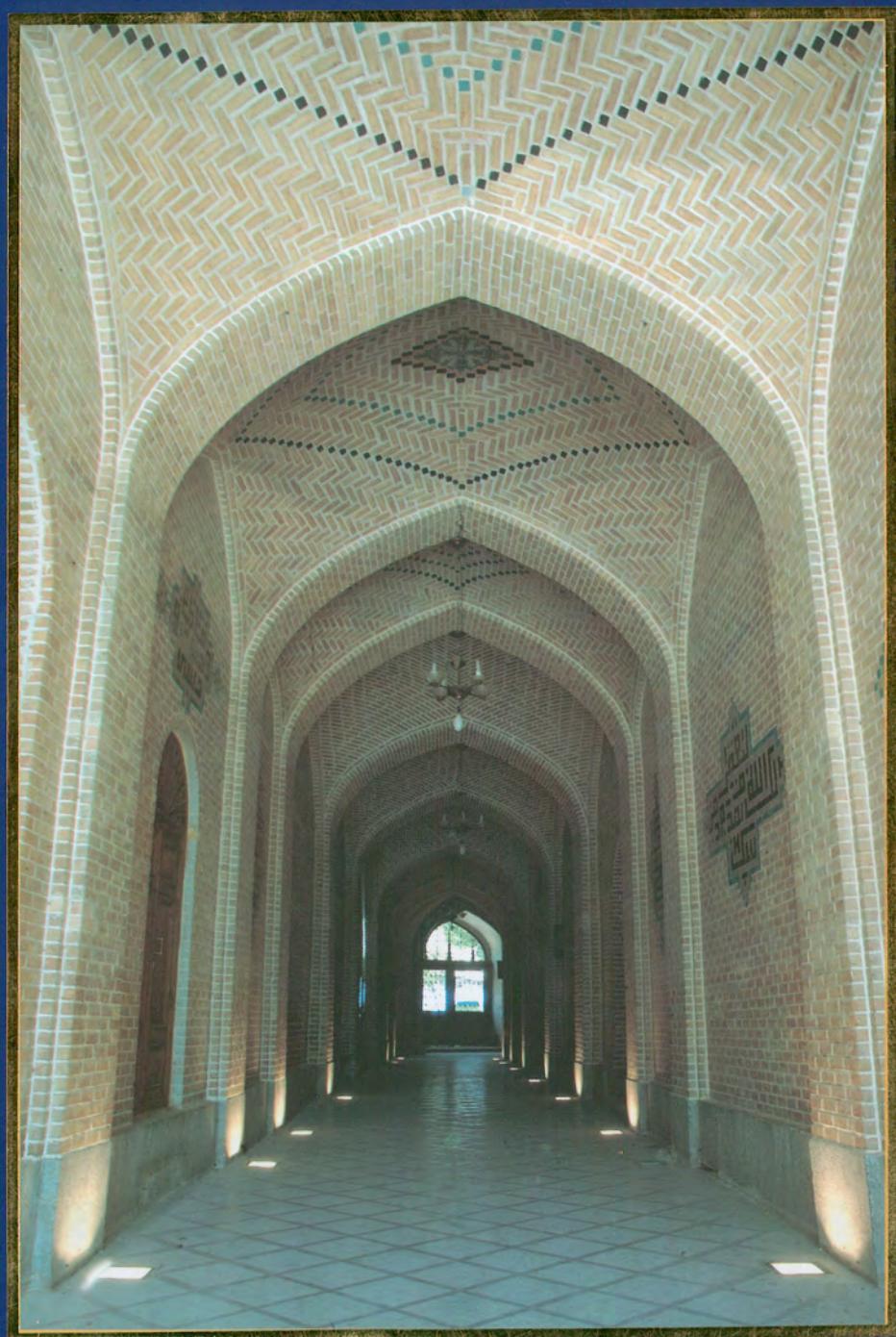


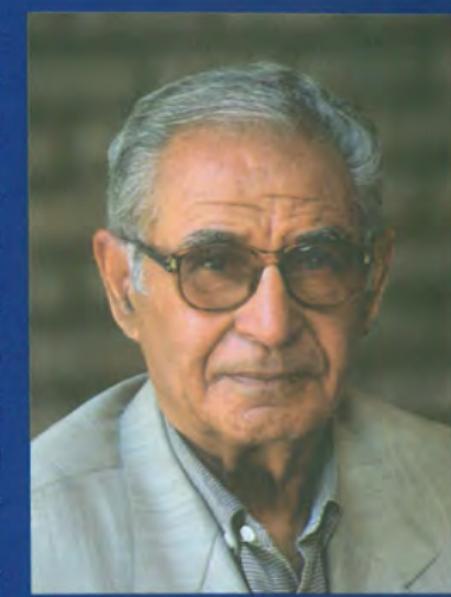
طاش و قوس

در معماری ایران



حسین زمرشیدی

استاد حسین زمرشیدی در سال ۱۳۱۸ در مشهد متولد شد. پس از دورهٔ تحصیلی ابتدایی همراه پدر، حاج محمد عمار راهی فراگیری هنرهای معماری اسلامی در بقعهٔ خواجه ربع گردید. با توجهات پدر و سایر استادی دوست و همکار پدر و علاقه‌ی وافر زمرشیدی نوجوان به شغل پدری، در جوانی استادی قابل در زمینهٔ معماری اسلامی گردید و به مرمت آثار بناهای خراسان چون: بقعهٔ خواجه ربع، گند سبز، بارگاه امامزاده محمد محروق در نیشابور



و بقعهٔ شیخ احمد جامی پرداخت. سپس به بنایی روی آورد و در این رشته نیز به زودی استادی توانا گردید و هم زمان شب‌ها به تحصیل علم تاسوم دبیرستان ادامه داد. پس از آن به تهران آمد و در هنرستان ایران و آلمان سابق (هنرستان صنعتی تهران) آزمون استادکاری آموزشی داده و با نمرهٔ عالی ۱۰۰ به خدمت آموزش و پژوهش درآمد و شب‌هایی در رشتهٔ ساختمان ادامهٔ تحصیل داد. پس از دریافت دیپلم ساختمان در بورس تحصیلی آلمان قبول شده و در برلین رشتهٔ عمومی ساختمان را گذراند. پس از برگشت به وطن همتی کرد برای تألیف ۱۶ جلد کتاب‌های درسی رشتهٔ ساختمان شامل: درس فنی، حساب فنی، رسم فنی و نقشه‌کشی و کار کارگاهی سال‌های اول تا چهارم نظام چهارساله‌ی وزارت آموزش و پژوهش. از سایر تألیفات استاد در رشتهٔ عمران کتاب‌های خوداتکایی عمومی ساختمان، تکنولوژی و کار کارگاهی نظام پنج‌ساله‌ی آموزشی، کتاب رسم فنی و نقشه‌کشی جامع عمران، کتاب دو جلدی اجرای ساختمان (عناصر و جزیئات) و کتاب تعمیر و نگهداری ساختمان است که به چاپ بیست و دوم رسیده است. استاد زمرشیدی دارای ده جلد کتاب‌های بزرگ و پرارزش معماری بدین شرح می‌باشد: کتاب گره چینی در معماری اسلامی و هنرهای دستی، کتاب طاق و قوس در معماری ایران، سه جلد کتاب‌های کاشی کاری ایران شامل: گلچین معقلی، گره معقلی و خط معقلی، کتاب مسجد در معماری ایران، کتاب معماری ایران، اجرای ساختمان با مصالح سنتی، کتاب معماری ایران، مصالح شناسی سنتی، کتاب نقش آجر و کاشی در نمای مدارس و کتاب پیوند و نگاره در آجرکاری. کتاب‌هایی که عموماً نفیس می‌باشند.

استاد زمرشیدی: دارای مقالات متعدد و بلند در زمینهٔ عمران، هنر و مخصوصاً معماری می‌باشد. همچنین استاد دارای تابلوهای فراوان از هنرهای قدسی معماری می‌باشند که انشا الله وقف موزه‌ی سعدآباد و برای مردم ایران خواهد بود.

استاد زمرشیدی در سال ۱۳۶۹ از سوی شورای ارزشیابی هنرمندان کشور به دریافت درجهٔ دو هنری و در سال ۱۳۷۳ به دریافت درجهٔ یک هنری نایل گردید. استاد در سال ۱۳۷۵ از سوی شورای خبرگان بدون مدرک وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (رشتهٔ هنر) به درجهٔ استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه شهید رجایی نایل آمد و هم‌اکنون در درجهٔ علمی دانشیاری می‌باشد. استاد همواره عضو گروه صناعی فرهنگستان هنر جمهوری اسلامی ایران بوده.

استاد حسین زمرشیدی در سال ۱۳۸۱ از سوی ستاد بنیاد چهره‌های ماندگار به عنوان (چهره‌ی ماندگار) در عرصهٔ معماری سنتی کشور برگزیده شد. استاد زمرشیدی در مهرماه ۱۳۸۳ به دریافت نشان درجهٔ ۳ دانش از طرف ریاست محترم جمهور نایل آمد و بالاخره در سال ۱۳۸۷ به عنوان پدیدآورندهٔ هنرهای قدسی و الهی معماری اسلامی برای قرآن کریم به عنوان برگزیده خادمان قرآن کریم از طرف ریاست محترم جمهوری ایران مورد تجلیل و تقدیر قرار گرفت.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

طاق و قوس

دمعماری ایران

طاقة وقوس

در معماری ایران

مؤلف: حسین زمرشیدی



ناشر: شرکت عمران و بهسازی شهری ایران

مدیر هنری: ساعد مشکن

چنگ‌آرایی: ساعد مشکن، منصوره کاظمی

اجرای طرح‌ها: نگار بزدان‌پناه، منصوره کاظمی، شادی اسپهانی، هما خسینی

پالایش عکس‌ها: نگار بزدان‌پناه، راضیه صاحبی، مانیا سیاره

حروف‌چیزی: فرج‌خان رسولی، شیما احمدیان

لیتوگرافی: تدبیس

چاپ: تدبیس تقره‌ای

صحافی: فرهنگ معاصر

چاپ: اول ۱۳۸۷

شمارگان: ۵۰۰۰

قیمت: ۱۷۵۰۰ تومان

شابک: ۹۶-۰۶-۸۹۲۱-۰-۹۶۴-۸۹۲۱-۹۷۸

هرگونه برداشت از این کتاب منوط به اجازه‌ی کتبی مؤلف خواهد بود.

در غیر این صورت پیگرد قانونی دارد.

سرشناسه: زمرشیدی، حسین، ۱۳۱۸-

عنوان و نام پدیدآور: طاق و قوس در معماری ایران / حسین زمرشیدی.

۲

ویراست

ویراست

مشخصات نشر: تهران: شرکت عمران و بهسازی شهری، ۱۳۸۷.

مشخصات ظاهری: ۲۲۸ ص: مصور (زنگی)

شابک: ۹۶-۰۶-۸۹۲۱-۰-۹۶۴-۸۹۲۱-۹۷۸

و ضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: چاپ قابل: کیهان، ۱۳۶۷

موضوع: طاق‌ها-- طرح و نقشه‌ها -- ایران

موضوع: معماری پویی -- ایران

تسبیه افزوده: شرکت عمران و بهسازی شهری

ردیبلی کنگره: ۱۳۸۷/۰۸/۲۸۰ NA

ردیبلی دیجیتی: ۹۵۵/۴۱/۷۲۱

لیماره کتاب: ۱۲۵۲۳۳۶

لیماره کتاب: ۱۲۵۲۳۳۶

طاق و قوس

دمعماری ایران

حسین زمرشیدی

دانشیار و عضو هیات علمی ارشکاوه شهید رجایی

۱۳۹۰ - آغاز فصل انتشارات
و پایان سال تحصیلی

تاریخ انتشار: ۲۴ فروردین
تاریخ انتشار: ۱۱ مرداد
شماره پیشواز:



فهرست

مقدمه‌ی ناشر ۱۳

مقدمه‌ی مؤلف ۱۵

پیشگفتار مؤلف ۱۷

تاریخ پیدایش قوس ۱۹

معماری قبل از هخامنشی ۲۱ • معماري دوره‌ی هخامنشي ۲۴ • معماري تاق دوره‌ی اشکانی و ساساني ۲۵ • معماري تاق قرون بعد از اسلام تا اواسط دوره‌ی قاجاريه ۲۷ • معماري نوين ۳۰ • ترسیم قوس‌ها ۳۲ • دسته‌بندی قوس‌ها ۳۲

قوس مستقیم (تحت) ۳۳

طرز اجرای قوس تخت ۳۳ • وسائل و مصالح مرغوب برای قوس ۳۵ • بنای قوس ۳۵ • استفاده از قوس مستقیم ۲۸

قوس هلالی ۳۹

طریقه ترسیم قوس هلالی به روش تحریبی ۳۹ • تحریرسازی برای پیاده کردن قالب قوس ۴۰ • طریقه ترسیم قوس بر زمین ۴۲ • ساختن قالب گچی ۴۲ • تکیه‌گاه قوس هلالی ۴۴ • بنای قوس هلالی ۴۷ • محاسبه رج‌های قوس آجری ۴۸ • قالب چوبی برای قوس‌ها طربیل ۴۹ • موارد استفاده از قوس هلالی ۵۲

قوس کمانی ۵۴

طرز ترسیم قوس کمانی ۵۴ • پیاده کردن قوس روی زمین ۵۵ • بنای قوس کمانی ۵۵ • موارد استفاده از قوس کمانی ۵۷

قوس آزاد کننده‌ی بار ۵۹

بنای قوس آزاد کننده‌ی بار ۶۰

قوس دزد یا قوس مخفی ۶۲

طرز اجرای قوس دزد ۶۲ • بالونه در نعل درگاه ۶۵ • بالونه در نعل درگاه ۶۸ • سقف از جهازه‌بندی ۷۰ • نعل درگاه سازی در زیر قوس‌ها ۷۱

قوس خنجه‌پوش تحت ۷۲

طریقه ترسیم قوس خنجه‌پوش تحت ۷۲ • بنای قوس خنجه‌پوش تحت ۷۳ • بنای قوس تحت بین دو گلوبی ۷۶ • ناق خنجه‌های و لبروهای وارد بر آن ۷۷ • موارد استفاده‌ی قوس خنجه‌ای تحت ۸۱ • قوس خنجه‌پوش دو گلوبی ۸۳ • طریقه‌ی ترسیم قوس خنجه‌پوش دو گلوبی ۸۳ • طریقه‌ی پیاده کردن قالب ۸۳ • بنای قوس خنجه‌پوش دو گلوبی ۸۵ • کاربرد قوس خنجه‌پوش دو گلوبی ۸۷ • قوس خنجه‌پوش با دور عدسي ۸۸ • طریقه‌ی ترسیم قوس خنجه‌پوش با کمان عدسي ۸۹ • موارد استفاده قوس خنجه‌پوش با دور عدسي ۹۰ • قوس خنجه‌پوش با گلوبی بار ۹۳ • طریقه‌ی ترسیم قوس خنجه‌پوش با گلوبی بار ۹۳ • طریقه‌ی پیاده کردن قالب قوس خنجه‌پوش با گلوبی دار بار ۹۴ • بنای قوس ۹۵ • موارد استفاده از قوس خنجه‌پوش با گلوبی بار ۹۶ • قوس خنجه‌پوش با گلوبی جند ۹۸

قوس برنخشی ۹۹

طريقه ترسیم قوس برنخشی ۹۹ ■ پیاده کردن قوس بر روی قالب ۱۰۰ ■ اجرای قوس برنخشی ۱۰۱ ■ موارد استفاده قوس برنخشی ۱۰۳

قوس نعل اسپی (کمانی تند) ۱۰۵

مقایسه قوس نعل اسپی با قوس دسته سبدی (نیمه بیضی) ۱۰۵ ■ طریقه ترسیم قوس نعل اسپی ۱۰۶ ■ طریقه پیاده کردن خط قوس بر روی قالب ۱۰۷ ■ بنای قوس نعل اسپی ۱۰۸ ■ موارد استفاده قوس نعل اسپی ۱۱۰

قوس دسته سبدی ۱۱۳

ترسیم قوس نیمه بیضی (دسته سبدی - دسته زنبیلی) ۱۱۴ ■ پیاده کردن قوس دسته سبدی (نیمه بیضی) ۱۱۵ ■ بنای قوس دسته سبدی از قوس بیضی ۱۱۶ ■ موارد استفاده قوس دسته سبدی ۱۱۶ ■ قوس بیضی دوکانون یک و چهار ۱۱۸ ■ قوس دسته سبدی دو کانون ۱۲۰ ■ قوس دسته سبدی سه کانون ۱۲۲ ■ قوس دسته سبدی سه کانون تند ۱۲۴ ■ قوس دسته سبدی پنج کانون تند ۱۲۶ ■ قوس نیم بیضی پنج کانون ۱۲۸ ■ قوس دسته سبدی با روش نقطه یابی ۱۳۰ ■ قوس نیمه بیضی به روش هندسی ۱۳۲ ■ قوس نیمه بیضی با گلوبی ۱۳۴

قوس نیم دایره ۱۲۵

ترسیم قوس نیم دایره ۱۳۶ ■ طریقه پیاده کردن قالب نیم دایره ۱۳۸ ■ قالب چوبی برای دهانه های طویل ۱۴۰ ■ تقویت قوس نیم دایره ۱۴۱ ■ بنای قوس نیم دایره ۱۴۲ ■ قوس نیم دایره با ضخامت زیاد ۱۴۴ ■ قوس نیم دایره با تکیه گاه ۱۴۵ ■ موارد استفاده قوس نیم دایره ۱۴۶ ■ بنای قوس دایره ۱۴۸ ■ قوس نیم دایره سنگی ۱۵۱ ■ مهار کردن فطعات سنگ در یکدیگر ۱۵۱ ■ موارد استفاده قوس نیم دایره ۱۵۳ ■ قوس ثلث دایره ماهیچه دار ۱۵۵

قوس های دور هلوچین، چهار بیضوی ساسانی ۱۵۷

قوس بیض ۱۵۹ ■ تئوری قوس بیض ۱۶۰ ■ قوس نعلی (ناری) ۱۶۲ ■ قوس هلوچین تند ۱۶۴ ■ قوس چیله تند (بیضوی ساسانی) ۱۶۸ ■ قوس چهار (قوس خاکی) ۱۷۰ ■ قوس تخم مرغی ۱۷۲ ■ قوس جناغی کند (بیض کوتاه - ناری) ۱۷۴ ■ قوس جفت بیض (ناری تیز) ۱۷۶ ■ قوس بیض معمولی (ناری تند) ۱۷۸ ■ قوس جناغی تند ۱۸۰ ■ قوس بیض گلوبی دار ۱۸۲

قوس تیز ۱۸۴

ترسیم قوس تیز ۱۸۵ ■ پیاده کردن قوس بر روی زمین ۱۸۶ ■ بنای قوس تیز ۱۸۸ ■ قوس تیز با پوشش طویل (رومی) ۱۸۹ ■ موارد استفاده قوس های تیز و رومی ۱۹۰ ■ قوس شاخ بزی تند ۱۹۲ ■ قوس شاخ بزی معمولی ۱۹۴ ■ قوس شاخ بزی کند ۱۹۶ ■ قوس مربع (سه و دو قسمت) ۱۹۸ ■ قوس جناغی ۲۰۰ ■ قوس مربع (باتویا - نیزه ای) ۲۰۲ ■ قوس پنج آفته تند ۲۰۴ ■ قوس پنج آفته تند ترسیم روش دوم ۲۰۶ ■ قوس پنج آفته معمولی ۲۰۸ ■ قوس کند ۲۱۲ ■ قوس پنج آفته کند ۲۱۴ ■ قوس کند شکسته ۲۱۶ ■ قوس کند شکسته بر جسته ۲۱۸ ■ قوس تخت معمولی یک و دو ۲۲۰ ■ قوس تخت بلند ۲۲۲ ■ پوشش مثلث قوس ۲۲۴ ■ قوس تیز لجکی دور دار ۲۲۸ ■ قوس یک و چهار ۲۳۰ ■ قوس سه قسمت (ثلاثی) ۲۳۲ ■ قوس کند بلند ۲۳۴ ■ قوس پنج قسمت ۲۲۶ ■ قوس چیدری تند ۲۳۸ ■ قوس چیدری متوسط ۲۴۰ ■ قوس چیدری کند ۲۴۲ ■ قوس دولنگه ۲۴۴ ■ قوس چهار قسمت در زمینه مربع ۲۴۶ ■ قوس شش قسمت در زمینه مربع ۲۴۸ ■ قوس هشت قسمت ۲۵۰ ■ قوس ده قسمت ۲۵۲ ■ قوس دو لنگه باتویای تیز ۲۵۴ ■ قوس پنج و نه قسمت در زمینه مربع ۲۵۶ ■ قوس دوازده قسمت ۲۵۸ ■ قوس مربع شکسته ۲۶۰ ■ قوس غنچه ای ۲۶۲ ■ قوس شلغمی شفته ۲۶۴ ■ قوس شلغمی کند (بیازی) ۲۶۶ ■ قوس تیز پا بلند باز ۲۶۸ ■ قوس ثلاثی پا بلند باز ۲۷۰ ■ قوس پنج قسمت کلاله دار ۲۷۲ ■ قوس تیز بر جسته ۲۷۴ ■ قوس کند بر جسته ۲۷۶ ■ قوس تیز یک و هفت ۲۷۸ ■ قوس تند بر جسته با گلوبی باز ۲۸۰ ■ قوس ابروی کند ابرو در زمینه مربع ۲۸۲ ■ قوس تیز بر جسته مربع ۲۸۴ ■ قوس تیز بر جسته مربع ۲۸۶ ■ قوس سه قسمت ابرو با سه مرکز در زمینه مربع ۲۸۸ ■ قوس تیز دایره (ابرو) با سله ۲۹۰ ■ قوس تیز دایره (ابرو) ۲۹۲

تاق های دو پوشش ۲۹۴

پوشش خارجی ۲۹۵ ■ پوشش گنبد های ترک دار (چناری)، مخروطی (دُک)، هرمی، ارجین ۲۹۷ ■ قوس دو پوشش بلندر (گنبد) ۳۰۳ ■ قوس دو پوشش تیز بیوسته (گنبد) ۳۰۴ ■ قوس دو پوشش تیز و برنخشی (تاق) ۳۰۵

قوس کلیل و کلاله ۳۰۶

ترسیم قوس کلیل ۳۰۷ ■ ترسیم قوس کلاله ۳۰۹ ■ پیاده کردن قوس کلیل بر روی زمین ۳۰۹ ■ پیاده کردن قوس کلاله بر روی زمین ۳۱۱ ■ قوس های تربیتی کلیل و کلاله ۳۱۱ ■ بنای قوس کلاله ۳۱۲ ■ موارد استفاده قوس های کلیل و کلاله ۳۱۵ ■ قوس کلیل ۳۱۶ ■ قوس کلیل گلوبی دار ۳۱۸ ■ قوس سه و چهار کلیل ۳۲۰ ■ قوس سه مرکز دو و پنج کلیل ۳۲۲ ■ قوس کلیل سه مرکز دو و ده ۳۲۴ ■ قوس کلیل سه مرکز یک و دونیم ۳۲۶ ■ قوس سه مرکز پانوپا ۳۲۸ ■ قوس سینه کفتری ۳۲۰ ■ قوس کلاله ده و دوازده ۳۲۲ ■ قوس کلاله دو کانون ۳۲۴ ■ قوس سه کمانی کلاله ۳۲۶

قوس های منحنی بلند (شمیزیری) ۳۴۸

ترسیم قوس شمیزیری منحنی بلند ۳۳۹ • ترسیم قوس های خریزده یکشانه (شمیزیری) ۳۴۰ • پیاده کردن قوس شمیزیری منحنی بلند بر روی زمین ۳۴۰ • بنایی قوس شمیزیری منحنی ۳۴۱ • قالب بندی و بنایی قوس خریزده و یکشانه ۳۴۲ • تاق شمیزیری ۳۴۲ • بنایی قوس شمیزیری ۳۴۳ موارد استفاده قوس های شمیزیری (خریزده) ۳۴۴ • قوس خریزده ۳۴۶ • قوس شمیزیری منحنی ۳۴۸

قوس سهیمی ۳۴۹

ترسیم قوس های سهیمی باز ۳۴۹ • بنایی قوس های سهیمی ۳۵۱ • موارد استفاده قوس سهیمی ۳۵۱ • قوس سهیمی باز پاکوتاه ۳۵۶
قوس سهیمی کند ۳۵۸ • قوس سهیمی کله قندی (با بلند) ۳۶۰

قوس معلق ۳۶۲

ترسیم قوس معلق ۳۶۳ • اجرای قوس معلق ۳۶۳ • بنایی قوس معلق ۳۶۵

کوره پوش یا کونوسازی ۳۶۷

قوس لایپوش پابلند ۳۷۰

قوس پاتوپا ۳۷۳

اتصالات در قوس ۳۷۴ • قوس حایل ۳۷۵ • بنایی قوس پشت بند ۳۷۶

چهارتاقی (گلودرهم) ۳۸۰

پوشش عرقچین ۳۸۴ • بنایی عرقچین ۳۸۴ • پوشش کاسه ای (طاسه سازی) ۳۸۷

تاق ضربی ۳۹۰

اجرای تاق ضربی ۳۹۱ • پوشش خفته و راسته ۳۹۴ • تاق تیغه بین نیز آهن ۳۹۹ • بنایی تاق تیغه و بالانه یا (تاق تیغه و پالونه) ۴۰۰ • تاق پوش پر و تیغه ۴۰۱ • توزیزه ۴۰۳ • اجرای توزیزه باربر ۴۰۳ • توزیزه تزییی ۴۰۴ • بنایی توزیزه تزییی ۴۰۵ • پله بندی پشت تاق ۴۰۶ • پوشش تاق آهن گم ۴۰۸ • کلاف بندی تیرها ۴۰۸ • بنایی تاق آهن گم ۴۰۸

قوس کنگره دار (دالبری - شکنجی - کولی دار) ۴۱۱

اجرای قالب قوس کنگره دار (کولی دار) ۴۱۳ • بنایی قوس کنگره ای ۴۱۳ • قوس دالبر نیزه دار ۴۱۶ • قوس دالبر تاج خروس ۴۱۸
قوس دالبر بلند ۴۲۰ • قوس دالبر منظم ۴۲۲ ترسیم و نمود ساخت قوس بدروش حدوداً غیر ایرانی ۴۲۴

واژه نامه ۴۳۹

معماری سنتی ایران کمال نمایش عالم مثال است در کالبد ماده، حیاط، بهشت زمینی و حوض آب، آینه‌ی تمام‌نمای آسمان است و ارسی‌ی الوا، حکایت از رنگارنگی مخلوقات دارد که خورشید عالم وجود در آن برتوافکنی می‌کند.

از این منظر شاید بتوان گفت علاقه و دلستگی ما ایرانیان به قوس‌های تیز بهر شکل که باشد به «قاب قوسین» برمی‌گردد بهویژه در نمازگاه که نماز، معراج مؤمن است. نقطه‌ای که این دو قوس به یکدیگر می‌رسند مکان انس و تعلق قلب و محل تقریب به لایتناهی است.

معمار ایرانی با این پیوند به لامکان و مأتوس با مصالح بنایی و آشنا به قنون ساختمانی، هرچه ساخته سرشار از ذوق و سلیقه و بداعت است و بدین سبب همواره تازه که گرد زمان بر آن نمی‌نشیند.

گرچه پیشرفتهای فنی و اسلوب‌های ساختمانی در هر زمان و ویژگی‌های محلی هر مکان شرایطی را برای معمار فراهم می‌آورده اما آشنایی و خویشاوندی ساخته‌ها با یکدیگر تداعی‌کننده‌ی «عباراتناشی و حسنک واحد و کُلْ علی ذاکِ جمال پُشير» است. جلوه‌های گوناگونی که همگی به زیبایی واحدی اشاره دارند. ویژگی کتابی که در دست دارید معرفی همین جلوه‌هایی است که گفته شد و آینه‌ی تلاش معماران این سرزین و عمل استادانی است که فروتنانه با نام «حقیر سراپا تقصیر» عمل را به اتمام می‌رسانده‌اند.

نویسنده‌ی محترم نیز در طول سالیان سال کار مداوم، گردآوری مثال‌های متعدد، ترسیم قوس‌های متنوع و ارایه‌ی کاربرد هر یک از آن‌ها به روش هندسی، شیوه‌های فنی و اجرایی قوس‌ها از ترسیم تا ساخت را در اختیار علاقمندان، دانشجویان و پژوهشگران معماری سنتی ایران قرار داده‌اند. شرکت عمران و بهسازی شهری ایران چاپ سوم این اثر بالرزش را بر عهده داشته و لازم به یادآوری است که تفاوت این چاپ با چاپ‌های گذشته در کیفیت ویرایش و ترسیم‌ها و عکس‌هایی است که با آخرین شیوه‌های رایانه‌ای، صفحه‌آرایی و آماده‌ی چاپ شده است. بدیهی است این تلاش‌ها همگی پاس داشت معمارانی است که بدون هیچ چشم‌داشتنی نسل اندترسل این رموز و فتوون را به شاگردان خود آموخته‌اند تا اکنون به‌دست ما برسد.

بِنَامِ خَدَوْهُجَان وَخَرَد

کَنْزِن بِرْتَرَانْدِیش بِرْكَنْدِرَو

غَرْضٌ تَقْشِيَّةٌ كَنْزِنَ بازَنْه
كَهْتِي رَانِي سِينْ تَقَابِي

چَبِيَارَا سَاتِيدِي بِنْ هَسْنَه مَنْدَوْنَه دِمَعَارِي كَفَاعَدَ طَرَح وَسَاختَ عَاصِمَه سَارِي لَيْهَا.

ایران غیرزرا باخود بیار باقی بردن و تجی بزدیگی تین نزدیک خویش لینی فرزند خود بیزنه آموده پر که

نمی خواستند کسی خرخوان ها قاعده و اصول جسمی معماری را بداند، اگرچنان نمی کردند شایان مزدویه

طراحی و اجرایی عناصر از زمینه ساری ایران بِمَرَاثِبِ اصْوَلِ تَرْوِيزِ يَارِمِي لَيْهَا.

باری: این بندۀ می ناقابل از نوجوانی فی جوانی باچه خسته از برجی سایید که غبت استحقیق است بزرگی

پهان آنچه اکه لازم بود عینها آموختم او موزراین مجموعه که حال از شهادت ای فراوان ای عطا ری بزرگان

غیرزیاست بدون ادعا و به شاهدت اسایید بزرگ معماری جهان اشری خبر بر فرد بشاری آیینه ها پر و

غیر تقدیم می شواید است که از طرح قوس های مونظر خوازین اشد نما سازی بنا های ایران بجزیره

تا بیست هزار این رو نگرشت بجهش دِمَعَارِي و الای ایران غیره با

از شاهزادین پیشکش ملتمن عالم بگام

با احترام و پاس جیسی زمرشی

با تشکر و سپاس فراوان به پیشگاه خداوند باری تعالی که مرا توفيق داد تا کتاب «تاق و قوس در معماری ایران» را که حاصل سال‌ها تحقیق و مطالعه در قوس‌های بنایی وطن عزیزان می‌باشد به رشته‌ی تالیف درآورم. کتاب موجود را می‌توان اولین کتاب در بحث بسیار غنی و گستره تاق و قوس دانست.

در این کتاب، بحث قوس و تاق از دوران قبل از میلاد تا دوران شکوفایی معماری ایران و جهان اسلام دنبال شده است. این کتاب تاریخچه‌ی پیدایش، مسایل و جزییات تاق‌ها و قوس‌ها و از همه بالاتر نحوه‌ی ترسیم انواع قوس‌ها (با ضوابط و به صورت روشن و علمی و رسا)، همراه با تصاویر بنایی تاریخی به کار رفته در اینهی سنتی و اسلامی ایران عرضه شده است.

قابل ذکر است که با گرایش ساختمان‌سازی امروزی کشور به سمت نماهای سنتی و آجرکاری، نیاز استفاده از کتاب تاق و قوس و کاربردانواع قوس‌ها بخصوص قوس‌های تزیینی هرچه بیشتر احساس شده و می‌شود. به طور کلی، با توجه به کمبود انواع فولادهای ساختمانی، و با در نظر گرفتن اجرای کارهای بتونی و تکنولوژی خاص آن‌ها برای ساختمان‌سازی امروز، در ساخت انواع قوس‌ها در پوشش، وزودی‌ها، دربندها، پنجره‌ها و در مواردی انواع تاق‌پوش‌ها با گلچین‌های مختلف آجری از این کتاب بهره‌گیری شده که در مجموع کمک شایانی به ساختمان‌سازی در حالت سنتی و حتی غیرسنتی می‌باشد.

این امر، از جهات مختلف و با توجه به کمیاب بودن مصالح ساختمانی روز، بسیار مورد توجه دست‌اندرکاران ساختمان‌ساز قرار گرفته است.

قابل ذکر است که برای چاپ سوم این اثر، غلط‌گیری لازم و بادقت انجام گرفت و تصاویر بسیار مناسب و مفیدی از آثار بی‌همتای معماری ایران، آن‌هم از گوشه‌ی گوشی کشور پهناور با دقت و سعی فراوان و با زحمت‌های بسیار زیاد تهیه و فراهم گردید، زیرا فیلم، زینگ و نیز تمام تصاویر این اثر در مؤسسه‌ی انتشارات کیهان (ناشر قبلی کتاب) از بین رفته بود، به همین دلیل، با حوصله‌ی زیاد تصاویر مذکور با ارزش‌های فراوان از هنرهاي معماری آن‌هم از جمیع جهات تهیه شد. درواقع تصاویر کتاب، علاوه بر نشان دادن «دور قوس‌ها» و تاق‌پوش‌ها و گنبدها، دارای مطالب و موضوعات جالب دیگری از جمله آجرکاری با انواع گلچین‌ها، کاشیکاری، کارهای کاشی و آجر، کاشی معرق، سرپایه‌سازی، کتیبه‌سازی، خط در انواع

مختلف، طرح‌های اسلامی و ختایی، رسمی‌بندی، کاربندی، طاسه‌سازی، مقرنس و بسیاری دیگر می‌باشد که می‌تواند از نظرهای گوناگونی مورد مطالعه‌ی سایر هنرهای وابسته به معماری ایرانی، اسلامی قرار گیرد. قابل توجه این که برای غنای هرچه بیشتر این اثر بزرگ، استخراج «تاریخ ساخت بنا و قوس آن» با رجوع به منابع متعدد و دقیق و جستجوی لازم و با اطلاعات اینجانب انجام گرفت که این مزیت نیز، کتاب را ارزشمندتر کرده است.

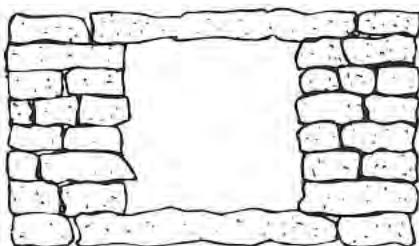
به طور خلاصه تجدیدنظر، تهیه‌ی تصاویر جدید با موضوعات دیگر و موارد بسیاری برای این کتاب این اثر را «تألیفی جدید» ساخته که هم از جهت علمی و هنری، و هم از جهات کاربردی می‌تواند مورد توجه فراوان باشد.

شایان ذکر است که امروزه از وجود ساختمان‌های پوسته‌ای بتونی که شکل تاقی جهت فضاهای عظیم و گسترده که از بتون با طرح‌های بسیار جالب و اجراهای دقیق در مایه «قوسی و تاقی» انجام می‌گردد از ویژگی‌ها و اثرات کاربرد قوس از این کتاب برخوردار می‌باشد.

به‌طور کلی در مواردی، «کاربرد قوس» در سازه‌های فلزی، سازه‌های بتونی، ساختمان‌ها با مصالح بنایی «ماسوئری» بخصوص اثر زیادی داشته است. در مجموع، عملکرد قوس‌ها و تاق‌ها در شکل‌های بسیار متنوع در آثار معماری اسلامی از ویژگی خاصی برخوردار می‌باشد که در بسیاری از موارد ذکر شده، تاق و قوس در معماری ایران راهگشایی فراوان در طراحی‌ها و اجراهای دقیق مذکور بوده و هست. به این امید که این اثر، همواره راهگشای هنرجویان و دانشجویان رشته‌های معماری و عمران، و نیز اساتید و صاحب‌نظران و دست‌اندرکاران ساخت و سازهای بنایی سنتی و اسلامی همچون «توجهات قبل» باشد. در خاتمه لازم می‌دانم از مساعدت و دستور چاپ این اثر در زمان تصدی وزارت مسکن و شهرسازی «جناب آقای دکتر علی عبدالعلیزاده» و توسط ایشان که فردی بسیار آگاه، کاردار و دلسوز برای فرهنگ و هنر ایران عزیز می‌باشد تشکر و قدردانی فراوان داشته باشم. در ضمن از مساعدت‌های استاد فرزانه جناب آقای مهندس محمد سعیدی کیا وزیر محترم و دلسوز وزارت مسکن و شهرسازی و همچنین از سایر عزیزان دست‌اندرکار تهیه‌ی این کتاب، بالاخص جناب آقای ساعد مشکی برای اجرای تمامی مراحل این اثر تشکر داشته باشم.

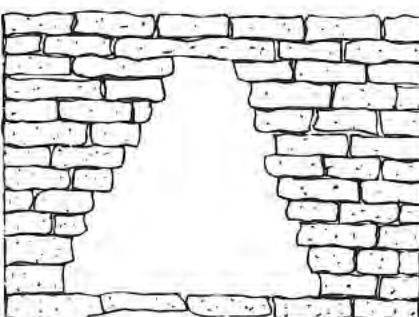
تاریخ پیدایش قوس

انسان‌های نخستین که در آغاز سرپناه ثابتی نداشتند، پس از دوران صحراءگردی و کوهنشینی به غارنشینی رو آوردند. با تکامل همکاری گروهی و رشد احتیاجات، مردم غارنشین شروع به ساختن سکونتگاه‌هایی برای خود کردند. در این زمان بود که سرپناه در ابعادی محدود به وجود آمد. انسان‌ها در این زمان سنگ‌های درشت را برابر روی یکدیگر می‌گذاشتند و در ارتفاعی لازم پوششی از سنگ تخت و یکپارچه را به عنوان سقف بر پایه‌های سنگی استوار می‌کردند و بدینسان سرپناه کوچکی برای حفاظت در مقابل هجوم حیوانات وحشی به وجود می‌آوردند. (شکل ۱)

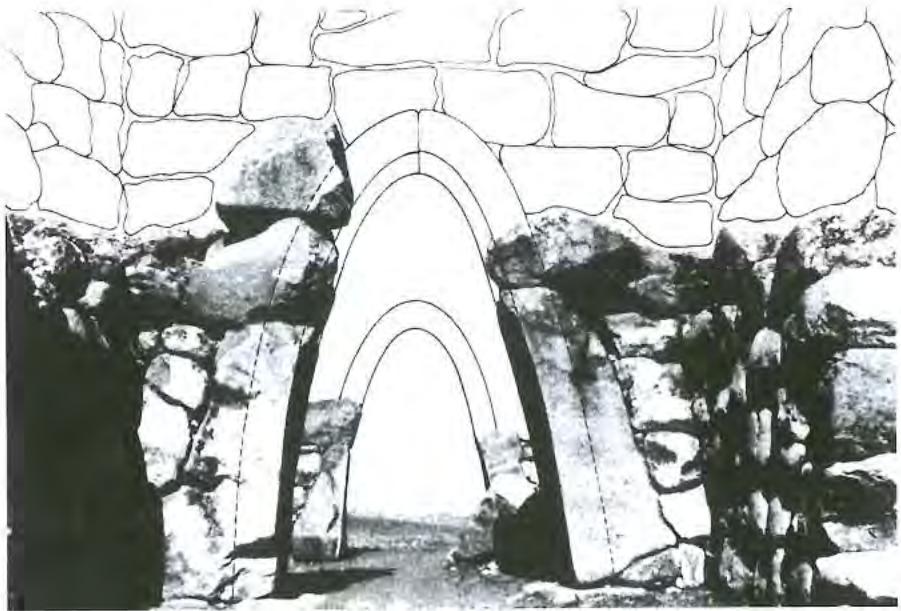


شکل ۱

مسلمان چنین سرپناهی برای زوج‌ها و خانواده‌های کوچک بسیار محدود بوده است. به تدریج با شکل‌دادن سنگ که به صورت پله‌پله به طرف بالا جمع می‌شده کلبه‌های سنگی به صورت ابتدایی برای زندگی اجتماعی در کنار یکدیگر به وجود آمد. با توجه به شکل ملاحظه می‌شود که پوشش فوق اولین قوسی بوده است که انسان‌های نخستین ساخته‌اند و ایستایی این پوشش فقط ناشی از پیوند قطعات سنگی است. (شکل ۲ و ۳)



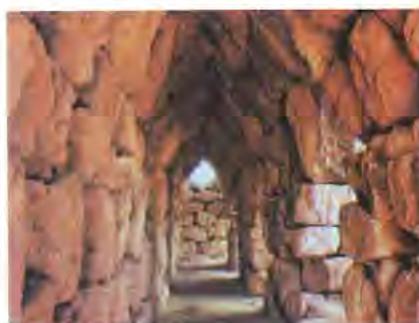
شکل ۲: شماتیک تکمیلی از پوشش «قوسی و تاقی» از سنگ



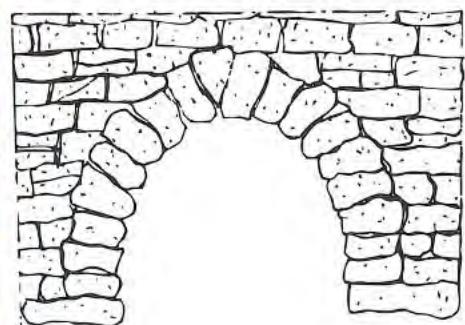
شکل ۳

تحول بزرگی که در این عصر پدید آمد، کشف سنگ آهک است. کشف سنگ آهک بدین شکل رخ داده است که هنگامی که چادرنشین‌ها برای پختن غذا با سنگ اجاق می‌ساختند در بعضی موارد بدون اطلاع از سنگ‌های آهکی استفاده می‌کردند. این سنگ‌ها در اثر حرارت پخته شده و با ترکیب با آب باران شکفته می‌شد و به صورت شیره‌ی آهک با خاک‌های شسته شده و سنگ‌ریزه‌های دور اجاق مخلوط و پس از فعل و انفعالات شیمیایی تبدیل به آهک سخت می‌شده است.

بدین ترتیب انسان‌های نخستین متوجه این نکته شدند که محل پرشده‌ی اجاق به مراتب سخت‌تر از زمین طبیعی است. آن‌ها با تفکر و تحقیق به نوع سنگ‌ها پی برند و بدین سان سنگ آهک و روش پخت آهک و در نتیجه ملات آهک به وجود آمد. در این دوران بود که استقرار قطعات سنگ بر روی یکدیگر به وسیله‌ی ملات انجام گرفت و به تدریج اصول بنایی به صورت ابتدایی شکل گرفت. (شکل ۴ و ۵)



شکل ۵: ساختار سنگی بدون ملات ستون، دیوار و (تاق به شکل کله‌فتادی)



شکل ۴

با پیدایش نژادها و اقوام و آداب و رسوم و فرهنگ و در نتیجه هنر قومی به وجود آمد. یکی از این اقوام، قوم آریایی بود. دسته‌هایی از این قوم در حین کوچ وارد ایران شدند و در نقاط مختلف آن رحل اقامت افکنندند. با ورود اقوام آریایی به ایران در این خطه نیز فرهنگ و هنر قومی به وجود آمد. این اقوام دست به کشت و زرع زدند و به کاشت درختان و احداث باغها و راه‌ها همت گماشتند.

۱-معماری قبل از هخامنشی

قبل از ورود اقوام آریایی در هزاره‌ی سوم قبل از میلاد مسیح، قوم عیلامی در جنوب غربی ایران به قدرت رسیده بود^۱. در عصر سلطنه‌ی این قوم بر روی بناهایی به صورت خانه‌ها، دژهای مستحکم، برج‌ها و باروها و پرسنگاه‌ها و آتشکده‌هایی ساخته شد که برخی از آن‌ها تا به امروز باقی مانده است و از جمله بنایی است با باروهای مستحکم که در سال‌های ۱۳۶۴ تا سال ۱۳۵۷ توسط هیأت ایتالیایی به سرپرستی پروفسور مارتین ریو توزی در محوطه شهر سوخته مربوط به شهر سکنایی به‌طور منقطع در سه مرحله انجام شد. این‌بنا، مجموعه‌ای است از خانه‌های سکنایی که پیوسته بوده، از زیر خاک خارج گردیده و از آن‌ها می‌توان آثار باهویت معماري کهن و اصولی را مشاهده نمود. همچنین در تپه نوشیجان نزدیک همدان توسط گروه باستان‌شناسی ایران و انگلیس که مشترکاً کاوش و تجسس کرده‌اند کشف شد^۲. این‌بنا دژی است با دیوارهای بلند و باروی مستحکم و کنگرهای مقاوم. در این دژ تنگ‌های مقاوم پشت‌بند، دیوارهای بنا را کاملاً محافظت کرده است. در قسمت‌های داخلی بنا، نهانخانه‌ها و خانه‌هایی با شکل‌های خاص تعییه شده است. وجود آتشکده در جوار نهانخانه با پوشش‌های درگاهی و تاق‌های بیز و ضربی که در ساختن آن‌ها از اصول فنی و ریاضی بهره گرفته شده است از حسن سلیقه و چیره‌دستی معماران آن روزگار حکایت دارد. (شکل ۶)



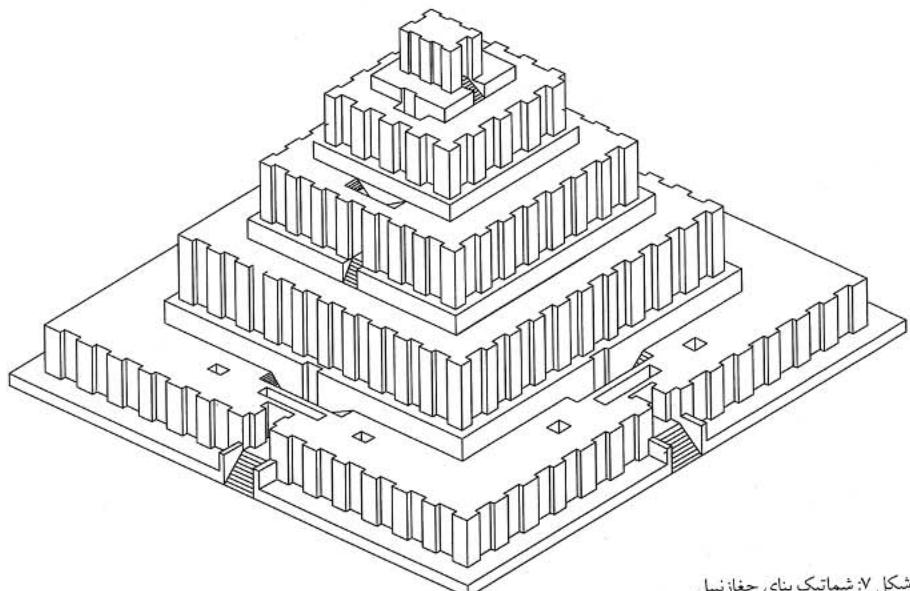
شکل ۶: آثار تاریخی خشک
مجموعه‌ی شهر سوخته
هزاره‌ی سوم قبل از میلاد
(عکس از سازمان میراث
فرهنگی، گردشگری
و هنرهای دستی)

۱. بخش معماری: کتاب هنر دیبرستان سال ۵۷ نوشته‌ی زنده‌یاد استاد محمد کریم پیرنیا.

در هزاره‌ی اول قبل از میلاد نزدیک به سیزده قرن قبل از میلاد مسیح در شهر دور - اونتاشی از توابع هفت‌په در استان خوزستان بنای بسیار معظم و شگرف چغازنبیل به روش خاص معماری روزگار خود و با اصولی جدا از اهرام ثلاثه‌ی مصر به صورت پله‌پله بنا شده است.^۲ بنای چغازنبیل را زیگورات می‌نامند. این لغت در زبان سومری به معنای بنای سر به فلک کشیده است.

مستشرق فرانسوی پروفسور گیرشمن معتقد است که طرح این بنای بسیار تاریخی و باستانی با اهرام ثلاثه تفاوت دارد. چغازنبیل پنج طبقه ارتفاع دارد و طول اضلاع طبقه‌ی اول $105/2$ متر و ارتفاع کل بنا از سطح زمین 54 متر بوده که با کوچکشدن ابعاد در هر طبقه به صورت پله‌ای ساخته شده و هنوز هم پس از چند هزار سال قسمتی از آن باقی مانده است. این امر نمایشگر فرهنگ معماری پربار آن زمان است. (در تصویر ۷ یک نمای تخیلی از بنای چغازنبیل را ملاحظه می‌کنید.)

