در راستای کمان داخلی چیده می‌شود. در دو سر منحنی به وسیله‌ی گذاشتن آجر درسته، زمینه‌ی قالب ریزی به وجود می‌آید.

۴- برای پیش‌گیری از اتصال دوغاب گچ در قالب‌سازی، سطح صفحه‌ی تخمیر زمینه‌ی بین دو کلوک را به وسیله‌ی یک تا دو میلی‌متر خاک ارّه یا خاک رس خشک غریبال شده، خاکستر یا کاه نرم غریبال شده می‌پوشانیم تا سبب عدم پیوند ملات گچ با صفحه‌ی تخمیر شود.

توجه: هرگز از کاغذ و ورق پلاستیک در زیر کلوک‌ها برای عدم اتصال دوغاب گچ بر سطح تخمیر استفاده نکنید، زیرا جمع شدن کاغذ یا پلاستیک ایجاد نقص در قالب می‌کند.

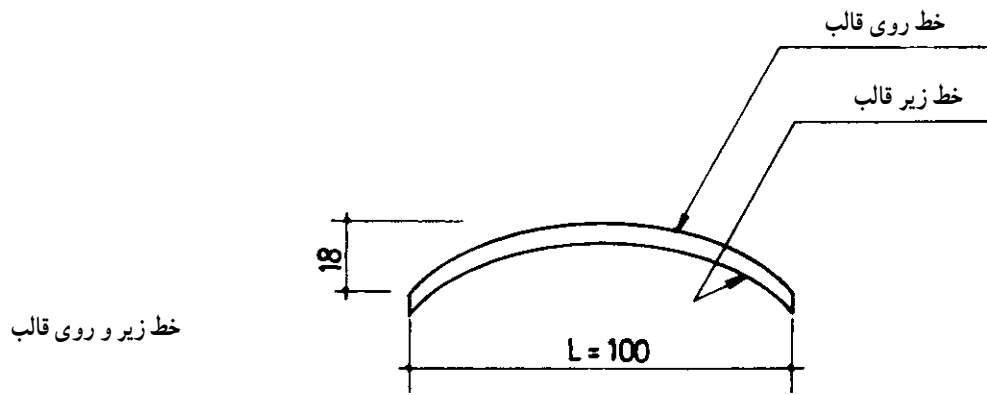
## دوغاب‌ریزی برای ساختن قالب

۱- قبل از دوغاب‌ریزی میل‌گردی را به شکل منحنی در ترکیب قوس خم و آماده می‌کنیم. این میل‌گرد برای مسلح کردن قالب به کار می‌رود.

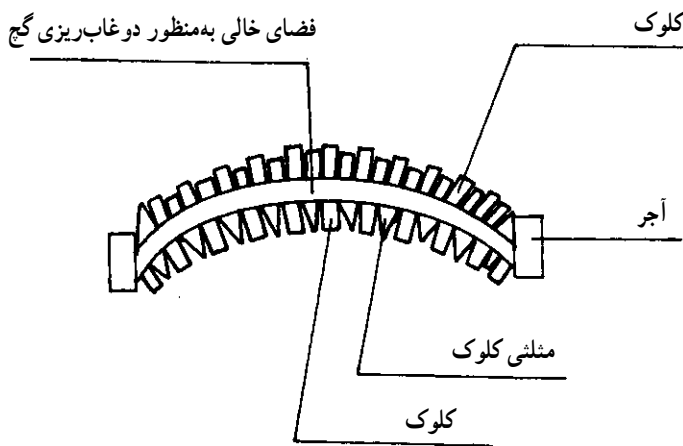
توجه: چنانچه میل‌گرد نباشد از شاخه‌های نرم و مقاوم درختان می‌توان برای این کار استفاده کرد (شکل ۱۷-۱).

۲- ظرف گچ‌سازی را تا  $\frac{1}{3}$  آب کرده، گچ مرغوب را بر سطح آب می‌پاشیم تا زمانی که گرد گچ سطح آب را بپوشاند. بلافاصله گچ را به هم زده، ورز می‌دهیم تا دوغاب گچ مانند ملات شل به وجود آید.

۳- با ملایمت دوغاب را در بین کلوک‌ها به‌طور سرتاسری



خط زیر و روی قالب



شکل ۱۶-۱۰- نحوه‌ی ساختن قالب دوغابریزی

ناخنک‌هایی وجود دارد که با لبه‌ی تیغه ماله آن را تراشیده قالب یک‌نواخت به دست می‌آید.

**توجه ۲:** گاهی با گچ کشته‌ی نرم، سوراخ‌های موجود در سطوح قالب گرفته می‌شود.

**توجه ۳:** پس از خودگیری کامل قالب گچی، با اهرم کردن و سردادن آن را از صفحه‌ی تخمیر جدا می‌سازند، دوباره سطح تخمیر تمیز می‌شود. در صورت، نیاز دوباره‌ی خط کمان قوس به اصطلاح روشن می‌شود و قالب گچی دوم بنا به اصول ذکر شده فراهم می‌آید.

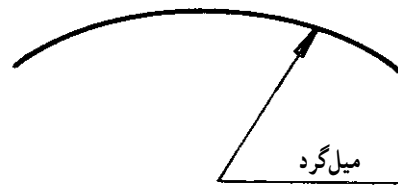
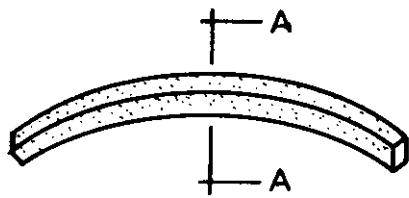
می‌ریزیم تا به  $\frac{1}{4}$  ارتفاع کلوک‌ها برسد.

۴- بلافاصله میل‌گرد را درون دوغاب در حال سفت شدن قرار می‌دهیم، عمل لایه‌ی دوم دوغابریزی را دنبال می‌کنیم تا دوغاب گچ به سطح کلوک‌ها برسد.

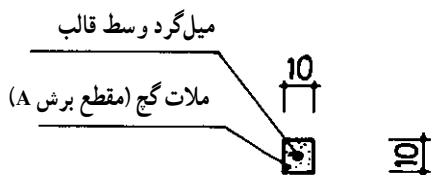
۵- در مرحله‌ی بعد با سرعت با ماله سطح ملات را در راستای کلوک‌ها هموار و مسطح می‌کنیم.

۶- در زمانی کوتاه، خودگیری ملات گچ صورت می‌گیرد و بلافاصله با اهرم کردن، کلوک‌ها را از محل خود خارج می‌کنیم. قالب گرفته شده مشخص می‌شود.

**توجه ۱:** در این حالت، در اصطلاح «پلیسه‌ی گچ» یا



شکل ۱۷-۱- مسلح سازی قالب



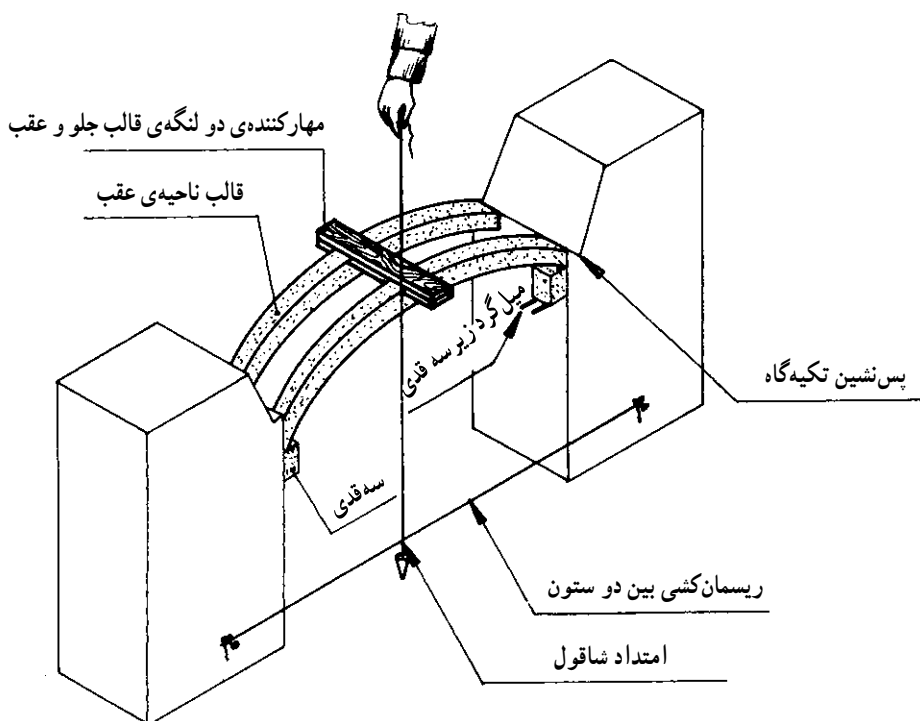
شکل ۱۸-۱- قالب گچی قوس

### استقرار قالب قوس

- ۱- در دو پاکار برای استقرار قالب خط تراز را به وجود می آوریم.
- ۲- به اندازه‌ی ضخامت قالب و پایین تراز سطح پاکار دو سه قدی با ملات گچ چسبانیده می شود.
- توجه: قبل از چسبانیدن سه قدی دو نبش را مرطوب می کنیم تا اتصال ملات به خوبی انجام شود.
- ۳- ملات گچ روی دو سه قدی گذاشته شده بلافاصله قالب قوس را در ملاتی قرار می دهیم که بر روی سه قدی به شکل

تراز نشست کرده است.