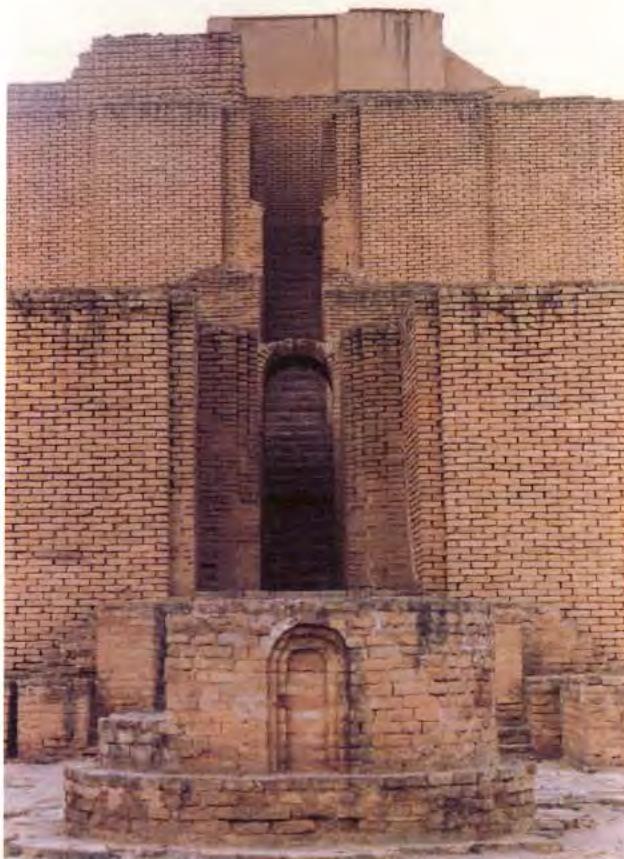
زیرزمین‌های این بنا و طبقه‌ی زیرین بنای معبد حکام عیلامی بوده است. این قسمت از بنا با پوشش‌های بیضی، سهمی، تاق و انواع قوس‌ها و با اصول هندسه و تحت ضوابط فنی در محل‌های لازم ساخته شده است. فشار و نیروهای وارد از طبقات پنج اشکوبه را همین قسمت تحمل می‌کرده است. شیوه‌ی اجرای این قوس‌ها و تاق‌ها و پوشش‌ها را می‌توان حاکی از نوعی معماری ریشه‌ای و بسیار غنی دانست. اصول این معماری در بناهای قدیمی ایران اثر عمیقی داشته و تا به امروز با تغییراتی در هر زمان مورد استفاده در اینه بوده است. (تصویر ۸ حالت ظاهری و باقیمانده بنای چغازنبیل) (شکل ۷ و ۸)



شکل ۷: شماتیک بنای چغازنبیل

۲. کتاب نگاهی به معماری ایران، تألیف زنده‌یاد سید محمد تقی مصطفوی.

۳. تصاویر شماره‌های ۳، ۵ و ۷ از کتاب GREAT ARCHITECTURE OF THE WORLD تألیف



شکل ۸ نمای قسمتی از بنای
چغازنبیل از (۱۲۵۰ ق.م) قبل از میلاد

یادآور می‌شود به جز چغازنبیل در کنار شهر دور - آنたاشی سردارهای دیده می‌شود که آرامگاه بزرگان شهر بوده است و قدمت این قبور به نیمه اول هزاره‌ی قبل از میلاد می‌رسد.^۴ ضمناً قبور بزرگان عیلامی بهجا مانده از دوران عیلامی در شوش یادآور اجرای تاق ضربی لپوش به شکل مخروط و سهمی بوده که دارای باربری فراوان می‌باشد. (شکل ۹)



شکل ۹: قوس مازه‌دار (سهمی)
آرامگاه سلاطین عیلامی
شوش: دوره‌ی عیلامی
(تصویر از سازمان میراث فرهنگی
گردشگری و هنرهای دستی)

^۴. رجوع شود به جلد اول کتاب دیار شهریاران، تألیف احمد اقتداری.

به هر حال ملاحظه می‌شود که معماران این سرزمین از قدیم‌الایام با اصول فنی معماری کاملاً آشنایی داشته‌اند و از حیث کاربرد فنون جدید معماری پیش‌تاز عصر خود به شمار می‌رفته‌اند. با پشتکار معماران ایرانی در ایران‌زمین شش شیوه معماری به وجود آمده است که شیوه‌ی نخست آن ذکر گردید و بقیه‌ی آن به ترتیب از این قرار است:

۲- معماری دوره‌ی هخامنشی

با پیدایش حکومت هخامنشی در ایران و اوج‌گیری تمدن و عمران و آبادانی ایران‌زمین طرح‌هایی که به اجرا درمی‌آمد اصولی متفاوت از بناهای قبل از دوران هخامنشی داشت. شیوه‌ی معماری این عصر که برخی آن را شیوه‌ی پارسی می‌دانند تا حمله‌ی اسکندر مقدونی به ایران رواج داشته است. پیش از پیدایش معماری دوره‌ی هخامنشی در بناهای از پوشش‌های تاق و تاق‌های ضربی، رومی و قوس‌های مختلف استفاده می‌شده است. اما با پیدایش امپراتوری هخامنشی در ایران ساختمان‌سازی شکل سنگی به خود گرفت. بناهای عظیم و سنگین این دوره همانند تخت جمشید تمام‌آز سنگ‌های یکپارچه و بدون درز و در مواردی بدون وجود رگه‌های سنگی ساخته شده است. سنگ‌ها و سیله‌ی حجاران ماهر حجاری می‌شد و به زیبایی در سرستون‌ها و یا در سطوح دیگر تراشی می‌یافت و در روی پی‌های مقاوم که قبلاً با ابعاد وسیع و مصالح مقاوم و حتی سنگ‌های خرد و سنگین ساخته شده بود با نظمی خاص مستقر می‌گردید. پوشش سقف‌ها از چوب‌های سفت و بسیار مقاوم بود که از لبنان (جبل عامل) و یا از قندهار به محل حمل می‌شد.

این شیوه در جهان آن زمان رایج بوده است ولی نوعی از آن که با ارتفاع و فاصله‌ی زیاد ستون‌ها و تالارهای وسیع اجرا می‌شده بسیار چشمگیر است. آثار باقیمانده این کاخ‌گویای هنر و معماری در آن زمان می‌باشد. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰: حجاری پیکر تراشی، باریافتن اقوام ملل، کاخ داریوش، تخت جمشید؛ دوره هخامنشی

پس از حمله‌ی اسکندر به ایران و به آتش کشیدن کاخ‌ها، سقف‌های چوبی آن‌ها کاملاً از بین رفت، اما اسکلت بنا که از سنگ‌های عظیم تشکیل شده بود پابرجا مانده است.

۳- معماری تاقی دوره اشکانی و ساسانی

پس از بر سر کارآمدن حکومت اشکانیان بلا فاصله دوران نوسازی و بازسازی آغاز شد. با تجربه از شیوه‌ی معماری قبل که سقف‌های چوبی در مقابل تغییرات جوی همانند رطوبت، پوسیدگی، خطر موریانه و یا خطرات دیگر از قبیل آتش‌سوزی نمی‌تواند مصالح بادوام و پر عمری باشد معماران ایرانی دوباره به طرف پوشش‌های قوس و تاق کشیده شدند.

در این دوره تحولاتی در نوع مصالح و اجرا و طرح بناها پدید آمد که از آن جمله بود پوشش‌های بلند با تاق‌های کروی و گنبدی که این شیوه را برخی شیوه‌ی پارتی نامیده‌اند. این شیوه از آغاز سلسله اشکانیان شروع شد و در دوره‌ی ساسانیان به اوج خود رسید و تا ظهور اسلام و چندی بعد از آن نیز مورد استفاده فراوان بود. در این شیوه بناها با ایوان‌های بلند و پوشش‌های گنبدی کوتاه و بلند با چیره‌دستی خاص معماران ایرانی اجرا می‌شده است.

از بناهای آن دوره می‌توان آثاری همچون کاخ فیروزآباد و سروستان و خصوصاً تاق بسیار عظیم کسری^۵ را نام برد که احتمالاً به وسیله اردشیر اول شروع و توسط خسرو انوشیروان پایان یافت. طول این کاخ را تقریباً ۲۶۵ و عرض آن را ۲۷۵ متر تخمین زده‌اند که در جلوی آن نمای جالب چهار طبقه‌ای با قوس‌های بیضی و مدور و در وسط آن ایوان بسیار باعظم با دور تخم مرغی ساسانی قرار داشت که طول آن ۴۲ و بلندی آن ۳۷ متر و عمق تالار و ایوان ۴۵ و نمای جلوی آن ۹۳ متر بود. معروف است که منصور خلیفه عباسی از روی حسادت به این ایوان بلند و سربه‌فلک کشیده که گویای مهارت و چیره‌دستی هنرمندان ایرانی بود همت به معدوم ساختن آن گماشت و طی مدت‌ها صد‌ها نفر روزانه با وسایل آن زمان چون بیل و کلنگ و پتک بر پیکر استوار و قامت گویای تاق کسری و کاخ آن افتادند، اما با این قوا فقط گوشاهی از آن قامت استوار تخریب شد و چون تخریب بنا سال‌ها به درازا می‌کشید به وساطت وزیر که ایرانی بوده است در نهایت ناتوانی و رسوایی از تخریب آن دست کشید. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱: کاخ اردشیر بابکان، فیروزآباد فارس؛ اوایل دوره ساسانی

^۵ برای توضیح بیشتر مراجعه کنید به دایره المعارف فارسی، صفحات ۱۶۹۵ و ۱۶۶۰ و جلد دوم هنر ایران تألیف پروفیسور گیرشمن صفحه ۱۳۶، کتاب هنر ایران اثر پروفیسور اندره گدار صفحه ۲۷۵.

از عصر ساسانیان علاوه بر بنای تاق کسری که دارای عظمت خاص خود می‌باشد بناهای دیگری باقی مانده است مانند آتشکده آذرگشتب، آتشکده بارین (کاریان)، باروی بیشاپور در نزدیکی کازرون، ایوان کرخه، پل‌های شوستر، بندهای دزفول با قوس‌های گوناگون، دخمه‌های کومیش دامغان، کاخ‌های سیستان و بناهای پراکنده در تپه‌های کوهستانی آذربایجان. این بناها با انواع قوس‌ها و پوشش‌های تاقی ساخته شده است.

همچنین می‌توان از تاق بستان و چهارتاق قصر شیرین نام برد که در نهایت مهارت و سلیقه حجاری و قوس‌های سنگی در آن تراشیده شده و یک مجموعه‌ی بسیار نفیس را در معماری بی‌همتای ایران به وجود آورده است. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲: دو صفة تاق بستان، کرمانشاه: دوره ساسانی و تندیس حجاری شده اردشیر دوم و کسب مرید به مقام «اهورا مزدابی» از دست اناهیتا که هر دو بر پیکر دشمن پاگذارده و میترا (فرشته‌ی نور) حامی آن‌ها.

به طور کلی در طرح و ارزیابی هر ساختمان به دو نکته باید توجه داشت:

- ۱- سازه: در طرح و ارزیابی سازه، پی‌سازی تحت شرایط محیط، زمین و اوضاع اقلیمی و آب و هوا بررسی و به نسبت نیروهای وارد از طبقات نوع شالوده مشخص می‌شود و استخوان‌بندی بنا تحت شرایط و ضوابط فنی طرح و اجرا و سقف که پوشش بنا است در شرایط مختلف و از مصالح گوناگون برابر جزئیات اجرایی ساخته می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت که اصول سازه از ساختمان اصلی و استخوان‌بندی بنا حکایت می‌کند و با اجرای صحیح این اصول یک بنا می‌تواند قرن‌ها استوار بماند.
- ۲- نما: در نماسازی موقعیت و شکل ظاهری بنا مورد توجه است. نما برابر خواسته‌ای معماران به وجود می‌آید و شکل ظاهری بنا را تشکیل می‌دهد، با ساختن نما کار ساختمان به پایان می‌رسد و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در شیوه‌های یاد شده سازه مورد توجه و دقت بوده است و بدین سبب این بناها از چندین هزار سال پیش تا امروز پابرجا مانده است. در نماسازی به شیوه‌های مذکور با تراش سرستون‌ها و پیکر تراشی در کاخ‌های تخت چمشید و تاق بستان کارهای بسیار دلنشیان و استادانه‌ای انجام شده است که در نوع خود بی‌نظیر است.

در دوره‌ی ساسانیان برای شکل دادن به بنا، نما را با تاق‌نما و اسپرهای گوناگون نماسازی آرایش می‌کرده‌اند و در کنگره‌سازی و طره‌سازی سرده‌ها نهایت سلیقه به کار می‌رفته است تا اشکالی باشکوه به وجود آید. همچنین در پوشش‌های داخلی از پوشش دوم و کاذب مانند پروازهای چوبی و نقاشی و گچبری برای زیباسازی فضاهای داخلی استفاده می‌شده است.

از ویژگی‌های شیوه‌ی قبل از دوره‌ی هخامنشی به وجود آمدن قوس‌ها و تاق‌هایی به شکل‌های مدور، نیمه‌دایره، چیار تخم مرغی و نوعی سهمی نزدیک به چیار و انواع قوس هلوچین می‌باشد. شکل‌هایی که در صفحات بعد بررسی می‌شود انواع این موارد را نشان می‌دهد، ترسیم کمان قوس‌ها از ویژگی‌های این دوره بوده است. ساختن پوشش دوردار تاق‌های بلند (قوس‌ها) برای تحمل نیروهای فشاری فراوان حکایت از آشنایی ایرانیان با ضوابط ترسیم قوس چه از نظر ریاضی و چه از نظر هندسی می‌کند.

۴- معماری تاقی قرون بعد از اسلام تا اواسط دوره‌ی قاجاریه

معماری تاقی دوران اسلامی شامل الف: معماری سده‌های اولیه اسلام

با ظهور اسلام ایرانیان حقیقت شناسی مشتاقانه به این دین روی آورده‌ند و با قلوب پاک دعوت پیغمبر خدا را لیک گفتند و به اولاد محمد (ص) و علی (ع) گرویدند و از مریدان و مخلصان آن حضرت شدند. معماران ایرانی که در این عصر از جهاتی در هنر معماری پیشرفت کرده بودند هنرهای وسیع خود را در نهایت اخلاص به خدمت اسلام گرفتند. شیوه‌های تازه چه از نظر اصول سازه مانند ایوان‌های بلند، شبستان‌های وسیع و انواع قوس‌های پاتوپا و گنبدهای دوردار و چه از نظر اصول نماسازی با نماهای مختلف مانند خط کوفی و کارهای معقلی، خط بنایی، گچبری و موارد دیگر روح انسان را در مساجد ایرانی صیقل می‌بخشد. (شکل ۱۳)



شکل ۱۳: مسجد خشتی فهرج، یزد
سپک رواقی: آثار قرن اول بعد از اسلام

این شیوه تقریباً از قرون اولیه اسلام پدید آمد و در دوره‌ی صفاریان، سامانیان و غزنویان تا پیدایش دیلمیان در تمامی سرزمین‌های خاوری اسلام معمول بوده است. در این شیوه مساجد و بنای‌های مانند اماکن متبرکه، که بعداً ساخته شد، بر مبنای بناهای چهار ایوانی بنا شده است. مثلاً مسجد جمعه‌ی اصفهان دارای چهار ایوان و شبستان‌های وسیع است. به طور کلی در مراحل اولیه این شیوه پوشش‌های کاشی وجود نداشته و در دوران‌های بعد روسازی و نمازی شده است. (شکل ۱۴)



شکل ۱۴؛ تاریخانه دامغان، سبک رواقی ایوان‌دار؛ قرن دوم هجری

ب: معماری تاقی دوره دیلمیان تا ایلقار مغول
از ویژگی‌های این دوره به وجود آمدن قوس‌های بیضی و جناقی و تیز، تاق‌های حدوداً بلند و ایوان‌های طویل و بالاتر از همه گنبدهای دوردار است. در این دوره کاربندی پدید آمده که به شکل ظاهری بنها رونقی خاص و جلالی ویژه بخشیده است.
این شیوه از اوایل دوره‌ی دیلمیان آغاز شده و تا پایان دوره‌ی سلجوقیان در تمامی ایران بزرگ و حتی آسیای صغیر رواج داشته است. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵؛ مجموعه مسجد جامع کهنه کاشان؛ دوره سلجوقی

ج: معماری تاقی دوره‌های ایلخانی و دوره تیموری

این شیوه از اوایل دوره ایلخانی شروع می‌شود و تا پایان زمامداری تیموریان به طول می‌انجامد. از تغییرات اصول سازه در این شیوه پیدایش انواع قوس‌های متنوع و تاق پوش‌ها و گنبدهای مخروطی و هرمی شکل، گنبدهای دوپوششی (دوپوسته) و ایوان‌های بلند با قوس‌های شمشیری تیز است. در نماسازی نیز تحولات شگرفی در گره‌سازی، و معرفت به وجود آمده است. (شکل ۱۶)



شکل ۱۶: ایوان با مقرنس‌بندی و گنبد مسجد جامع ورامین؛ دوره ایلخانی

د: معماری تاقی دوره صفویه تا قاجاریه

پدیده پوشش‌های تاقی دوره تیموری در دوره صفویه به نهایت اوج خود می‌رسد و تا دوران قاجاریه و حتی معاصر ادامه می‌یابد.

از تغییرات اصول سازه در این شیوه، پیدایش انواع قوس‌ها و بعداً تاق‌ها و گنبدسازی با ترسیم بر مبنای ضوابط هندسی و براساس اصول هندسه و ریاضی است که برای قبول بارها و نیروهای فراوان شکل گرفته است. نوع قوس‌های دوره صفویه به نام قوس شاه عباسی مشهور شده است. در این دوره تاق‌های گوناگون پوشش شده و علاوه بر آن گنبدهای کوتاه و بلند با قطرهای مختلف و به خصوصی بزرگ ساخته شده است. (شکل ۱۷)



شکل ۱۷: نمای عمومی مسجد امام از ناحیه میدان نقش جهان، اصفهان؛ دوره صفویه

به طور کلی جدا از شیوه‌ی قبل از دوره‌ی هخامنشی شیوه‌ی پارتی از دوره‌ی اشکانی را می‌توان اساس پیدایش قوس‌ها و تاق‌ها و گنبدهای کوتاه دانست. در سایر شیوه‌های انواع قوس‌ها و پوشش‌ها به وجود آمد و کاربرد آن‌ها رواج یافت. تاق‌های وسیع بنا گردید و گنبدهایی در ابعاد مختلف به صورت تکپوش یا دوپوش و حتی سه‌پوش ساخته شد. تأثیر قوس‌های شیوه‌ی پارتی «اشکانی» را می‌توان در معماری اسلامی نیز مشاهده کرد.

معماری نوین

در سال‌های اخیر در طرح‌های جدید نسبت به شیوه‌های دوران‌های قبل تغییراتی به وجود آمده است که می‌توان آن‌ها را مجموعاً شیوه‌ی نوین و متفاوتی با شیوه‌های سابق دانست. شیوه‌ی نوین چندان اهمیتی ندارد. این شیوه فقط در بناهای کوچک مانند منازل مسکونی و شخصی، اماكن اجتماعی و عمومی کوچک و چند کاخ مانند کاخ صاحبقرانیه و قسمتی از کاخ گلستان و موارد مشابه به کار گرفته شده است. آغاز شیوه‌ی نوین از زمان ناصرالدین‌شاه قاجار است و از معماری اروپا اقتباس شده است. این شیوه آمیزشی است از سنت معماری اروپا و ایران. خوشبختانه این شیوه نتوانست در معماری بناهای بزرگ مانند مساجد، اماكن متبرکه و مدارس علمیه و حسینیه و موارد دیگر اثر گذارد زیرا سنت معماری ایرانی به کلی متفاوت از معماری اروپاست.

شیوه نوین بیشتر در قوس‌ها و شکل ظاهری بنا اثر گذاشته است. قوس‌هایی که ملهم از معماری اروپاست بیشتر قوس و پوشش‌های کلاه‌فرنگی و قوس‌های تقریباً نیمه‌بیضی است. ساختن پوشش کلاه‌فرنگی در ابعاد بزرگ اشکالاتی دربردارد از این رو آن را با پوشش شیروانی و اسکلت چوبی اجرا می‌کردند که نمونه‌های آن را می‌توان در عمارت شمس‌العماره و همچنین سردر باغ ملی تهران و باغ ارم شیراز و... مشاهده کرد.

ساختمان‌هایی که در دوران قاجار به عنوان بناهای مسکونی (بیرونی و اندرونی) در طرح‌های بسیار متنوع و کامل ساخته شده‌اند، در اوایل دوره‌ی پهلوی اول نیز ساخته شده است که اغلب دارای بادگیر، حوضخانه و بهاصطلاح شاهنشین و پیش‌ایوان سرتاسری است. پوشش سقف‌ها بیشتر شیروانی و دوپوشش بوده و پوشش توفال برای قسمت‌های داخلی به کار می‌رفته است. (شکل ۱۸ و ۱۹)



شکل ۱۸: سردر باغ ملی (سردر قراچخانه): اوآخر قاجاریه و اوایل پهلوی اول



شکل ۱۹: باغ ارم شیراز؛ دوره قاجاریه

قابل ذکر است، در سال‌های اخیر با مهاجرت مسلمانان از سوریه سابق طرح‌های ترکی‌سازی نیز به ایران وارد شده است. در این شیوه در پیش‌ایوان دو ستون تعییه می‌شود و معمولاً ساختمان دارای کوره‌پوش است و در پیش‌ایوان، ستون‌ها از جنس تیرهای تراشیده شده و فرم‌گرفته می‌باشد و قوس‌های دسته سبدی مستقر شده بر ستون‌های چوبی یا ستون‌های سنگی؛ سر ستون‌های سنگی فتیله و گل و برگ حجاری می‌شود.

در میان انواع تزیینات از گچبری، پیش‌بخاری‌سازی، گچبری با پیکرسازی، آینه‌کاری و مخلوط گچبری و آینه‌کاری بیشتر استفاده می‌شده است.

در برخی از بناها نماسازی با کاشی هفت‌رنگ با شمایل انسان انجام می‌شده و پنجره‌ها به صورت مشبک مخلوط به نام ارسی با استفاده از شیشه‌های الوان ساخته می‌شده است. در بناهای دیگر استفاده از ستون‌های سنگی و نصب سنگ‌های تخت با نقش برگ و گل برای ازاره‌ها معمول بوده. اما در همین دوره بناهایی چون تیمچه‌های حاج‌الدوله در تهران و سرای امین‌الدوله در کاشان و... نیز ساخته شد که در آن‌ها معماران ایرانی با دقت و سلیقه انواع پوشش‌های تاق، قوس، رسمی‌بندی، کاربندی، یزدی‌بندی و بسیاری دیگر از اصول را بی‌هیچ نقص و کاستی اجراه کرده‌اند. به‌طور کلی ایران‌شناسان تعداد شیوه‌های ایرانی را بـر دو نوع می‌دانند.

گروهی شیوه‌های پدیدآمده را پنج گونه و گروهی کثیری آن را شش نوع می‌دانند^۶:

الف: شیوه پنجگانه عبارت است از:

- ۱- معماری پیش از عهد هخامنشی (آثار باقیمانده از شیوه‌ی پیش از هخامنشی در مقایسه با سایر شیوه‌ها بسیار کم است).
- ۲- معماری دوران هخامنشی.
- ۳- معماری دوران ساسانیان.
- ۴- معماری ادوار اسلامی تا اواسط دوران قاجاریه.
- ۵- معماری نوین که آن را معماری دوران صدساله اخیر نامیده‌اند.

^۶. بخش معماری کتاب هتر دیبرستان سال ۵۷ نوشته استاد محمد‌کریم پیرنیا، نگاهی به معماری ایران نوشته سید محمد تقی مصطفوی.

ب: شیوه‌ی ششگانه

که زنده‌یاد استاد محمد کریم پیرنیا (رحمه‌الله) شیوه‌های معماری از دوران باستان تا صفویه را چنین ذکرمی کند:
۱. شیوه‌ی پارسی ۲. شیوه‌ی پارتی ۳. شیوه‌ی خراسانی ۴. شیوه‌ی رازی ۵. شیوه‌ی آذری ۶. شیوه‌ی اصفهانی
توجه: (دسته‌بندي شیوه‌ی پنجگانه بيشتر مرسم است).

ترسييم قوس‌ها

قوس‌هایی که در هزاره‌های قبل از میلاد ساخته می‌شد فقط برای پوشش بنا به کار می‌رفت. و همان طور که گفته شد نوع ساختن و شیوه و شکل قوس‌ها در ایران از حسن سلیقه معماران ایرانی مایه می‌گرفت و تکامل می‌یافتد. سرانجام در عهد صفویه ترسیم قوس‌ها به صورت رسمی‌بندي، کاربندي، يزدي‌بندي، مقرنس‌سازی، قطاربندي و طاسه‌سازی با ضوابط رياضي و بر مبنای دواير و خطوط و اندازه‌هانظم گرفت. اين قوس‌ها برای نمازی و تحمل بارهای ساختمانی ساخته می‌شد. عامل عمدۀ در ساختن قوس‌ها ترسیم آن‌ها است که در بحث‌های بعدی به طور گسترده مطرح خواهد شد.

دسته‌بندي قوس‌ها

به طوري که اشاره شد روش ساختن قوس در دوره‌ی ساسانيان تکامل یافت و در بناهایی چون دخمه‌های کومیش دامغان و کاخ‌های سیستان، تاق کسری و... قوس‌هایی با ضوابط رياضي و هندسي و با توجه به شیوه‌ی تحمل نیروهای فشاری ساخته شده است. شکل ظاهري و واقعي اين قوس‌ها بيشتر به صورت دايره‌اي، تخم‌مرغی، هلوقين و يا انواع قوس‌های چيار و سهمی است.

بدین ترتیب قوس‌های اولیه‌ی دور از این گروه بوده است. با ظهور اسلام و تا دوره‌ی سلجوقی ساختن ايوان‌های بلند در مساجد و بناهای ايران معمول شد. برای مرتفع ساختن ايوان از قوس تيز استفاده می‌شده است و در اين دوره بود که روش‌های ترسیم قوس تيز تا (شاخ بزی) تكميل شد.

در دوره‌ی تیموری انواع قوس‌های تيز برای نعل در گاهها، ايوان‌های کوچک و بزرگ صفة و قوس‌های پاتوپا برای شبستان‌ها و پوشش گنبدها به وجود آمد و بالاخره در دوره‌ی صفویه تا قاجاريه از انواع بي شماري از قوس‌های تيز به نام قوس مربع (پاتوپا)، قوس پنج اهفت تند و کند و انواع قوس‌های شاهعباسي استفاده می‌شد. در دوران جديد نيز انواع قوس‌های تحت، کمانی، سه‌پري، خنچه‌اي با خيز برای کارهای تزييني ساخته می‌شد. بنابراین به طور كلی قوس‌ها به سه دسته تقسيم می‌شود:

(۱) قوس‌های دور و مشابه آن: اين قوس‌ها برای تحمل نیروهای فشاری و در بعضی موارد به عنوان قوس‌های تزييني به کار می‌رود.

(۲) قوس‌های تيز (شمميري): اين قوس‌ها به شکل‌های مختلف ساخته می‌شود و برای تحمل نیروهای فشاری به خصوص در پوشش گنبدها به کار می‌رود. در بعضی موارد از قوس تيز در کارهای تزييني مانند رسمي‌بندي و يزدي‌بندي استفاده می‌شود.

(۳) قوس‌های تزييني: همان‌طوری که از نام اين دسته از قوس‌ها بر می‌آيد برای زينت دادن نماي بنها به کار می‌رود. اين قوس‌ها به اشكال گوناگون ترسیم می‌شود، اگر به ترکيب واقعي اين دسته توجه شود ترسیم خانواده‌ی قوس‌های دور و قوس‌های تيز را در حرکات و فرم آن‌ها می‌توان دید.

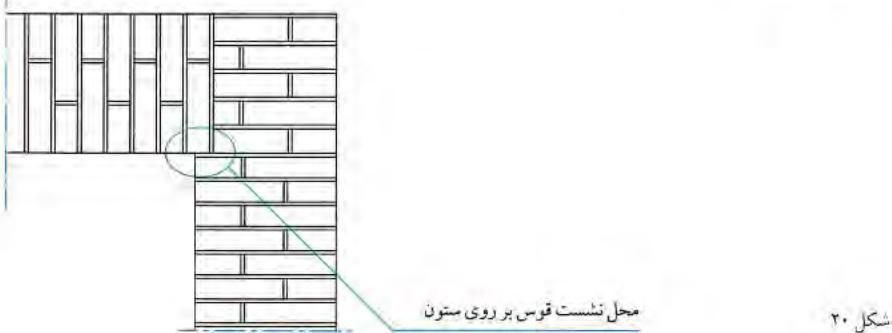
به علت اين که ترسیم قوس‌ها در اين كتاب مورد مطالعه و بررسی كامل قرار می‌گيرد ابتدا از قوس‌تحت شروع می‌کنيم و به ترتیب پيش می‌رویم تا به قوس نيم‌دايره و سپس انواع قوس تيز و درختانه به قوس‌های تزييني و سایر انواع قوس‌ها خواهيم رسيد تاكارا از قوس‌های ساده شروع شود و مطالب پيچيده تر به دنبال آيد.

قوس مستقیم (تحت)

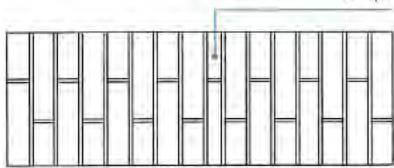
قوس مستقیم برای پوشش‌هایی است که در آن‌ها نیروی فشاری اندکی به قوس وارد می‌آید و معمولاً قوس مستقیم را برای نماهای تزیینی به کار می‌برند. قوس مستقیم همانطوری که از نام آن برمی‌آید، قوسی بدون دور (خیز) است و نمای زیر قوس با ستون‌های دو طرف قوس زاویه 90° درجه می‌سازد. قوس مستقیم در دهانه‌های زیر یک متر به صورت تخت ساخته می‌شود، این قوس را در دهانه‌های بین ۱۰۰ تا ۱۲۵ سانتیمتر با خیزی معادل یک سانتیمتر و در دهانه‌های بین ۱۲۵ الی ۱۵۰ سانتیمتر با خیزی معادل ۲ سانتیمتر می‌سازند. معمولاً دهانه‌های بیشتر از ۱۵۰ سانتیمتر با پوشش تخت (قوس مستقیم) ساخته نمی‌شود بلکه در این دهانه از قوس‌های هلالی که خیز بیشتری دارد استفاده می‌کنند.

طرز اجرای قوس تخت

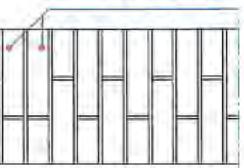
پس از این که ستون‌ها با ارتفاع لازم ساخته شد، برای نشست قوس پر روی دو ستون باید رج‌های هره را طوری محاسبه کرد که حتماً به اندازه‌ی یک‌دوم رج از هر طرف روی ستون برای گیر قوس جا بماند. (شکل ۲۰)



در پیوند قوس نیز باید نهایت دقت و سلیقه به عمل آید تا در وسط قوس، جفت پیوند (بریدگی رج) به وجود نیاید. در این قوس مطابق شکل نمای رج‌ها روی قالب تقسیم‌بندی می‌شود تا وسط دهانه «جفت آجر» یا «جفت نیمه» نباشد. یا نیم‌لایی به کار نرود زیرا در این حالت قوس قادر ارزش خواهد بود. (شکل ۲۱ و ۲۲)



شکل ۲۲



شکل ۲۳

در قوس مستقیم باید اصل مهارکردن قوس دقیقاً رعایت شود و برابر برش (A.A) در وسط قوس از پروفیل یا چوب گرد مقاوم استفاده شود. در قدیم برای این کار از چوب استفاده می‌شده است. بدیهی است وجود مهاری در قوس، که آن را به علت این که دیده نمی‌شود اصطلاحاً «تنگ دزد» می‌نامند. بسیار لازم است و باعث نگهداری قوس و تحمل نیروهای وارد بر آن می‌باشد.

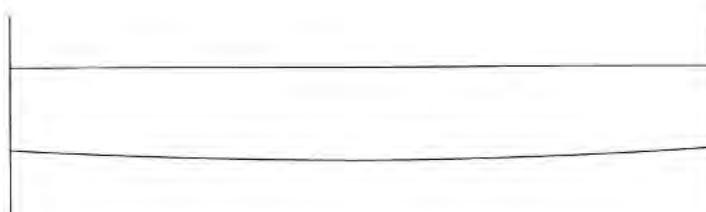
بهتر است به پروفیل زایلهای مانند شاخک‌های گوچک جوش شود زیرا رنگ سرنج پیوند مصالح به پروفیل را ناقص می‌سازد. در قدیم برای این که مسایلی از قبیل پوسیدگی و یا هوریانه خوردنگی در چوب پیش نیاید قشری از سطح چوب را می‌سوزانند و سپس مورد استفاده قرار می‌دادند. بدیهی است در این حالت برای پیوند مصالح با نگهدارنده چوبی باید سطح چوب میخ کوبی شود. سابقاً برای این کار از میخ اسکوپ استفاده می‌شده است. (شکل ۲۳)



شکل ۲۴

پس از اتمام کار ساختن ستون‌ها و در نظر گرفتن تبره‌ی قوس (ارتفاع قوس)، برای اینکه ساختن قوس تخت به راحتی انجام گیرد تخته‌ای کاملاً صاف و با سطحی رنده شده به ضخامت کافی و تراز با محل زیر قوس بر روی دو سه قدمی استقرار می‌یابد.

برای حد میانی و لبه‌ی بالای قوس ریسمانکشی می‌شود. ریسمان باید محکم کشیده شود زیرا اگر شل باشد اصطلاحاً خود را می‌اندازد و این امر باعث می‌شود که قوس به اصطلاح غیر مستقیم ساخته شود و حالت کاس شدگی در بالای آن به وجود آید. این حالت علاوه بر اینکه به قوس شکلی نازیبا می‌دهد باعث می‌شود که اگر قوس تحت اثر نیروی فشار واقع شود سینه بدهد و پس از سینه‌دادن ابتدا در وسط دهانه‌ی قوس ترک ایجاد می‌شود و در اثر افزایش نیرو و فشار قوس باز می‌شود و سرانجام فرو می‌ریزد. (شکل ۲۴)



شکل ۲۵

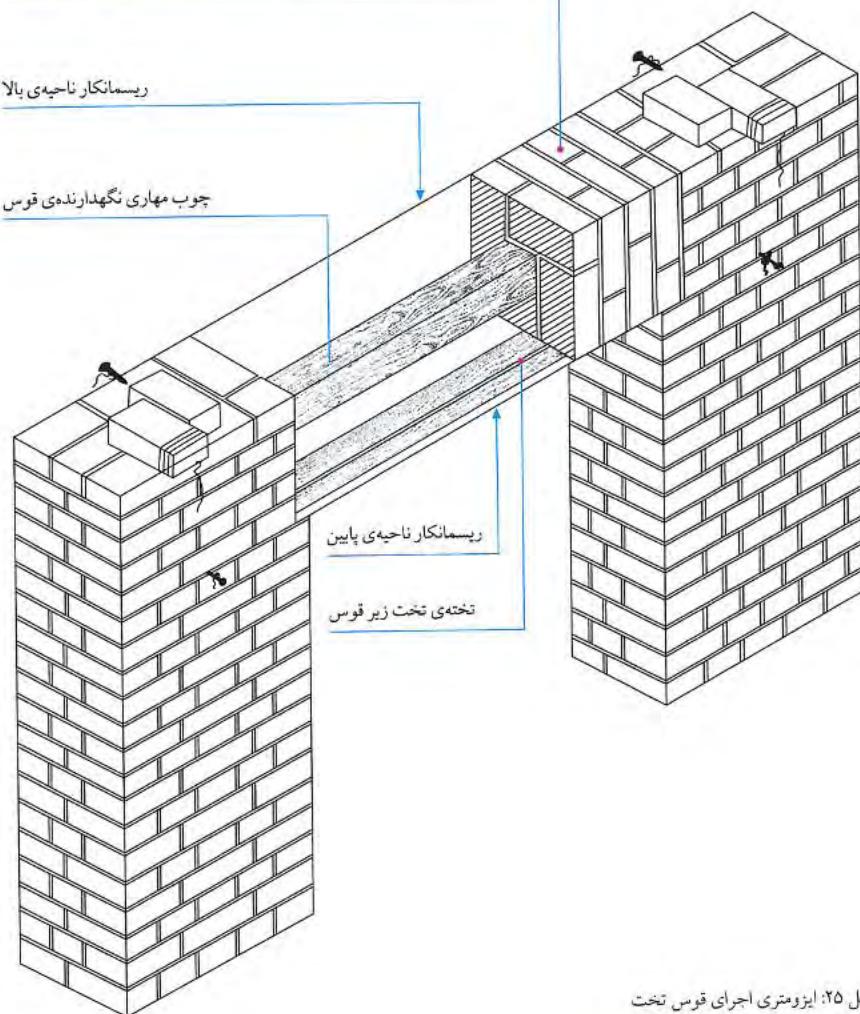
وسایل و مصالح مرغوب برای قوس

- ۱- چنانچه ملات قوس گچ و خاک باشد باید قبل آن را با سرنده چشم بلبلی سرند و در مکانی عاری از رطوبت به نسبت یک به یک کاملاً مخلوط کرد.
- ۲- آجری که برای نعل درگاه یا تاق استفاده می شود باید از نوع مرغوب (سیز یا زرد) باشد.
- ۳- قبل از بتنایی باید آجرها یک بار کاملاً آبخوار شود.
- ۴- وجود داربست لازم است تا بنا بر قوس زیر بار (مسلسل)، و زیر پایش به اصطلاح تخت باشد. تخته‌ی داربست و زیرپایی باید پهن باشد.
توجه: هرگز برای زیرپا از چوب گرد استفاده نشود زیرا اگر سطح چوب گرد خیس شود یا ملات بر سطح آن ریخته شود خطر لغوش بر روی داربست پیش خواهد آمد. به طور کلی هر گاه سطح چوب خیس شود باید فوراً با پاشیده گرد گچ آن را خشک کرد.

بنایی قوس

- ۱- تابیمه درون استانبولی اصطلاحاً (استنبالی) آب، و گچ، یا گچ و خاک طوری پاشیده می شود که یک طرف ظرف آبدار باشد و گچ خفه نشود.
 - ۲- ملات «ورز» داده و به پا کار کشیده می شود تا بین ملات و رج های آجر کاری پیوند به وجود آید.
 - ۳- قبل از چسباندن آجر دوباره آجر آبخوار می شود یعنی آن را در آب فرو می کنند و با شیره ملات سطح پشت آجر را که دارای خلل و فرج است کف کش می کنند. سپس به اندازه‌ی کمی بیشتر از بند بر آجر ملات گذارده می شود و آجر را با تکان دادن طوری به پاکار می چسبانند که با رسیمان کار یک رسیمان فاصله داشته باشد.
 - ۴- به شرحی که گفته شد آجر بعدی توسط ملات به صورت غوطه‌ای چسبانده می شود سپس ملات اضافی را بلا فاصله با انگشت کشیده تا اولاً بند آجر و ثانیاً ملات اضافی جمع آوری شود.
 - ۵- باید توجه شود رسیمان کار ملاتی نشود زیرا همان طور که گفته شد باید همیشه سطح آجر با رسیمان کار به ضخامت یک رسیمانکار (یک تا دو میلیمتر) فاصله داشته باشد.
 - ۶- به ترتیبی که گفته شد قوس از طرف دیگر دهانه نیز پوشش می شود. یعنی یک رج از یک طرف و یک رج از طرف دیگر زده می شود تا به وسط دهانه پرسیم.
 - ۷- در تمام مراحل باید توجه شود بر سطح آجرها که با ملات پیوند شده و ملات خود را گرفته است ضربه تیشه نخورد زیرا این امر باعث جداسدن آجر از ملات خواهد شد و در نتیجه قوس به اصطلاح می شکند.
 - ۸- پس از پایان کار، سطوح با کاردک و یا تیشه کاملاً تمیز می شود و با ملات مقاوم به وسیله ماله، بندهای قوس بندکشی می شود. فایده این عمل این است که اولاً باعث زیبایی قوس است و ثانیاً بندهای قوس را یکنواخت نشان می دهد. پس از بندکشی سطوح قوس جاروب می شود.
- شکل ۲۵ شمشهی زیر قوس و رسیمانکشی برای نبش های قوس و استقرار رج ها را به صورت عمودی در سطح قائم و تراز در سطح افقی نشان می دهد. (شکل ۲۵ تا ۲۸)

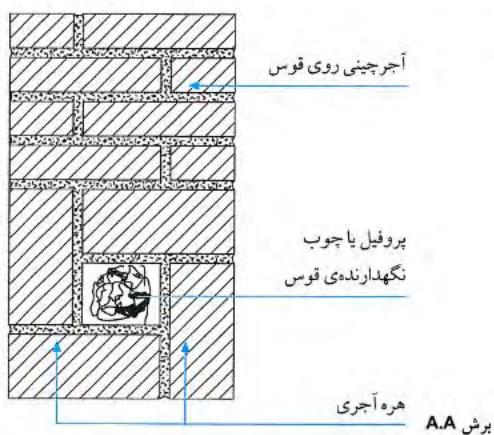
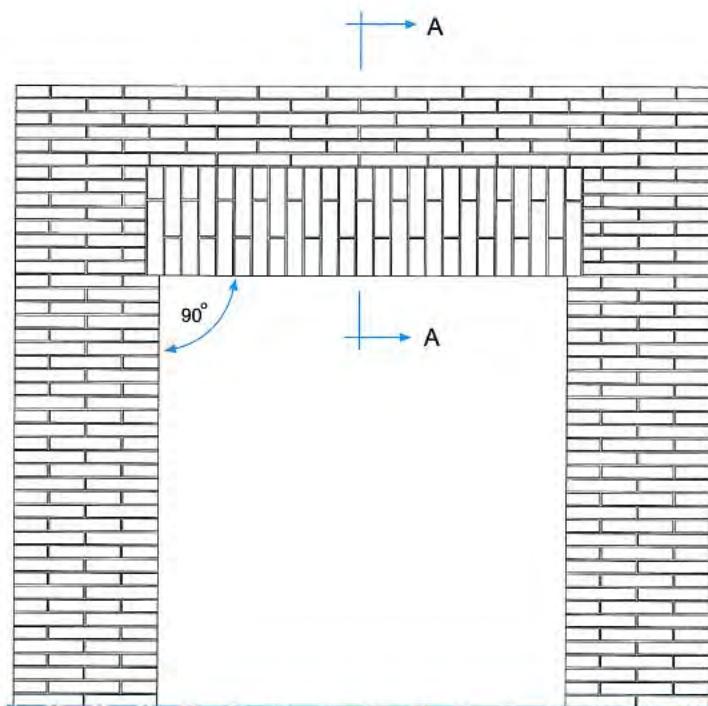
قوس تخت



شکل ۲۵: ایزومنtri اجرای قوس تخت



شکل ۲۶: پوشش تاق و قوس تخت صُفهه صاحب از دوره صفویه، مسجد جامع، اصفهان (گفته شده که قسمتی از پین مسجد جامع اصفهان بر روی بقایای آتشکده دوره ساسانی گذارده شده و در این مسجد در دوره‌های مختلف ساخت و سازها انجام شده است).



شکل ۲۷: ایزو متری اجرای قوس تخت



شکل ۲۸: پوشش قوس تخت؛ بنای دوره‌ی پهلوی اول

استفاده از قوس مستقیم

قوس مستقیم از سری قوس‌های دسته‌ی سوم یعنی قوس تزیینی است. کاربرد قوس مستقیم (تخت) را می‌توان در کلیه‌ی بناهای آجری که در صد سال اخیر به وجود آمده است مشاهده کرد. علاوه بر بناهای مذکور قوس تخت در بناهای سنتی و باستانی با طول‌های کوتاه و متوسط مورد استفاده بوده و تا امروز در نهایت ظرافت بر جای مانده است. پوشش قوس‌های تخت به شکل هرهای افقی و کلاف در کلاف کشیده می‌شود و زیبایی خاصی به بنا می‌دهد.

قوس‌های تخت در ضلع‌های پخ بنای کلاه‌فرنگی نجف‌آباد و قوس تخت طویل صفة استاد مسجد جامع اصفهان که با پوشش عمیق ساخته شده است، گویای سلیقه و هوشمندی و دستهای توانای معماران ایرانی است. قوس صفة‌ی استاد با وجود خیز بسیار کم در وسط دارای مهارکننده‌های متعددی است که از چوب‌های گرد و مقاوم با فاصله از یکدیگر تشکیل شده است. پیوند این چوب‌ها با اتصال میخ اسکوپ و با به کاربردن ملات گچ غوطه‌ای در زوايا و اطراف میخ و چوب‌های گرد و آجر تحکیم می‌شود.

تکامل اتصالات تاق تخت را می‌توان در پوشش‌های تخت آهن گم و یا آهن غیب مشاهده کرد (نحوه اجرای کامل قوس آهن گم را در انتهای کتاب بررسی خواهیم کرد). امروزه مهندسان معمار از نمازاري آجری در ابعاد سه و خصوصاً چهار سانتیمتری نهایت استفاده را می‌کنند.

در نعل درگاه‌سازی از قوس تخت بهره‌گیری فراوان می‌شود و همچنین در گلوگاه تیرآهن قوس تخت به صورت هر یک‌آجره و در مواردی هر ۱/۵ آجره یا بیشتر ساخته می‌شود و در پایان کار ساختمان نیز در دست‌اندازه هر ۶ این قوس استفاده می‌شود. (شکل ۲۹)

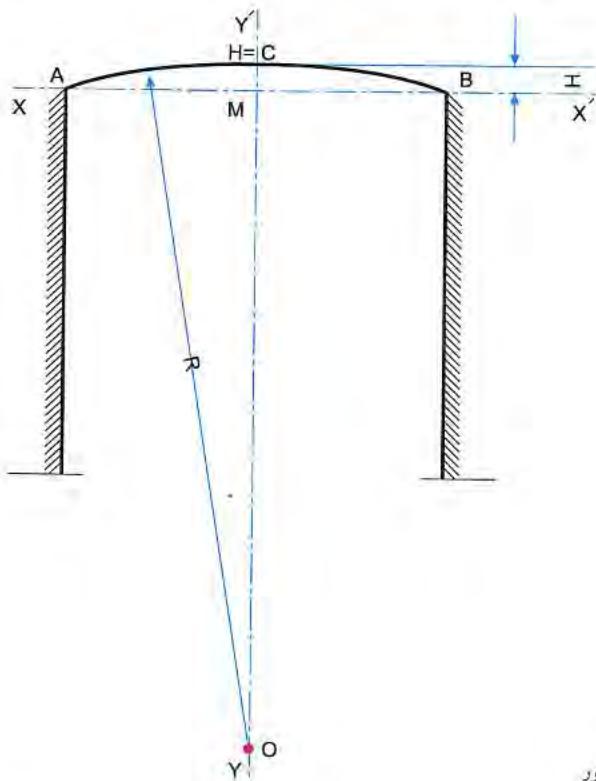


شکل: ۲۹: اجرای هره‌کشی تخت؛ بنای امروز

قوس هلالی

طریقه‌ی ترسیم قوس هلالی به روش تجربی

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
 - ۲- ارتفاع قوس از محل برخورد دو محور تا نقطه‌ی H و C بر روی محور عمودی مشخص می‌شود.
 - ۳- برای ترسیم این قوس باید کمانی رسم شود که از نقاط A و B شروع و در نقطه‌ی C یا H خیز قوس، ختم شود.
 - ۴- برای تعیین مرکز O باید شعاع قوسی یعنی R را آنقدر در روی محور قائم حرکت داد تا کمان از نقاط A و B و C یا H عبور کند.
- به عبارت دیگر ارتفاع خیز مشخص را به یکی از نقاط A یا B وصل می‌کنیم تا خط MA به دست آید. چنانچه از وسط این خط عمودی استخراج کنیم که در نقطه‌ای با محور افقی تقاطع کند نقطه‌ی O مرکز رسم قوس به دست می‌آید. (شکل ۳۰)

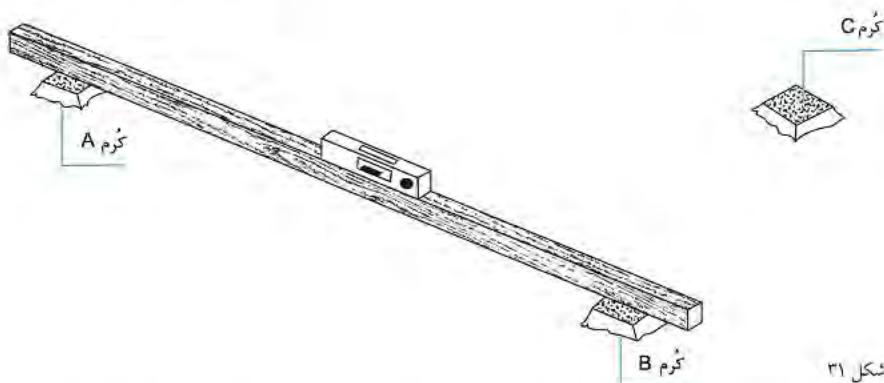


شکل ۳۰ طریقه ترسیم قوس هلالی روی محور

تحمیرسازی برای پیاده کردن قالب قوس

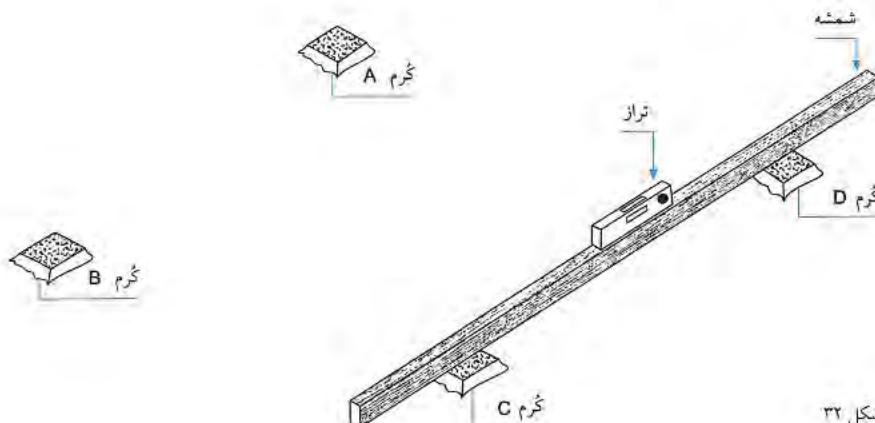
قالب قوس که بر روی زمین ترسیم می شود اساس کار است، از این رو باید سطوح آن کاملاً و بادقت فراوان هموار و صاف ساخته شود. برای اینکه سطح زمین اصطلاحاً تراز و کاملاً هموار و صیقلی شود یه ترتیب زیر عمل می کنیم:

ابتدا از یک ضلع شروع می کنیم، کرم تخت را در ابعاد 10×10 سانتیمتر و به ضخامت تقریبی ۲ سانتیمتر با ملات گچ و توسط ماله به طور مسطح می سازیم و اطراف کرم را با اصطلاح می کشیم (پخ می کنیم) تا کرم از زمین جدا نشود در ضمن کرم را طوری می سازیم که سطح آن از هر طرف کاملاً تراز باشد. سپس در همان خط به فاصله‌ی لازم کرم دیگری ساخته می شود، سطح دو کرم توسط شمشه با یکدیگر تراز می شود. شکل ۳۱ وضع تراز کردن دو کرم اول و دوم را نشان می دهد. عمل کرم‌گیری مرحله سوم که می تواند کرم طولی باشد با فاصله لازم و گونیا با کرم دوم گرفته می شود. در این مرحله کرم سوم توسط شمشه با کرم دوم کاملاً تراز می شود. (شکل ۳۱)



شکل ۳۱

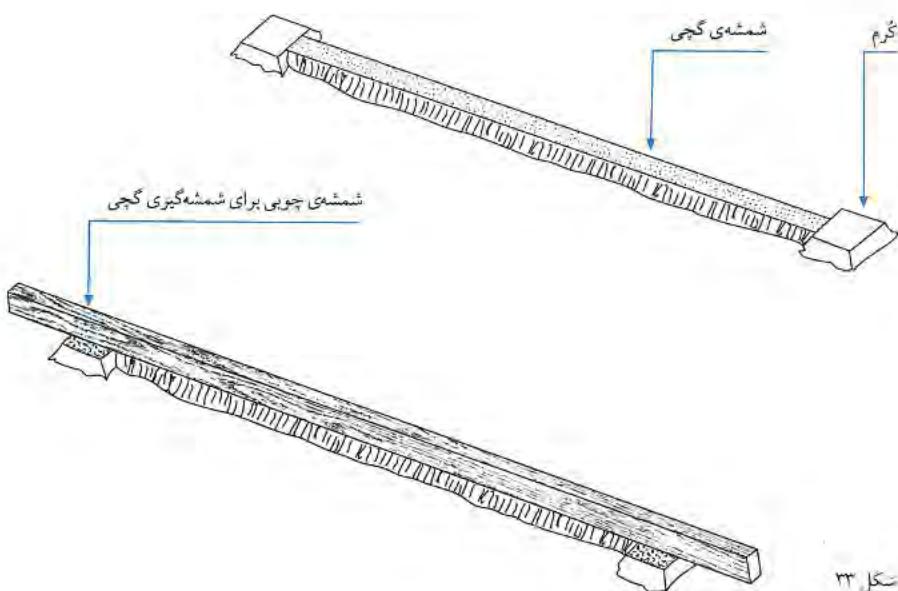
مرحله بعد آخرین کرم است که به فاصله‌ی دو کرم اول و دوم ساخته می شود و توسط شمشه تراز دو کرم سوم و چهارم با یکدیگر تراز می شود. برای اطمینان از اینکه آیا کرم‌ها کاملاً تراز با یکدیگر ساخته شده‌اند شمشه تراز را بر می گردانیم (سر می گردانیم) یعنی کرم چهارم را با کرم اول تراز می کنیم چنانچه دو کرم ذکر شده با یکدیگر تراز باشند کرم گیری صحیح اجرا شده است و گرنه کرم‌ها باید دو مرتبه تراز شوند. شکل ۳۲ تراز دو کرم سوم و چهارم را نشان می دهد. پس از پایان کرم‌گیری سطح بین چهار کرم کاملاً حاروب زده و با آب مرطوب می شود. سپس عمل شمشه‌گیری به شرح زیر انجام می شود. (شکل ۳۲)



شکل ۳۲

ملات گچ به اندازه‌ی یک شمشه گچی طولی ساخته می‌شود. ابتدا باید ملات را بین دو کرم کف کش کرد، به طوری که در خلل و فرج زمین نشست کند. سپس ملات خمیری را به صورت کله‌قندی سرتاسری بین دو کرم پهن می‌کنیم. بلاfaciale شمشه چوبی را روی ملات می‌گذاریم و فشار می‌دهیم تا شمشه چوبی به دو کرم برسد، سپس توسط ماله از کناره شمشه چوبی که تراز دو کرم است ملات را به زمین می‌کشیم.

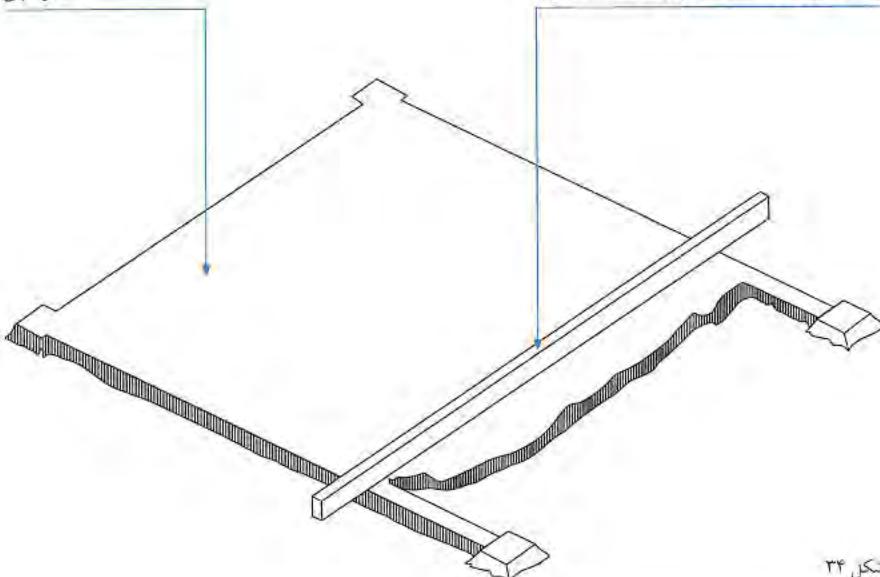
پس از خودگیری ملات «شمشه گچی»، با ته تیشه بتایی در جهت افقی به ته شمشه چوبی ضربه زده می‌شود تا شمشه چوبی از ملات جدا شود. شمشه گچی با ماله کاملاً تمیز و ناخنک‌های ملات گچ از روی شمشه چوبی تراشیده می‌شود. اگر پخواهیم شمشه چوبی برای احتی از شمشه گچی که خود را گرفته، جدا شود باید قبل از استفاده تمام سطوح آن را تمیز کنیم و سپس روی سطح آن روغن سیاه بمالیم. شمشه گچی دوم نیز به روشنی که شرح داده شد، بین دو کرم دیگر گرفته می‌شود و سپس تخمیرگیری انجام می‌شود. (شکل ۳۳)



شکل ۳۳

تخمیرگیری: سطح بین دو شمشه مجدداً جاروب زده می‌شود تا نرم و خرد گچ‌هایی که از پاک کردن شمشه چوبی بر روی زمین پاشیده شده است تمیز شود، سپس سطح بین دو شمشه گچی کاملاً مرطوب و خیس می‌شود. ملات گچ پی در پی توسط چند کارگر ساخته و بین دو شمشه گچی از ناحیه جلو ریخته می‌شود و فوراً عمل شمشه‌کش کردن بین دو شمشه گچی انجام می‌شود. با این روش ملات اضافی به جلو سُر داده می‌شود و سطحی یکنواخت به وجود می‌آید. صفحه‌ی به دست آمده را اصطلاحاً تخمیر نامند. بدیهی است که سطح بدست آمده کرم‌و خواهد بود. پس باید بلاfaciale تمام سطح را با گچ پرداختی که فقط سطوح کرم‌و را پر می‌کند ماله زد، اگر لازم باشد این عمل با گچ کشته انجام می‌شود. پس از این اعمال زمینه برای خط کردن قالب قوس در زمینی کاملاً تراز، هموار، مسطح و صیقلی به وجود می‌آید.

توجه: چنانچه گیر گچ یا اصطلاحاً زور گچ زیاد باشد به جای ملات گچ از ملات گچ و خاک به نسبت یک بر یک برای شمشه‌گیری و تخمیرسازی استفاده می‌شود. (شکل ۳۴)



شکل ۳۴

طریقه‌ی ترسیم قوس بر روی زمین

برای خط کردن قوس بر روی زمین مطابق شکل ۳۵ چنین عمل می‌کنیم:

ابتدا سطح تخمیر با جاروب به ملايمت گردگيري می‌شود، اگر تخمیر مرتبط باشد برای رسم قوس از مداد کپیه (مداد جوهري) و اگر سطح تخمیر خشک شده باشد از مداد آبي و يا قرمز که حرکات

قوس را به خوبی نشان می‌دهد استفاده می‌شود. مراحل ترسیم به شرح زیر است:

۱- محور قائم در وسط صفحه تخمیر رسم می‌شود. سپس ستون اول با شمشه چوبی و يا پروفیل به موازات خط وسط و به فاصله‌ی نصف دهانه از محور وسط خط رسم می‌شود (خط می‌شود).

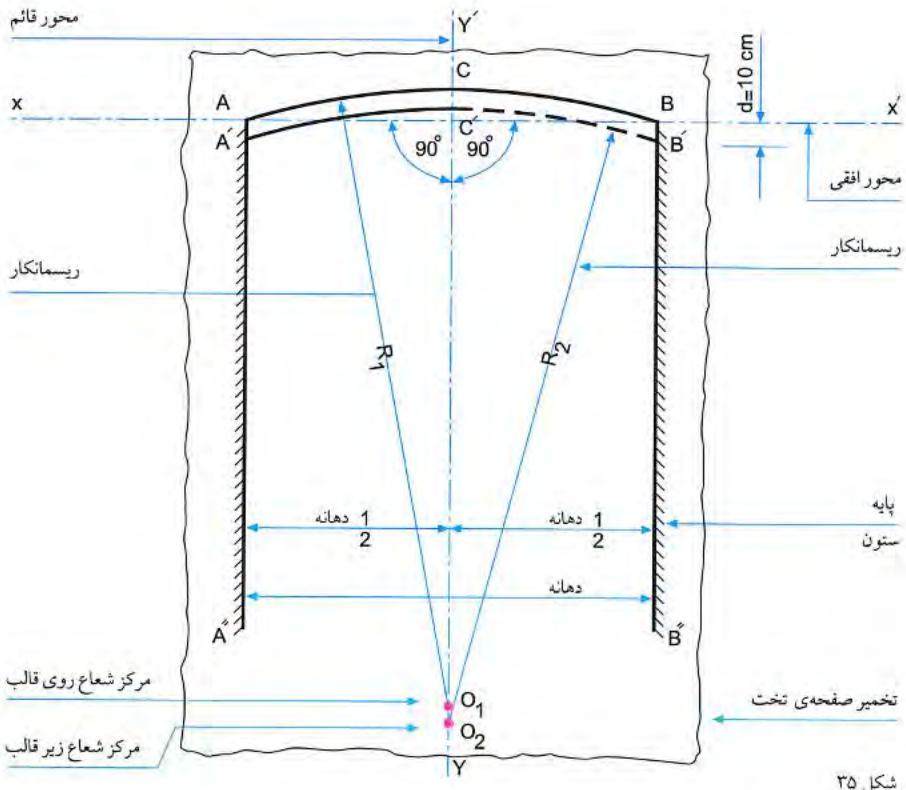
۲- به موازات خط وسط يا با اندازه برشاشتن از ستون دوم خط "BB" رسم می‌شود.

۳- گونیای بلند در امتداد ستون اول «خط "AA"» طوري واقع می‌شود که نقطه‌ی تقاطع دو ضلع گونیا روی نقطه‌ی A نیش قوس قرار بگیرد. در امتداد ضلع دیگر گونیا قسمتی از خط گونیا «خط افقی» را رسم می‌کنیم و ادامه می‌دهیم تا در نیش دیگر ستون به نقطه‌ی B برسیم. امتداد دو نقطه A و B در دو جهت محور افقی است.

۴- ارتفاع قوس قبلًا تعیین، و اندازه‌ی آن از محل تقاطع دو محور عمودی و افقی بر روی محور قائم پیاده می‌شود تا نقطه‌ی خیز یعنی نقطه‌ی C به دست آید.

۵- برای خط کردن قوس از ریسمان کار مقاومی که کش نیاید استفاده می‌شود. ریسمان کار را دور مداد حلقه زده و پای ریسمان را روی خط وسط حرکت می‌دهیم تا مرکز پرگار پیدا شود. یک نفر پای ریسمان، مرکز O1 را نگه می‌دارد و استادکار نوک مداد را نیش ستون اول در نقطه‌ی A قرار می‌دهد و تیزه را نشان می‌کند. اگر نوک پرگار از تیزه یعنی نقطه‌ی C و پاکار دیگری از نقطه‌ی B بگذرد قوس رسم می‌شود. در غیر این صورت با حرکت دادن پای ریسمان کار روی خط وسط و حرکت مجدد خط پرگار نقاط پاکار و تیزه نشان می‌شود. در این حالت قوس رسم می‌شود. مرکز این ترسیم نقطه‌ی O1 خواهد بود.

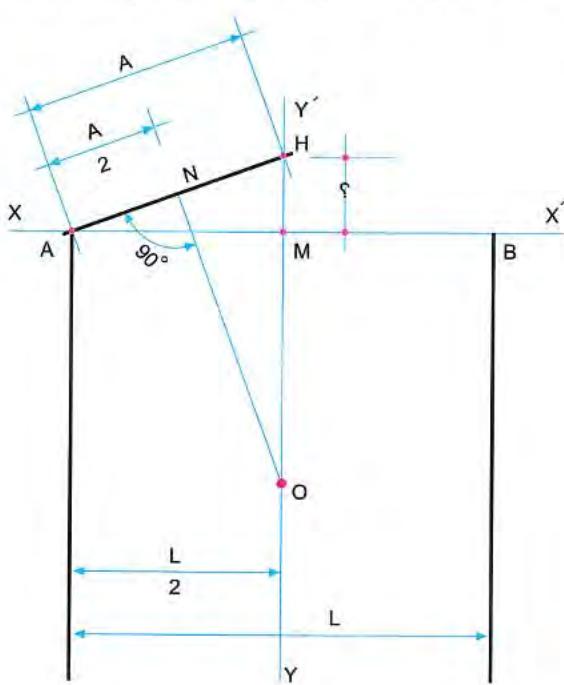
۶- برای اینکه کلفتی قوس رسم شود پای ریسمان ۸ تا ۱۰ سانتیمتر از روی خط وسط به طرف پایین حرکت می‌کند و قوس زیرین به مرکز O2 رسم می‌شود. (شکل ۳۵)



شکل ۳۵

رسم طریقه‌ی دوم:

- ۱- فاصله دهانه بین نقاط A و B روی محور افقی مشخص است.
- ۲- محور قائم 'YY' به اندازه نصف دهانه رسم می‌شود.
- ۳- از نقطه‌ی M محل برخورد دو محور ارتفاع خیز (H) معلوم می‌شود.
- ۴- از H به A و یا B وصل کرده، میان پاره خط AH در نقطه N به دست می‌آید.
- ۵- از نقطه‌ی N عمودی وسیله گونیا اخراج کرده تا محور قائم را در نقطه‌ی O قطع کند و مرکز ریسمان معلوم شود. (شکل ۳۶)



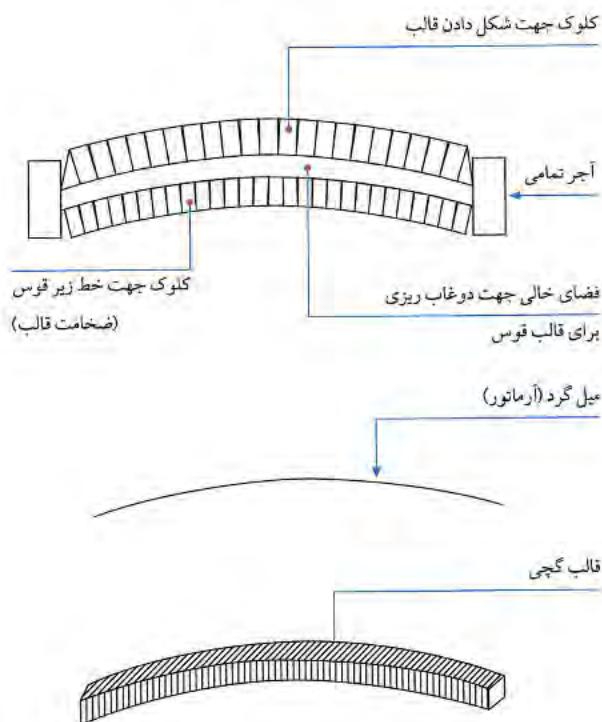
شکل ۳۶

ساختن قالب گچی

بعد از ترسیم قوس بر روی زمین، ابتدا از یک قوس بالا و سیله کلوک‌های سالم و بدون درز در وسط خط پهلوی یکدیگر چیده می‌شود تا کمان بالای قوس پوشیده شود. از کلوک بدین سبب استفاده می‌شود که ابعاد آن پنج سانتیمتر است و در نتیجه کمان قوس می‌تواند به راحتی چرخش کند. سپس با چیدن گلوک در وسط خط زیرین، قالب آجری مادگی شکل می‌گیرد و آماده دوغابریزی و ساختن قالب گچی می‌شود. قبل از دوغابریزی میلگرد (آرماتور) را به شکل قوس کمانه می‌دهیم و حاضر می‌کنیم. این عمل بدان سبب است که قوس گچی در زیر بار قوس آجری نشکند. برای اینکه دوغاب گچ به زمین نچسبد گرد خاک رس یا خاکستر به درون قالب پاشیده و بلافاصله گچ رقیق به طور ملایم و با حرکت در تمام جوانب تایمه قالب ریخته می‌شود. سپس آرماتور در وسط گچ گذارد و بلافاصله دوغابریزی دنبال می‌شود.

در قدیم به جای میلگرد و آرماتور آجردار از ترکه درخت و شاخهای ملایم آن استفاده می‌شده است. شاخه‌هایی که برای این منظور نگهداری می‌شده چند روز قبل از قالبگیری در حوض آب قرار می‌گرفته است تا در موقع دوغابریزی نرم و انحنایزیر باشد.

بعد از خودگیری گچ با تیشه به کلوک‌ها ضربه زده می‌شود تا از قالب گچی جدا شود. سپس ناخن‌های قالب یا مalleه گرفته و با گچ آماده سطوح آن پرداخت می‌شود. (شکل ۳۷)

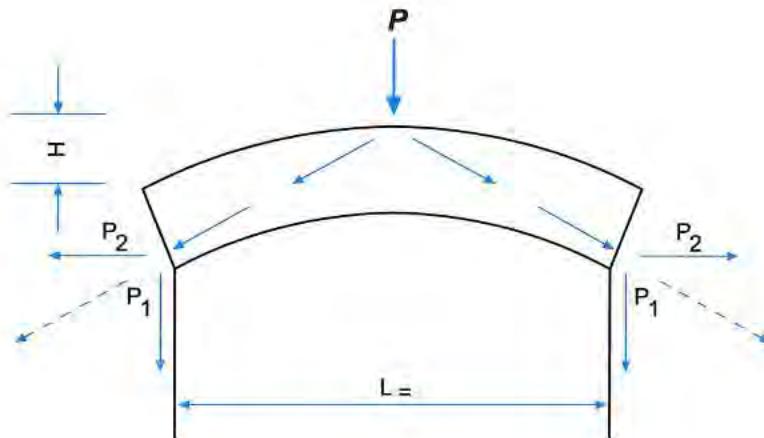


شکل ۳۷

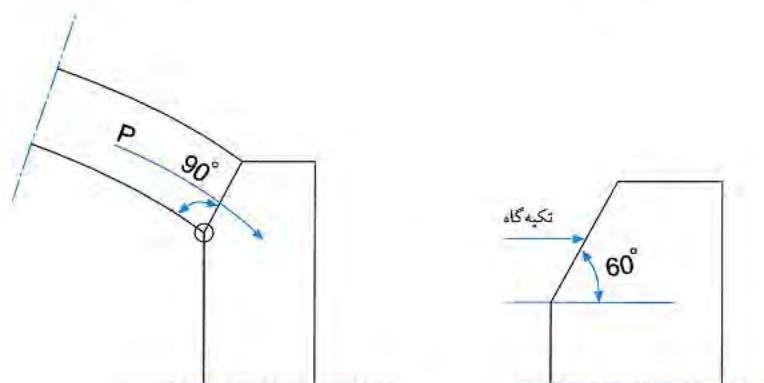
تکیه‌گاه قوس هلالی

چنانچه بخواهیم بر قوس نیروی فشاری وارد شود، به وسط قوس خیز داده می‌شود. معمولاً نیروی P توسط قوس به ستون‌ها منتقل می‌شود. این نیرو که حاصل اثر تیر و وزن دیوار روی قوس هلالی است به دو مؤلفه قائم و افقی تقسیم می‌شود و این دو نیرو که انشعابی از نیروی اصلی است بر دیوار یا ستون وارد می‌شود.

همان طور که از شکل پیداست نیروی افقی به ستون منتقل می‌شود پس باید در ساختن تکیه‌گاه نهایت دقیت به عمل آید تا رانش ایجاد نشود یا به اصطلاح ستون باید در تنگ قرار گیرد. تکیه‌گاه قوس در آخرین رج ستون با زاویه ساخته می‌شود. در قوس هلالی معمولاً زاویه تکیه‌گاه ۶۰ درجه است. این زاویه باید طوری ساخته شود که نقطه نشست قوس در تکیه‌گاه ۹۰ درجه باشد تا انتقال نیروهای P_1 و P_2 به درستی صورت پذیرد. (شکل ۳۸ و ۳۹)

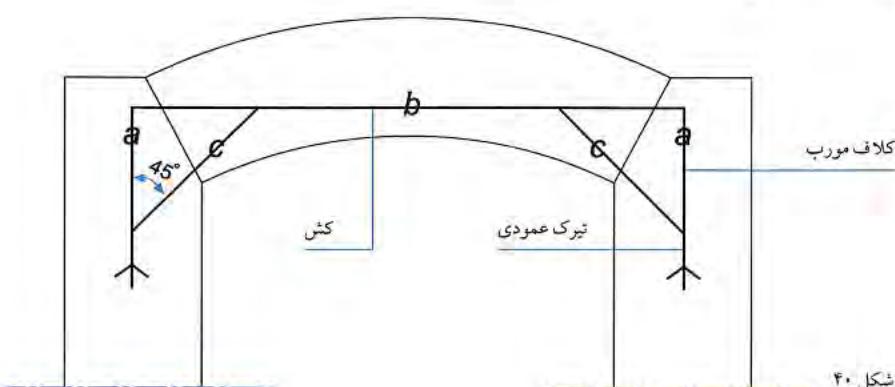


شکل ۳۸



شکل ۳۹

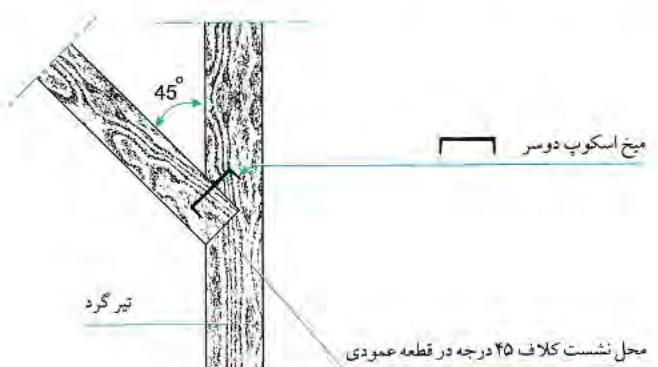
چنانچه در ساختن تکیه‌گاه دقت کافی شود و مصالح لازم برای ساختن تکیه‌گاه از نوع مرغوب باشد رانش قوس بر تکیه‌گاهها و ستون اثر نخواهد داشت. اگر نیروی فشاری وارد بر قوس بیش از توانایی تکیه‌گاهها باشد باید قوس را مهار کرد تا خطر رانش اصطلاحاً (درفتن آن) رفع شود. برای این کار بین ستون و قوس مهاری قرار می‌گیرد. مهار نگهدارنده از پروفیل و در قدیم از چوب گرد مقاوم بوده است. (شکل ۴۰)



شکل ۴۰

در ساختن کلاف مهار نیز باید کاملاً دقت شود، علاوه بر ناحیه افقی مهاری که آن را «کش» می‌نامند، چپی (وابند) که تحت زاویه‌ی ۴۵ درجه می‌باشد در ناحیه‌ی C مقاومت کلاف را بین قطعات عمودی a و افقی b زیادتر می‌سازد.

در قدیم کلاف کردن قوس و ستون با چوب‌های گرد و مقاوم و با اتصالات صحیح و نشست قطعات در یکدیگر و میخ اسکوپ انجام می‌شده است. این چوب‌های گرد افقی در زیر قوس‌های قدیمی خصوصاً تاق‌ها و قوس‌های پاتوپای بازارها و چهارسوق‌ها هنوز دیده می‌شود. شکل ۴۱ اتصالات میخ اسکوپ را در ناحیه نشست چپی در دل و بر شاخص در حالت اجرایی نشان می‌دهد. (شکل ۴۱)

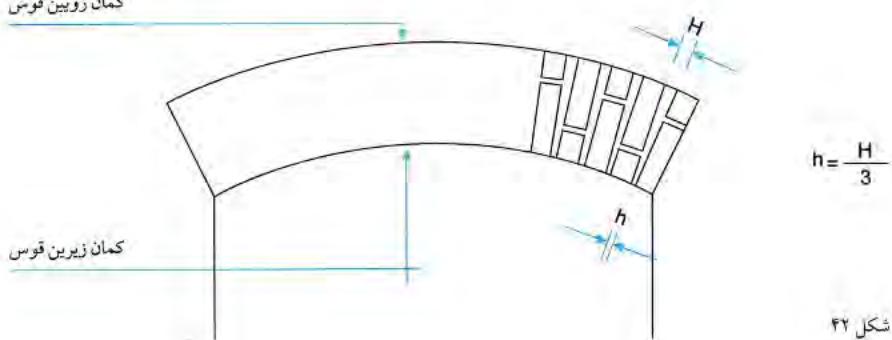


شکل ۴۱

در قوس هلالی شناخت کمان‌های زیر و پشت قوس حائز اهمیت است. کمان زیرین، کمانی است که از نشست آجر بر روی قالب قوس به دست می‌آید. در این کمان اندازه بندها به اندازه‌ی پکسوم بندهای کمان رویین تعیین می‌شود تا ضخامت ملات بین بندها از اندازه‌ی معمولی بیشتر نشود. بدینهی است عدم توجه در اجرا و ضخامت زیاد بندها باعث نشست و در نتیجه شکست قوس خواهد شد زیرا نیروی فشاری نه از طریق ضخامت زیاد ملات بلکه توسط روحه‌ای آجر و به وسیله‌ی ملات انتقال می‌یابد. چنانچه ملات با اصول فنی و در شرایط صحیح در روحه‌ای کار رود خاصیت گوه را بین روحه‌ای قوس خواهد داشت، ضخامت ملات زیر کمان قوس به اندازه‌ی ۷ میلیمتر و در روی قوس ۲۱ میلیمتر کافی خواهد بود.

چنانچه ملات در ناحیه‌ی زیرین قوس دو برابر اندازه‌ی ذکر شده انتخاب شود اندازه‌ی بین روحه‌ای در ناحیه‌ی بالای کمان قوس ۴۲ میلیمتر خواهد بود که تحت چنین شرایطی ملات زیادی در زیر فشار نیرو خرد شده و قوس می‌شکند. (شکل ۴۲)

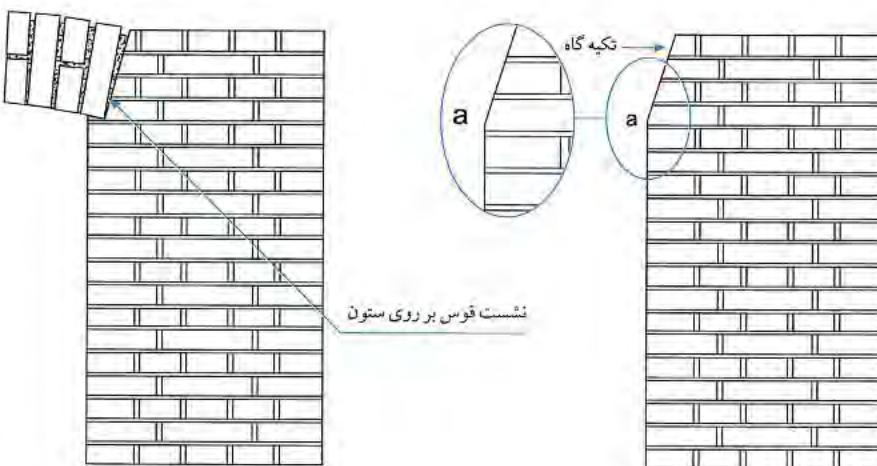
کمان رویین قوس



شکل ۴۲

بنایی قوس هالی

ابتدا ستون‌ها تا ارتفاع لازم چیده و تراز با یکدیگر تخت می‌شود (ختم می‌شود). تکیه‌گاه‌ها با مصالح مرغوب ساخته می‌شود تا خطر لگدزدن قوس در زیر فشار پیش نیاید. بدینهی است اگر دو تکیه‌گاه با چنین شرایطی ساخته شود، قوس مانند گوه در تنگ تکیه‌گاه‌ها واقع می‌شود. آجرهای تکیه‌گاه قبل از شروع بنایی نسبت به ارتفاع قوس با تیشه تراشیده و پخ می‌شود و در موقع ساختن تکیه‌گاه رج به رج به کار می‌رود. (شکل ۴۳)

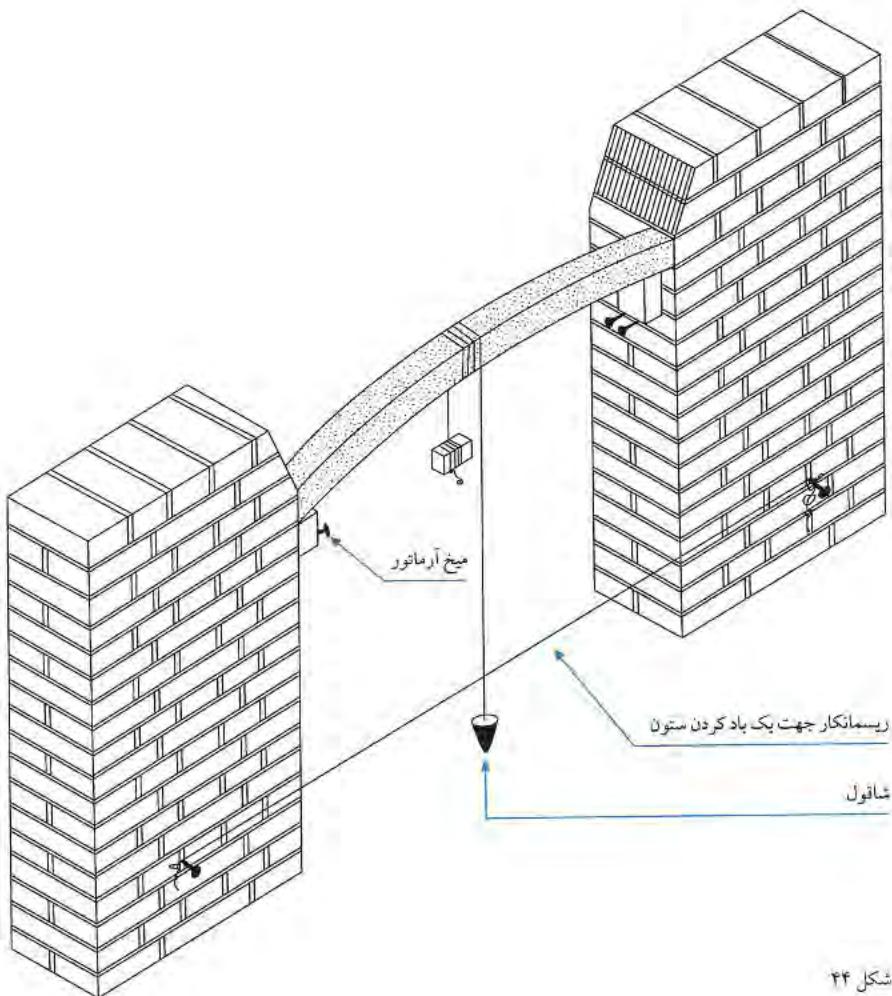


شکل ۴۳

در ساختن تکیه‌گاه روش دیگری نیز به کار می‌رود. این روش عبارت است از پخ کردن تکیه‌گاه با عقب‌نشینی یک یا نیم رج قوس. در این حالت قوس کاملاً درگیر با تکیه‌گاه‌ها خواهد بود و رانش (لگدزدن) قوس به‌کلی گرفته می‌شود و توان باربری آن نیز افزایش می‌یابد. در شکل ۴۴ هر دو نوع تکیه‌گاه نشان داده شده است.

بعد از ساختن تکیه‌گاه برای نگهداری قالب در ارتفاع لازم می‌لگرد در بند رج‌ها کوپیده می‌شود. روی میخ نیمه آجر یا سه‌قدی با ملات غوطه‌ای چسبانده می‌شود تا تکیه‌گاهی برای استقرار قالب گچی به وجود آید.

بین دو ستون، در ناحیه پایین رسمنانکشی می‌شود. سپس ملات گچ روی دو نیمه جهت استقرار قالب گچی گذارده می‌شود. بلا فاصله قالب گچی روی ملات قرار می‌گیرد و پس از ترازشدن درون ملات فشار داده می‌شود تا در گچ نشست کند. قوس از ناحیه جلو نیز شاقول می‌شود و اطراف قالب گچ ریخته می‌شود تا قالب در محل خود مستقر شود. پس از نصب قالب گچی، برای اینکه در زیر بار قوس نشکند زیر آن در ناحیه میانی ستونی چوبی یا چهارتراش قرار می‌گیرد و با گچ محکم می‌شود. (شکل ۴۴)



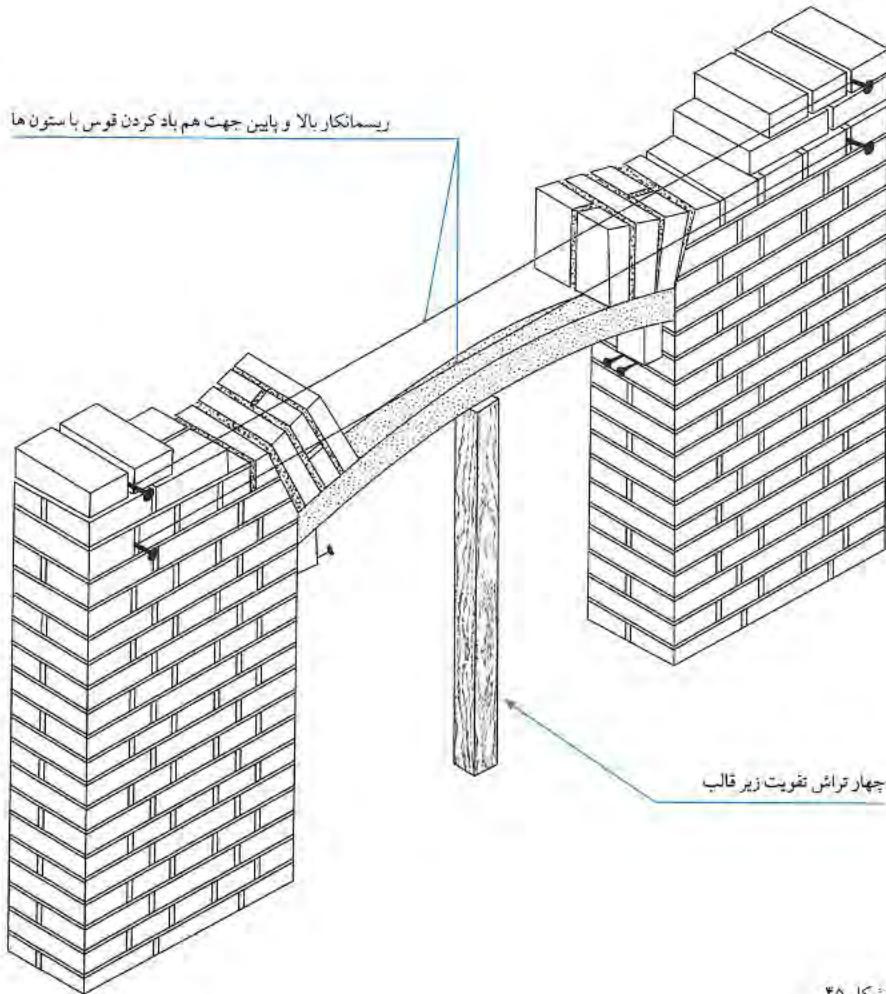
شکل ۴۴

محاسبه رج‌های قوس آجری

با یک کلوک روی قالب گچی ضخامت رج‌ها و ملات در ناحیه پایین طبق اصولی که بیان شد مشخص و با مدارنگی علامت‌گذاری می‌شود.

برای اینکه پیوند در نما و وسط قوس صحیح انجام شود و جفت پند در نما به وجود نیاید باید رج‌های محاسبه شده را از یک طرف راسته — یعنی راسته‌نما و سرنما کرد تا به تکیه‌گاه دیگر رسید. پس از ریسمانکشی در وسط و ناحیه‌ی بالا پوشش قوس آجری انجام می‌شود. رج‌ها از ناحیه‌ی پایین و راست قالب گچی شروع می‌شود و از ناحیه‌ی جلو با ریسمان کار همباد می‌شود. پوشش به صورت رج به رج، یعنی یک رج در یک تکیه‌گاه و یک رج در تکیه‌گاه دیگر بنایی می‌شود تا به تیزه قوس برسد. در اینجا رج وسط گذارده می‌شود و با شستی آجر یا کاربند که مانند گوه است تیزه قوس قفل می‌شود. مراحل اجرای رج‌ها مانند پوشش در قوس تخت است که در بنایی قوس تخت شرح داده شد. (شکل ۴۵)

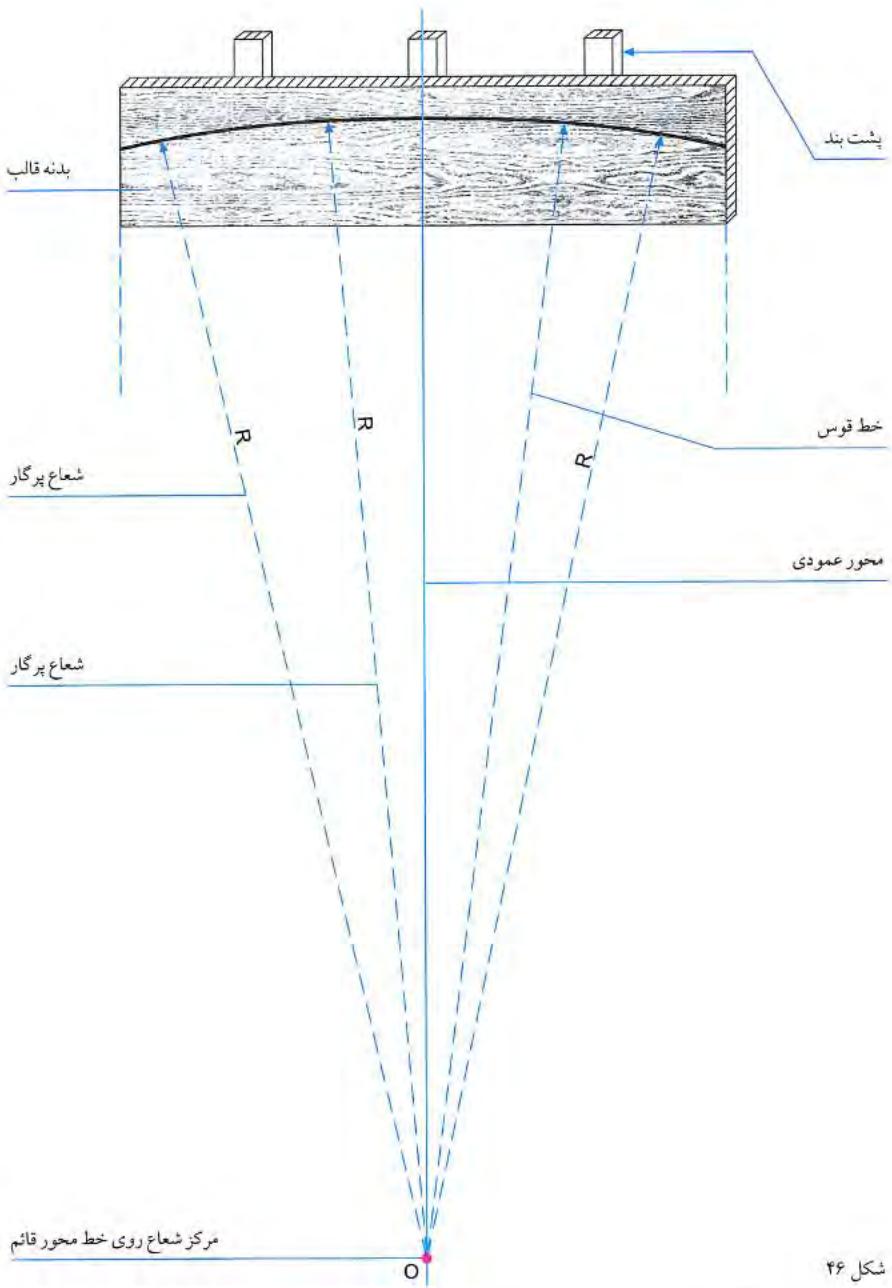
رسمانکار بالا و پایین جهت هم باد کردن قوس با ستون ها



شکل ۴۵

قالب چوبی برای قوس های طویل

در قوس های هلالی که دارای دهانه های طویل و عرض زیاد است نمی توان از قالب گچی استفاده کرد. در چنین شرایطی قالب چوبی به کار می رود. در قالب های چوبی تخته ها توسط پشت بند به یکدیگر اتصال می یابد و تشکیل یک صفحه یکپارچه را می دهد. سپس با استفاده از روش ترسیم و خط کردن قالب که قبل از توضیح داده شد به ارتفاع «خیز قوس» قالب با مادرنگی خط می شود. (شکل ۴۶)

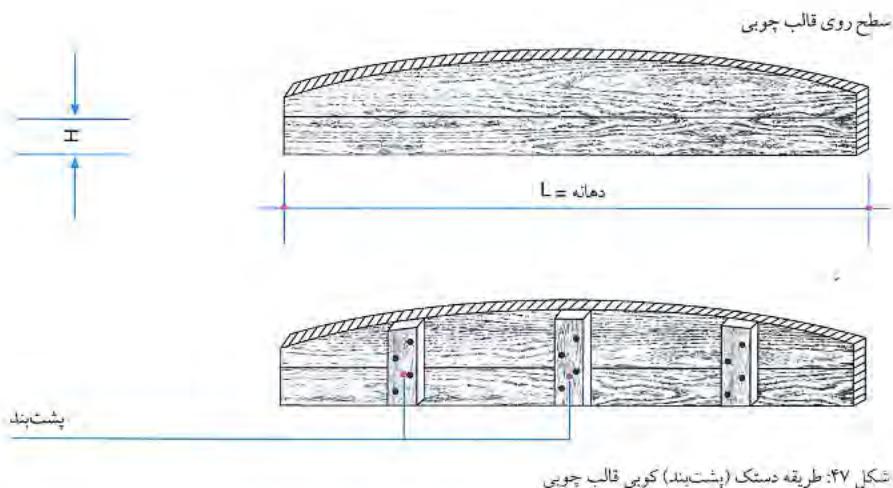


شکل ۴۶

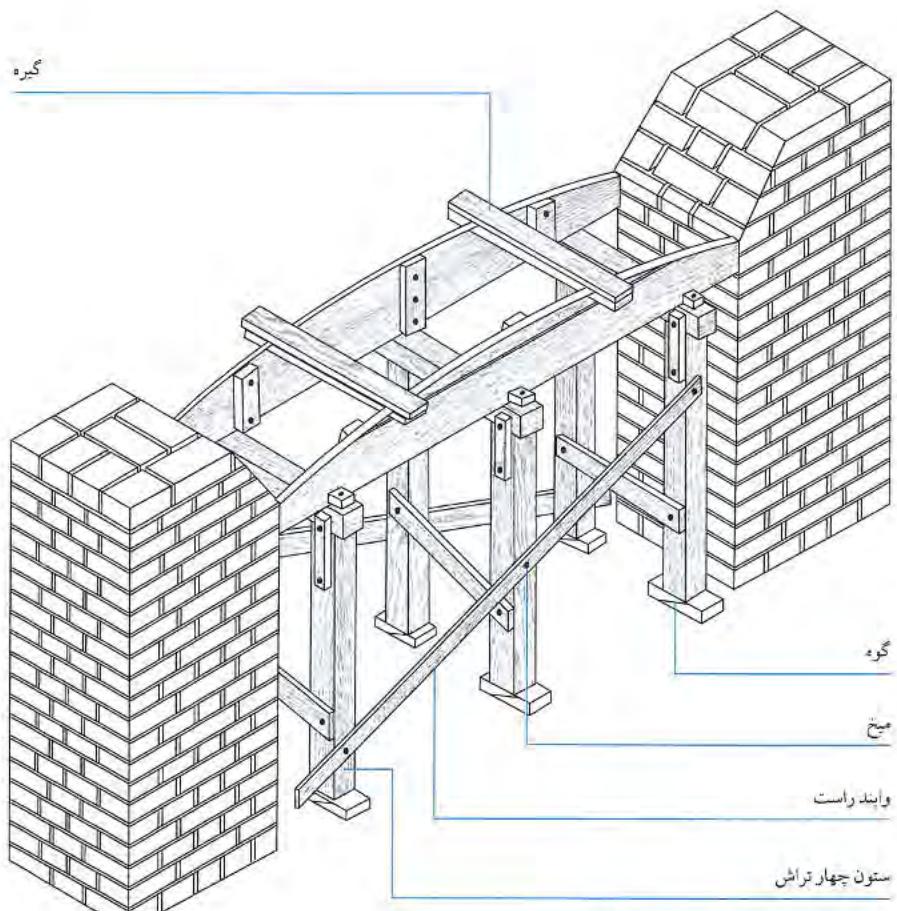
برای درآوردن قالب معمولاً از اره کلاف بلند بازیکبر استفاده می‌شود. تیغه این اره یک سانتیمتر و طول آن بیش از ۶۵ سانتیمتر می‌باشد. حسن این تیغه در آن است که به راحتی خطوط منحنی را می‌برد و قوس دلخواه را در قالب به وجود می‌آورد.

پس از برش انحنایی، سطح روی قالب به طور یکنواخت چوبساب می‌شود تا حالتی هموار و بدون اصطلاحاً شُل و شید به کمان قالب داده شود و قالب آماده نصب شود. برای استقرار قالب‌های چوبی ابتدا داریست آن‌ها ساخته می‌شود و تعداد پایه‌های داریست نسبت به وزن قوس آجری تعیین می‌شود. پایه‌های داریست به صورت کلاف و کش متصل و به وسیله چپ و راست‌ها به یکدیگر کلاف و مهار می‌شود. (شکل ۴۸) برای اینکه قالب‌های چوبی از جای خود بیرون رانده نشود آن‌ها را به دو صورت مهار می‌کنند:

- ۱- با پشت بند سرتاسری از جلو.
- ۲- با گیره از دو یا سه ناحیه در قسمت سر.
- استفاده از گوه چوبی زیرپایه‌های داریست لازم است. گوه برای آزادسازی داریست و بازکردن قالب به کار می‌رود. (شکل ۴۷ و ۴۸)



شکل ۴۷: طریقه دستگاه (پشت‌بند) کوبن قالب چوبی



شکل ۴۸: ایزومتری قالب‌های چوبی و اتصالات آن

موارد استفاده از قوس هلالی

قوس هلالی از دسته قوس‌های سوم و یکی از انواع قوس‌های تزینی است و در نماهای آجری برای نعل در گاههای در، پنجه، نورگیرها و سایر قسمت‌های خارجی بنا و همچنین به صورت رف و تاقچه و تاق درپوشش داخلی بناها به کار می‌رود.

از این قوس در بناهای قدیمی بسیار استفاده شده است. نمونه این قوس‌ها را می‌توان در مسجد سید اصفهان، بنای هشت بهشت زواره، نمای قسمتی از بنای شترگلوی باغ فین در کاشان، سردر قلعه‌ی ابوالقاسم رشتی در رحمت‌آباد یزد، نمای بقعه امامزاد یحیی در تهران و سردر مسجد سید عزیز الله در چهارسوق تهران مشاهده کرد. در بناهای جدید آجری که با آجر تراش $3\frac{1}{2}$ و $4\frac{1}{2}$ سانتیمتری ساخته می‌شود از قوس هلالی زیاد استفاده می‌شود. (شکل ۴۹ تا ب ۵۱)



شکل ۴۹: کاربرد قوس هلالی، ضلع جنوب غربی کاخ گلستان، تهران؛ دوره قاجاریه



شکل ۵۰: قوس هلالی، ساختمان مسکونی و تجاری، خیابان ناصرخسرو، تهران؛ معاصر، بازسازی جدید



شکل الف-۱۵: کاربرد قوس هلالی؛ بنای امروز

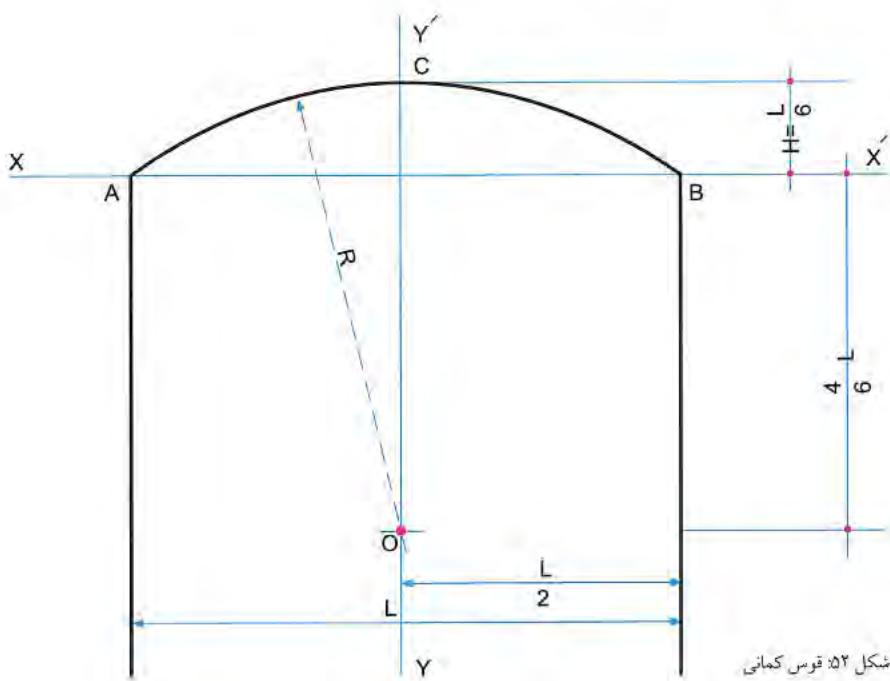


شکل ب-۱۵: کاربرد قوس هلالی، دیوار کشی مجموعه فرهنگسرای شهرداری، کاشان؛ بنای امروز

قوس کمانی مانند قوس هلالی است با این تفاوت که انحنای بیشتری دارد و چنانچه خیز قوس هلالی افزایش یابد تبدیل به قوس کمانی می‌شود. شعاع قوس کمانی از قوس نعل اسپی کمتر است. این قوس نسبت به قوس هلالی تحمل بیشتری در برابر بار دارد.