- ۴- به وسیله‌ی شمشه‌ی بلند که بین دو تکیه‌گاه آجری در نمای ستون تکیه‌داده می شود یکپاد بودن قالب در راستای دو ستون کنترل می شود.
- ۵- همانند قالب جلو در ناحیه‌ی نبش، در پشت ستون سمت دیگر نیز برابر اصول ذکر شده، قالب دیگری نصب می شود.
- توجه: به وسیله‌ی گیره‌ای که از چوب ساخته می شود، دو بدنه‌ی قالب از ناحیه‌ی داخل و خارج مهار می شود.



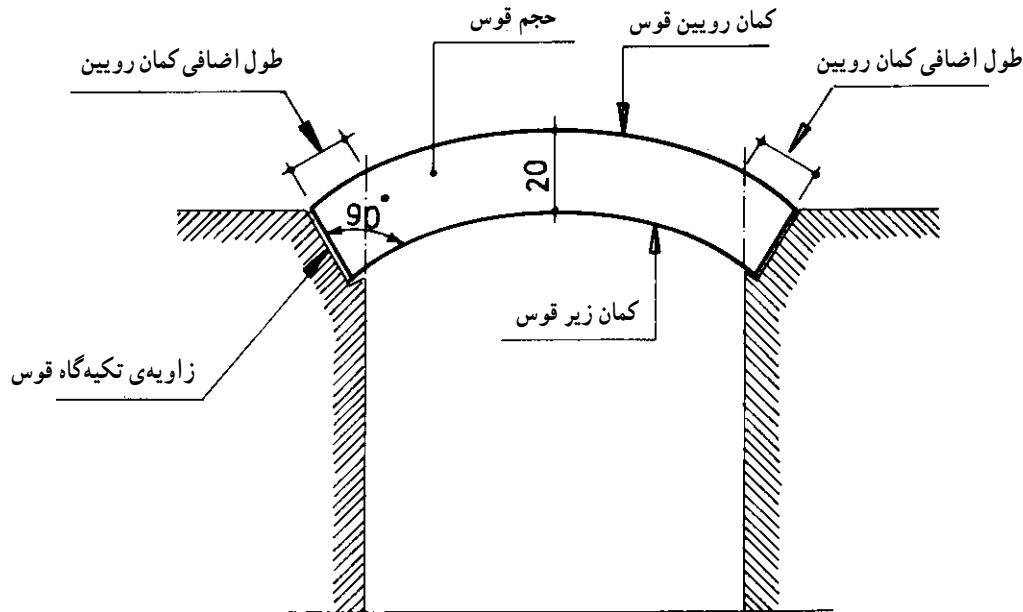
شکل ۱۹-۱- استقرار قالب قوس در دو طرف ستون

## جلسه بیست و چهارم

### محاسبه‌ی رج‌های قوس

۱- نظر به این که روی قالب یک کمان و در ناحیه‌ی ختم تکیه‌گاه، کمان دومی از پوشش قوس به وجود می‌آید، تفاضل بین دو کمان مذکور، ملات‌خور اضافی از ناحیه کمان خارجی قوس است

که در نتیجه، ملات بین قطعات آجر به شکل گوه‌ای اجرا می‌شود.  
۲- تحمل بار به وسیله‌ی آجر، بیش‌تر از ملات گچ است، از این رو، اندازه‌ی ملات در حد متناسب انتخاب می‌شود. به همین سبب، ملات‌خور در ناحیه‌ی پایین حدود  $10^\circ$  میلی‌متر و در ناحیه‌ی بالا بین  $1/5$  تا دو برابر اندازه زیرین خواهد بود که براساس محاسبه‌ی رج‌ها انجام می‌شود.



شکل ۲۰-۱- مقایسه‌ی دو طول کمان زیرین و رویین قوس

۳- به وسیله‌ی یک کلوک از ناحیه‌ی تکیه‌گاه، محاسبه‌ی رج‌ها با ملات‌خور آن برابر با ضخامت کلوک تا پایان تکیه‌گاه مقابل، انجام می‌شود.  
۴- چنان چه در محاسبه‌ی رج‌ها نیم‌لایی به وجود آید، با کم کردن و انتخاب آجر نازک یا ضخیم، این نقیصه برطرف

می‌شود.  
۵- در محاسبه‌ی رج‌ها باید توجه داشت که چفت بند در پهلو‌ی یک‌دیگر به وجود نیاید؛ هم‌چنین تقارن پیوند از اصول ناماسازی قوس خواهد بود که باید به آن توجه شود.