طرز ترسیم قوس کمانی

- ۱- محورهای عمودی و افقی و امتداد دو سیلون رسم می‌شود.
- ۲- ارتفاع قوس نسبت به نیروهای وارد قبل مشخص می‌شود. و فاصله‌ی نقطه‌ی H یا C از محل تقاطع دو محور تعیین می‌شود.
- ۳- ارتفاع (خیز) قوس در این ترسیم $\frac{L}{6}$ است، برای تعیین مرکز روی محور عمودی به اندازه‌ی $\frac{4}{5}L$ جدا می‌کنیم. نقطه‌ی O مرکز کمان قوس خواهد بود.
- ۴- به شعاع R و مرکز O کمانی می‌زنیم تا از نقاط A و B و C بگذرد. (شکل ۵۲)



شکل ۵۲: قوس کمانی

پیاده کردن قوس روی زمین

برای ساختن قالب تقریباً به شرحی که برای ساختن قالب قوس هلالی گفته شد عمل می‌کنیم:

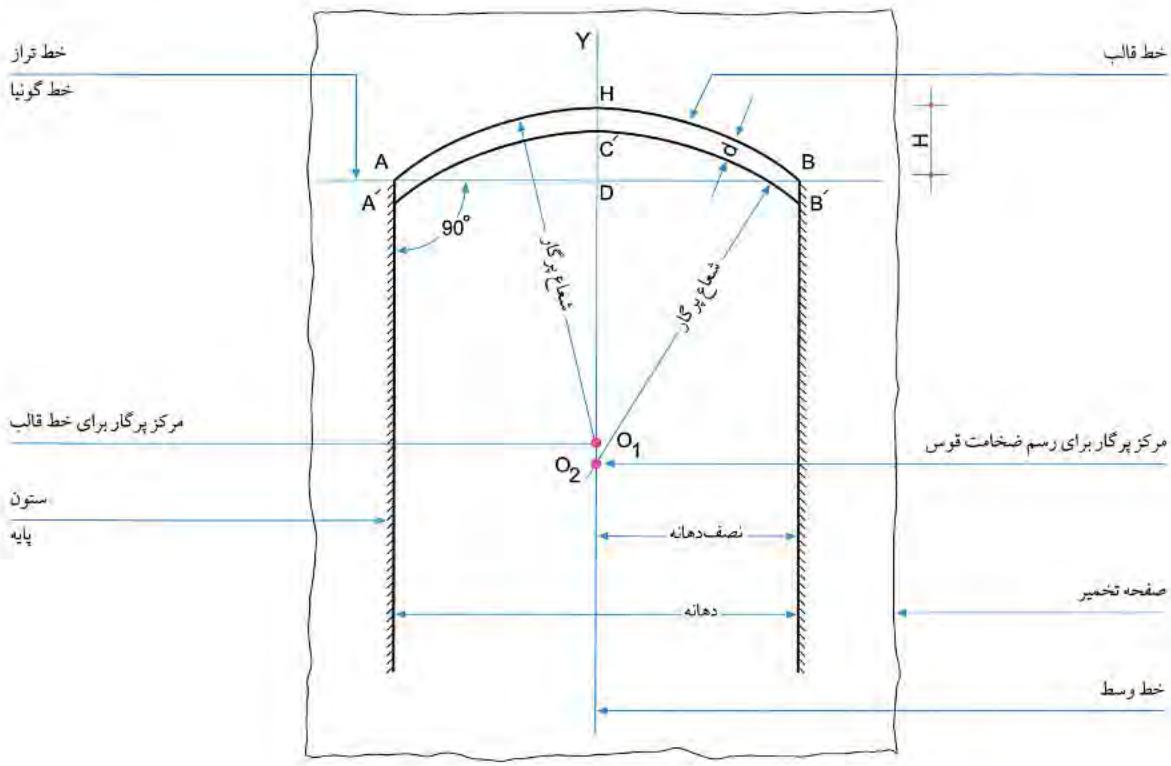
۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی را رسم می‌کنیم.

۲- ارتفاع خیز قوس را از نقطه‌ی D بر روی خط وسط نشانه، و نقطه جست قوس یعنی نقطه‌ی H را تعیین می‌کنیم.

۳- برای یافتن نقطه‌ی پرگار، پای ریسمان را روی خط وسط حرکت می‌دهیم تا خط پرگار که به وسیله‌ی ریسمان کار ترسیم می‌شود از دو بنش و همچنین از سرتیزه پگزرد. در محل به دست آمده روی خط وسط میخ می‌کوییم، ریسمان کار را حلقوی می‌کنیم و به میخ می‌اندازیم و با خط پرگار به دست آمده، خط بالای قالب قوس را رسم می‌کنیم.

۴- یک میخ را به اندازه‌ی ضخامت قالب گچی پایین‌تر می‌کوییم و خط زیر قالب را ترسیم می‌کنیم؛ بدین صورت قالب قوس کمانی خط می‌شود. خط کردن قالب را از روی شکل دنبال می‌کنیم.

۵- برای ساختن قالب گچی به شرحی که برای قوس هلالی گفته شد، ابتدا کلوک چینی می‌شود. پس از دوغابریزی در یک دوم قالب میلگردگذاری می‌شود دوغابریزی ادامه می‌یابد. پس از جداسازی کلوک‌ها، قالب پرداخت و آماده می‌شود. (شکل ۵۳)



شکل ۵۳

بنای قوس کمانی

شروع قوس کمانی یعنی پاکار آن بر روی ستون‌ها است و گیرایی آن کامل است. برای ساختن پاکار

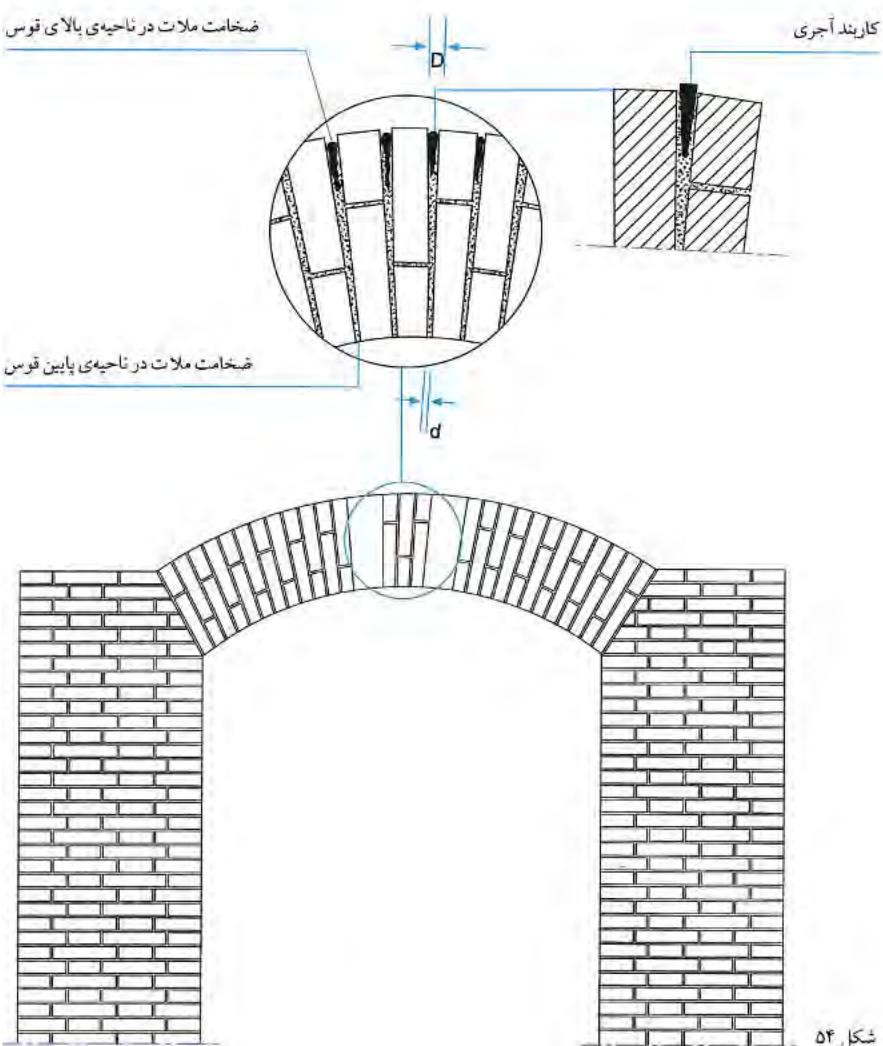
بایستی نسبت به ارتفاع قوس پاکار به صورت مورب تراشیده شود و زاویه پاکار به وجود می‌آید.

قوس کمانی بارچیزی انجام می‌شود و با تراشیدن آجر به صورت فارسی و رعایت ضخامت ملات

شکل لازم در قوس ایجاد می‌شود.

چون در قوس کمانی خیز قوس زیادتر از قوس هلالی است، زاویه تکیه گاه نیز با زاویه تکیه گاه قوس هلالی فرق می‌کند. زاویه تکیه گاه قوس هلالی نسبت به ارتفاع آن تقریباً بین ۶۰ تا ۷۵ درجه است و لی در قوس کمانی نزدیک به ۶۰ درجه است. محل نشست ضخامت آجر بر روی قالب باید با تکیه گاه زاویه ۹۰ درجه بسازد و این رابطه باید در تمام رج‌ها رعایت شود. این عمل با سروته و باریک‌کردن ملات در نواحی بالا و زیر قوس انجام می‌گیرد.

پس از ساختن تکیه گاه قالب قوس به طریقه‌ای که در بنایی قوس هلالی شرح داده شد در جای خود استقرار می‌یابد. سپس رج‌ها به صورت کله و راسته نشان می‌شود. پس از تاق و جفت کردن رج‌ها، قوس یک رج از یک طرف و یک رج از طرف دیگر با رسمنانکشی و شمشهکشی و رعایت بندها بنایی می‌شود، با توجه به اینکه کمان این قوس زیادتر از قوس هلالی است اندازه‌ی بندها در ناحیه‌ی بالای کمان بیشتر از حد معمول خواهد بود. برای اینکه قوس در زیر نیروی فشاری باز نشود باید در موقع پوشش رج‌ها حتماً در ناحیه‌ی بالا کاربند آجری رج به رج بسته شود. بستن رج‌ها در زمانی که ملات کاملاً شل و خمیری است انجام می‌شود و گوه آجری در گلوگاه دو رج قرار می‌گیرد. سپس تمام رج‌ها خصوصاً سرتیزه کاملاً کاربندی شده و بنایی قوس به پایان می‌رسد. در بنایی قوس باید کلیه نکاتی که برای ساختن قوس هلالی گفته شد رعایت شود. (شکل ۵۴)



شکل ۵۴

موارد استفاده از قوس کمانی

قوس کمانی از دسته قوس‌های تزیینی است. از این قوس بیشتر در پوشش نعل درگاه‌های در و پنجره استفاده می‌شود. قوس کمانی در پوشش تاق‌های زیرزمین و سایر تاق‌ها، دلان‌ها و ایوان‌هایی که دارای دهنه کم طول یا متوسط می‌باشد نیز به کار می‌رود.

قوس کمانی در بنای‌های دوران کهن و قدیمی تاکنون بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. امروزه نیز از این قوس در پوشش‌های نعل درگاه به صورت گری چینی و نماکاری استفاده فراوان می‌شود. از قوس کمانی در بنای‌های باستانی از جمله در ایوان غربی علی بن جعفر در سمنان، نمای شرقی دروازه ارک سمنان از بنای‌های زمان فتحعلی‌شاه قاجار، داخل ایوان شمالی صفه صفا واقع در زیر قوس تیز مسجد جامع اردستان، قوس کمانی زیر قوس نعل اسبی در نمای آبینه‌خانه بجنورد، دهنه‌ی ورودی مسجد میر چخماق یزد در ناحیه‌ی بازار، قوس بزرگ ایوان اصلی با غ ناصریه در یزد و قوس کمانی در بین قوس‌های به کار رفته در بنای هشت‌بهشت زواره از این قوس استفاده شده است. همچنین از این قوس زیبا در بنای‌های امروز در شهرهای ایران به‌فور استفاده می‌شود. (شکل ۵۵ تا ۵۸)



شکل ۵۵: کاربرد قوس کمانی، کاخ پست و تلگراف «موزه تمیز»، تهران؛ دوره پهلوی اول



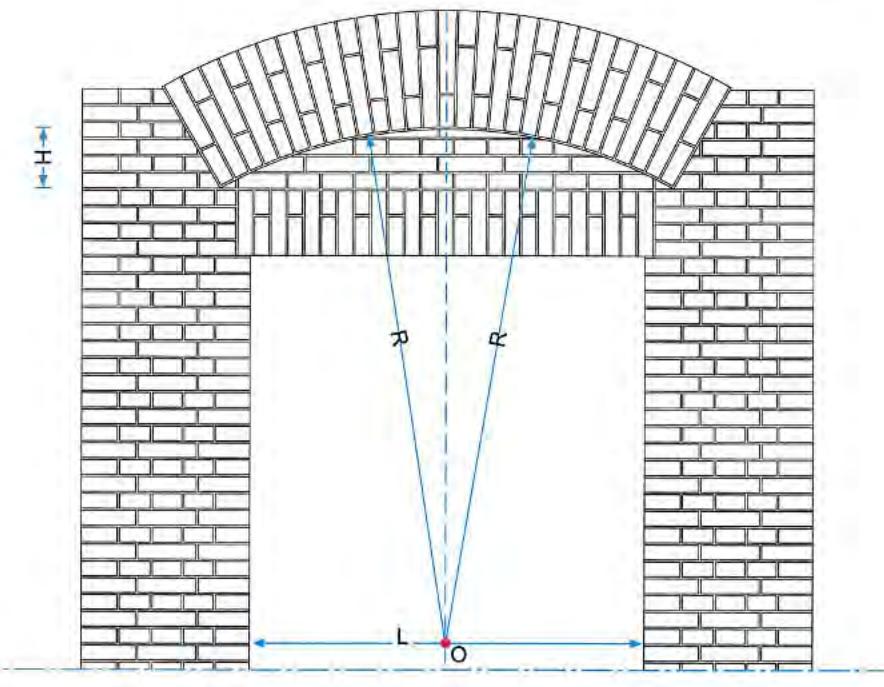
شکل ۵۷: کاربرد قوس کمانی، موزه آبگینه، تهران؛ اوایل دوره پهلوی اول



شکل ۵۸: اجرای مطلوب قوس کمانی فتیله با نقوش گلچین آجری، بزد: بنای امروز

قوس آزاد-کننده بار

معمولًا برای تزیین نما از قوس تخت (مستقیم) یا قوس هلالی (شمشیری) استفاده می‌شود. برای اینکه قوس تخت در زیر بار نما و دیوار خرد نشود بر روی آن قوس کمانی بنا می‌شود و نیروهای وارد توسط قوس دوم تحمل می‌شود. در ساختمان قوس زیرین بایستی اصول مهاری نگهدارنده رعایت شود. (شکل ۵۹)

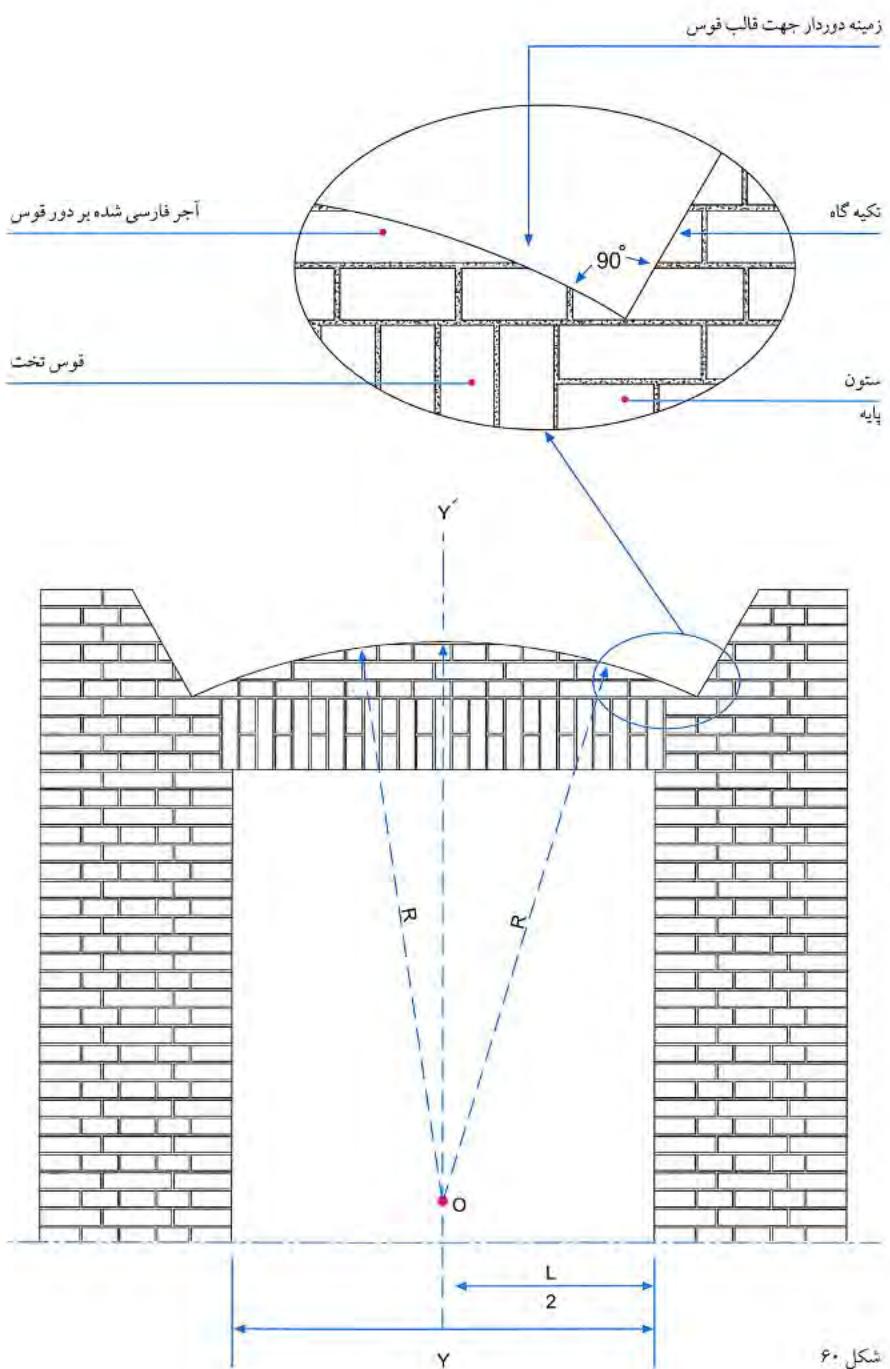


شکل ۵۹

رج چیدن و شکل دادن قوس کمانی را اصطلاحاً پالونه می‌گویند. خیز قوس کمانی بر روی محور عمودی قرار دارد. هرچه مرکز O بر روی محور کوتاه‌تر باشد خیز قوس زیادتر می‌شود. این اندازه بر اثر نیروهای وارد بر قوس تعیین می‌شود.

بنایی قوس آزادکننده بار

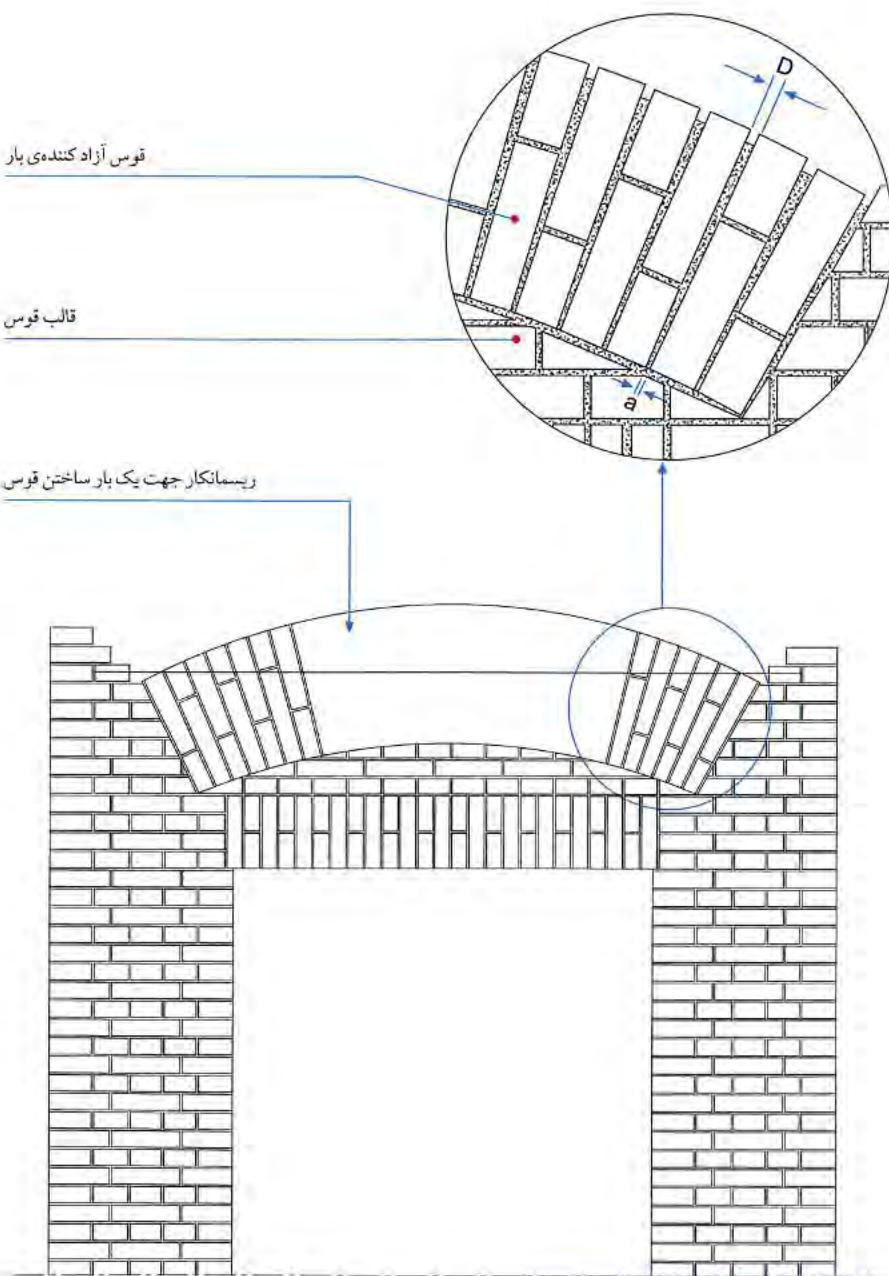
پس از ساختن قوس زیرین «قوس تخت یا هلالی»، نسبت به نیروهای وارد و همچنین وزن قوس، ارتفاع قوس آزادکننده مشخص می‌شود. برای این‌که قوس آزادکننده با کمان یکنواخت و تیز ساخته شود، دور قوس بر روی قالب چوبی خط کشیده و قالب بریده و پرداخت می‌شود. رج چینی زیر قوس با پیوند صحیح بنایی، و با تبعیت از الگوی قالب چوبی کناره‌های آجر تیشه‌داری و فارسی می‌شود. بدینه‌ی است هر رج نسبت به دور قوس از رج زیرین عقب‌تر می‌نشیند و با کنترل و مقایسه با الگوی چوبی رج چینی به صورت کمانی درمی‌آید. (شکل ۶۰)



شکل ۶۰

توجه: برای اینکه قالب قوس کاملاً کمانی و بدون اصطلاحاً شل و شید شدن آماده شود الگوی چوبی را باید راست رج‌ها قرار داد و قوس رج‌ها را با ملات گچ کاملاً صاف کرد تا زمینه برای ساختن قوس آزادکننده بار مهیا شود.

پس از آماده شدن قالب زیر، تکیه گاه با شیب لازم طوری ساخته می‌شود که بتوان پاکار قوس را با نشست بر روی ستون ساخت. بنایی قوس آزادکننده بار مانند قوس کمانی است. امروزه برای ساختن این قوس از ملات ماسه سیمان با عیار بالا استفاده می‌شود. با استفاده از ملات ماسه سیمان و آجر مرغوب تحمل نیروی فشاری در قوس افزایش می‌یابد. (شکل ۶۱)



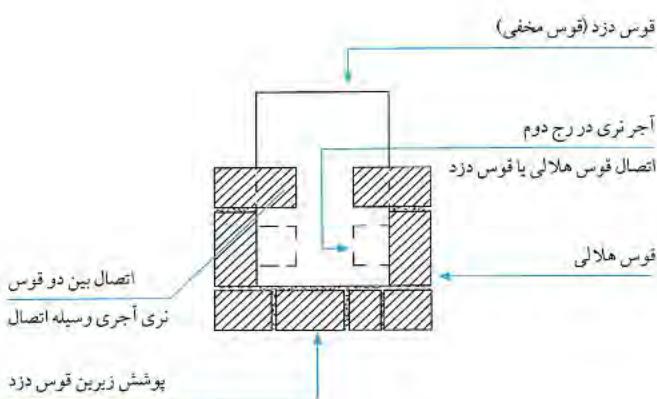
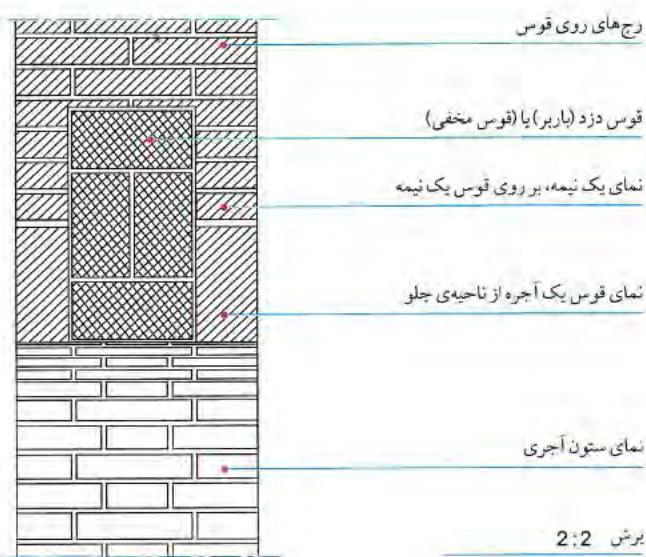
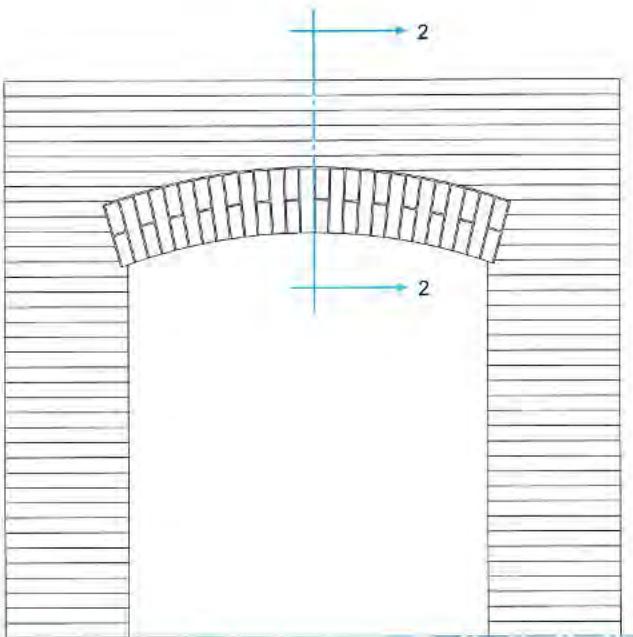
شکل ۶۱

به طوری که می‌دانیم بر قوس تحت و کمانی نمی‌توان نیروی اضافی وارد کرد. چنانچه بخواهیم این گونه قوس‌ها نیرو را تحمل کند می‌توان از قوس دزد که در میان قوس تخت یا کمانی با دور و خیز کافی قرار می‌گیرد استفاده کرد.

طرز اجرای قوس دزد

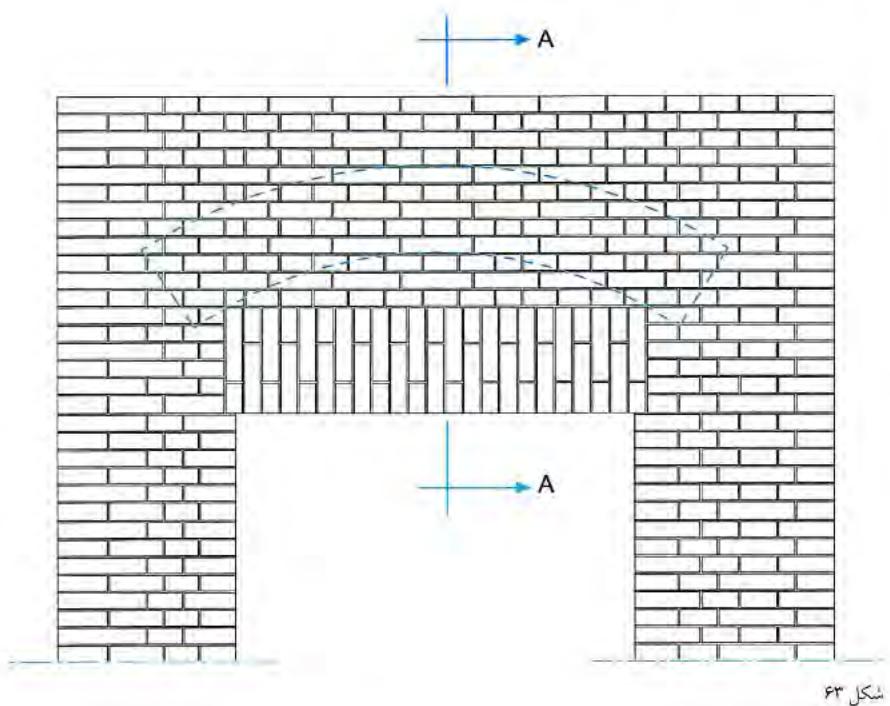
معمولًا دو طرف قوس دزد را قوس تزیینی تخت یا هلالی می‌پوشاند. مسلماً در این حالت عرض کار به اندازه دو تا دوونیم آجر و در مواردی بیش از این خواهد بود. ساختن قوس دزد در سه مرحله انجام می‌شود:

- ۱- پوشش قوس هلالی یا تخت: قوس هلالی با عرض یک نیمه و یا یک آجر با ارتفاع یک تا یک و نیم آجر مطابق اصولی که قبلًا بررسی شد از یک طرف نما بنایی می‌شود.
- ۲- قوس دزد: این قوس با دور و ارتفاع کافی که بتواند نیروهای مورد نظر را تحمل کند با پاکار مقاوم و مناسب، مجاور پاکار قوس اولیه با ملات مرغوب و آجر مقاوم به شکل قوس کمانی و نعل اسپی بنایی می‌شود.
- ۳- تکرار قوس هلالی یا تخت: در نمای دیگر مجددًا قوس هلالی یا تخت مانند نمای اول ساخته می‌شود. (شکل ۶۲)

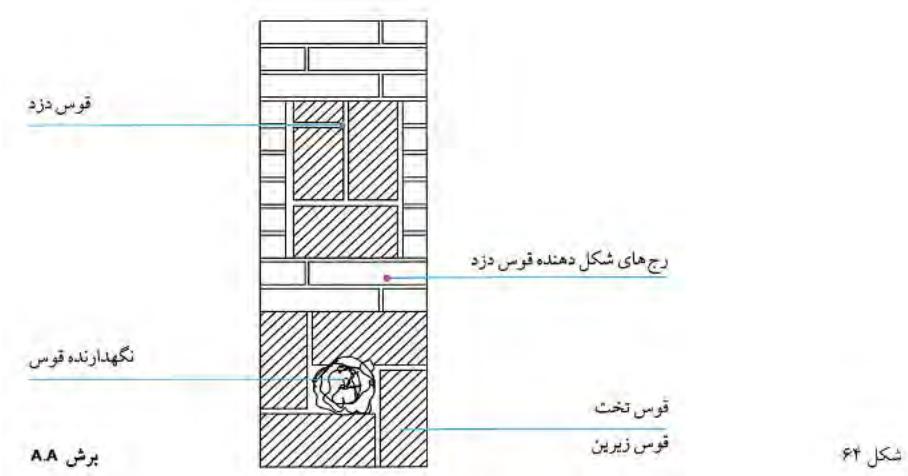


شکل ۶۲

اگر در قوس اولیه مکانهایی به صورت هشت و گیر خالی گذاشته شود و در قوس دزد قسمت‌هایی به صورت نری قفل در هشت و گیر بنشینند، یا پوشش قوس اول و دوم و سوم به شکلی انجام شود که بتوان هشت گیر و قفلی را هم‌مان انجام داد کار به مراتب اصولی‌تر خواهد شد. زیرا اگر بین سه قوس مذکور پیوند آجری وجود نداشته باشد زمانی که بر قوس دزد نیروی فشاری وارد می‌شود اثراتی بر قوس‌های کناری می‌گذارد که امکان جداشدن سه قوس را پدید می‌آورد. در شکل نمایی از یک قوس‌های هلالی را ملاحظه می‌کنید که برش آن کیفیت دقیق قوس دزد در وسط و دو قوس هلالی را در طرفین نشان می‌دهد. (شکل ۶۳ و ۶۴)

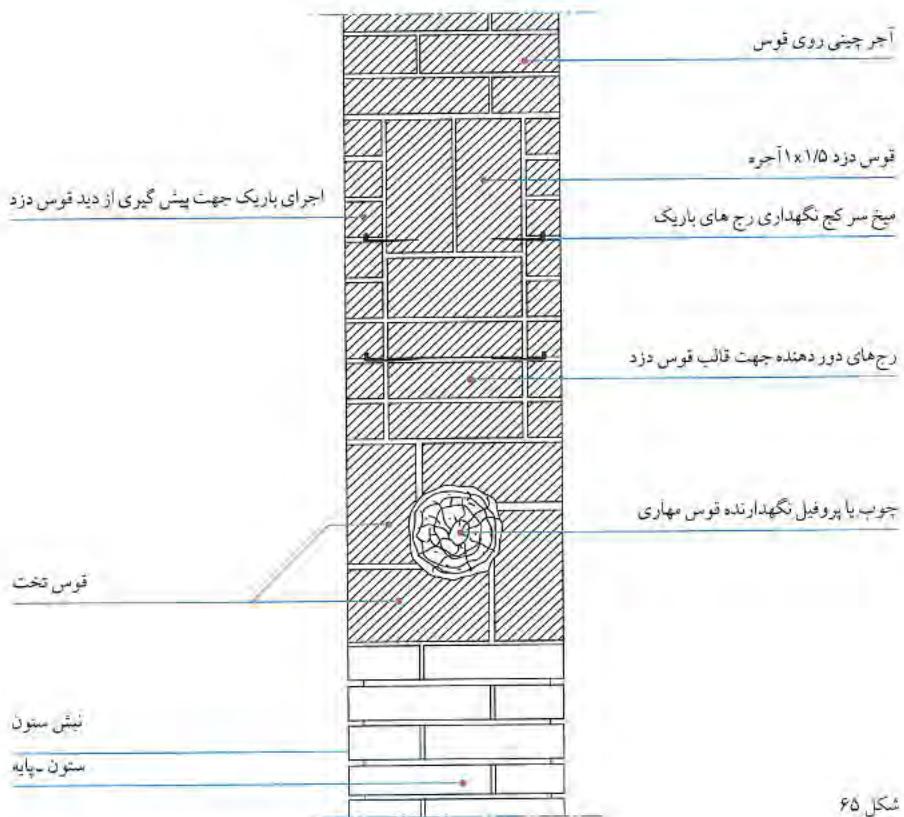


شکل ۶۳



شکل ۶۴

نوع دیگری از اجرای قوس دزد آن است که آجرهای قلمدانی، که برای نما تراشیده می‌شود و به کار می‌رود با میخ سرکج به هم متصل شود. (شکل ۶۵)



شکل ۶۵

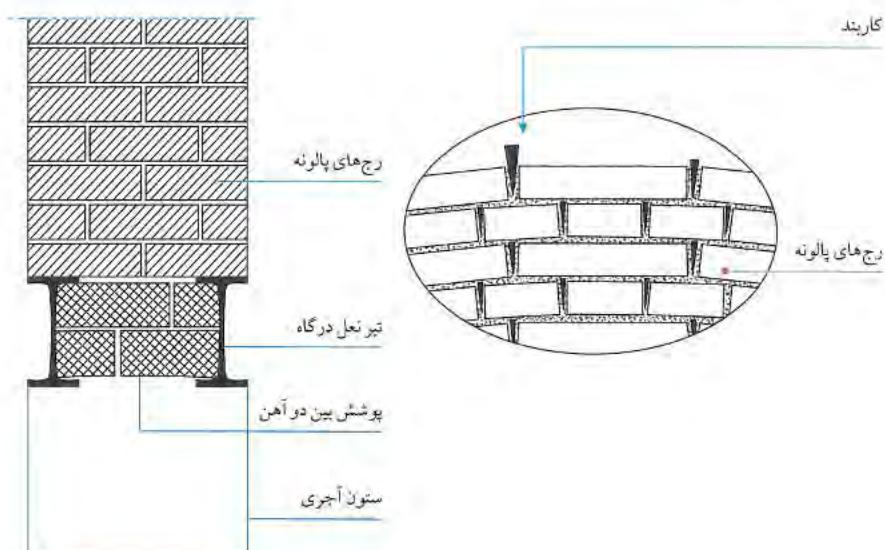
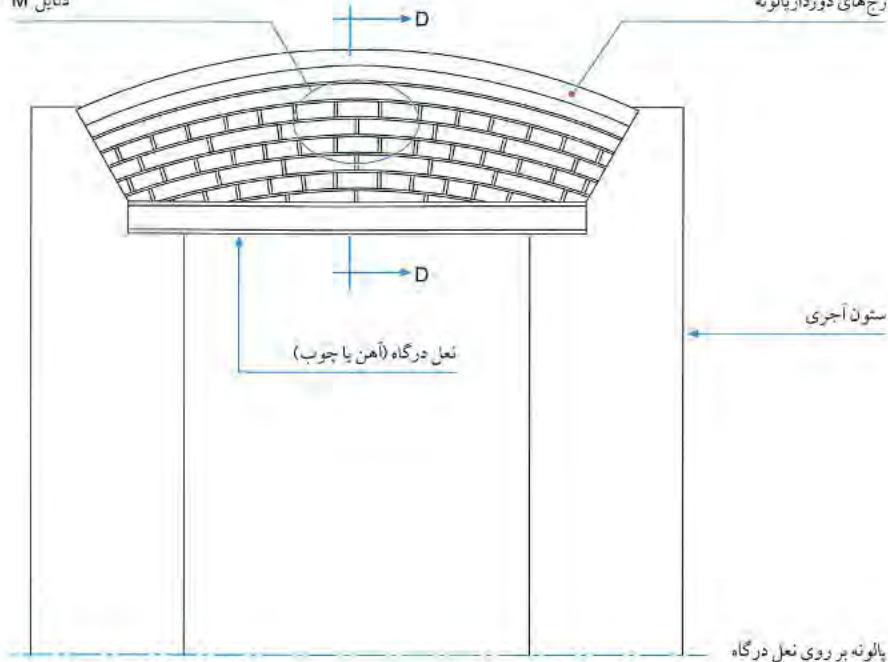
پالونه

برای تحمل نیروی وارد بر یک قوس تخت و یا نعل در گاه از پالونه می‌توان استفاده کرد. مسلمًاً قوس آزادکننده بار بیش از پالونه نیرو تحمل می‌کند ولی کاربرد و اجرای پالونه به مراتب آسان‌تر از این قوس است و اگر در ساختن پالونه و تنگ‌های بین آن توجه شود در زیر بار قابل استفاده خواهد بود. برای ساختن پالونه چنین عمل می‌کنیم: ابتدا در وسط قوس زیرین یک آجر به قد با ملات مرغوب نصب می‌شود. سپس آجر آبخوار می‌شود و ملات خمیری به صورت غوطه‌ای رج چینی می‌شود. پس از په وجود آمدن غلت دور رج‌های مدور را بنایی می‌کنیم تا به پاکار پرسیم. معمولاً برای اینکه پای رج‌های پالونه دارای تکیه‌گاه باشد تا پالونه در زیر بار دچار رانش و اصطلاحاً لگدزدن نشود تکیه‌گاه را در دو طرف تحت زاویه تقریباً 90° درجه با شروع دور می‌سازیم و پس از آماده‌سازی پاکار، کار ساختن پالونه را دنبال می‌کنیم. پس از آماده‌سازی زیر کار چه از نظر دور زیر پالونه و چه از نظر پاکار، رج‌های پالونه به صورت قوس با ملات مقاوم و آجر آبخوار چیده می‌شود. تفاوت این رج چینی با رج چینی افقی فقط در کاربرد کردن آجرهاست. (شکل ۶۶ و ۶۷)



شکل ۶۶

دتاپل



دتاپل M طریقه کاربند کردن رجهای پالونه

شکل ۶۷: پالونه بر روی نعل درگاه

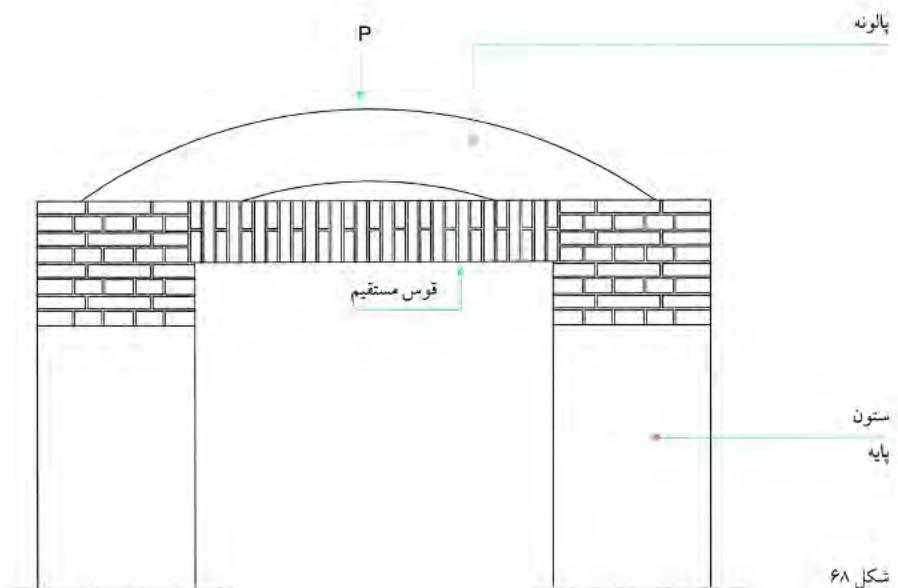
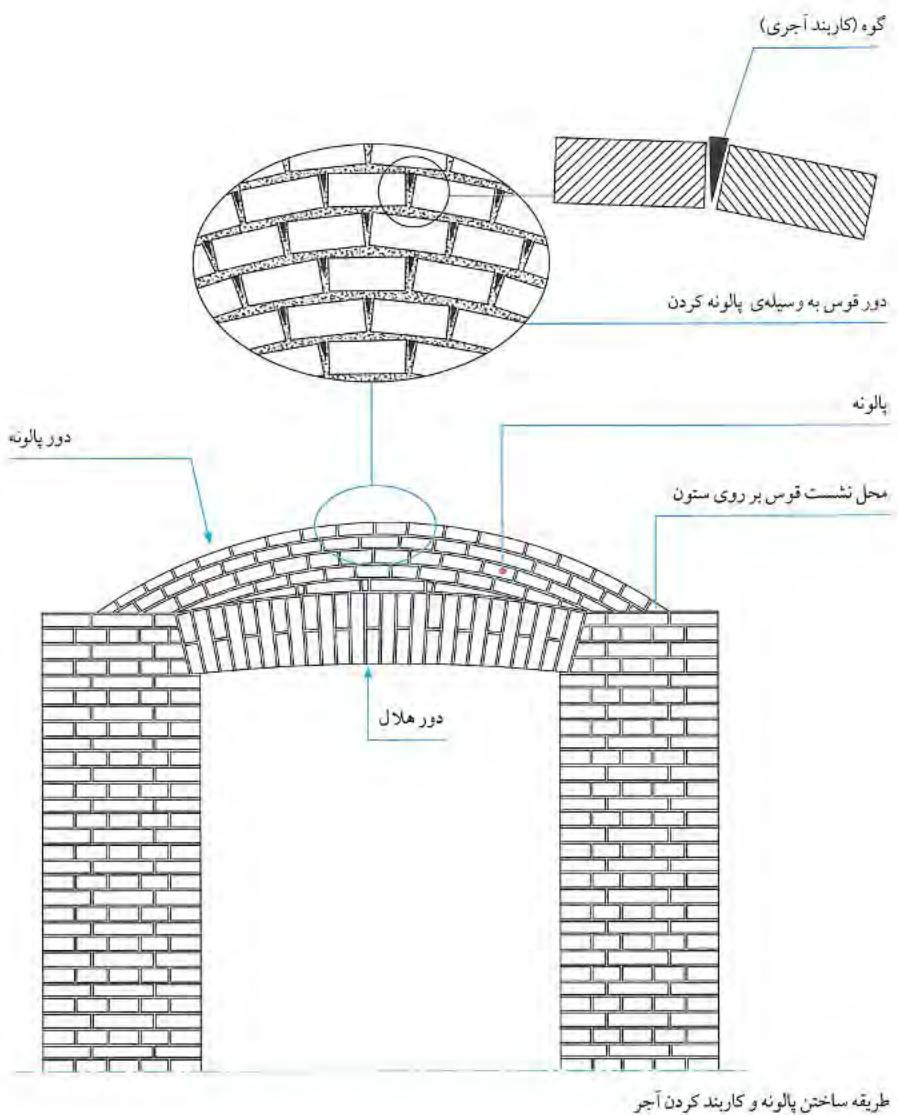
معمولًاً در این روش از دو قوس استفاده می‌شود:

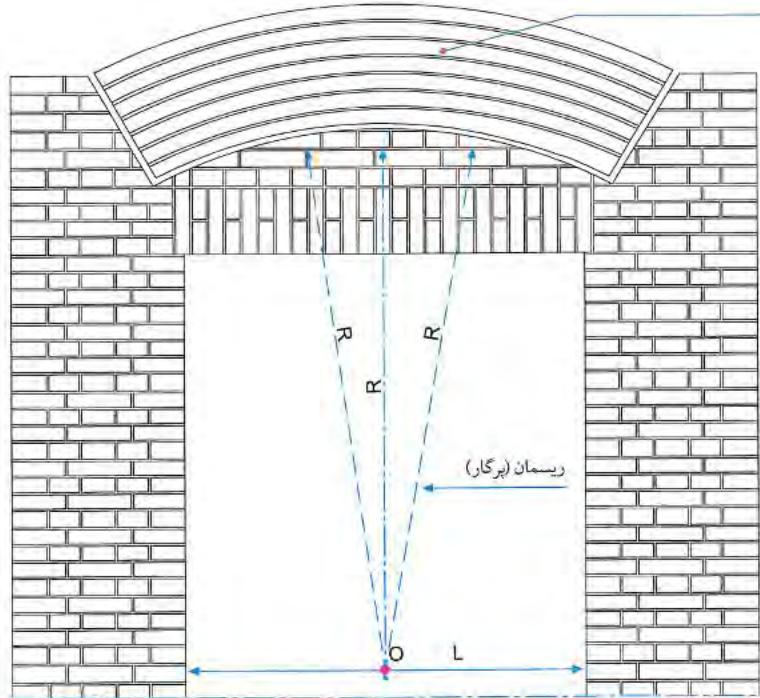
الف: قوس تختانی هر رج که آجرهای به کاررفته در آن قادر بند اضافی است.

ب: قوس فوقانی هر رج که دارای کمانی بزرگ‌تر است و بین درزهای آن باز می‌شود که باید با لاشه آجر کاربند شود تا رج‌ها در زیر بار دچار رانش و بازشدن نشود.

برای پالونه بستن روی قوس تخت ابتدا قوس با تیرگرد یا چهارترash مقاوم، که درون آن قرار می‌گیرد، به ستون‌ها مهار و سپس روی آن پالونه ساخته می‌شود.

توجه: عمل ذکرشده را امروزه می‌توان به جای تیر چوبی از انواع پروفیل‌های ساختمانی استفاده کرد. (شکل ۶۸ و ۶۹)



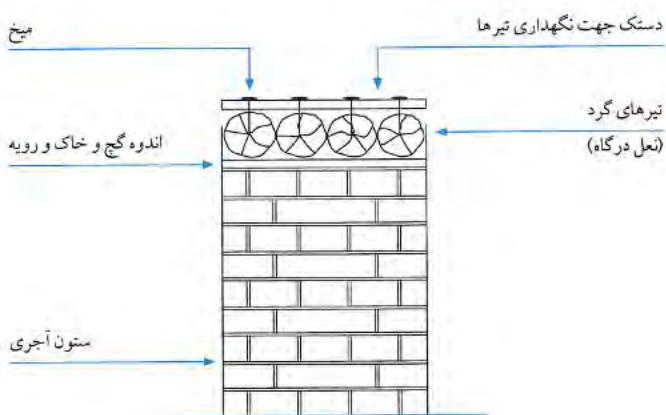


شکل ۶۹

پالونه در نعل درگاه

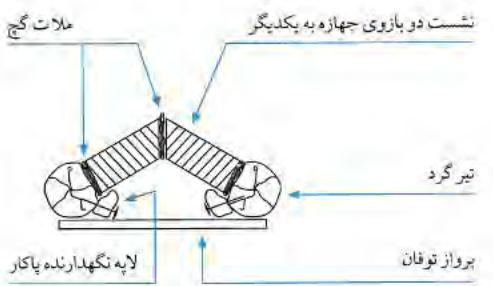
نعل درگاه به چند صورت ساخته می‌شود:

- ۱- پوشش آهن: این روش امروزه با پوشش تاق ضربی در بین دو آهن انجام می‌گیرد و دو سر نعل درگاه با تسمه به یکدیگر کلاف می‌شود. (به شکل ۶۷ رجوع کنید)
- ۲- پوشش چوب: در این حالت عرض نعل درگاه با تیرهای گرد و مقاوم پوشش می‌شود و این تیرها به وسیله‌ی چند دستک به یکدیگر کلاف می‌شود. (شکل ۷۰)

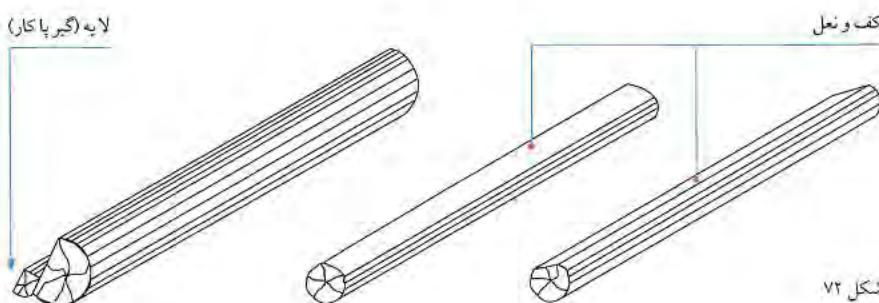


شکل ۷۰

- ۳- جهازه کردن: در این روش از دو تیر گرد و مقاوم که تکیه‌گاه جهازه است نعل و کف برداشته می‌شود. برای پیشگیری از بازشدن جهازه در محل نعل لایه‌کوبی می‌شود تا تکیه‌گاهی برای پاکار جهازه باشد. سپس محل تثیت دو آجر فارسی می‌شود و عمل جهازه کردن به وسیله‌ی ملات گچ انجام می‌گیرد. کونال‌های جهازه با آجر فارسی بنایی می‌شود تا پاکاری مسطح برای پالونه کردن به وجود آید (نام جهازه بنایی از جهاز شتر گرفته شده است). (شکل ۷۱ و ۷۲)



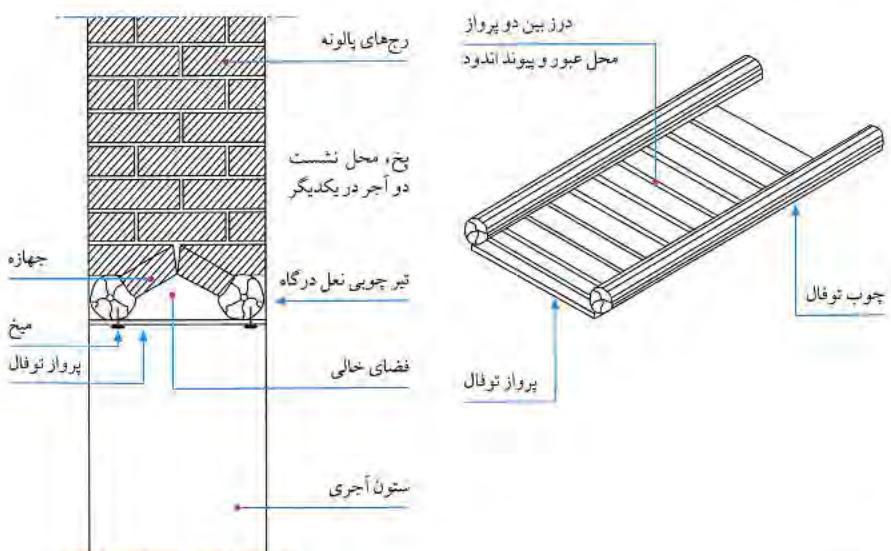
شکل ۷۱



شکل ۷۲

معمولًا برای اینکه پوشش نعل درگاه از ناجیهی زیر جهازه نمایان نباشد با کوبیدن و میخ کردن پرواز به صورت توفال سطح زیر نعل درگاه مستطح و تخت می شود.

به طوری که قبلًا اشاره شد برای ساختن پالونه روی دو ستون تکیه گاه مقاومی با زاویه لازم ساخته می شود، سپس اولین رج پالونه روی نعل درگاه به روشنی که قبلًا ذکر شد با دور کافی ساخته می شود و سپس دومین رج با نشست بیشتر تا پاکار، با دور کافی بنایی می شود. بدین ترتیب تمام رج ها به صورت قوس چینی و با کاربند کردن ساخته می شود. در شکل ۷۴ تمام پالونه و دو مقطع که پوشش نعل درگاه و جهازه را در زیر پالونه نشان می دهد دیده می شود. (شکل ۷۳ و ۷۴)



شکل ۷۳

سقف از جهازه‌بندی

هنر معماری و پوشش طاق‌ها در اشکال گوناگون و عموماً با استفاده از مصالحی همچون خشت و گل و خصوصاً آجر و گچ بوده است. اجرای پوشش‌های تاقی بنا به سلیقه‌ی بنایان هنرمند این مرز و بوم به واقع ارزش‌هایی آفریده شده است که مورد توجه جهانیان گردیده است.

نکته: هنرمند بنا و معمار ایرانی پوشش‌های سقف را تنها به تاق‌های ضربی و... اکتفا نکرده بلکه آنجایی که چوب مرغوب و مقاوم فراوان بوده و خطر موریانه نیز نبوده است و یا در رفع آن چاره شده است دست به خلاقیت زده و از چوب و آجر توأم برای پوشش سقف چون «جهازه‌بندی^۱» استفاده کرده است.

روش اجرا:

۱- به‌طوری که در نعل درگاه‌سازی از دو تیر مقاوم و لایه‌کوبی زیر آن و استقرار دو آجر و تکرار آن به شکل یخ شده با استفاده از ملات مرغوب گچ در بین بندهای آجر سطحی بازیار را به وجود آورده است، استفاده می‌شود.

۲- در این اجرا گیر هر سر تیر بیشتر از ۵۰ سانتیمتر روی دیوارها بوده. ضمناً با تراش تیر قطور به شکل پس‌نشین جای نشست آجر در تیر به وجود آورده می‌شود.

۳- پس از تخت کردن گلوگاه‌ها در بین تیرها، محل نشست دو آجر در تارک پیش شده.

۴- آجرهای آماده شده که کاملاً مقاوم می‌باشند آبخوار شده و با ملات مرغوب گچ از یک طرف در بین ردیف‌های تیرهای چوبی که چشممه نامیده می‌شوند استقرار و بنایی می‌شوند.

۵- پس از پایان پوشش از دو شیب آجر که به شکل جهازه‌ی شتر خواهد بود با احتیاط که رانش در پوشش جهازه به وجود نماید «غوره گل» ریزی پشت قطعات جهازه انجام شده و سقف از تیرهای چوبی و آجر به‌نام سقف «تیر جهازه» به وجود آورده می‌شده است. (شکل الف-۷۴)



شکل الف-۷۴

۱. زینی که بر پشت شتر برای نشستن بسته می‌شود، جهازه گفته می‌شود. از آن ترکیب برای پوشش‌های چوب و آجر برای سقف‌سازی استفاده می‌شده است. از این جهت به این نام شهرت گرفته است.

نعل در گاه سازی در زیر قوس‌ها

هر گاه بخواهیم پوشش قوس در درگاه و یا موارد مشابه به شکل پوشش تخت نعل در گاه ساخته شود و ظاهر قوس نمایان نباشد از این روش استفاده می‌شود بدین صورت که محل ختم پایه و شروع قوس (پاکار) به اندازه‌ی ده سانتی‌متر از هر طرف یعنی از دو جهت نما به صورتی که به قوس صدمه‌ای وارد نشود خالی می‌شود. دو سر یک یا چند تیر گرد در محل خالی شده با استفاده از ملات گچ و گازبندی (پرکردن درون فضاهای گچ با لاسه آجر) در جای خود قرار می‌گیرد.

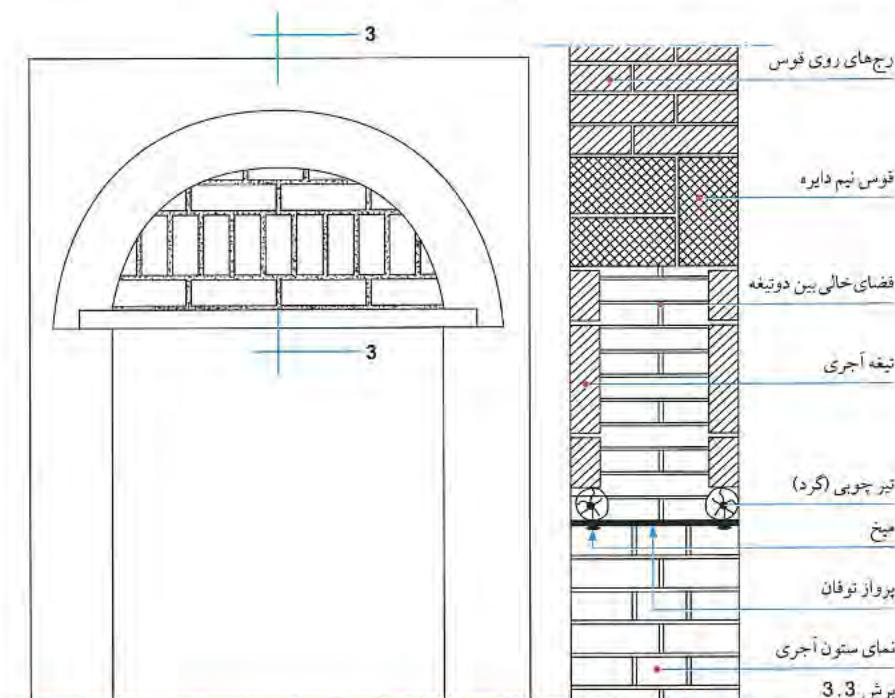
پس از محکم کردن دو سر تیر، فضای خالی بین دو تیر که به موازات یکدیگر می‌باشد با پرواز چوبی به فاصله‌ی نیم سانتی‌متر میخ می‌شود. (قبل از سطح پروازها با تیشه نجاری زخم برداشته است). زخم زدن بر سطح پرواز و با فاصله بودن پرواز برای آن است که ملات اندود در آن‌ها تشست کند و اتصال یابد. پس از استقرار تیرهای توفال و پروازکوبی دو قسمت جلو و عقب نماتیغه آجری می‌شود. توجه داشته باشید اگر عمل پروازکوبی بعد از تیغه انجام شود امکان تکان خوردن و جدا شدن رجه‌های تیغه از ملات گچ و جودار دارد.

توجه ۱: اگر بین تیغه و قوس پیوندی وجود نداشته باشد اندود و رویه‌ی گچی ترک خواهد خورد و لی اگر یک رج در میان به اندازه یک کلوک از قوس تراشیده شود تا رجه‌های تیغه در قوس فرو رود اندود ترک نخواهد خورد.

توجه ۲: برای جلوگیری از ترک خوردن گی در نما، باید محل غلت و دور قوس و آجرچینی شاخه‌های چوب در ملات «گچ و خاک» کشیده شده و قطعات نی یا شاخک‌های چوب در ملات فرو برده شود و سپس سطح روی آن‌ها اندود گردد. امروزه این عمل با توری مرغی (گالوانیزه) انجام می‌شود.

توجه ۳: پس از بنایی تیغه بین دو شمشه‌ی نیش و بدنه اندود می‌شود و بدینسان با پوشش نعل درگاه فضای خالی در بنا دیده نخواهد شد.

در شکل نمای تیغه روی چوب توفال در زیر قوس نیم‌دایره دیده می‌شود و برش ترسیم فوق گویای جزئیات اجرایی مورد ذکر شده است. (شکل ۷۵)



شکل ۷۵

قوس خنچه‌پوش تخت

قوس خنچه‌پوش تخت یا خنچه‌ای از قوس‌های دسته سوم یعنی قوس‌های تزیینی است. این قوس به دو صورت به کار می‌رود:

۱- قوس منفرد: در این حالت ابعاد قوس به اندازه‌ی محدود ساخته می‌شود. یعنی تیزه‌ی قوس ارتفاع، و عرض قوس عمق آن را مشخص می‌کند (مثلاً ارتفاع قوس یک آجر و عرض قوس دو آجر).

۲- تاق خنچه‌پوش: در این حالت پوشش برای راهروها و سقف‌هایی با دهانه‌ی کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. (پوشش گلوبی و تاق تخت در دهانه‌ی بیش از ۱۵۰ سانتیمتر به کار می‌رود). حالت دوم یعنی پوشش خنچه‌پوش به مراتب بیش از نوع اول یعنی قوس با پوشش محدود خنچه‌ای کاربرد دارد. در هر دو صورت نوع کار تقریباً یکی است. و به طور کلی ساختن قوس خنچه‌ای دو مرحله دارد:

الف: ساختن گلوبی در دو طرف

ب: پوشش تاق در ناحیه‌ی وسط

طریقه‌ی ترسیم قوس خنچه‌پوش تخت

۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.

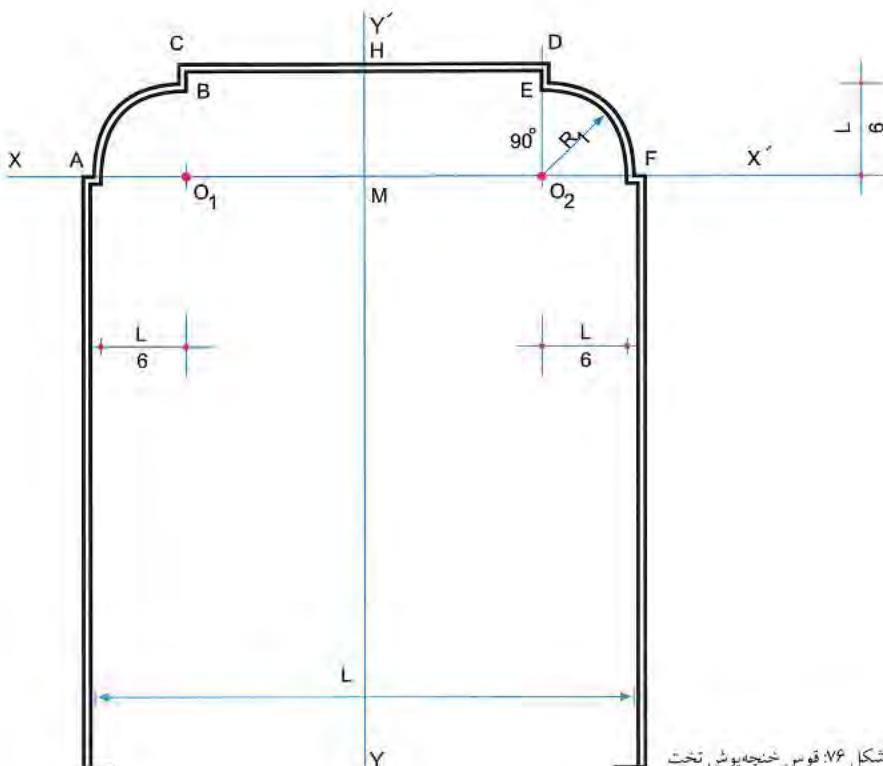
۲- برای رسم گلوبی قوس روی محور افقی بین دو تکیه‌گاه به اندازه‌ی $\frac{L}{6}$ جدا می‌شود تا مرکز O1 در طرفین به دست آید.

۳- از نقطه‌ی O1 روی محور افقی خط کمکی O1C و O1D تحت زاویه‌ی ۹۰ درجه رسم می‌شود.

۴- از مرکز O1 به شعاع R1 به اندازه‌ی $\frac{L}{6}$ گلوبی از نقاط A و F تا نقاط C و D ادامه می‌یابد.

۵- فاصله‌ی BC و DF به دلخواه عمود بر امتداد ستون رسم می‌شود.

۶- رسم ناحیه تاق تخت به موازات محور افقی 'XX بین نقاط C و D انجام می‌گیرد. (شکل ۷۶)

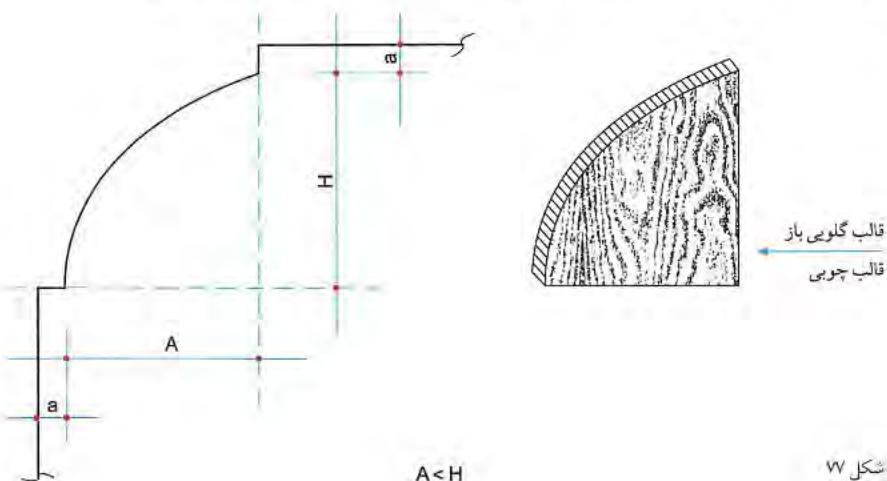


شکل ۷۶: قوس خنچه‌پوش تخت

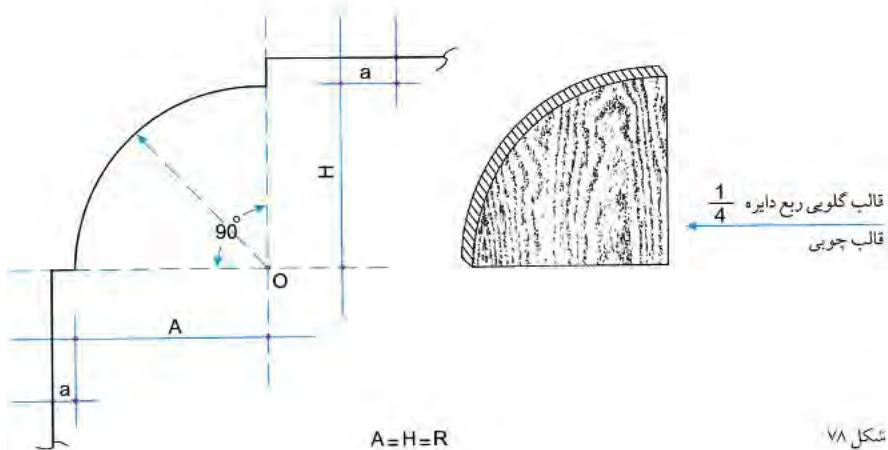
بنایی قوس خنچه‌پوش تخت

پس از ساختن ستون، پایه یا دیوارهای دو طرف تا ارتفاع کافی تراز با یکدیگر ساخته و تخت می‌شود. در قوس خنچه‌ای معمولاً گلوبی با غلت مطلوب، در حدود ضخامت یک رج یا پنج سانتیمتر از دیوار یا ستون که به صورت پایه می‌باشد، پیش گذاشته می‌شود. پیش آمدگی رج اول را به اصطلاح چفت می‌گویند. برای این که چفت به صورت غلت دور گلوبی ساخته شود، از وجود قالب گلوبی به شرح زیر استفاده می‌شود:

برای ساختن اولین رج، قالب چوبی عمود بر خط افق نگهدارشته می‌شود و یک آجر با تبعیت از حرکت مدور قالب در وضع پیش آمده و نشست بر سطح قالب در جای خود قرار می‌گیرد. همین عمل در سمت دیگر نیز انجام می‌شود و آجر با غلت لازم در محل خود قرار می‌گیرد. سپس در سر رج رسمنانکشی می‌شود و آجرچینی با پیوند لازم و مورد نظر انجام می‌گیرد. (شکل ۷۷ و ۷۸)

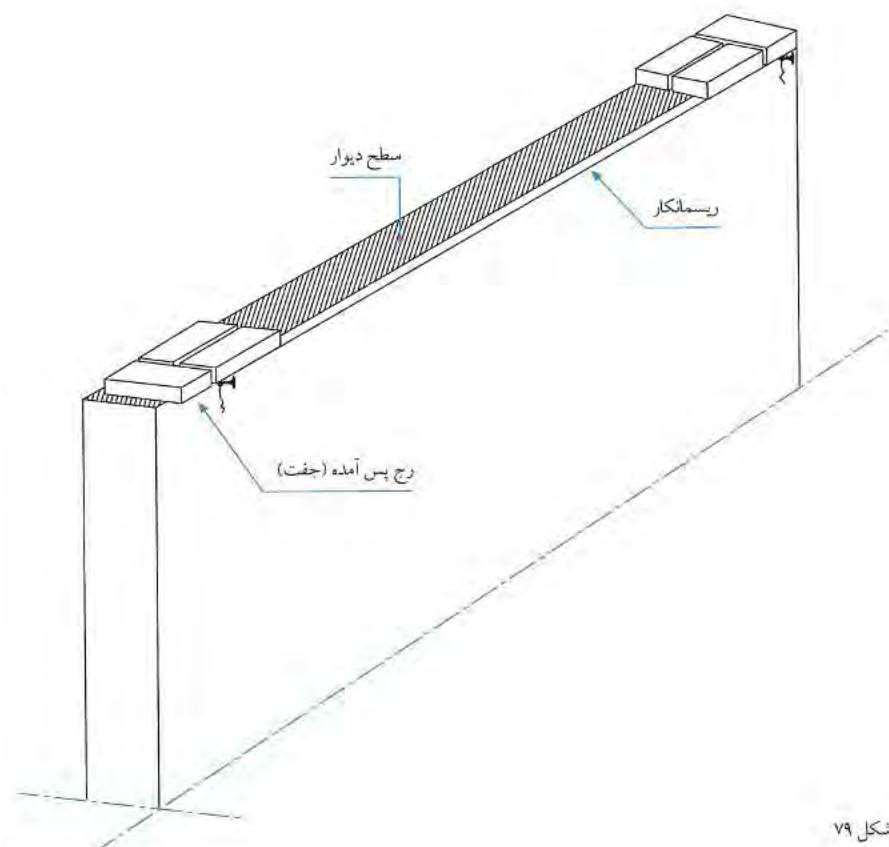


شکل ۷۷



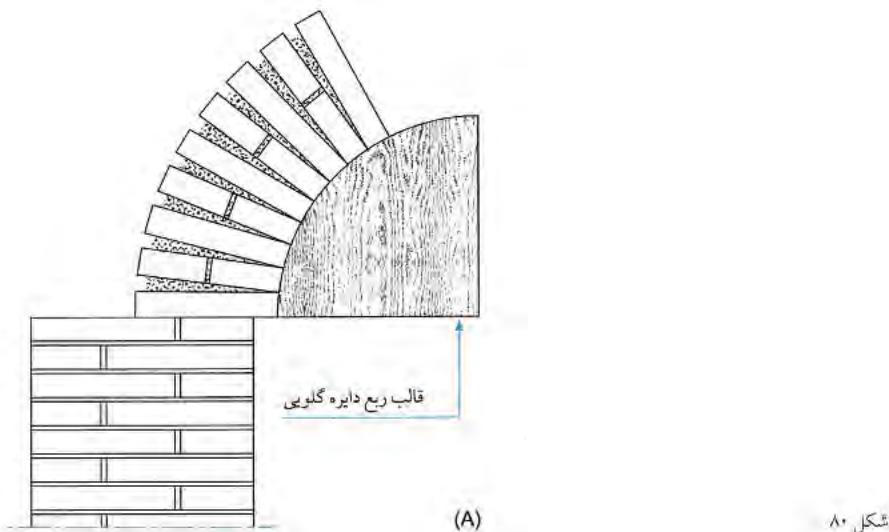
شکل ۷۸

پس از ساختن این رج چیدن رج های بعدی با پیوند، با حرکت مدور مطابق شکل قالب و با رسمنانندی، همان طور که در رج چفت انجام گرفته بود، تکرار می شود. (شکل ۷۹)

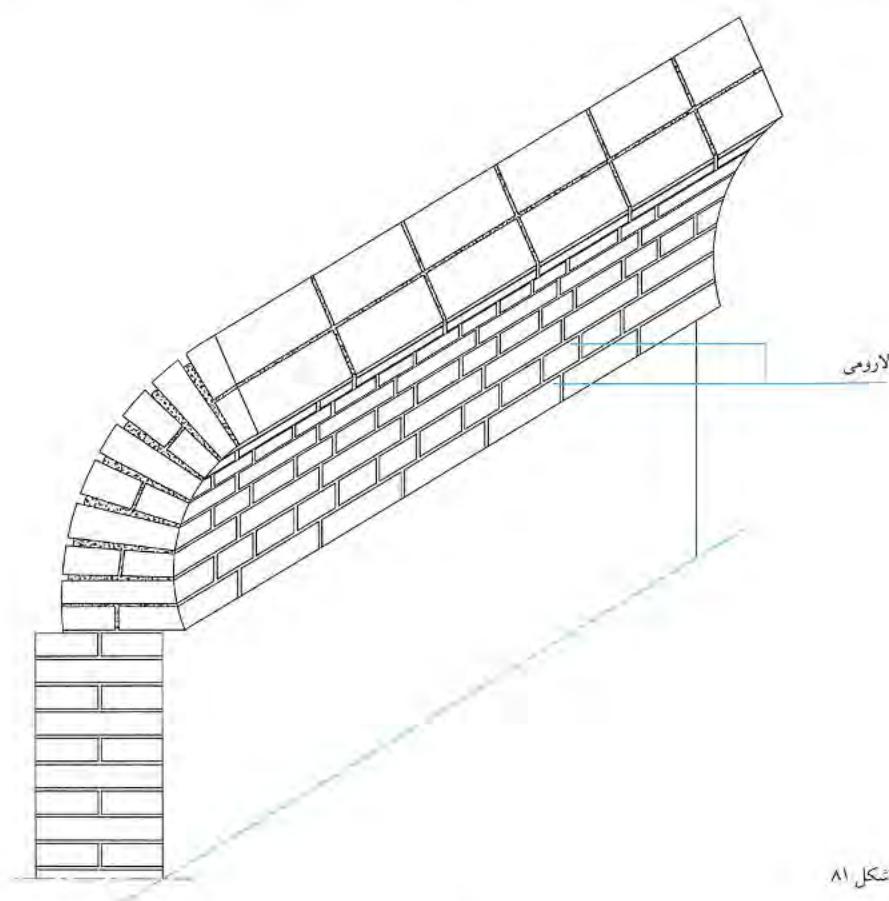


شکل ۷۹

پوشش گلوبی در حالت دوردار از روی الگوی چوبی به دست آمده و با چیدن رج ها به وجود می آید. معمولاً برای دور دادن به رج ها پشت آجر بلند گرفته می شود. بلند گرftن پشت آجر به وسیله ملات و در صورتی که ضعف خامت ملات کافی نباشد با چسباندن لایه کار دی پشت رج انجام می گیرد. این نوع پوشش را رومی، می نامند. شکل ۸۰ و ۸۱ حالت لاپوش را نشان می دهد. (شکل ۸۰ و ۸۱)



شکل ۸۰

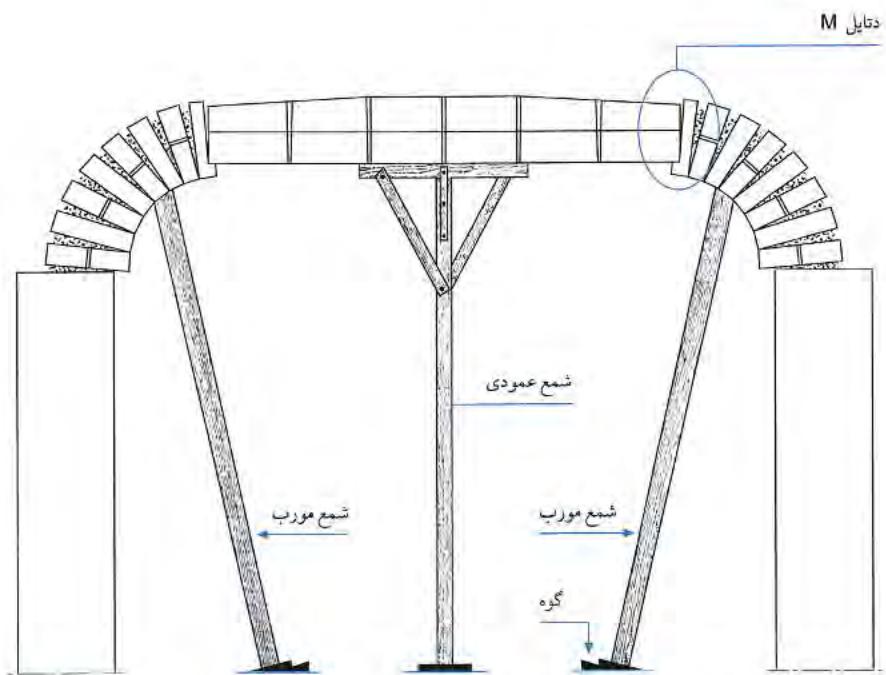


شکل ۸۱

در این نوع پوشش‌ها پس از اینکه چهار رج از گلوبی با غلت لازم ساخته شد، برای اینکه رج‌ها از جای خود جدا نشود حتماً باید تنگ بسته شود. تنگ عبارت است از شمع چوبی که به فاصله‌ی هر ۷۰ سانتی‌متر یک عدد بیر غلت دور گلوبی به طور مورب مستقر می‌شود. نشست شمع بر رج‌ها باید تقریباً ۹۰ درجه باشد. بدیهی است برای اینکه شمع چوبی از محل استقرار خود جدا نشود باید محل فارسی چوب را با گوه تیز محکم کرد. در موقع بستن تنگ باید توجه کرد تا حرکت دادن شمع چوبی رج‌ها اهرم نشود زیرا هر گونه اهرم شدن باعث شکستن رج‌ها و جداسدن آن‌ها از یکدیگر می‌شود.

پس از ساختن گلوبی و پوشش تاق تخت، برای اینکه تاق تخت افت نداشته باشد در زیر وسط تاق نیز شمع کوبی انجام می‌شود. شمع کوبی در تاق تخت با شمع T است تا طول بیشتری از سقف با شمع بسته شود.

شمع‌های مورب در ناحیه‌ی گلوبی، و همچنین شمع‌های میانی، تا پایان خشک شدن تاق در جای خود باقی می‌ماند و پس از اطمینان کامل از گرفتن ملات و ساخته شدن تاق، بدون اهرم کردن با کشیدن گوه‌های زیر آنها جدا می‌شود. (شکل ۸۲)



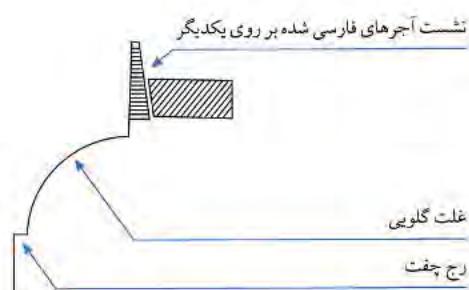
شکل ۸۲: شمع بندی در گلوبی و پوشش وسط

بنایی قوس تخت بین دو گلوبی

قوس تخت در گلوبی‌ها به دو صورت اجرا می‌شود:

الف: پس از ساختن گلوبی برای پوشش تاق تخت و شکل دادن به آن باید به اندازه چفت پایین در ناحیه‌ی تاق نیز عقب‌نشینی کرد و در اطراف تاق یک رج به صورت لا به شکل پیخ (سروته) تراشید و به کار برد.

حالت پیخ پای تاق برای پوشش مستقیم ساخته می‌شود. آجرهایی که برای پوشش ابتدایی و انتهایی تاق تخت به کار می‌رود باید به شکل سروته درآید. تشست این آجرها بر روی رج پیخ لا مانع سرخوردن تاق تخت است. (شکل ۸۳)



شکل ۸۳

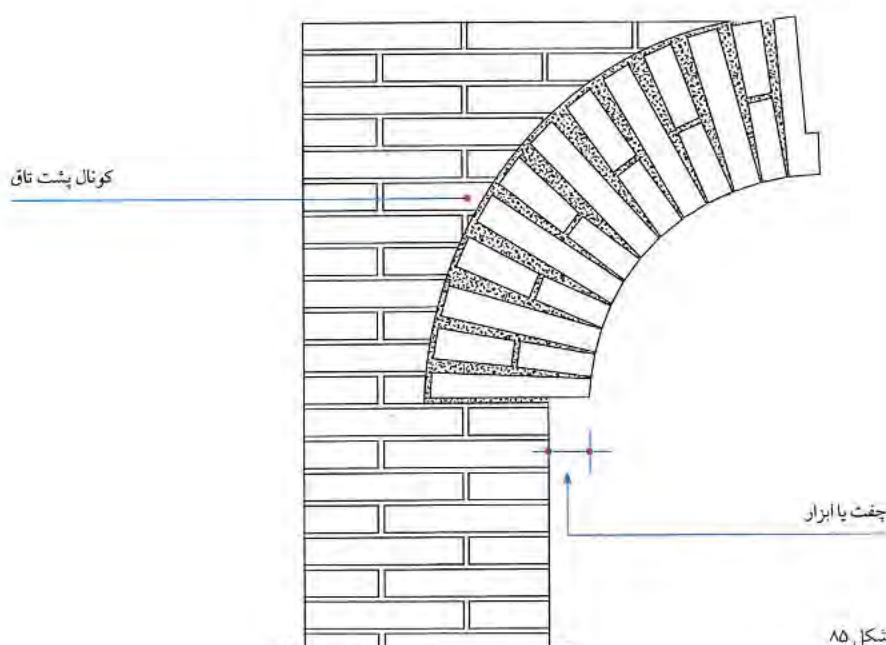
ب: برای نشست تاق تخت بر روی گلوبی از آجرهای قفلی که به صورت L تراشیده می‌شود در پاکار استفاده می‌کنیم. کاربرد آجر قفلی در پاکار باعث نشست و اتصال کامل تاق تخت با پوشش گلوبی است. در این حالت خطر جداشدن تاق تخت از گلوبی کم است اما این روش زیاد معمول نیست زیرا برای تیشه‌داری کار زیادی لازم است. (شکل ۸۴)



شکل ۸۴

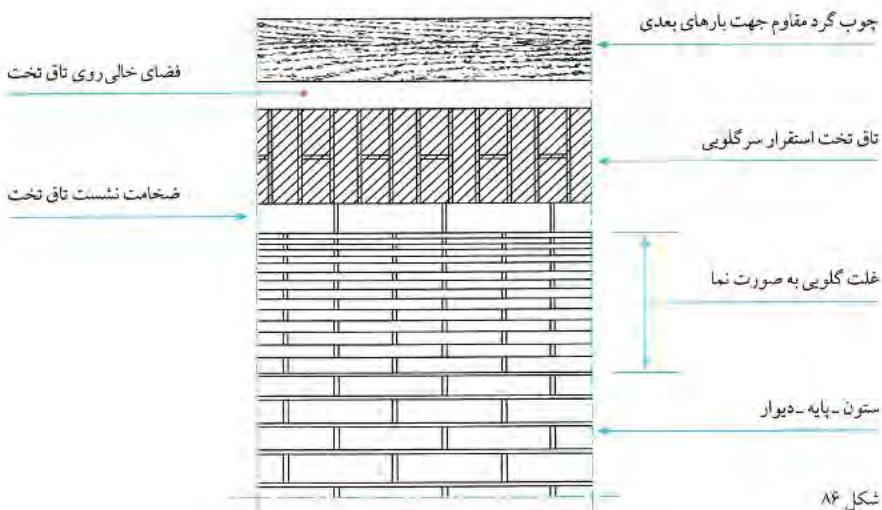
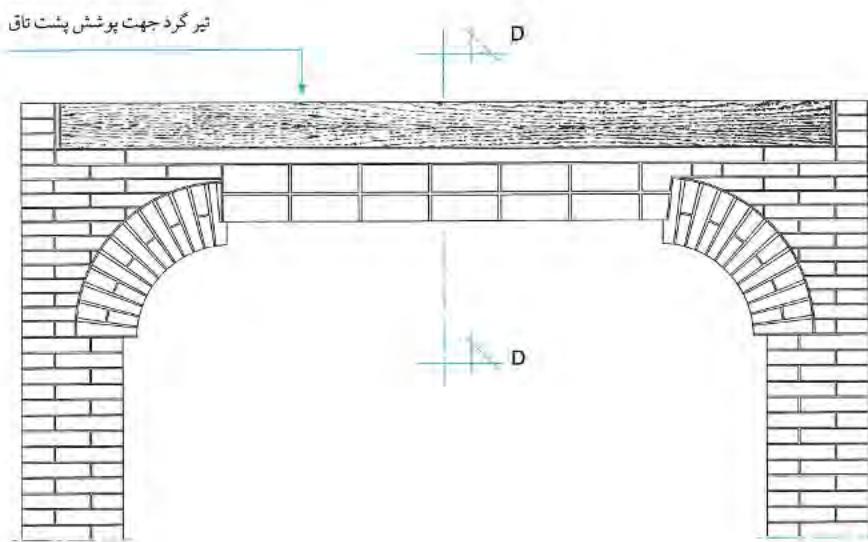
تاق خنچه‌ای و نیروهای وارد بر آن

بر تاق خنچه‌ای به علت فاقد بودن دور و تخت بودن نمی‌توان نیرو وارد کرد و برای استفاده از بالای قوس باید پس از ساختن قوس کونال‌های دور گلوبی آن را ساخت. بستن کونال از نشست تاق تخت جلوگیری می‌کند. شکل حالت مذکور را به‌وضوح نشان می‌دهد. برای وارد کردن بار بر تاق به اندازه یک رج بالاتر از روی تاق چیدن ستون را ادامه می‌دهیم تا زمینه برای پوشش بالای تاق آماده شود. (شکل ۸۵)

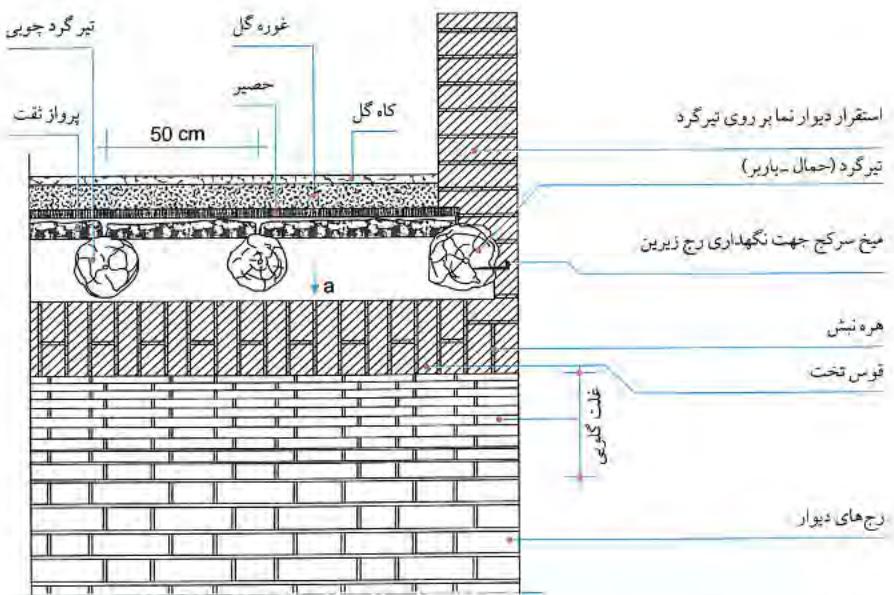


شکل ۸۵

توجه ۱: در قدیم برای پوشش پشت تاق تخت از چوب‌های گردی که پهلوی یکدیگر چیده می‌شد استفاده می‌کردند. شکل ۸۶ نمای پوشش تاق و برش آن را نشان می‌دهد. (شکل ۸۶)

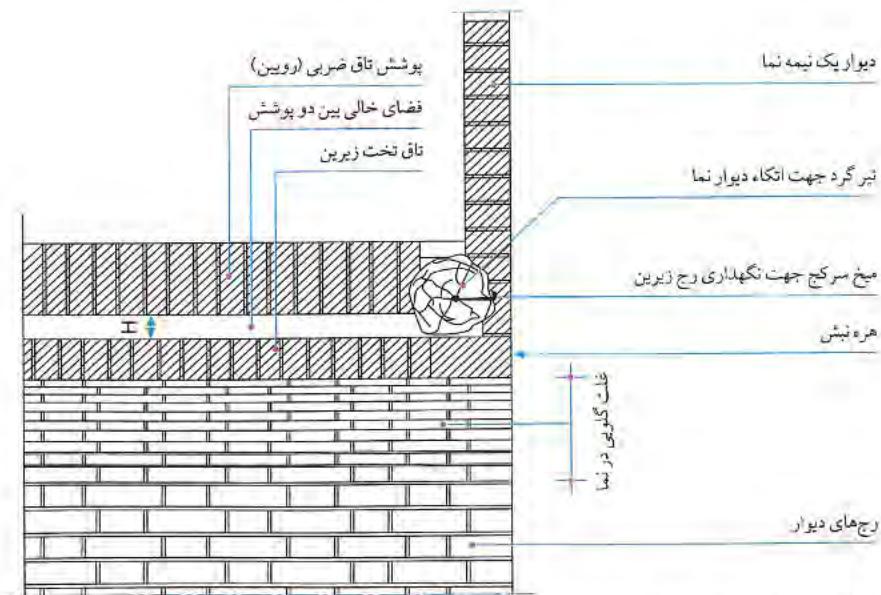


توجه ۲: پوشش پشت تاق یا سقف دوم به شکل‌های مختلف اجرا می‌شود. پس از تیربریزی با رعایت فاصله از پشت تاق زیرین، روی تیر که قبلاً نعل گرفته شده پرواز ثقت چیده می‌شود، سپس روی ثقت حصیر پهن می‌شود و روی آن به ضخامت ۵ سانتیمتر غوره گل (شفته گل) بدون آهک ریخته و کاملاً لگد می‌شود، در مواردی پس از خشک شدن شفته، روی آن کاهگل می‌شود تا از نفوذ حشرات جلوگیری شود. برای اینکه این پوشش بر تاق اثر نگذارد آن را با فاصله نسبت به تاق می‌سازند. (شکل ۸۷)



شکل ۸۷ جزیبات قائلهای دو سقف

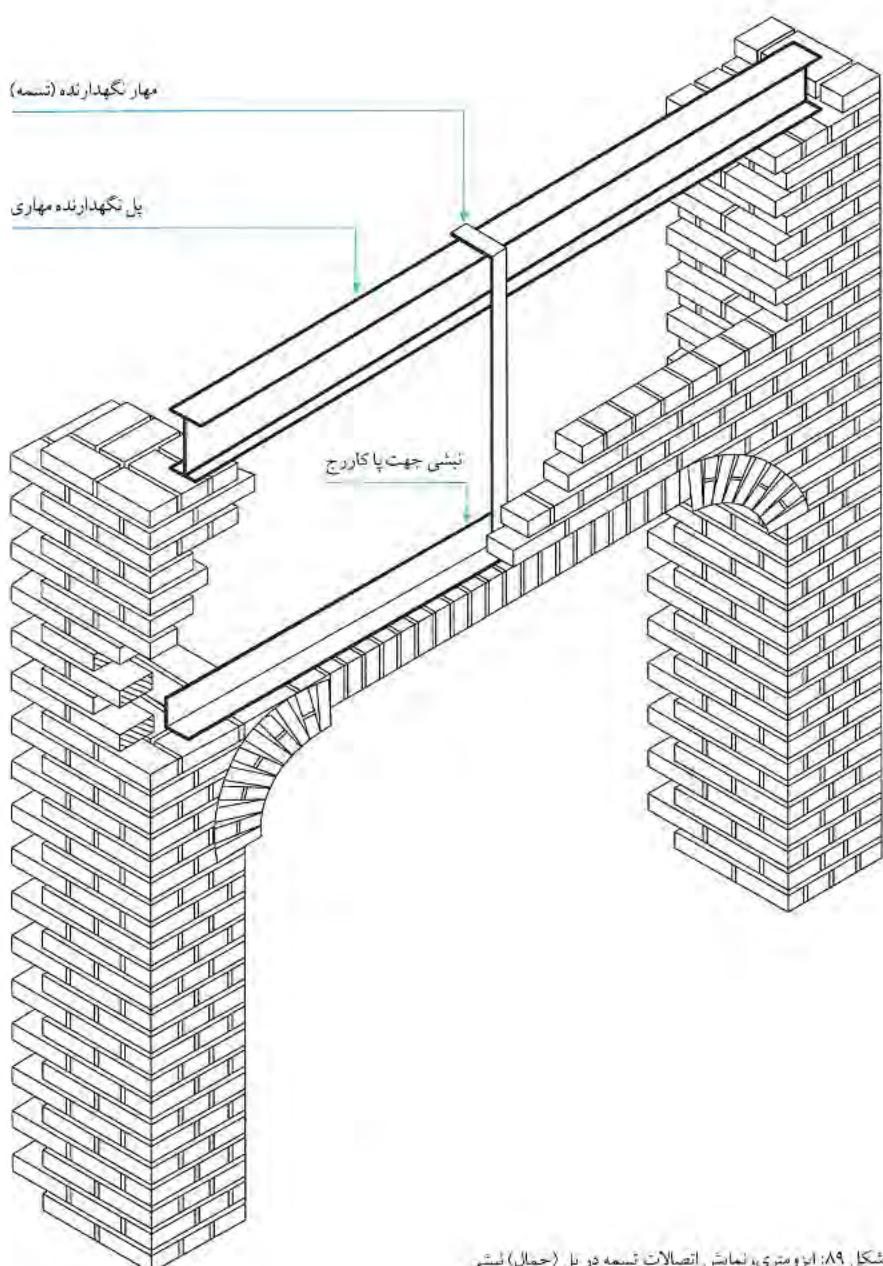
سقفی که به این ترتیب ساخته می‌شود بار را تا حدی تحمل می‌کند، برای نماسازی با کوییدن میخ سرکج به تیر گرد پوشش بالایی، زمینه برای رج چینی به وجود می‌آید. بدیهی است که در این نوع پوشش خطر نفوذ موریانه در تیرها و پوسیدن آنها وجود دارد. در ضمن بر چنین پوششی نمی‌توان تیروی فشاری وارد کرد. گاه در پوشش بالایی تاق تخت از تاق ضربی استفاده می‌شود. در این پوشش نیز باید فضای خالی بین دو تاق را ملاحظه داشت. (شکل ۸۸)



شکل ۸۸ نمایش تاق دوم بر روی پوشش زیرین

امروزه برای رچ چیدن روی قوس تخت از نبشی استفاده می‌شود. برای اینکه این نبشی کمانش نکند با تسمه‌ای به تیرآهن باربر (حمل) مهار می‌شود و رچ‌های نما به قطر یک نیمه روحی نبشی با گچ یا سیمان چیزه می‌شود. برای اینکه نبشی بر قوس تخت فشار وارد نکند آن را یک سانتیمتر بالاتر از قوس قرار می‌دهند.

تاق دوم با پوشش تاق ضربی و با دور کافی بر روی تاق تخت ساخته می‌شود. در ضمن برای نگهداری تاق تخت، مهار نگهدارنده‌ای به صورت یک میلگرد به کار می‌رود. باید توجه داشت که ساختن سقف دوم با پوشش تاق ضربی برای تمام قوس‌هایی که دارای چنین شرایطی می‌باشند الزامی است، زیرا نیروهای وارد فقط توسط پوشش بالایی تحمل می‌شود و تاق زیرین فقط چنینی تزیینی دارد. (شکل ۸۹)



شکل ۸۹: ایزو متري، نمایش اتصالات تسمه در پل (حمل) نبشی

موارد استفاده‌ی قوس خنچه‌ای تخت

از قوس خنچه‌ای در پوشش راهرو، دالان‌های طویل، ورودی سرسرा و نعل درگاه استفاده می‌شود. این پوشش در سال‌های اخیر و خصوصاً در دوران قاجاریه با آجر به ابعاد مختلف ساخته شده است. امروزه از این پوشش در تاق‌های کوچک در فضاهایی مانند راهروها، سرسراه‌ها، شاهنشین‌ها، نمای بناهای آجری و غیره استفاده می‌شود.

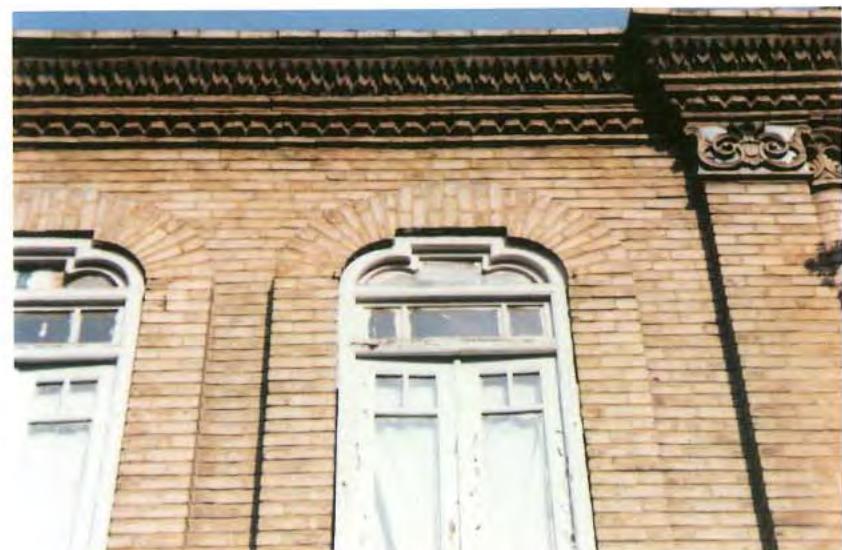
این قوس را در دوره‌ی صفویه با گچکاری و یا گچبری بر قوس تخت می‌ساختند و به عنوان یک قوس تزیینی مورد استفاده بوده است. قوس خنچه‌پوش تخت در طبقه سوم عمارت کلاه‌فرنگی در بندرعباس در زمان صفویه ساخته شده است (روایت است که این ساختمان از بناهایی است که پر تقالی‌ها ساخته‌اند). قوس خنچه‌پوش باز در ورودی عمارت هشت باغ دولت‌آباد یزد (از اواخر دوره نادری و اوایل دوره زندیه)، ورودی خانه‌ی بزرگ عرب‌ها در یزد، نمای اصلی باغ فین کاشان (از دوران صفویه) با دهانه عریض و مرتفع در شمال شرقی رواق بقعه شیخ صفی‌الدین اردبیلی و در نمای منزل قزوینی‌ها واقع در میدان شهشهان اصفهان (از بناهای دوران قاجاریه) با پوشش اندود به کار رفته است. لازم به یادآوری است که از این قوس زیبا، در بسیاری از آثار معماری ایران و همچنین در بناهای امروزی نیز استفاده شده است. (شکل ۹۰ تا ۹۳)



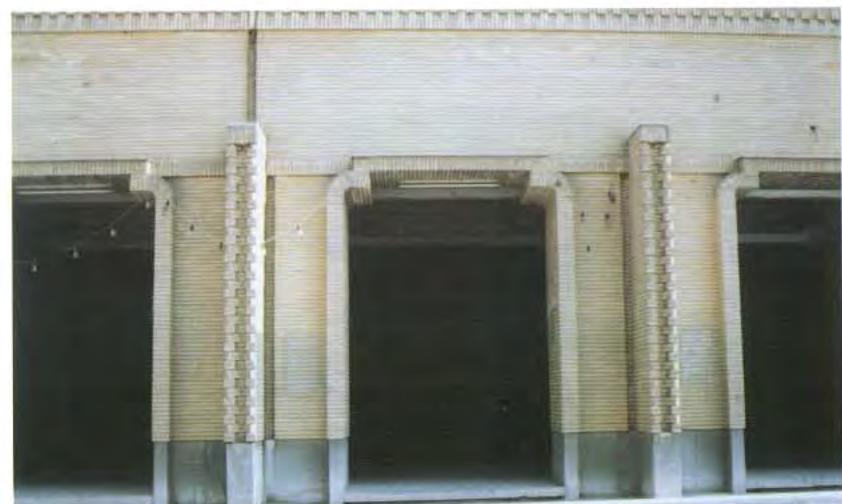
شکل ۹۰: بارگاه احمد بن موسی(ع)
شیراز: معاصر میانی



شکل ۹۱: کاخ عکس‌خانه در کاخ گلستان، تهران؛ دوره قاجاریه



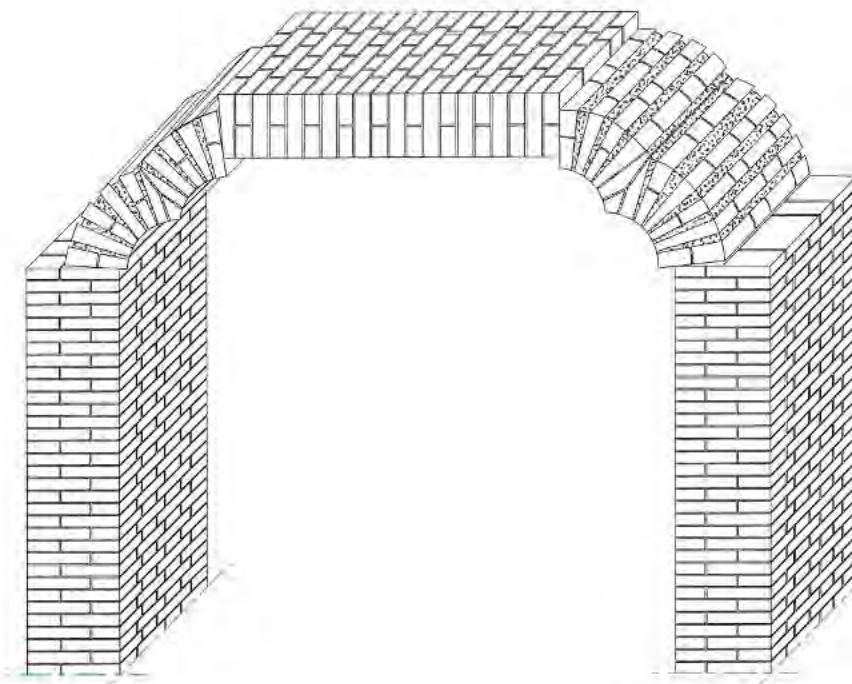
شکل ۹۲: ترکیب دور قوس خنجره‌پوش تخت، بنای مسکونی، مشهد؛ دوره پهلوی اول



شکل ۹۳: کاربرد دور قوس خنجره‌پوش تخت، بازار هنر، اصفهان؛ بنای امروز

قوس خنچه پوش دوگلوبی

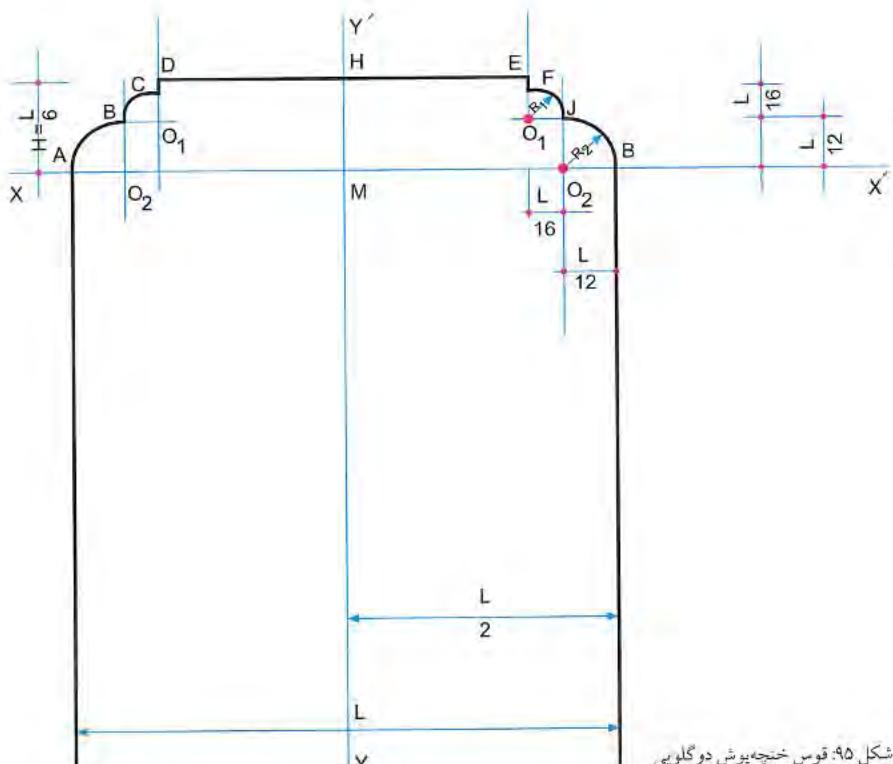
قوس خنچه پوش دوگلوبی با دهانه‌ای کمتر از 150 سانتیمتر یکی از قوس‌های گروه سوم و کاملاً تریبینی است. این قوس نیروی فشاری را تحمل نمی‌کند و اگر بخواهیم نیرو بر این قوس وارد کنیم باید روی آن قوس باربر دیگری، که بتواند نیرو را تحمل کند و باربر باشد، بنا کنیم. (شکل ۹۴)



شکل ۹۴: ابرو مرتبی قوس خنچه پوش دوگلوبی

طریقه‌ی ترسیم قوس خنچه پوش دوگلوبی

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- به فاصله‌ی $\frac{L}{12}$ از دو نقطه A و B روی محور 'XX نقاط O₂ و O₂ مشخص می‌شود.
- ۳- خط کمکی J-O₂J و O₂B عمود بر محول افقی رسم می‌شود و به وسیله‌ی شعاع R₂ که به اندازه‌ی $\frac{L}{12}$ است کمان دایره تا نقاط J و B رسم می‌شود.
- ۴- از نقطه‌ی J و B خطی کمکی به موازات محور 'XX به اندازه‌ی $\frac{L}{16}$ به ادامه می‌یابد تا نقاط O₁ در طرفین به دست آید.
- ۵- به مرکز O₁ و O₁ خطوط کمکی O₁E و O₁D عمود بر خط کمکی افقی J و O₁B رسم می‌شود و به شعاع R₁ که به اندازه‌ی $\frac{L}{16}$ می‌باشد کمان ربع دایره دوم رسم می‌شود.
- ۶- دو نقطه‌ی E و D با خط مستقیم DE به موازات محور 'XX رسم می‌شود. (شکل ۹۵)

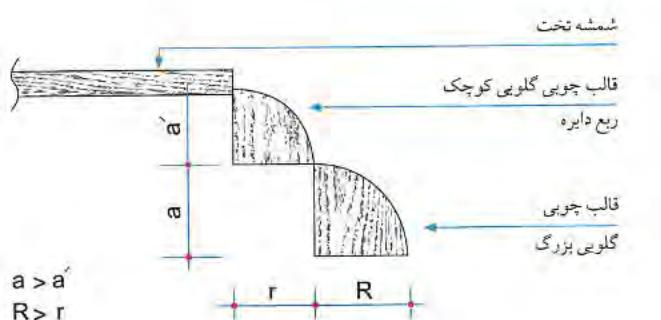


شکل ۹۵: قوس خنچه‌پوش دوگلویی

طریقه پیاده کردن قالب

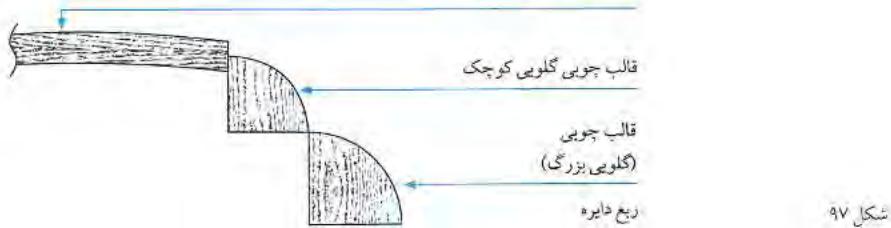
قوس خنچه‌پوش دوگلویی، همان‌طور که از روی شکل مشخص است دوگلویی دارد. هر دوگلویی روی تخته با ترسیم یک ربع دایره یا کمانی بازتر از ربع دایره خط می‌شود و سپس به طریقی که در مبحث قوس خنچه‌پوش تخت توضیح داده شده قالب تهیه می‌شود.
پوشش وسط بر دو نوع است:

- ۱- پوشش کاملاً تخت: در این پوشش برای مستقیم ساختن قوس از شمشه چهار گرده تیز و تند استفاده و شمشه در سطحی کاملاً تراز نصب می‌شود. (شکل ۹۶)



شکل ۹۶

- ۲- قالب با دور عدسی کمتر از دور هلالی است و در نتیجه در این قالب خیز بسیار کمی برای قالب در نظر گرفته می‌شود. خط کردن قالب مانند ترسیم قوس هلالی بر روی زمین است. در مواردی قالب ۳ مرحله‌ای را به صورت واحد و یکپارچه می‌سازند. چنین قالبی به هنگام کار بنایی دست و پاگیر خواهد بود. (شکل ۹۷)



شکل ۹۷

بنایی قوس خنجه‌پوش دوگلوبی

پس از تخت شدن دو ستون با دو دیوار یا دو پایه، نسبت به دور گلوبی، بر روی قالب‌های مربع دایره رج‌ها محاسبه و شمارش می‌شود. برای ساختن قوس، آجرها با رعایت سروته تراشیده و آبساب و آماده نصب می‌شود.

قوس به دو صورت ساخته می‌شود:

۱- در ابعاد محدود: در این حالت تبره و عرض قوس مانند ایزو متری کامل قوس، که ملاحظه شد، مشخص است.

۲- پوشش با طول زیاد: مانند پوشش رومی.

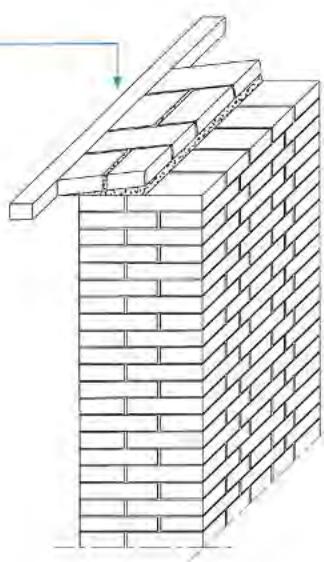
در پوشش محدود رج‌ها به دو صورت بنایی می‌شود:

۱- به صورت رومی برای گلوبی‌ها و یا پوشش در ناحیه وسط.

۲- به صورت رومی برای گلوبی‌ها و لاپوش برای ناحیه وسط قوس.

به طور کلی شکل کار یکی است و در هر دو صورت باید از قالب‌های ذکر شده استفاده کرد. برای بنایی اولین رج با رعایت پیوند و اندازه ملات با یک دست قالب عمود بر سطح افق نگهداشته و با دست دیگر آجر طوری نصب می‌شود که سطح کله آجر بر روی کله قالب کاملاً نشست کند و دور قوس را به وجود آورد. در پوشش‌های کوتاه با نصب دو آجر در دو طرف ستون، ردیف‌سازی متن دو آجر با شمشه انجام می‌شود و نیازی به رسما نکشی نیست. در پوشش‌های طویل «اوساکردن» رج‌ها در مرحله نصب با رسما نکشی، یا شمشه کش کردن رج‌ها در پوشش‌های محدود، عملی می‌شود. (شکل ۹۸)

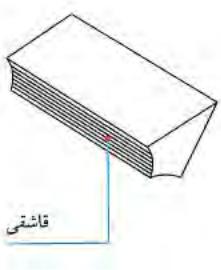
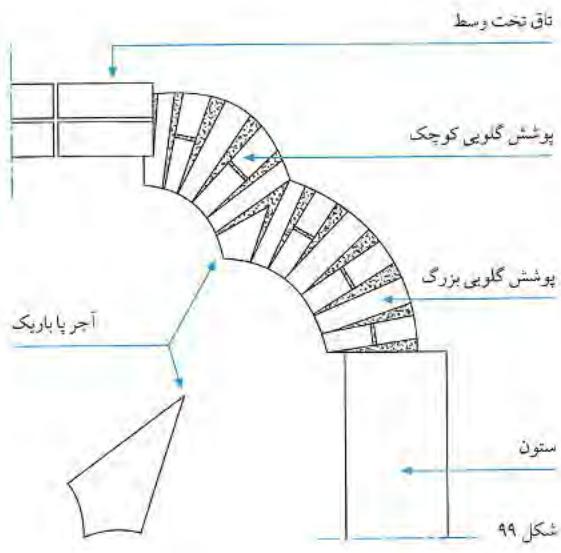
شمشه جهت یک باد کردن رج‌ها



شکل ۹۸

در بنایی این قوس رج مشترک بین دو کمان یعنی محل اختتام گلوبی بزرگ و شروع گلوبی کوچک حایز اهمیت است. برای این که گردش رج در این محل به صورت کاملاً دوردار در دو جهت انجام شود، از آجر پاباریک تیشه‌داری شده استفاده می‌شود. به طوری که در شکل‌های ۹۹ و ۱۰۰ نشان داده شده است آجر پاباریک تراشیده و با تعیت از حرکت دوردار قالب به صورت قاشقی تیشه‌داری می‌شود و پس از آبساب شدن به کار می‌رود. پا باریک بودن آجر در این محل باعث آن است که رج با تکیه‌گاهی مطمئن در غلت دور خود برای شروع ساختن گلوبی کوچک آماده شود.

(شکل ۹۹ و ۱۰۰)

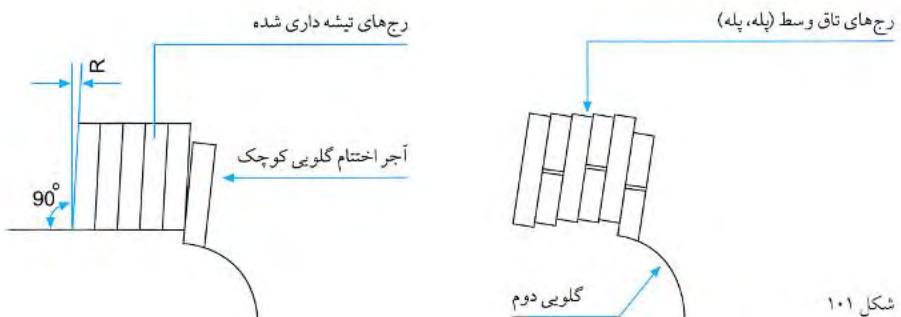


شکل ۱۰۰

پس از نصب رج پاباریک، رج‌های بعدی مانند قوس گلوبی بزرگ با پیوند و با استفاده از قالب چوبی کوچک ساخته می‌شود تا دور قوس آجری در ربع دایره ختم شود. در پوشش میانی اگر در ناحیه وسط قوس تخت قرار گرفته باشد، تکیه‌گاه آن را به دو صورت می‌توان تعییه کرد.

- ۱- آجر قفلی: که نحوه‌ی کاربرد آن در قوس خنچه‌ای تخت بررسی شد.
- ۲- تکیه‌گاه پیخ: در این حالت آخرین رج با زاویه بنایی می‌شود و آجرهای تاق به تعداد لازم و با پیخ بسیار کم نصب می‌شود.

برای اینکه پوشش این قوس از ناحیه زیر، پله‌پله نشود کله آجرها را تیشه‌داری می‌کنند، رج‌های وسط این قوس پخی ندارد و به صورت عمودی بنایی می‌شود. (شکل ۱۰۱) توجه مهم: این قوس و گروه آن، با قوس کلیل و کلاله شباهت زیادی دارد.



شکل ۱۰۱

کاربرد قوس خنجه‌پوش دوگلوبی

قدمت این قوس را می‌توان به دوران صفویه نسبت داد. از این قوس، در دوره‌های بعد بخصوص دوره‌ی قاجاریه و در آثار ایران در بناهای بیرونی و اندرونی به‌وفور استفاده شده است. نمونه به‌کار رفته این قوس را می‌توان در بقعه شاه نعمت‌الله ولی در ماهان، باغ دولت‌آباد یزد و مدرسه ابراهیم خان کرمان و بسیاری دیگر، همچنین در بناهای امروزی بررسی کرد. (شکل ۱۰۵ تا ۱۰۲)



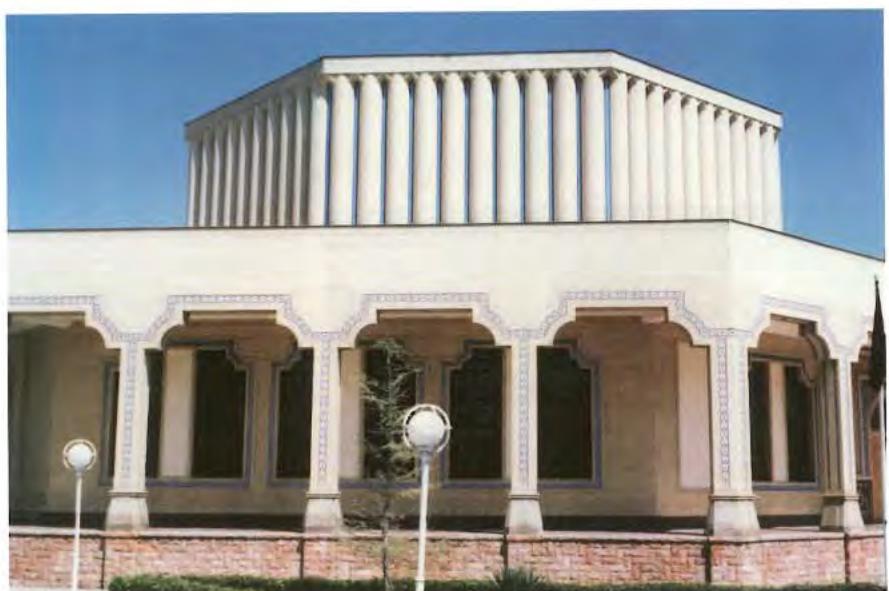
شکل ۱۰۳: ترکیب دور قوس، منزل عامری‌ها، کاشان؛ دوره قاجاریه



شکل ۱۰۲: ترکیب دور قوس، منزل لاری‌ها، یزد؛ دوره قاجاریه



شکل ۱۰۴: ترکیب دور قوس خنچه‌پوش دوگلوبی، راهروهای طرفین فضای «شکم در باده» منزل موسی خان، شهر باپک؛ معاصر



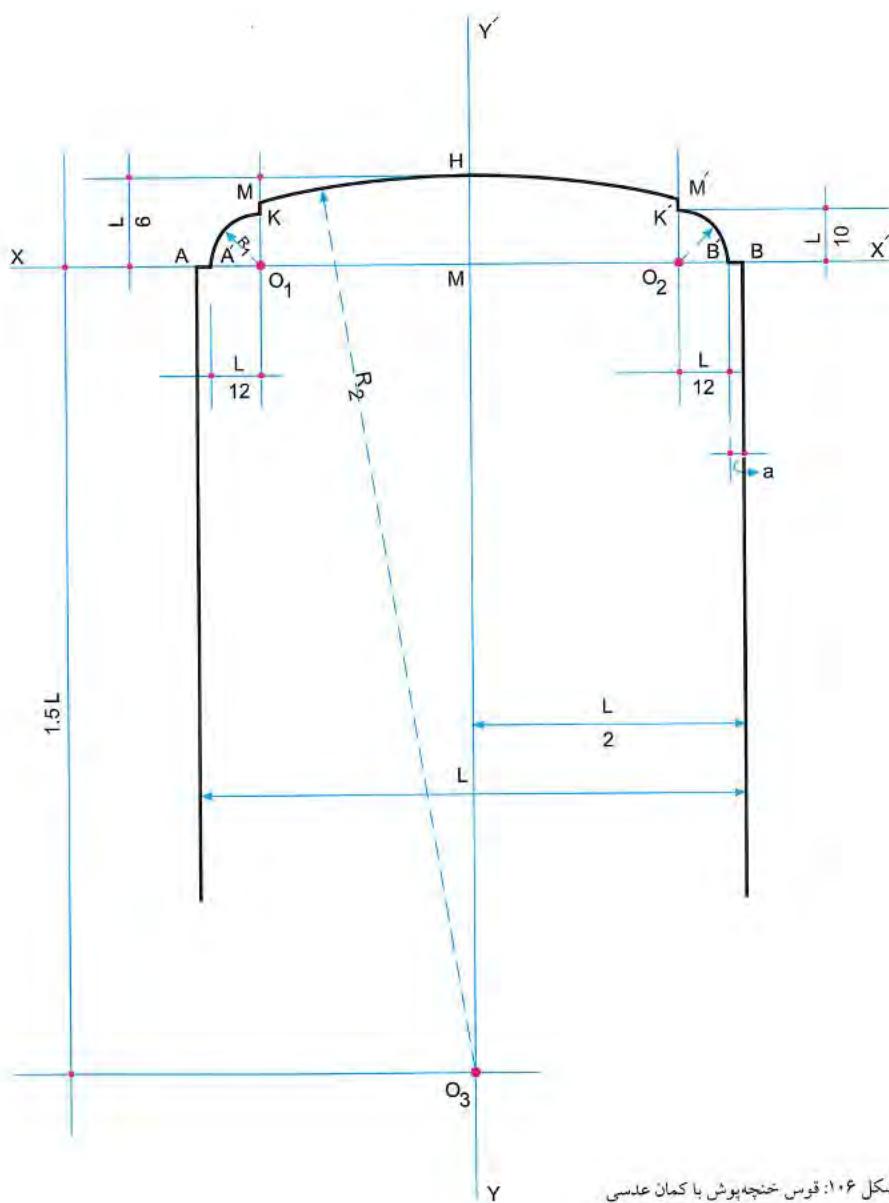
شکل ۱۰۵: ترکیب قوس خنچه‌پوش تخت با سلله گلوبی، مجموعه فرهنگی، ورزشی آستان قدس رضوی، مشهد مقدس؛ بنای امروز

قوس خنچه‌پوش با دور عدسی

قوس تخت با کمترین نیروی فشاری می‌شکند مگر اینکه اصول مهاری نگهدارنده در آن رعایت شود. برای اینکه پوشش وسط این قوس دارای اطمینان بیشتری باشد و در ضمن تا حدی رعایت تخت بودن قوس بشود، گاه خیزی مناسب به پوشش وسط داده می‌شود. چنین قوسی را قوس عدسی می‌نامند. مقاومت این قوس‌ها تا حدی از قوس تخت بیشتر است. بدیهی است که در بنایی این قوس نیز باید اصول لازمی چون روش‌های نصب قالب، نشان کردن رجه‌ها، کاربرد ملات و آجر و مخصوصاً شمع‌بندی در موقع ضروری در زیر تاق را دقیقاً به کار گرفت.

طریقه‌ی ترسیم قوس خنچه‌پوش با کمان عدسی

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود. فاصله‌ی $'AA'$ و $'BB'$ به اندازه‌ی دلخواه برای کتیبه جدای می‌شود.
- ۲- مراکز O_1 و O_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{12}$ از نقاط $'A'$ و $'B'$ روی محور افقی جدا می‌شود.
- ۳- خط کمکی O_1K از مرکز O_1 عمود بر محور افقی استخراج می‌شود.
- ۴- کمان قوس به شعاع R_1 از $'A'$ تا K کشیده می‌شود.
- ۵- پاره خط KM به طول لازم برای کتیبه جدا می‌گردد. همین اعمال در جانب دیگر حول مرکز O_2 تکرار می‌شود.
- ۶- روی محور عمودی YY' مرکز O_3 به فاصله‌ی $1/5$ از مرکز O_1 برابر دهانه از محور افقی جدا می‌شود و کمان دوم به مرکز O_3 و شعاع O_3K رسم می‌شود. (شکل ۱۰۶)



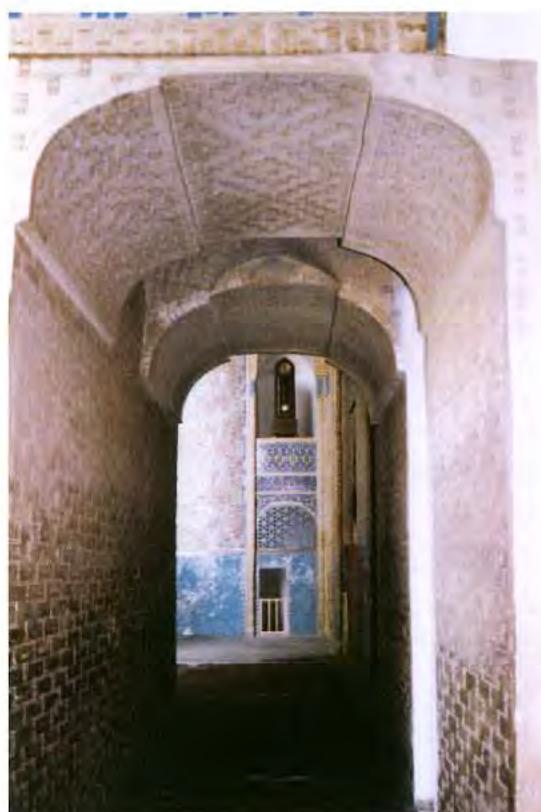
شکل ۱۰۶: قوس خنچه‌پوش با کمان عدسی

موارد استفاده از قوس خنچه‌پوش با دور عدسی

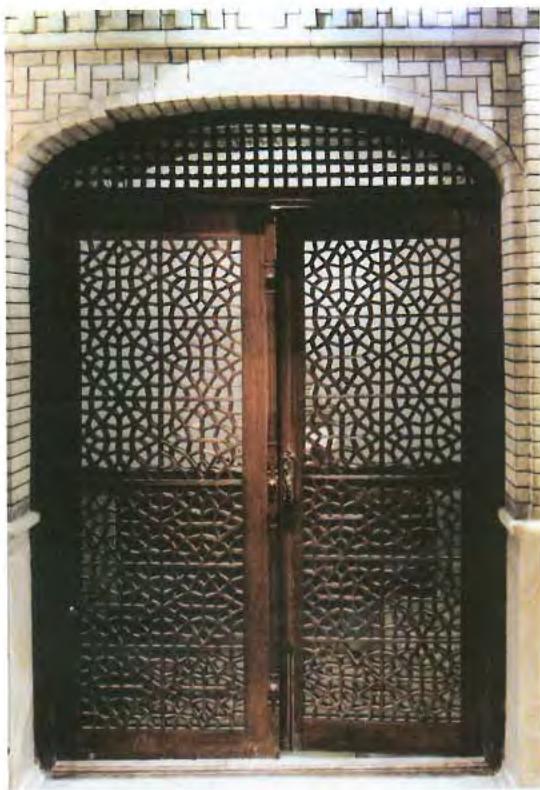
به طوری که گفته شد قوس خنچه‌پوش دوگلوبی قوسی است تزیینی که استفاده از آن در دوران تیموری معمول شد و در دوره‌ی صفویه نیز از آن در اثار معماری و در حالت‌های نزدیک به هم بوفور استفاده گردید. در دوره‌های بعد، در نماها و همچنین در نعل درگاه‌های در و پنجره، و پوشش راهروها و دالان‌ها و... به کار گرفته شد. امروزه پوشش برای این قوس با آجر ۳ یا ۴ سانتی‌متری با نمایی جالب اجرا می‌شود. (شکل ۱۰۷ تا ۱۱۵)



شکل ۱۰۷: ترکیب دور قوس خنچه‌پوش دوردار عدسی، صحن بزرگ (اتابکی) بارگاه حضرت معصومه(س): دوره قاجاریه



شکل ۱۰۸: ترکیب دور قوس خنچه‌پوش
مسجد کبیر بزد (قسمتی از ریشه‌های مسجد بر
روی آتشکده از قبیل از اسلام بنا شده و
ساختار مسجد از دوران آل بویه به بعد می‌باشد.)



شکل ۱۱۰: ترکیب دور قوس خنچه پوش، سرای مشیر، شیراز؛ دوره قاجاریه
تهران: دوره قاجاریه، بازسازی جدید



شکل ۱۱۱: ترکیب دور قوس خنچه پوش دوردار عدسی، طبقه دوم (صحن حیاط)
اوخر دوره نادری و اوایل دوره زندیه، بازسازی جدید
مدرسه آقا بزرگ، کاشان: دوره قاجاریه



شکل ۱۱۳: ترکیب دور قوس خنچه‌پوش دوردار عدسی، مسجد سید اصفهان؛ دوره قاجاریه



شکل ۱۱۴: ترکیب دور قوس خنچه‌پوش دوردار عدسی، منزل لاری‌ها، بزد؛ اواسط دوره قاجاریه



شکل ۱۱۵: ترکیب دور قوس خنچه‌پوش دوردار عدسی، شهرداری کاشان؛ بنای امروز

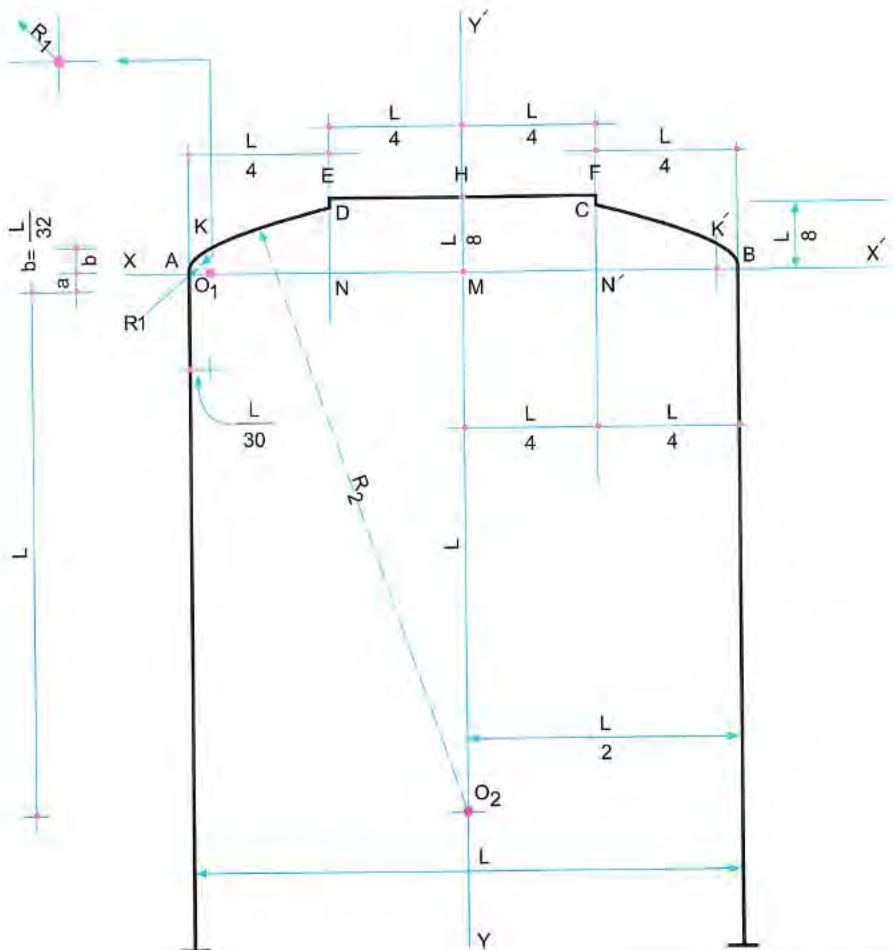
قوس خنچه پوش با گلوبی باز

قوس خنچه پوش با گلوبی باز را می توان از گروه قوس های تزیینی دانست. بر این قوس نمی توان نیروی فشاری وارد کرد مگر اینکه اصول مهار نگهدارنده در آن رعایت شود. پوشش این قوس در دو مرحله انجام می شود:

- ۱- پوشش دو گلوبی راست و چپ با غلت دور مخصوص که خود این دور نیاز دو حالت پیروی می کند.
- ۲- پوشش در ناحیه وسط به صورت تخت و مستقیم برای شکل دادن به قوس با گرفتن چفت، قسمت بالای گلوبی پوشش می شود که همین عمل باعث زیبایی قوس است و با ساختن قوس، از چفت دور قوس به وجود آمده و نمایان می شود.

طریقه‌ی ترسم قوس خنچه پوش با گلوبی باز

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می شود.
- ۲- نقطه‌ی O1 روی محور 'XX به فاصله‌ی $\frac{L}{30}$ از ستون مشخص می شود.
- ۳- کمان گلوبی قوس به شعاع R1 از مرکز O1 تا نقطه‌ی K ادامه می یابد.
- ۴- مرکز O2 روی محور عمودی به فاصله‌ی $\frac{L}{32} + L$ از محور افقی مشخص می شود.
- ۵- نقاط F و E به فاصله‌ی $\frac{L}{4}$ از ستونها و $\frac{L}{8}$ از محور 'XX استخراج و خطوط کمکی آنها به موازات محور عمودی رسم می شود.
- ۶- کمان گلوبی به شعاع R2 و به مرکز O2 تا نقاط D و C (محل تقاطع کمان با خطوط عمودی استخراج شده از نقاط E و F) ادامه می یابد.
- ۷- برای رسم خط EF بین دو کمان گلوبی کنیه DE و CF و خطوط EF به اندازه‌ی $\frac{L}{2}$ به موازات محور 'XX رسم می شود. (شکل ۱۱۶)



شکل ۱۱۶: قوس خنچه‌پوش با گلوبی باز

طریقه‌ی پیادکرده قالب قوس خنچه‌پوش با گلوبی باز

قالب این قوس شامل دو قسمت است: الف: قالب گلوبی، ب: قالب تخت.

الف - قالب گلوبی: برای ساختن قالب گلوبی به ترتیب زیر عمل می‌شود:

۱- بر روی زمین یا تخمیر، دو ستون یا پایه را به موازات یکدیگر خط می‌کنیم.

۲- وسط دهانه را به دست می‌آوریم و خط وسط را با سروته گرفتن رسم می‌کنیم.

۳- خط گونیا را عمود بر ستون‌ها و خط وسط رسم می‌کنیم. از تقاطع خط وسط و خط گونیا نقطه‌ی C به دست می‌آید.

۴- ارتفاع خیز را از نقطه‌ی C روی امتداد خط وسط تعیین می‌کنیم. ارتفاع خیز شکل ۱۱۷، یک هشتم دهانه انتخاب شده است.

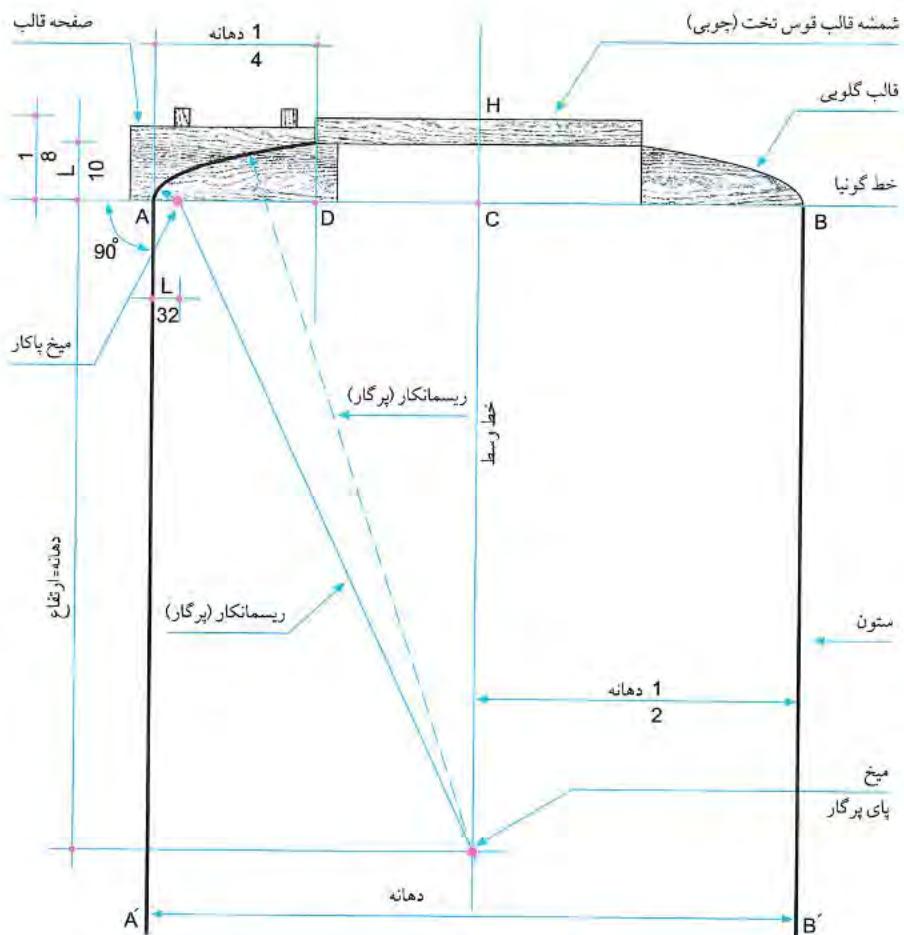
۵- صفحه‌ی قالب را مطابق شکل می‌سازیم و همباد با خط گونیا بر روی تخمیر می‌خوابانیم.

۶- دو گلوبی تا امتداد یک‌چهارم دهانه لازم است که این اندازه را بر روی صفحه قالب استخراج و از نقطه‌ی D امتداد دور می‌اندازیم را رسم می‌کنیم.

۷- میخ پاکار را به فاصله‌ی یک‌سی و دوم دهانه از نبش ستون یعنی از نقطه‌ی A بر کنار صفحه قالب می‌کوییم.

۸- ریسمانکار را به مرکز O₂ پای پرگار از پشت میخ یعنی از نقطه‌ی A حرکت می‌دهیم تا عمود رسم شده از D بر محور افقی را در D' قطع کند، سپس روی خط عمود از D به ارتفاع دلخواه بالا می‌رویم و ادامه‌ی قوس را به مرکز O₂ رسم می‌کنیم تا به نقطه‌ی H برسد.

۹- قوس به دست آمده را با راهنمایی بریم (قوس به صورت چپ و راست در دو بازو مورد استفاده قرار می‌گیرد).
ب: قالب تخت برای ناحیه وسط قوس: برای پوشش قوس مستقیم از شمشه کاملاً تخت و تیز و نند استفاده می‌شود، در دهانه‌های طویل قالب در دو مرحله به کار می‌رود و اگر دهانه کوچک باشد می‌توان قالب را به صورت یکپارچه ساخت و آن را در جای خود مستقر کرد. (شکل ۱۱۷)



شکل ۱۱۷

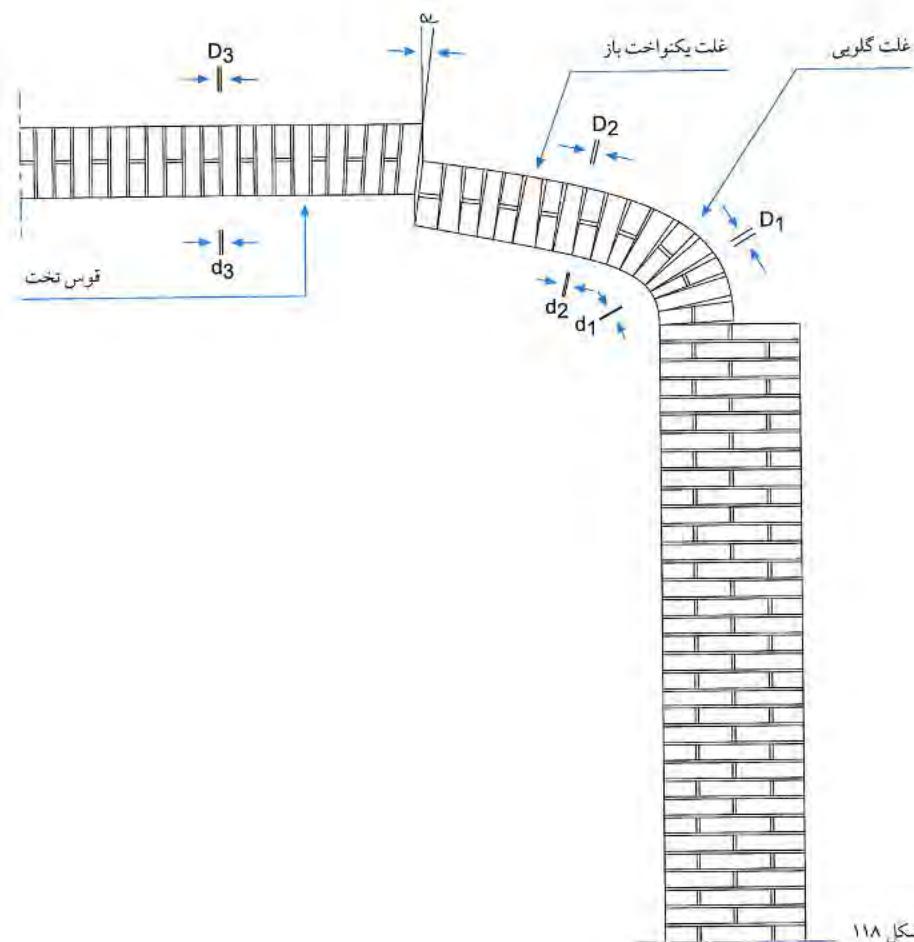
بنایی قوس

پس از تخت شدن ستون‌ها، یا پایه یا دو دیوار طرفین قوس، چیدن اولین رج با «نشاندادن» قالب روی آجرهای دو سر پاکار آغاز می‌شود. چنانچه ضخامت قوس محدود باشد با کمک شمشه رج‌ها در جای خود نصب می‌شود و اگر ضخامت قوس زیاد باشد آن را به شکل لارومی می‌سازند. با توجه به شکل قالب ملاحظه می‌شود که گلوبی دو حرکت دارد:

۱- حرکت ربع دایره در پاکار.

۲- حرکت کمان با دور ملائم در ناحیه بعد از غلت دو ربع دایره.

پس از پایان غلت گلویی و ساختن پاکار به صورت قفلی یا پیخ، پوشش وسط ساخته می‌شود. پوشش قوس در ناحیه وسط به دو صورت انجام می‌شود: یکی به شکل کاملاً تخت که در این حالت ضخامت بندها کاملاً یکنواخت است و دیگری پوشش با رعایت دور عدسی که در آن بندها در دو سر قوس سروته‌دار و متغیر و در رجهای وسط ثابت می‌باشد. در ضمن شمع‌بندی برای نگهداری قوس در موارد لازم باید مورد توجه قرار گیرد. (شکل ۱۱۸)



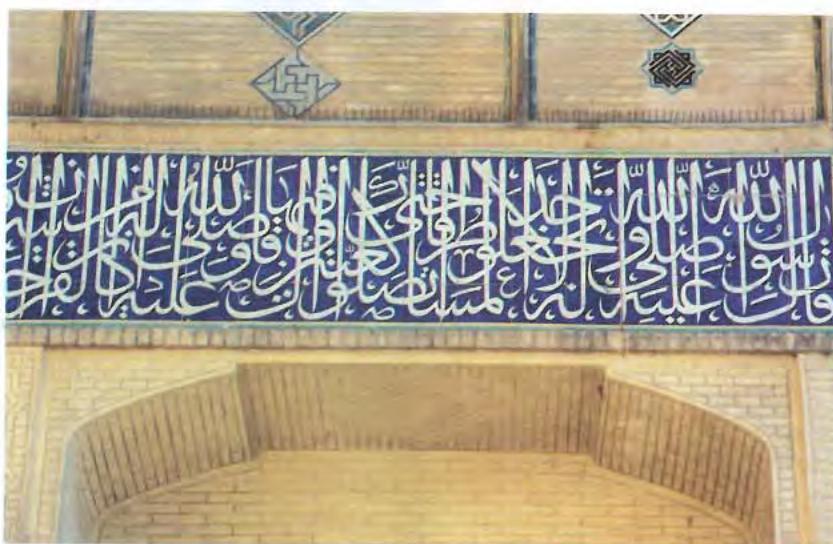
شکل ۱۱۸

موارد استفاده از قوس خنچه‌پوش با گلویی باز

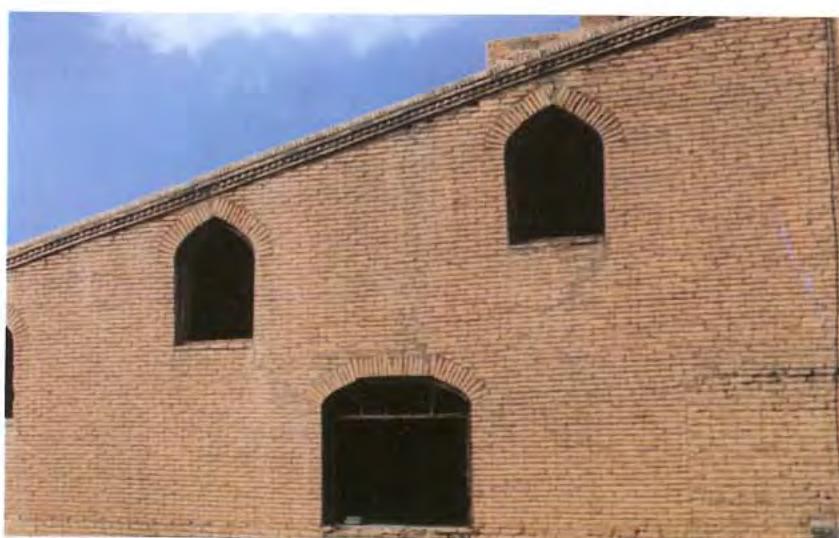
قوس خنچه‌پوش با گلویی باز از گروه سوم قوس‌ها یعنی از سری قوس‌های تزیینی می‌باشد. از این قوس به عنوان نعل درگاه با نمای پس‌نشین برای در و پنجره و همچنین برای سرسر، هشتی، ایوان، تاقچه و پوشش‌های تاقنما و موارد مشابه استفاده شده است. این قوس در تاق‌بندی تاق‌های قلعه‌ی بردستان واقع در «دشتی» از روستاهای شهرستان گاویندی در سواحل جنوب (از آثار دوران صفویه) و در صفه شاگرد در مسجد جامع اصفهان، از بنای‌های دوران سلجوقیان، به کار رفته است. همچنین از قوس یادشده در سایر بنای‌های ایران نیز استفاده شده است. (شکل ۱۱۹ تا ۱۲۱)



شکل ۱۹: ترکیب دور قوس خنجه پوش تخت گلوبی دار باز، مدرسه میرزا جعفر (بارگاه حضرت رضا(ع))؛ دوره تیموری، بازسازی جدید



شکل ۲۰: ترکیب دور قوس خنجه پوش تخت گلوبی دار باز، صفویه شاگرد، مسجد جامع اصفهان؛ دوره صفویه، زمان شاه سلیمان



شکل ۲۱: ترکیب دور قوس خنجه پوش تخت گلوبی دار باز، بغل کش های پشت ایوان مسجد امام، اصفهان؛ دوره صفویه

قوس خنچه پوش کمانی چند گلوبی دار

این قوس، از خانواده قوس خنچه پوش بوده و دارای حرکات قوسی زیبایی در گلوبی می باشد. از این قوس کمتر به عنوان قوس باربر استفاده شده است. معمولاً این قوس باربری وزن خود را ایفا می کند، مگر روی قوس آزادکننده بار اجرا شود. از این اجرا، روی قوس زیرین برای پوشش های تاقی آجری و خشتی استفاده فراوان می شود. در پوشش های خشتی تاقی برای نمود این قوس، بیشتر از ابزارزنی و گلوبی سازی توسط ملات کشی استفاده می شود. از این قوس در بنای دوره قاجاری خصوصاً بنای در اراضی نیم کویری چون یزد، نایین، کاشان و... برای استفاده در نما سازی حیاط و موارد مشابه به فراوانی بهره گرفته شده است. در تصاویر بعد، نمونه هایی از این قوس زیبا را بررسی می کنیم. (شکل ۱۲۲ و ۱۲۳)



شکل ۱۲۲: ترکیب دور قوس خنچه پوش کمان های چند گلوبی دار، منزل عامری ها، کاشان: دوره قاجاری



شکل ۱۲۳: ترکیب دور قوس خنچه پوش کمانی چند گلوبی دار، مجتمع فناوری اقبال، یزد: دوره پهلوی اول

قوس برنخشی

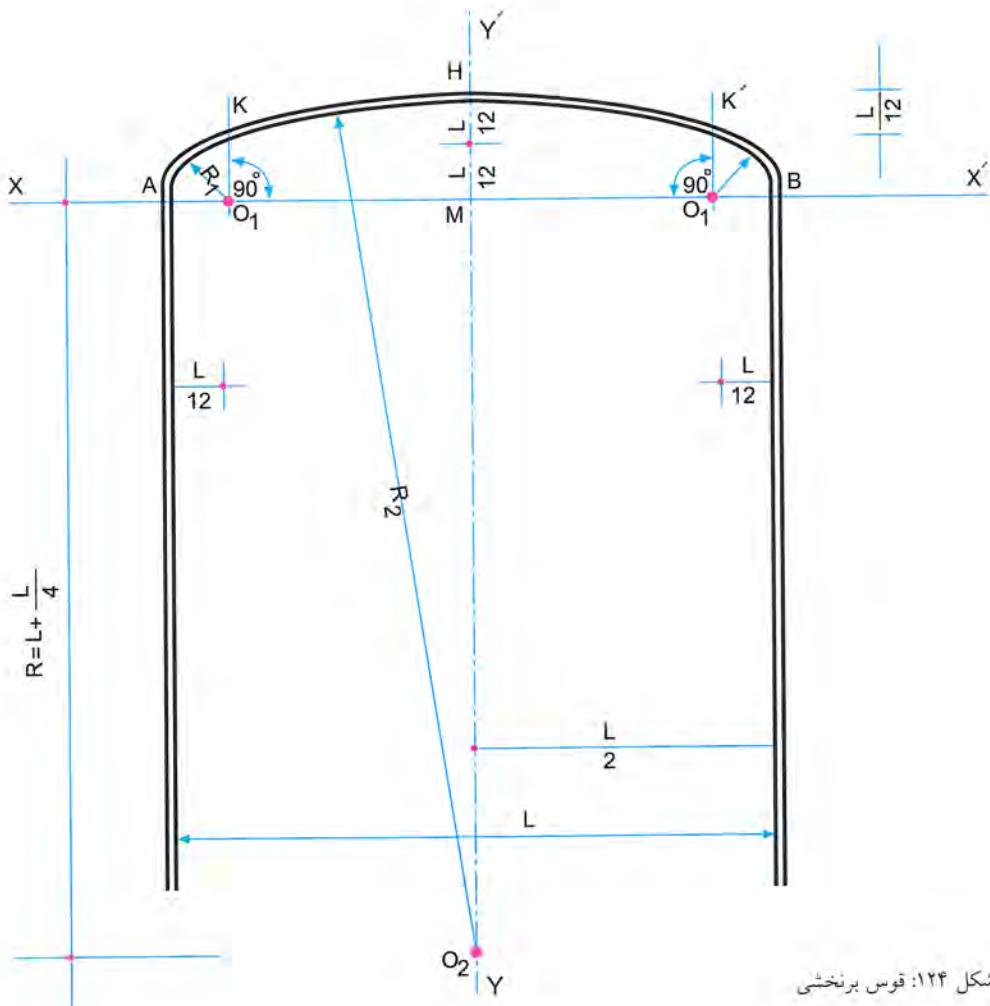
قوس برنخشی، قوس هلالی است که به علت وجود گلوبی یک قوس تزیینی به شمار می‌رود و به صورت نعل درگاه از آن استفاده می‌شود.

همانطوری که گفته شد این قوس تزیینی است و بر آن نیروی فشاری نمی‌توان وارد کرد مگر این که اصول مهاری نگهدارنده در آن رعایت و به درستی اجرا شود.

قوس برنخشی دارای دو کمان است ولی قالب آن یک تکه و یکپارچه ساخته می‌شود. قوس برنخشی را در مواردی قوس برنخش و در بعضی از شهرستان‌ها قوس هلالی یا گلوبی نیز می‌نامند.

طریق ترسیم قوس برنخشی

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- نقطه‌ی O1 به فاصله‌ی $\frac{L}{12}$ از کنار ستون روی محور 'XX تعیین می‌شود.
- ۳- از نقطه‌ی O1 خط کمکی قائم O1K عمود بر محور 'XX رسم می‌شود.
- ۴- به مرکز O1 و به شعاع O1A بین نقاط A و K یک قوس ترسیم می‌شود.
- ۵- مرکز O2 به فاصله‌ی $\frac{L}{4} + L$ از محل تقاطع 'YY با 'XX روی محور 'YY تعیین می‌شود. سپس به مرکز O2 و به شعاع O2K بین دو نقطه‌ی K و 'K قوسی زده می‌شود. (شکل ۱۲۴)



شکل ۱۲۴: قوس برنخشی

پیاده کردن قوس بر روی قالب

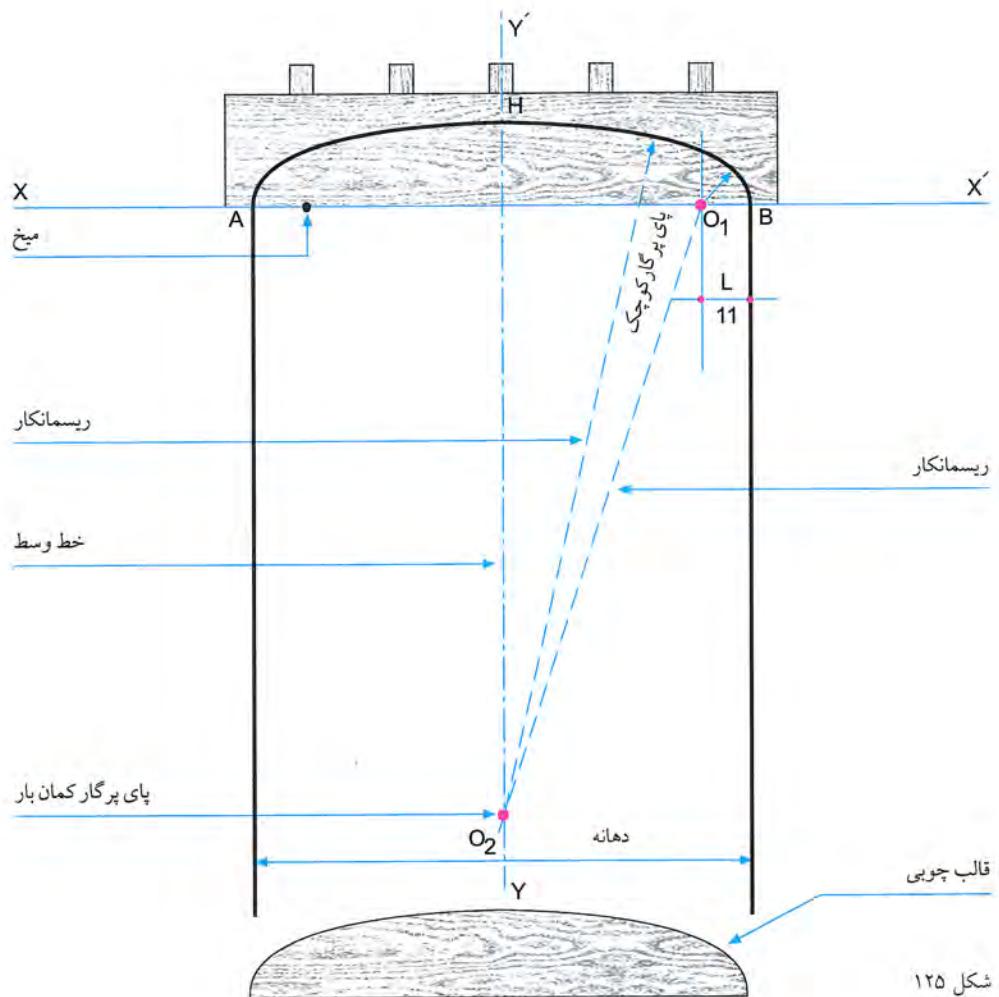
در قوس برنخشی چون وزن قوس زیاد و دهانه احتمالاً طویل است بیشتر از قالب چوبی استفاده می‌شود و برای ساختن قالب تخته‌ها به اندازه دهانه انتخاب می‌شود. مراحل ساختن قالب از این قرار است:

- ۱- خیز قالب قبلًا مشخص و به تعداد لازم تخته پهلوی یکدیگر گذاشته می‌شود تا ارتفاع لازم به دست آید. تخته‌ها را با پشت‌بند به هم متصل می‌کنند، فاصله محور تا محور پشت بندها بین 30° تا 40° سانتیمتر است.

- ۲- همانند ترسیم قوس‌های قبلی خط وسط و دو ستون و محور $'XX'$ رسم می‌شود.
- ۳- بدنی قالب تخت در روی محور $'XX'$ قرار می‌گیرد و خط وسط بدنی قالب در امتداد خط وسط زمین واقع می‌شود.

- ۴- قوس هلالی یا گلوبی، با یک پای ریسمان (مرگز پرگار روی محور $'XX'$) و یک مرکز ترسیم می‌شود. مرکز گلوبی میخی است که به فاصله‌ی $\frac{L}{12}$ از نبش ستون بر روی قالب در محل O_1 کوبیده شده است.

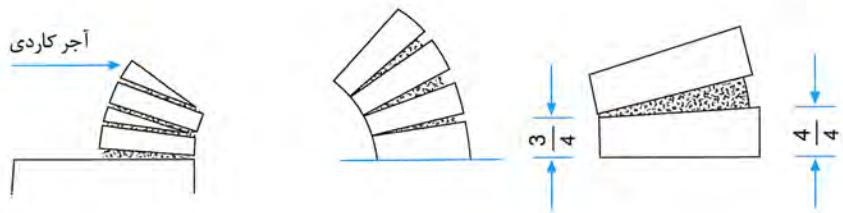
- ۵- ریسمانکار به مرکز O_2 از پشت میخ در نقطه‌ی O_1 عبور می‌کند و روی محور $'XX'$ تا نقطه‌ی B نبش ستون امتداد می‌یابد. با حرکت این ریسمان قوس برنخشی رسم می‌شود.
- ۶- قالب با ارهی باریکباز انجنای دقیق بریده و پرداخت و آماده‌ی نصب می‌شود. (شکل ۱۲۵)



شکل ۱۲۵

اجرای قوسی برنخشی

پس از استقرار قالب روی دو ستون، ساختن قوس از گلوبی دو طرف شروع می‌شود. با این عمل قالب قوس از طرفین مهار می‌شود. چنانچه بنایی قوس فقط از یک جهت شروع شود در پوشش آن رانش ایجاد می‌شود. برای تبعیت از دور قوس در گلوبی آجر رج‌های قوس باید به شکل سروته باریک تراشیده شود. (شکل ۱۲۶)



شکل ۱۲۶

چون قوس تزیینی است برای این‌که اثر تیشه بر سطوح آجر مشخص نباشد باید پس از تراشیدن آجر را کاملاً آبخوار و آن را با گرد آجر آبساب کرد و سپس مورد استفاده قرار داد. آجر سوراخدار تیشه‌داری شده را در اصطلاح کرمومی نامند. باید توجه کرد که عمل آبساب کدن آجر به درستی انجام شود تا در موقع آبخوارشدن مجدد برای بنایی سوراخ‌ها دوباره نمایان نشود.

پس از ساختن گلوبی‌ها باز هم بنایی قوس از دو طرف ادامه می‌یابد تا در تیزه به اتمام برسد. بندهای این قوس دارای دو اندازه است:

۱- بندهای گلوبی با حالت گوهای که حتماً باید اندازه‌ی دو سر بند رعایت شود.

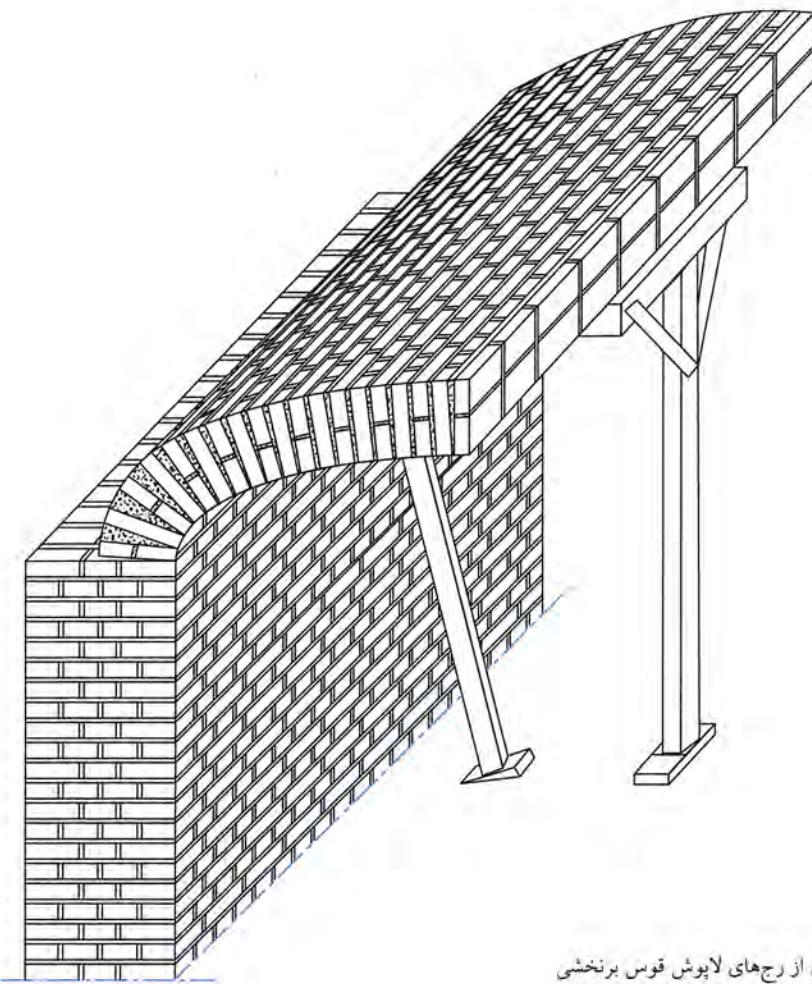
۲- بندهای متن با حالت دور معمولی و یکنواخت.

چون غلت دور در ناحیه شروع قوس و کونال‌ها زیاد است ملات مصرفی در ناحیه‌ی پشت و زیر آجر به مراتب زیادتر از حد معمول است و با زیاد کردن ملات نیز نمی‌توان غلت دور را به وجود آورد. در این حالت باید حتماً در پشت کار آجر کارده غوطه‌ای با شیب لازم و نشست بر روی قالب چوبی برای رج بعدی قرار گیرد.

بدیهی است در هنگام بنایی باید از ملات مرغوب و آجر مقاوم استفاده کرد و رعایت ورزیدن ملات، آبخوار بودن آجر، کف کش کردن شیره ملات و بالاخره نصب رج‌ها به صورت غوطه‌ای انجام می‌شود. در پوشش لارومی بعد از بنایی چهار رج، باید حتماً زیر تاق به وسیله شمع‌های نزدیک به هم شمع‌بندی شود تا خطر جداسازی تاق از وزن قوس پیش نیاید. پس از این‌که پوشش از غلت کونال گذشت دور وسط با کمانی یکنواخت بنایی می‌شود.

در پوشش تاق به علت طول آن باید سعی شود که بندهای عمودی (هرزه ملات) در یک ردیف باشد و بندها از یکدیگر جدا نگردد.

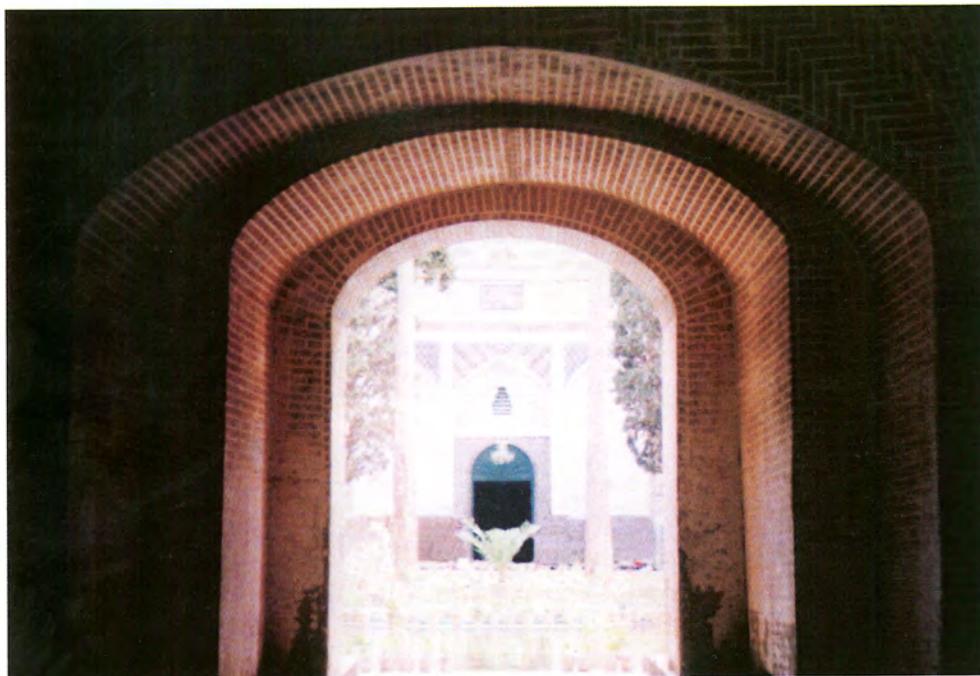
پس از رسیدن به آخرین رج ناخنک‌های بند تاق گرفته می‌شود. آن را بندکشی می‌کنند و پشت تاق با ملات گچ یا دوغاب سیمان دوغابریزی عسلی می‌شود. چنانچه بندی در پوشش خالی باشد در موقع دوغابریزی دوغاب رقیق بر زیر تاق حرکت کرده و پوشش را اصطلاحاً «کفت» می‌کند. پس از سنگین کردن کونال‌ها، و چیدن طرفین دو پاتاق، چند روزی صبر می‌کنند تا تاق کاملاً خشک شود و سپس شمع‌های زیر آن را بر می‌دارند. (شکل ۱۲۷)



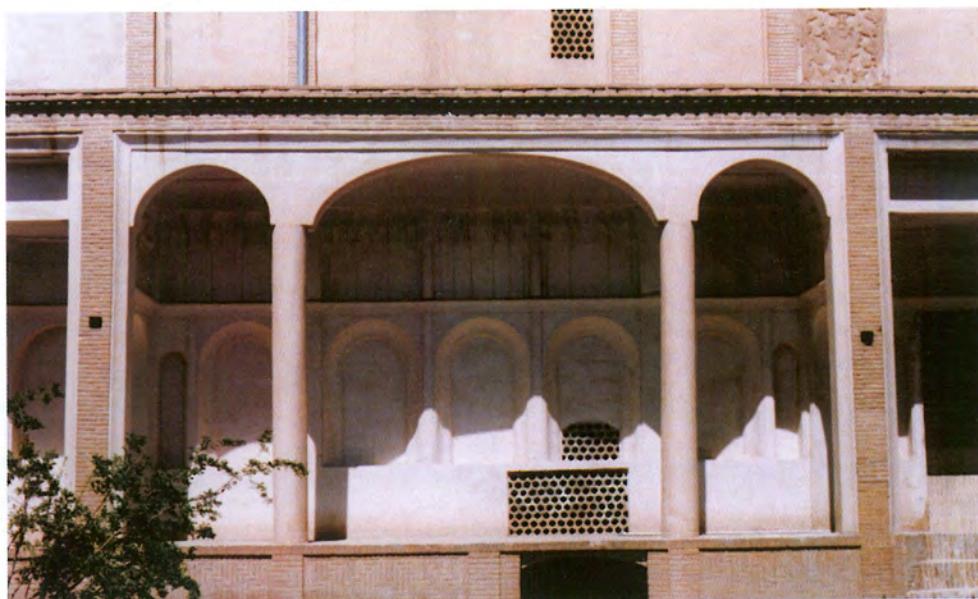
شکل ۱۲۷: ایزومنtri از رج‌های لاپوش قوس برنخشی

موارد استفاده قوس برنخشی

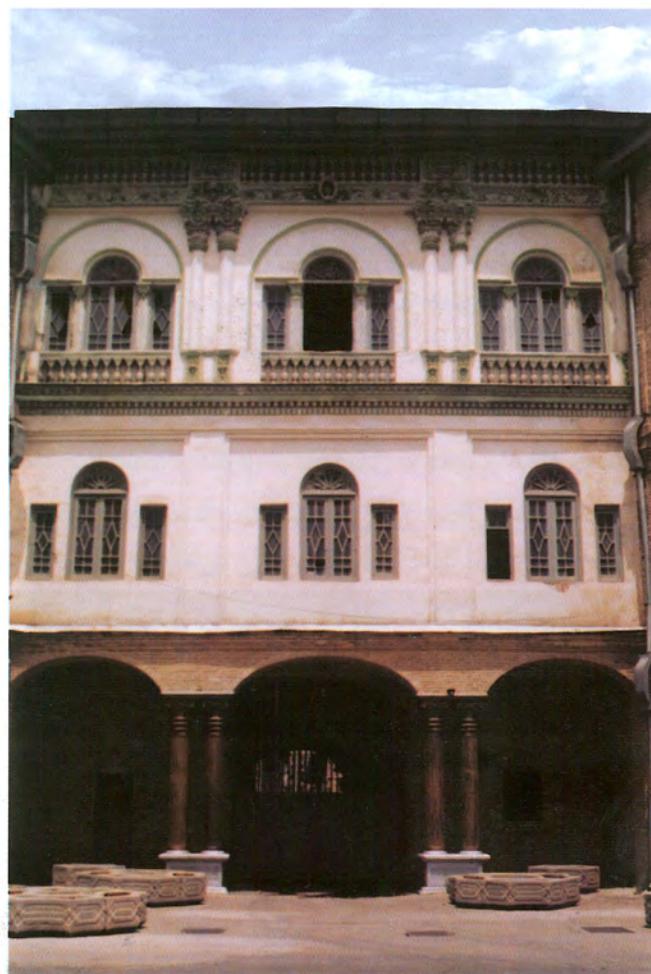
قوس برنخشی از نوع قوس‌های تزیینی است. از این قوس در ساختن نعل درگاه در و پنجره، سقف راهرو، دالان، سرسرا، تاق زیرزمین و آب انبار و غرفه و ایوان مساجد و اماکن مذهبی استفاده شده است. هنوز نیز از آن برای تزیین بناها استفاده می‌شود. نمونه‌ی آن را در سرسرای عمارت هشت‌بهشت در اصفهان می‌توان مشاهده کرد که در چهار ضلع به صورت پخ در بین چهار ایوان اصلی واقع شده است. باید توجه داشت که این قوس علاوه بر تزیین قدرت تحمل بار طبقه‌ی دوم را نیز دارد. قوس برنخشی در ایوان‌های غربی و خصوصاً شرقی بقعه‌ی علی بن جعفر در سمنان نیز کار شده است. از این قوس در ایوان بزرگ شرقی این بنا که مرتفع و دارای دهانه‌ای طویل است علاوه بر کارکرد تزیینی به عنوان یک قوس باربر استفاده شده است و همواره از این قوس در بسیاری از آثار معماری بهره برده شده است. امروزه نیز از این قوس در نمازی‌ها استفاده می‌شود. (شکل ۱۲۸ تا ۱۳۱)



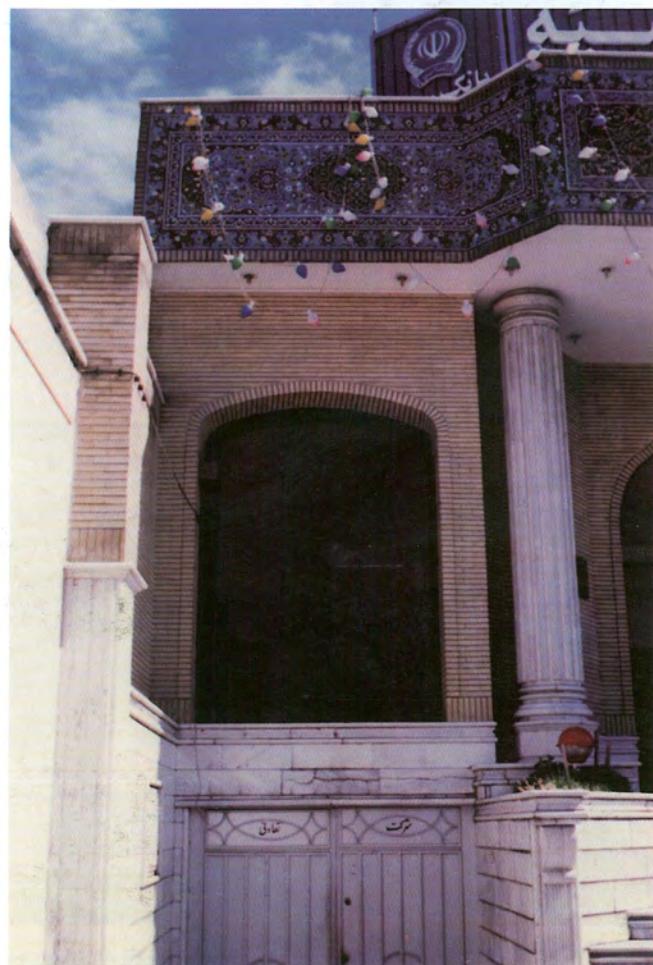
شکل ۱۲۸: ترکیب دور قوس برنخشی، هشتی بقعه شاه نعمت‌الله ولی، ماهان: بنا دوره تیموری



شکل ۱۲۹: ترکیب دور قوس برنخشی، منزل بروجردی‌ها، کاشان: دوره قاجاریه



شکل ۱۳۰: ترکیب دور قوس برنخشی
پیش خوان محوطه قراچخانه، مجموعه
وزارت امور خارجه: دوره پهلوی اول



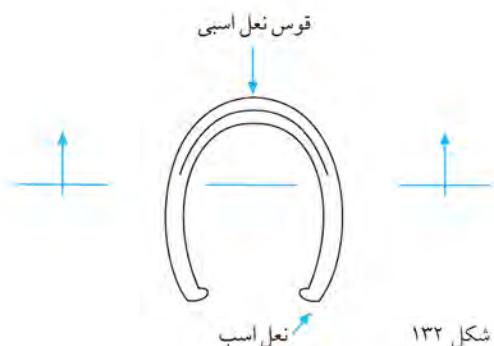
شکل ۱۳۱: ترکیب دور قوس برنخشی
مشهد مقدس: بنای امروز

قوس نعل اسبی (کمانی تند)

قوس نعل اسبی قوسی با غلت زیادتر از قوس کمانی و کمتر از قوس نیمداire می‌باشد. این قوس به علت کمانی بودن تحمل زیادی در برابر نیروهای فشاری دارد. نیرو در این قوس از سر تیزه به طور یکنواخت به دو تکیه‌گاه و از تکیه‌گاهها به نما انتقال می‌یابد.

چون فشار نیرو در ناحیه تکیه‌گاه زیاد است تکیه‌گاه باید کاملاً در تنگ باشد تا پدیده‌ی لگدزدن و رانش در شانه قوس به وجود نیاید. برای پیشگیری از رانش در مقابل نیروی فشاری، قوس نعل اسبی به تعداد زیاد و پشت سر هم و با دهانه‌های متعدد ساخته می‌شود. بدیهی است در این حالت تکیه‌گاهها در یکدیگر کلاف هستند و دور انتهایی هر دو قوس مجاور تنگ هم است. چنانچه قوس نعل اسبی در دهانه‌های یکراستا و در امتداد هم ساخته شود تقبل نیرو در آن از قوس تکی به مراتب زیادتر خواهد بود.

(توجه: چنانچه در بین چند قوس نعل اسبی یک دهانه قوس طویل‌تر باشد، مسلماً بر تکیه‌گاه قوس مجاور فشار زیادتری وارد می‌کند و در نتیجه در مهار کردن قوس کوچک‌تر باید دقت شود). (شکل ۱۳۲)

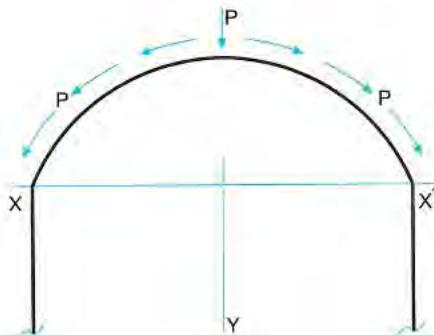


مقایسه قوس نعل اسبی با قوس دسته‌بندی (نیمه‌بیضی)

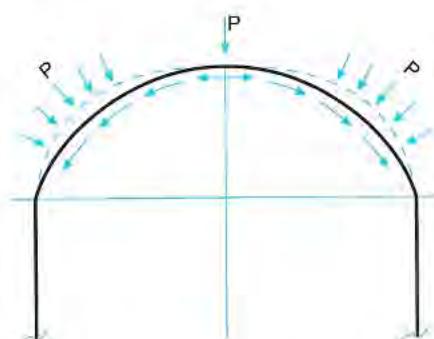
به طوری که گفته شد و در شکل نیز کاملاً مشخص است دور قوس نعل اسبی یکنواخت و ملایم است اما ترسیم قوس نیمه‌بیضی با چند کانون انجام می‌شود و حرکت قوس پس از تبره به طرف تکیه‌گاه، در محل شانه قوس به طرف بالا کشیده می‌شود و به همان شکل با غلت دور به طرف کونال ادامه می‌یابد تا به تکیه‌گاه برسد.

چون شانه‌ی قوس با کمان دوردار به طرف بیرون و خارج از محور کمانی خود غلت گرفته است،

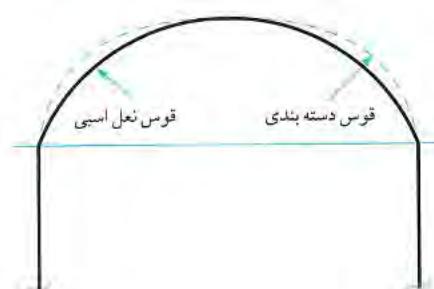
در برابر نیرو حساس است و همین اتحنا علت شکست قوس نیمه‌بیضی یا دسته‌سبدی در زیر فشار باز است. از این رو بر قوس دسته سبدی و نیمه‌بیضی نمی‌توان نیروی فشاری وارد کرد. تفاوت دو قوس نعل اسپی و دسته‌سبدی فقط در شانه‌ی قوس‌های مذکور است و هر دو دارای ارتفاع یکسانی می‌باشد. در شکل ۱۳۵ فرق بین دور قوس‌ها، اثر نیرو و انتقال آن به ستون‌ها و عکس العمل منفی در نواحی شانه و غلت دور قوس‌های نیمه‌بیضی و دسته‌سبدی مشاهده می‌شود. (شکل ۱۳۳ تا ۱۳۶)



شکل ۱۳۳



شکل ۱۳۴

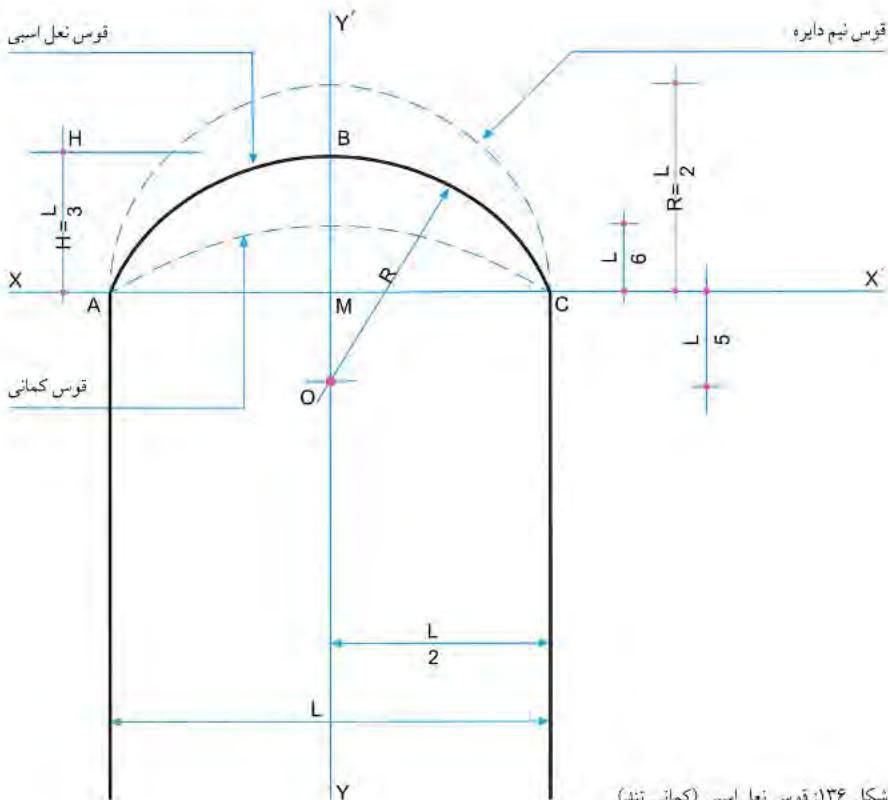


شکل ۱۳۵: مقایسه قوس نعل اسپی با قوس دسته‌بندی

طریقه‌ی ترسیم قوس نعل اسپی

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- ارتفاع قوس نعل اسپی را معمولاً یک سوم دهانه‌ی قوس می‌گینند. پس نقطه‌ی B روی محور قائم به فاصله‌ی $\frac{L}{3}$ از محور 'XX' مشخص می‌شود.
- ۳- نقطه‌ی O مرکز رسم کمان، به فاصله‌ی $\frac{L}{5}$ از محور 'XX' روی محور عمودی مشخص می‌شود.
- ۴- از مرکز O به شعاع OA کمان قوس ترسیم می‌شود.

توجه: برای اینکه تفاوت این قوس با قوس کمانی و قوس نیمداire مشخص شود دو کمان قوس‌های هلالی و نیمداire نیز با خطوط ضعیف ترسیم شده است. (شکل ۱۳۶)



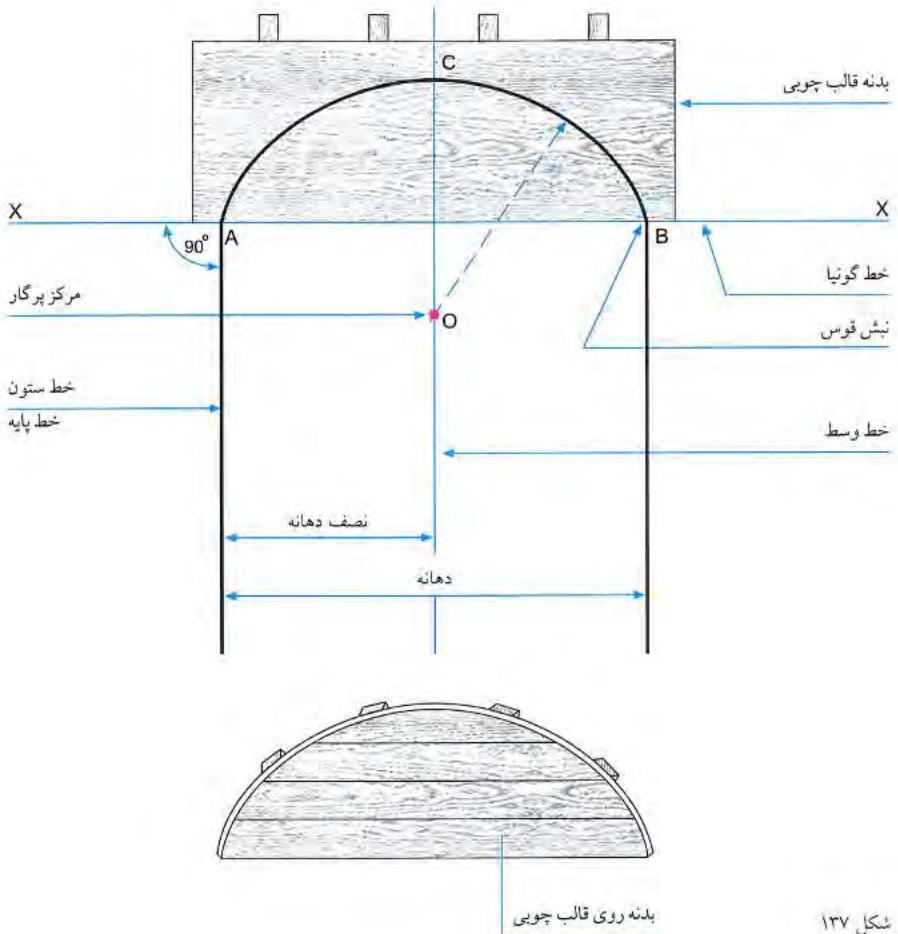
شکل ۱۳۶: قوس نعل اسی (کمانی تن)

طریقه‌ی پیاده‌کردن خط قوس بر روی قالب

معمولًاً قوس نعل اسی در دهانه‌های طویل به کار می‌رود، از این رو قالب قوس بیشتر از چوب ساخته می‌شود زیرا قالب چوبی که بر روی کلافبندی چوبی و ستون‌های مقاوم استقرار می‌یابد می‌تواند وزن تاق و قوس را تا پایان بنای تحمل کند. البته از قالب گچی نیز می‌توان استفاده کرد ولی زیرا آن باید شمع‌بندی شود. در این صورت ساختن قالب و شمع زدن زیر آن بیش از ساختن قالب چوبی کار می‌برد، برای ساختن قالب چوبی ابتدا صفحه قالب تخت مطابق شکل تهیه می‌شود، یعنی تعدادی تخته صاف شالمان یا روسی به طول لازم بریده و پهلوی یکدیگر چیده می‌شود و با میخ کردن به پشت‌بندهای پهن یکپارچه می‌شود تا زمینه‌ی کار فراهم گردد. سپس برای پیاده کردن نقشه بر روی قالب چنین عمل می‌شود:

- ۱- روی زمین مسطح، یا تخته، خط وسط رسم می‌شود.
- ۲- دو خط ستون یا پایه به فاصله‌ی یکدوم دهانه از خط وسط در جای خط رسم می‌شود.
- ۳- خط گونیا به وسیله گونیای بلند بر روی زمین خط می‌شود تا دو نبش ستون‌ها یعنی نقاط A و B به دست آید.
- ۴- خط عمود روی قالب چوبی نیز رسم می‌شود و در امتداد خط وسط تخته پیاده می‌گیرد.
- ۵- ارتفاع خیز قوس برای روی خط وسط تخته پیاده می‌شود.
- ۶- برای تعیین پای پرگار، ریسمانکار روی خط وسط حرکت داده می‌شود و در ضمن با نوک مداد که در حلقه‌ی ریسمان قرار دارد دونبش و ارتفاع قوس کنترل می‌شود.
- ۷- با پیداشدن پای پرگار خط قوس بر روی تخته پیاده می‌شود و سپس به شرحی که در ساختن قالب چوبی برای دهانه‌های بلند گفته شد قالب بریده و آماده کار می‌شود.

چون عرض قوس زیاد است باید از دو قالب چوبی برای جلو و عقب کار استفاده کرد. برای ساختن قالب دوم قالب شکل داده شده بر روی صفحه زیرین قرار می‌گیرد و کمان آن روی صفحه‌ی تخت قالب زیرین پیاده و با بریدن و پرداخت سطح قالب دوم تیز آماده می‌شود. سپس قالب‌ها کلافبندی و شمع کوبی و چپ و راست می‌شود و در جای خود قرار می‌گیرد و کاملاً مهار و آماده برای ساختن قوس می‌شود. (شکل ۱۳۷)



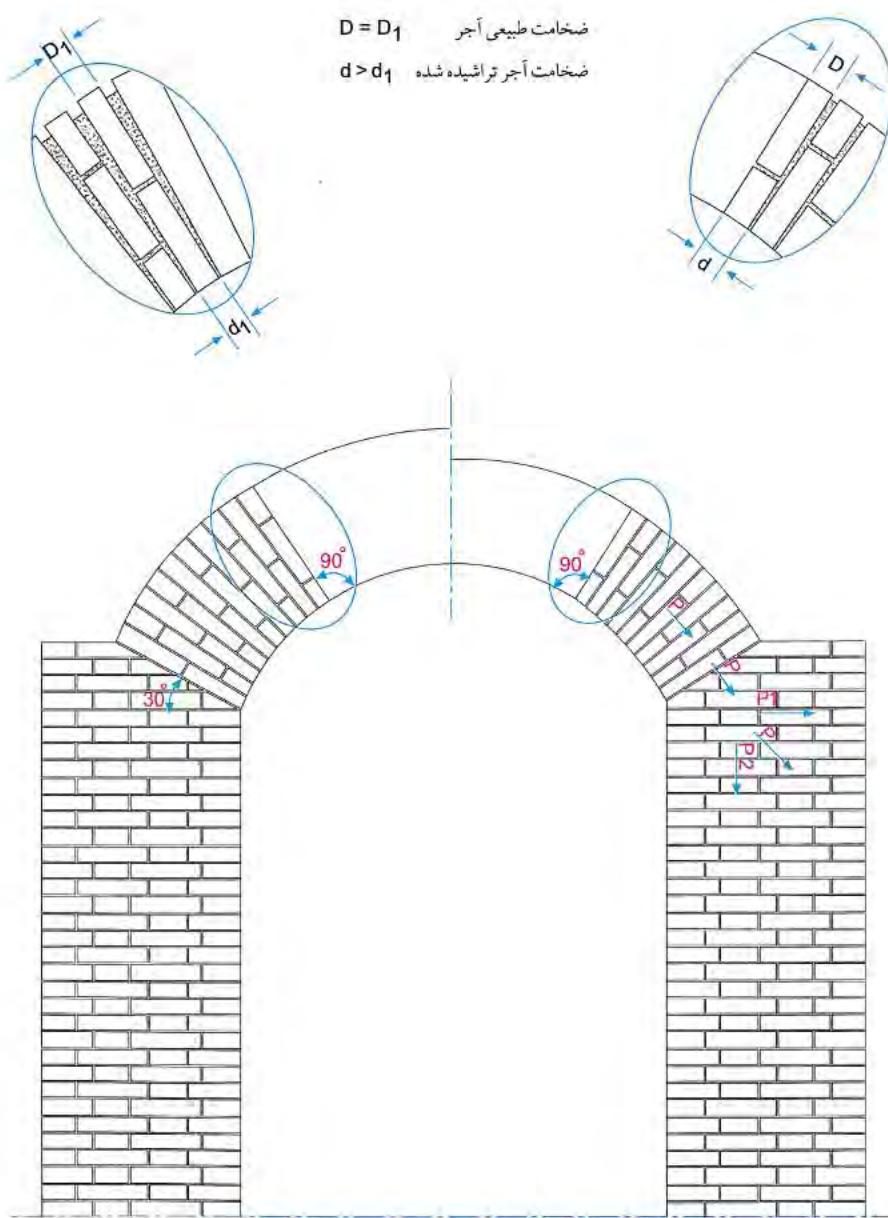
شکل ۱۳۷

بنایی قوس نعل اسبی

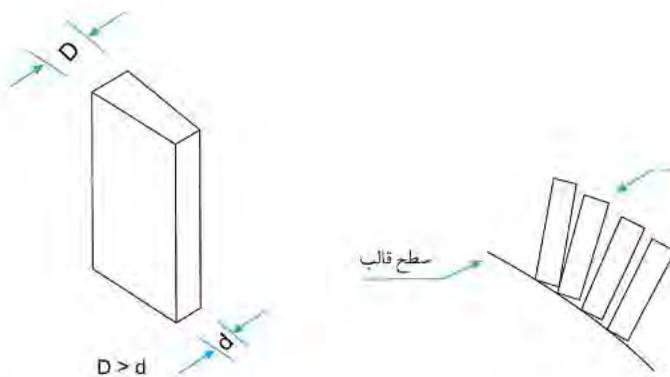
همان‌طور که در مباحث قوس هلالی و کمانی توضیع دادیم چون کمان قوس هلالی کم و خیز آن ناچیز می‌باشد تکیه‌گاه این قوس با زاویه‌ای حدود ۷۵ درجه ساخته می‌شود. در قوس کمانی زاویه‌ی امتداد تکیه‌گاه با سنتون در حدود ۶۰ درجه و زاویه‌ی رج‌های آجر قوس با تکیه‌گاه ۹۰ درجه است. اگر قوس کمانی با خیزی معادل یک‌دوم خیز قوس نیمدایره ساخته شود تکیه‌گاه آن دارای زاویه‌ی ۴۵ درجه خواهد بود.

با توجه به شعاع قوس نعل اسبی و ارتفاع خیز آن تکیه‌گاه این تکیه‌گاه این قوس با زاویه‌ی ۳۰ درجه ساخته می‌شود. رعایت زاویه‌ی ۳۰ درجه با فارسی تراشی آجر و استفاده از ملات مرغوب میسر است. چنانچه عرض قوس بیش از یک آجر باشد، باید از دو قالب در دو طرف کار (بدنه‌ی داخلی و بدنه‌ی خارجی) استفاده کرد زیرا در این حالت هر دو طرف نما است. پس از استقرار قالب و شمع‌بندی و

مهارکردن شمع‌ها به یکدیگر، نشان کردن رچ‌ها به صورت تاق و جفت (کله و راسته) انجام می‌گردد و قالب برای ساختن قوس آماده می‌شود. با توجه به نوع کمان قوس اندازه و ضخامت آجرها در رچ‌ها تعیین می‌شود. ضخامت آجر در ناحیه‌ی بالای قوس ثابت است اما چون کله آجر باید روی قالب نشست کامل داشته باشد و رچ‌ها نیز باید با قالب زاویه‌ی 90° درجه بسازند پس آجر باید در ناحیه‌ی پایین قوس به صورت سروته تراشیده شود. به طوری که در شکل ۱۳۸ مشاهده می‌شود بر آجر باریک می‌شود و سپس روی قالب می‌نشیند تا پوشش قوس از زیر اصطلاحاً دنده نشود. اگر رچ‌های اول پله‌پله شود این عدم تقارن، رچ به رچ افزایش می‌یابد و پوششی که به این صورت ساخته می‌شود علاوه بر این که دارای نمایی نازیباست، دارای مقاومت کافی در برابر نیروی فشاری نیست زیرا رچ‌ها به راحتی از روی یکدیگر سُر می‌خورد و قوس می‌شکند. (شکل ۱۳۹ و ۱۴۰)



شکل ۱۳۸: طریقه ساختن قوس نعل اسپی (کمانی تند)



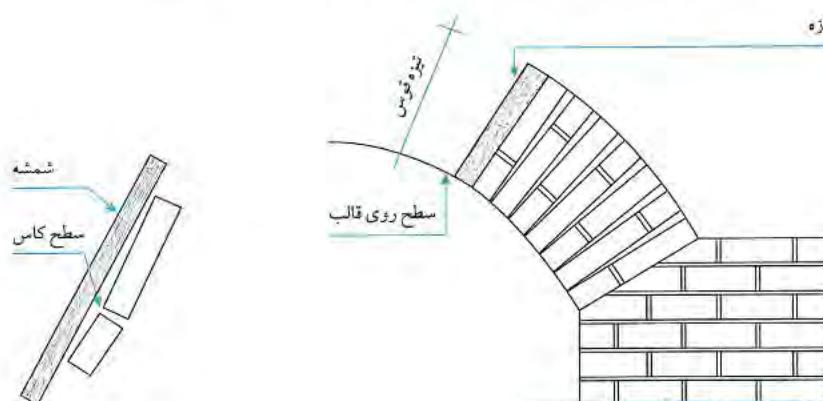
ریچهای دندنه شده

شکل ۱۳۸

چنانچه در این قوس ضخامت تیزه یک آجر باشد لازم نیست آجر زیاد تراشیده شود و با تعمیر قطر ملات در پایین و بالای آن می‌توان قوس را ساخت. اما اگر تیزه قوس $1/5$ آجر باشد آجرهایی که روی قالب قرار می‌گیرند باید تراشیده شوند و اگر ضخامت تیزه دو آجر باشد تراش بر آجرها به مراتب بیشتر از تیزه $1/5$ آجره خواهد بود. در تراشیدن آجر باید توجه شود که آجر از دو طرف سورته پاریک شود تا هنگام نشست بر روی قالب حتی به اندازه‌ی چند میلیمتر به حالت دندنه شده قرار نگیرد. (به شکل ۱۴۰ رجوع کنید)

برای بنایی این قوس باید موارد ذکر شده در قوس‌های تخت و هلالی را دقیقاً رعایت کرد. در ضمن برای اینکه ریچهای آجر در پوشش‌های $1/5$ و 2 آجره در یک ردیف و شمشهکش باشد و کمر آجرهای نصب شده کامس نشود.

توجه: مطابق شکل ۱۴۰ از یک شمشه کوتاه به اندازه ارتفاع قوس استفاده می‌شود. کار این شمشه ردیف کردن ریچهای و کنترل لاهای چسبانده شده است. با این کار اولاً بندهای ریچهای کنواخت خواهد شد و ثانیاً با رعایت دقیق شمشه مذکور، سطح روی قوس به طور یکنواخت و مدور ساخته می‌شود. شمشه ذکر شده را چوب اندازه نیز می‌نمایند. پس از اتمام ساختمان قوس و بازشدن قالب‌بندی، بندهای آن به طور یکنواحت بندکشی و سطوح کاملاً جاروب می‌شود. (شکل ۱۴۰ و ۱۴۱)



چوب اندازه

شکل ۱۴۱

شکل ۱۴۰

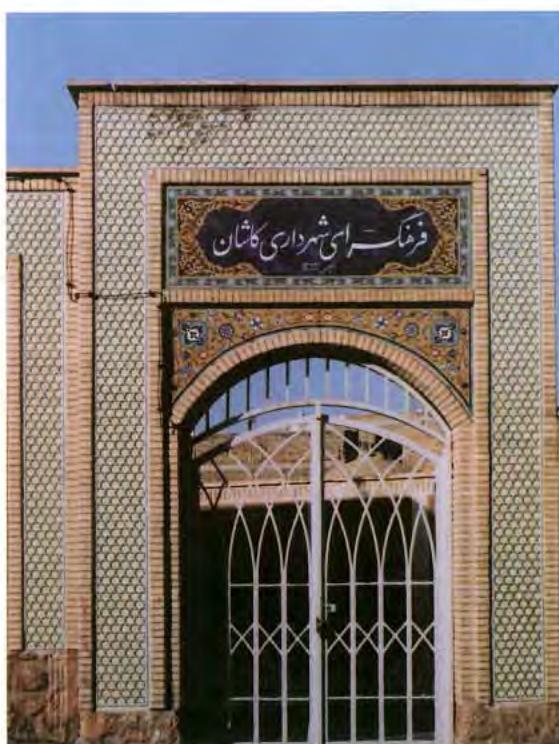
موارد استفاده قوس نعل اسپی

قوس نعل اسپی از دوران قبل از اسلام در ایران ساخته می‌شده است و در غرب نیز از این قوس استفاده شده است. این قوس به علت داربودن دور زیاد باربر است و به علاوه از آن در تماسازی و تزیین بنا نیز استفاده می‌شود. از این قوس برای پوشش ایوان، نعل درگاه‌های بزرگ، سرسرها، پوشش زیرزمین‌های طویل

و عریض، حوضخانه‌های قدیمی، آب‌انبارها، سردرها، و دالان‌های عریض کاروانسراها و پوشش بازارها و دکان‌ها استفاده شده است. از پوشش نعل‌اسبی در تاق‌های خشته در روستاهای حتی امروز نیز استفاده می‌شود. بعضی از بناهای ایرانی که در آن‌ها از این قوس استفاده شده عبارت‌اند از: عمارت باغ ناصریه در تهران از بناهای زمان قاجاریه، بقعه سهل بن علی در چهل کیلومتری جنوب اراک (قرن دوازدهم)، کاخ گلستان، بنای سلطنت آباد تهران، بنای کوشک دروازه‌ی قدیم تهران، باغ فین کاشان، بنای شترگلوی کاشان، آینه‌خانه‌ی بجنورد و کلاه فرنگی رحمت‌آباد بزد و بسیاری دیگر در آثار ایران مورد استفاده بوده است. امروزه از این قوس در نماسازی‌های آجری به‌وفور استفاده می‌شود. (شکل ۱۴۲ تا ۱۴۶)



شکل ۱۴۲: قوس نعلی (کمانی تند)، طبقه فوقانی سرای مشیر، شیراز؛ دوره قاجاریه



شکل ۱۴۳: ترکیب دور قوس کمانی تند
فرهنگسرای شهرداری، کاشان؛ بنای امروز



شکل ۱۴۴: قوس نعلی (کمانی تند) در کلاف کاشی‌کاری کاخ کریم خانی، کاخ گلستان، تهران؛ دوره قاجاریه

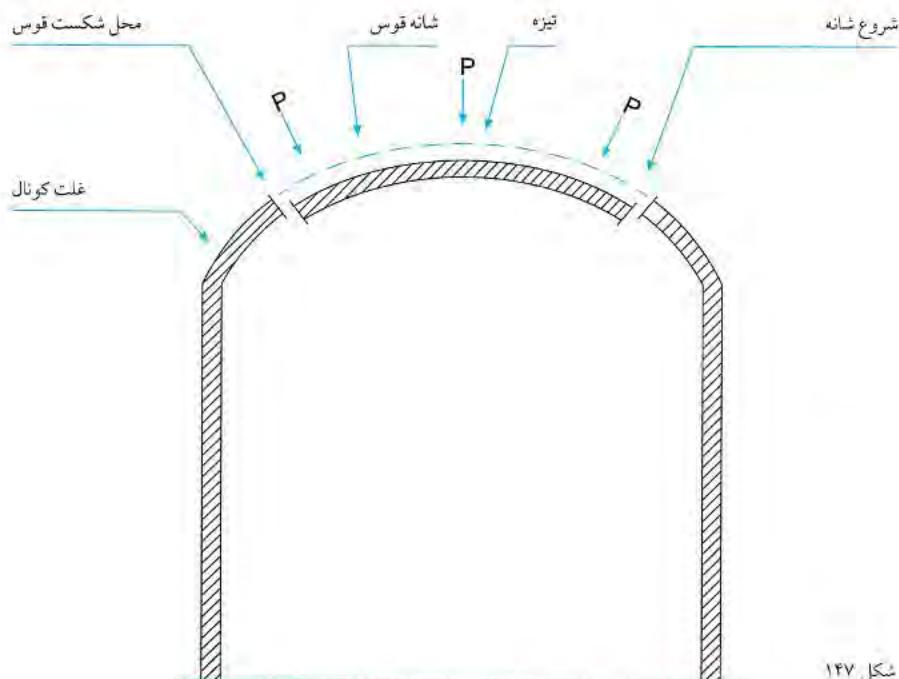


شکل ۱۴۵: ترکیب دور قوس کمانی تند، مجموعه کتابخانه ملی کرمان؛ دوره پهلوی اول بازسازی جدید



شکل ۱۴۶: ترکیب دور انواع قوس نعلی، تهران؛ بنای امروز

قوس دسته‌سبدی یا نیمه‌بیضی دارای اشکال گوناگون است و با مصالح مختلف برای نمازازی‌های داخلی و خارجی ساخته می‌شود و در کارهای تزیینی مورد استفاده فراوان دارد. این قوس در برابر نیروهای فشاری زیاد مقاوم نیست و معمولاً فقط وزن خود را تحمل می‌کند و در زیر نیروهای اضافی از شانه‌ها و تیزه دچار شکستگی می‌شود (چون غلت دور در ناحیه شانه پسیار کم و تقریباً یکنواخت است از این روشکست معمولاً در این ناحیه رخ می‌دهد). بدیهی است اگر خیز قوس کوتاه یا به اصطلاح قوس از نوع کند باشد در زیر فشار به مراتب زودتر از قوس نیمه‌بیضی تند دچار شکستگی می‌شود. توجه: اگر بخواهیم از این قوس هم برای تزیین و هم تحمل نیروی فشاری استفاده کنیم کلاف‌کشی با چوب یا پروفیل در آن الزامی است. به علاوه می‌توان از قوس باربر و دزد در نواحی میانی قوس استفاده کرد. (شکل ۱۴۷)



شکل ۱۴۷

ترسیم قوس نیمه‌یپسی (دسته‌سبدی - دسته زنگلی)

قوس‌های نیمه‌یپسی به روش‌های مختلف هندسی، دایره، گلوبی، محاط در مستطیل و خصوصاً انواع پنج کاتونی ترسیم می‌شود. در اینجا دو نوع از این ترسیم را شرح می‌دهیم و بقیه موارد با ترسیم‌ها مشخص می‌شود.

۱- روش الف

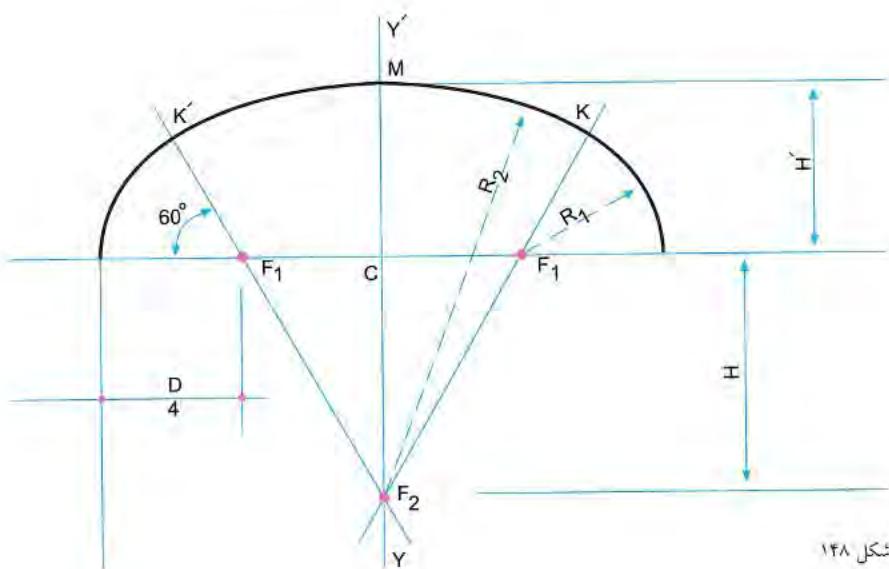
۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.

۲- دو کاتون F1 و F1' بر روی محور افقی به فاصله‌ی یک‌چهارم دهانه از کناره‌های قوس تعیین می‌شود.

۳- از کاتون‌های به دست‌آمده خطی تحت زاویه‌ی 60° درجه رسم می‌شود تا محور عمودی را در نقطه‌ی F2 قطع کند.

۴- به شعاع ۲ از مرکز F1 و F1' تا نقطه‌ی تقاطع با محور 60° درجه کمان اولیه رسم می‌شود.

۵- به مرکز F2 و شعاع KF2 و K'F2 کمان ثانویه نیز رسم می‌شود. (شکل ۱۴۸)



شکل ۱۴۸

۲- روش ب

۱- دو محور افقی و عمودی و امتداد دو ستون رسم می‌شود.

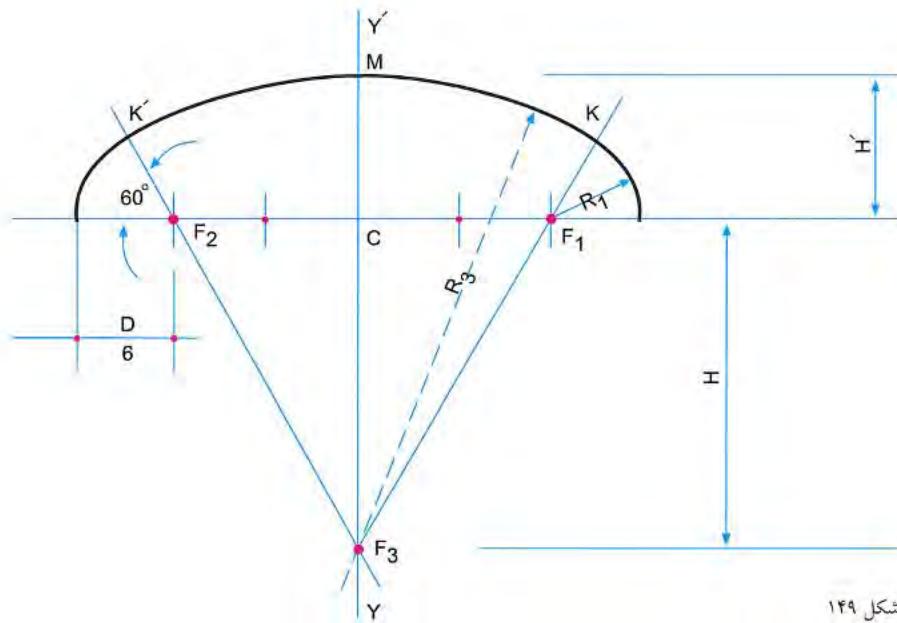
۲- دو مرکز F1 و F2 به فاصله‌ی $\frac{D}{6}$ از دو طرف قوس روی محور افقی تعیین می‌شود.

۳- از کاتون‌های به دست‌آمده خطی با زاویه‌ی 60° درجه نسبت به محور افقی رسم می‌شود. محل تقاطع امتداد این خط و محور عمودی مرکز F3 است.

۴- به شعاع $\frac{D}{6}$ و به مرکز کاتون F1 و F2 کمان اولیه رسم می‌شود و تا امتداد محور 60° درجه امتداد می‌یابد.

۵- به شعاع R3 و به مرکز کاتون F3 کمان ثانویه از دو نقطه‌ی K و K' ترسیم می‌شود.

توجه: هرچه فاصله‌ی دو کاتون F1 و F2 تا محل برخورد دو محور یعنی نقطه‌ی C کمتر باشد کاتون F3 به محور افقی نزدیک‌تر می‌شود و کمان آن به حالت تند درمی‌آید و هرچه فاصله‌ی دو کاتون F1 و F2 از یکدیگر و در نتیجه از نقطه‌ی C دورتر شود فاصله‌ی مرکز کاتونی F3 از محور افقی بیشتر می‌شود و در نتیجه کمان قوس نیمه‌یپسی کوتاه و قوس آن کندر می‌شود. (شکل ۱۴۹)

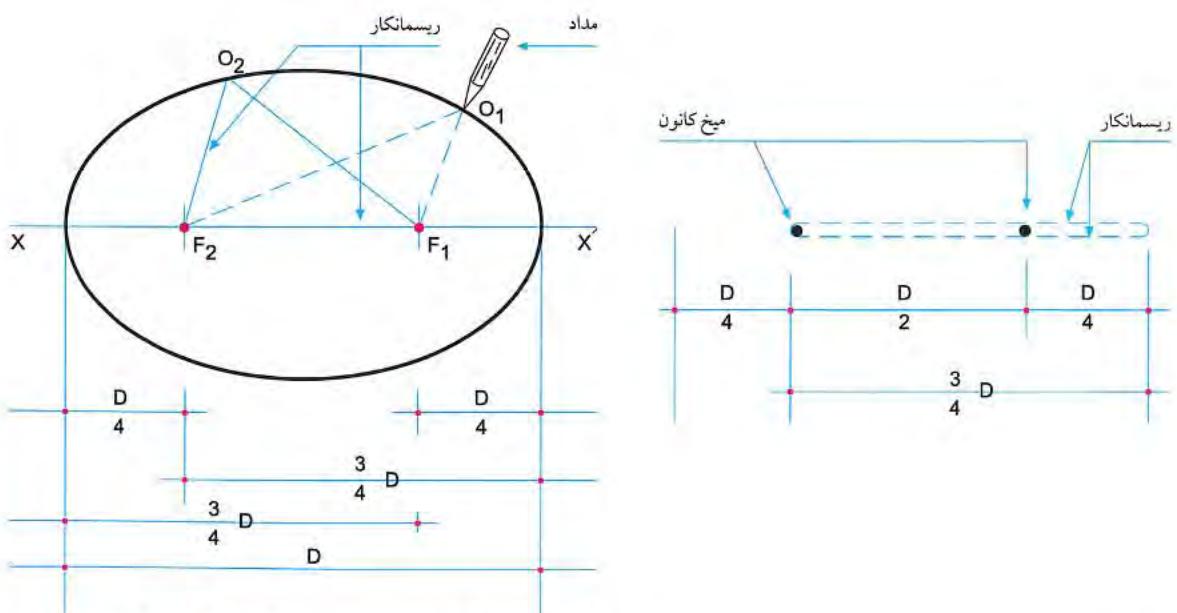


شکل ۱۴۹

پیاده کردن قوس دسته سبدی (نیمه بیضی)

پس از تخمیرسازی زمینه‌ی گچی به ترتیب چنین عمل می‌شود:

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- محل دو کانون F_1 و F_2 با رعایت دقیق فاصله مشخص می‌شود.
- ۳- در کانون‌ها میخ کوبیده می‌شود.
- ۴- ریسمان‌کار دوبل بین یک کانون تا خط ستونی که از آن کانون دورتر است قرار می‌گیرد، طول یک لا از دو لا ریسمان‌کار $\frac{3}{4}D$ خواهد بود.
- ۵- مداد بین دولای ریسمان‌کار به حالت مهار یا حلقوه قرار می‌گیرد و قوس با استفاده از میخ‌های کانون در تمام جهات خط می‌شود. (شکل ۱۵۰)



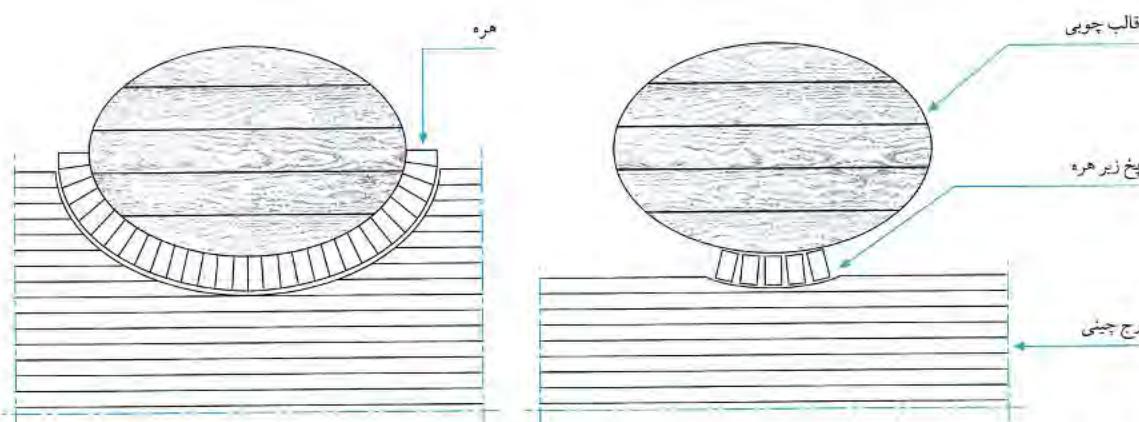
شکل ۱۵۰

بنایی قوس دسته‌سبدی از قوس بیضی

بنایی این قوس‌ها مانند قوس برنخشی و نعل اسپی است. در این قوس رج‌های پا باریک طرفین بیشتر از رج‌های قوس برنخشی است و با رسیدن رج‌ها به امتداد راستا از تراش آجر به شکل سروته استفاده می‌شود و آجر به ابعاد معمولی به کار می‌رود.

قوس تمام‌بیضی که یکی از انواع قوس دسته‌سبدی است برای تزیین به کار می‌رود. این قوس معمولاً با هر بندی نیم آجره و در مواردی یک آجره ساخته می‌شود و در هر دو حالت پیش‌آمدگی از سطح نما ۲ تا ۳ سانتی‌متر خواهد بود. معمولاً قالب قوس تمام بیضی قبل آماده می‌شود. برای نصب قالب، یک سر ثما به اندازه‌ی ۳ سانتی‌متر بر روی رج‌های زیرین به طور شاقولی باملات مقاوم بنایی می‌شود و قالب همباداً با نماد روی رج چینی واقع و از ناحیه‌ی بالا با وابندی چوبی یا پروفیلی به طور کامل‌آیکاد و شاقولی نگهداشته می‌شود.

رج‌های افقی قوس از زیر تا یک‌دوم دهانه یعنی تا محور افقی 'XX' امتداد می‌یابد. از این قسمت هر دو دور خود می‌چرخد تا رج‌های انتهایی از دو بازو سر درهم گذارد و کار قوس نیمه‌بیضی به پایان رسید. سپس قالب گچی یا چوبی از کلاف قوس جدا می‌شود. (شکل ۱۵۱)



شکل ۱۵۱

موارد استفاده قوس دسته‌سبدی

قوس نیمه‌بیضی برای تزیین نما با مصالح سنگی یا آجر تراش با تیشه‌داری و آبساب مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این قوس در پوشش‌های داخلی با ترکیب گچ‌کاری و گچ‌بری بر روی اسکلت آجر نیز استفاده می‌شود.

نمونه‌ی این قوس را می‌توان در مدرسه شاهرخیه بسطام، بخش‌هایی از مدرسه میرزا جعفر در جوار بارگاه حضرت رضا (ع) (از آثار دوره‌ی تیموری)، بارگاه امام‌زاده حسین، مسجد عتیق قزوین و کاخ گلستان با مصالح سنگی و در بنای نارنجستان قوام‌الملک شیرازی در شیواز با گچ‌بری و نقاشی مشاهده کرد. استفاده‌ی گسترده از این قوس در زمان قاجار رایج شد و این امر به علت تقلید از سبک معماری اروپا بود. در مساله‌ای اخیر علاوه بر انواع قوس‌های نیمه‌بیضی از قوس‌های تمام‌بیضی نیز در کلاف‌کشی پنجره‌ها و نماسازی استفاده شده است. همچنین از این قوس زیبا با اصول ایرانی برای تسبیح از آثار دوره‌های بعد از اسلام و در نماسازی بنای‌های امروز نیز استفاده شده و می‌شود. در تصاویر بعد، نمونه‌های گوناگون با دوره‌ای مطلوب هر قوس را بررسی می‌کنیم. (شکل ۱۵۲ و ۱۵۳)



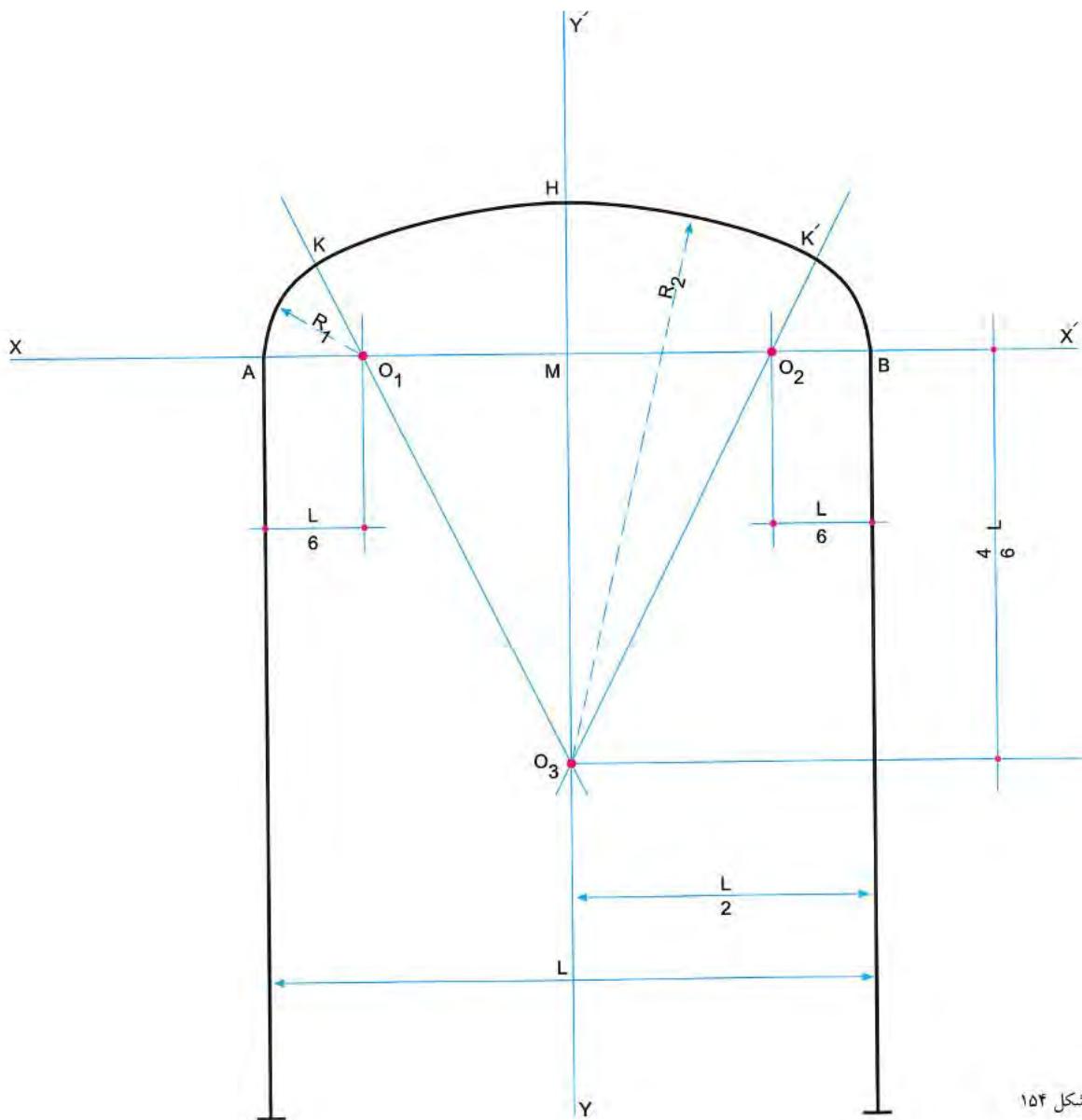
شکل ۱۵۲: کاربرد قوس بیضی؛ بنای امروز



شکل ۱۵۳: کاربرد قوس بیضی، مصالح سنگ و آجر قرمز؛ بنای امروز

قوس بیضی دو کانون یک و چهار

- ۱- امتداد دو سطون و محورهای عمودی و افقی رسم می شود.
- ۲- مرکز O_1 و O_2 روی محور افقی به فاصله‌ی $\frac{L}{6}$ از نقطه‌ی A جدا می شود.
- ۳- مرکز O_3 به فاصله‌ی $\frac{4}{6}L$ از محور افقی روی محور عمودی تعیین می شود.
- ۴- به شعاع AO_1 و O_1O_2 و O_2B قوسی از نقاط A و B تا محل تقاطع با امتداد O_1O_3 و O_2O_3 رسم می شود.
- ۵- به شعاع O_3K و مرکز O_3 ادامه کمان قوس از K تا K' رسم می شود. (شکل ۱۵۶ تا ۱۵۷)



شکل ۱۵۶



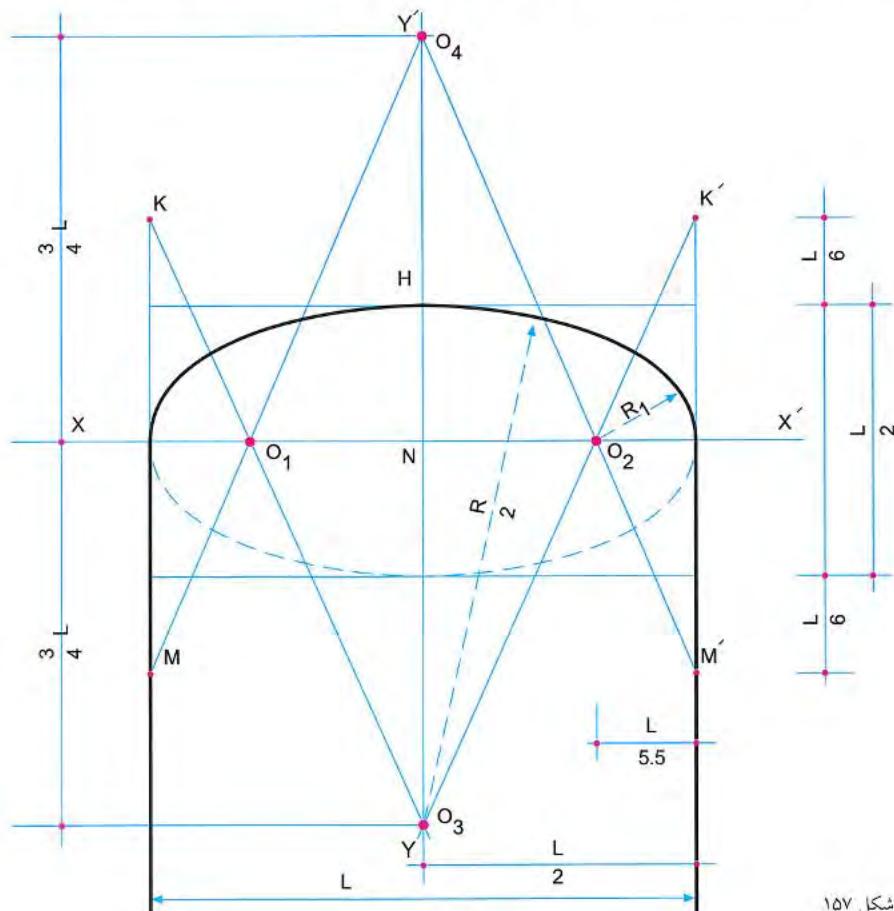
شکل ۱۵۵: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی، نمای مقبره قبر آقا، خیابان مولوی، تهران؛ دوره قاجاریه



شکل ۱۵۶: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی، دیبرستان البرز، تهران؛ دوره پهلوی اول

قوس دسته‌سبدی دو کانون

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- روی محور افقی نقاط O_1 و O_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{5.5}$ از دو ستون تعیین می‌شود.
- ۳- روی محور عمودی دو مرکز O_3 و O_4 به فاصله‌ی لازم از محور افقی مشخص می‌شود.
- ۴- کمان‌های قوس مطابق شکل به مرکز O_1 و O_2 و O_3 رسم می‌شود. (شکل ۱۵۷ تا ۱۶۱)



شکل ۱۵۷



شکل ۱۵۸؛ ترکیب دور قوس دسته‌سبدی، حصارکشی محوطه صدا و سیما، مرکز اصفهان؛ بنای امروز



شکل ۱۵۹: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی، دهانه میانی نمای شمالی کاخ گلستان؛ دوره قاجاریه



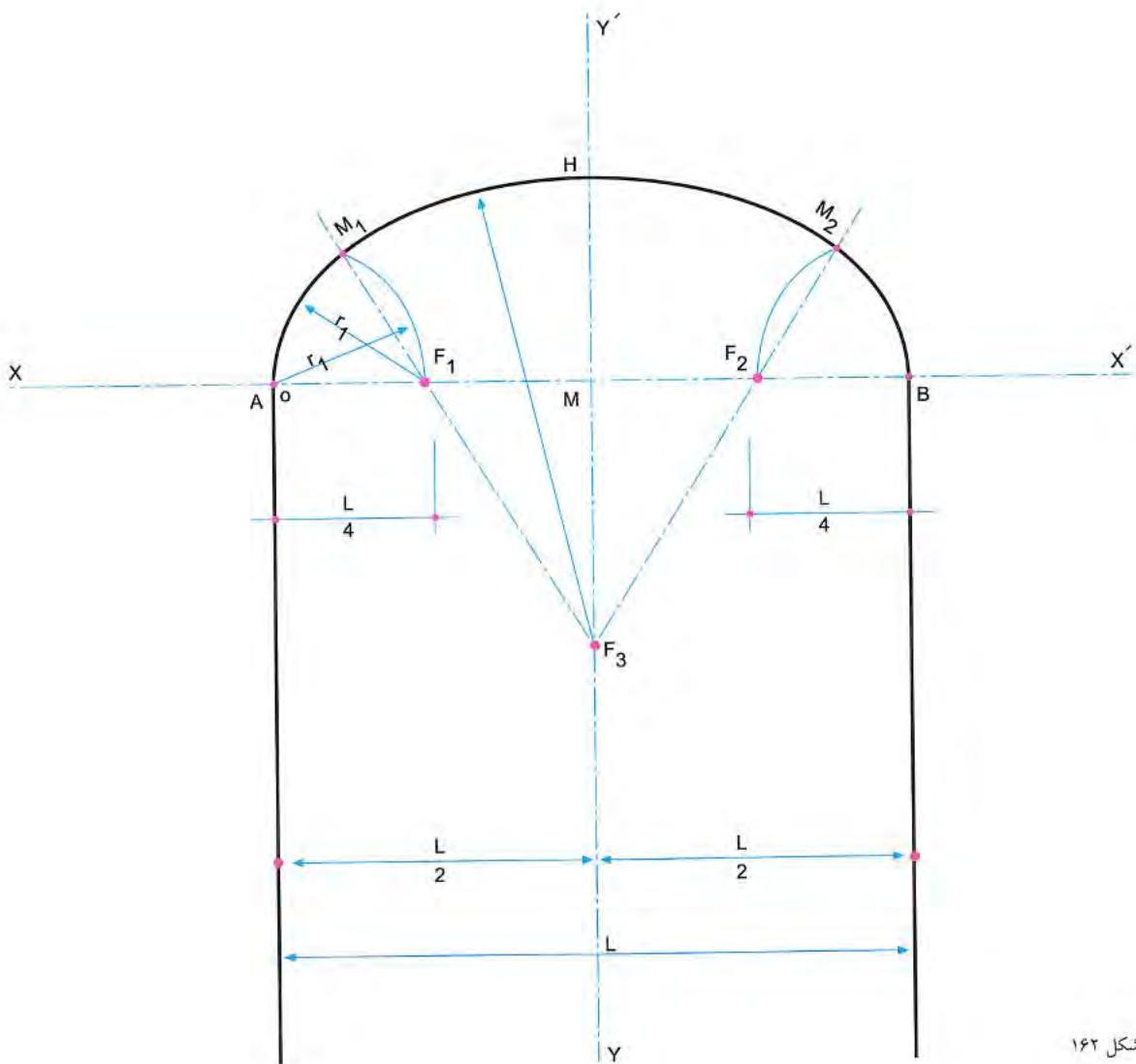
شکل ۱۶۰: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی، تالار آیینه انجمن آثار مفاخر ملی، تهران؛ دوره پهلوی اول



شکل ۱۶۱: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی گلوبین دار، قم؛ بنای امروز

قوس دسته‌سبدی سه کانون

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- کانونهای F_1 و F_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{4}$ از ستون‌ها روی محور افقی جدا می‌شود.
- ۳- به مرکز F_1 و A دو کمان به شعاع $\frac{L}{4}$ رسم می‌شود محل تقاطع این دو کمان نقطه‌ی M_1 است.
- ۴- نقطه‌ی M_1 به F_1 متصل می‌شود و ادامه می‌یابد تا محور عمودی را در نقطه‌ی F_3 قطع کند.
- ۵- به مرکز F_1 و $\frac{L}{4}$ شعاع F_1A کمان اولیه قوس تا نقطه‌ی M_1 و به شعاع F_3M_1 و مرکز F_3 کمان ثانوی رسم می‌گردد.
- ۶- نیمه‌ی دیگر قوس نیز به همین صورت رسم می‌شود. (شکل ۱۶۲ تا ۱۶۴)



شکل ۱۶۲



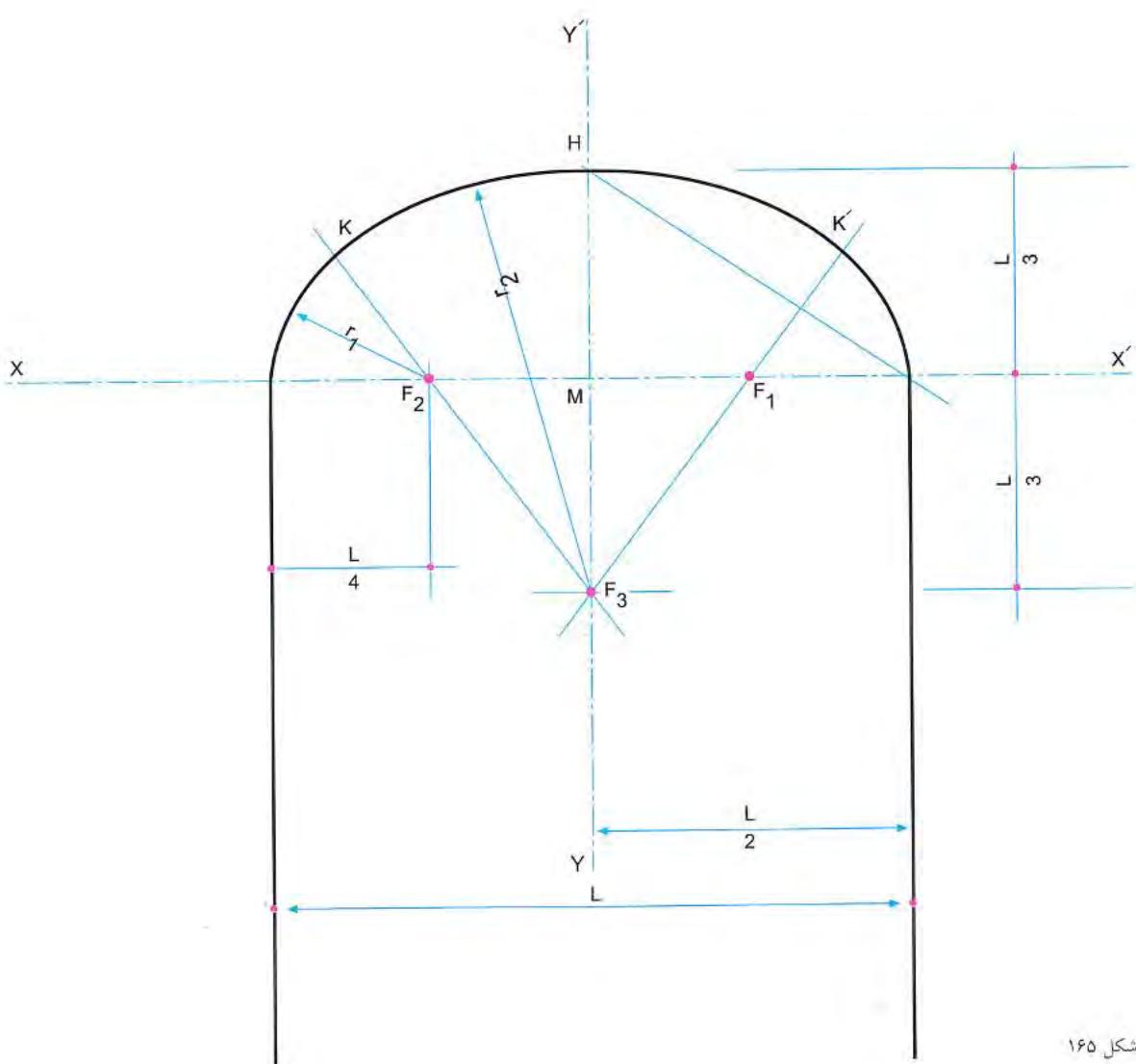
شکل ۱۶۳: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی سه کانون، تهران؛ آثار دوره پهلوی اول



شکل ۱۶۴: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی سه کانون، هنرستان ولی عصر(عج)، تهران «کار نگارنده»؛ معاصر میانی

قوس دسته‌سبدی سه کانون تند

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- دو مرکز F_1 و F_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{4}$ از ستون‌ها بر روی محور افقی معلوم می‌گردد.
- ۳- مرکز F_3 به فاصله‌ی $\frac{L}{3}$ از محور افقی روی محور عمودی مشخص می‌شود.
- ۴- به مراکز F_1 و F_2 و شعاع $\frac{L}{4}$ کمان‌های اولیه قوس تا تقاطع با امتداد F_2F_3 و F_1F_3 رسم می‌شود.
- ۵- به شعاع F_3K و مرکز F_3 کمان ثانوی بین دو نقطه‌ی K و K' رسم می‌شود. (شکل ۱۶۷ تا ۱۶۵)



شکل ۱۶۵



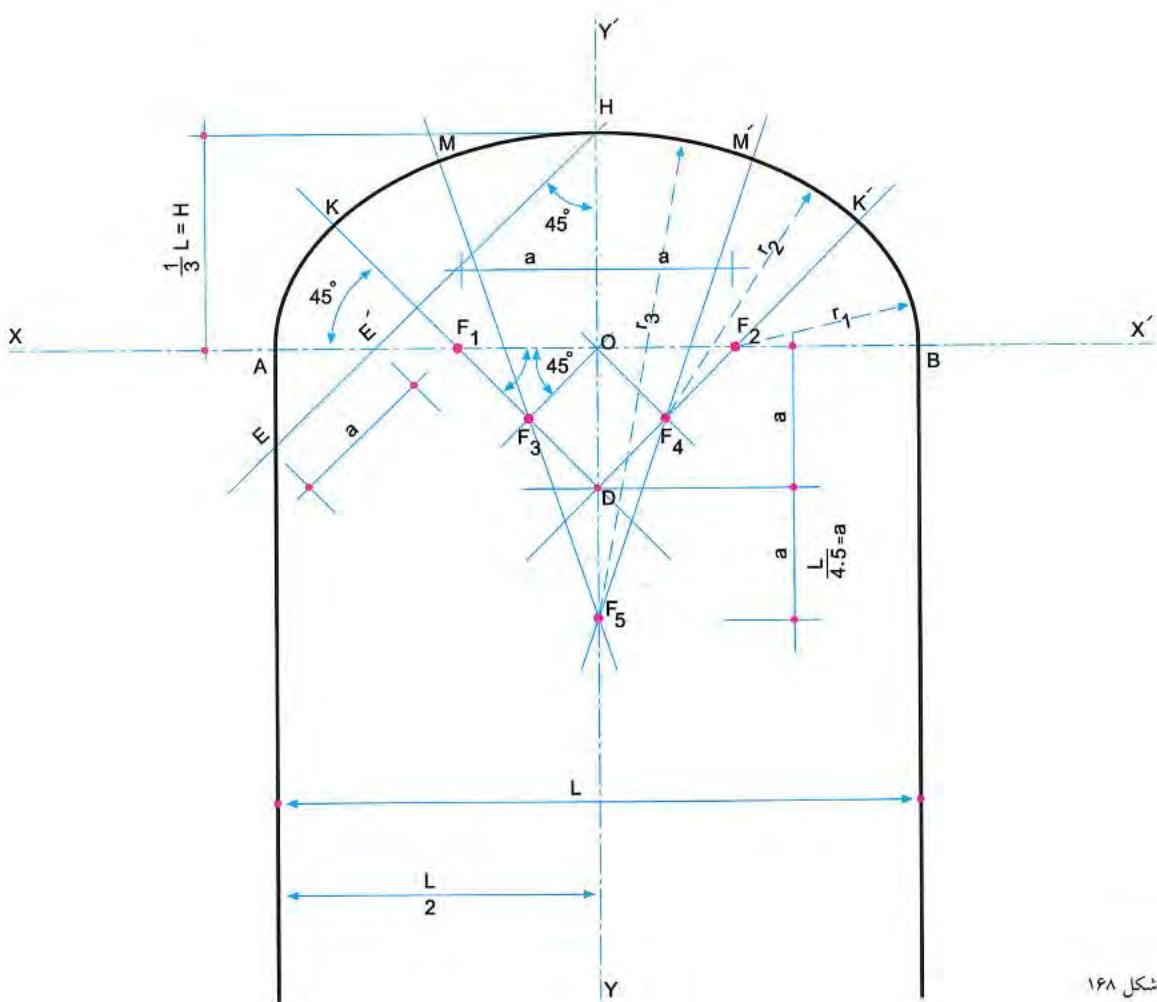
شکل ۱۶۶: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی سه کانون تند، کاخ حوضخانه، کاخ نیاوران: دوره پهلوی دوم



شکل ۱۶۷: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی سه کانون تند: بنای امروز

قوس دسته‌سبدی پنج کانون تند

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- نقاط F_1 و F_2 به فاصله‌ی مساوی از محور عمودی روی محور افقی تعیین می‌شود.
- ۳- از دو کانون F_1 و F_2 خطوطی با زاویه‌ی 45° درجه نسبت به محور افقی رسم می‌شود تا محور عمودی را در نقطه‌ی D قطع کند.
- ۴- از نقطه‌ی O خط OF_3 با زاویه‌ی 45° درجه نسبت به محور افقی رسم می‌گردد تا DF_1 را در نقطه‌ی F_3 تلاحقی کند.
- ۵- مرکز F_5 روی محور عمودی به فاصله‌ی ۲ واحد از محور افقی مشخص می‌شود.
- ۶- به شعاع F_1A و مرکز F_1 قوس اولیه تا تقاطع با امتداد DF_1 و به مرکز F_3 و شعاع F_3K ادامه‌ی قوس تا تقاطع با امتداد F_5M و مرکز F_5 ادامه قوس تا تقاطع با محور عمودی رسم می‌شود.
- ۷- همین اعمال در جانب دیگر برای رسم نیمه‌ی دیگر قوس تکرار می‌شود. (شکل ۱۶۸ تا الف - ۱۶۹)



شکل ۱۶۸



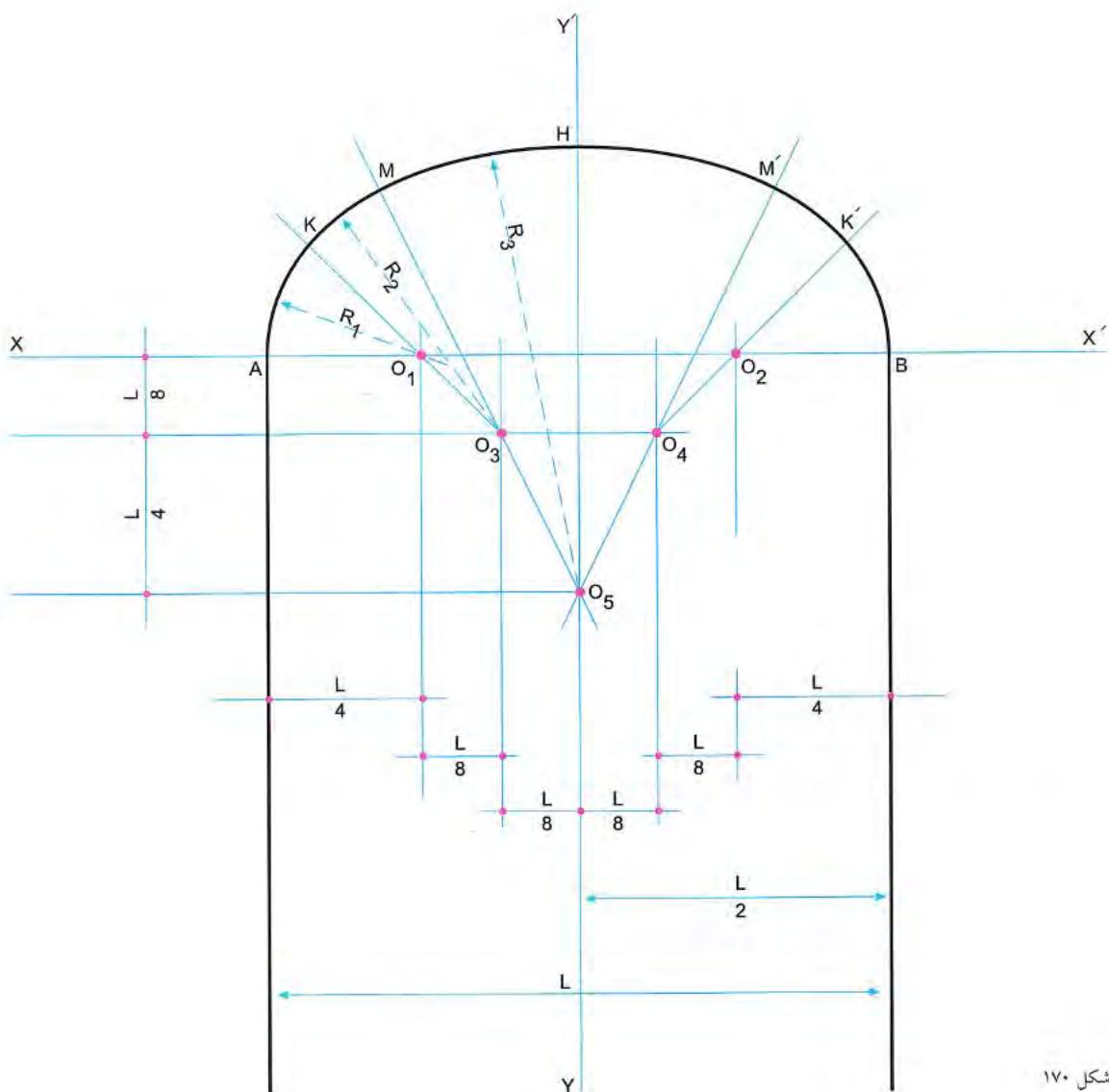
شکل ۱۶۹: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی پنج کانون تند، انجمن آثار مفاخر ملی، تهران؛ دوره پهلوی اول



شکل الف-۱۶۹: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی پنج کانون تند، ساختمان بانک سپاه، مشهد مقدس؛ بنای امروز

قوس نیم‌بیضی پنج کانون

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- مرکز O_1 و O_2 به فاصله‌ی مناسب از دو ستون روی محور افقی تعیین می‌شود.
- ۳- مرکز O_4 و O_5 به فاصله‌ی $\frac{L}{8}$ از دو محور تعیین می‌شود.
- ۴- مرکز O_5 روی محور عمودی به فاصله‌ی $\frac{L}{8}$ از محور عمودی مشخص می‌شود.
- ۵- به مرکز O_1 و به شعاع O_1A کمانی از نقطه‌ی A تا K (نقطه‌ی تقاطع کمان و امتداد O_3O_5) رسم می‌شود.
- ۶- به مرکز O_3 و شعاع O_3M کمانی از K تا M (محل تقاطع کمان با امتداد O_3O_5) رسم می‌شود.
- ۷- ادامه‌ی کمان به مرکز O_5 و شعاع O_5M رسم می‌شود.
- ۸- نیمه‌ی دیگر قوس نیز به روش مذکور رسم می‌شود. (شکل ۱۷۰ تا ۱۷۳)

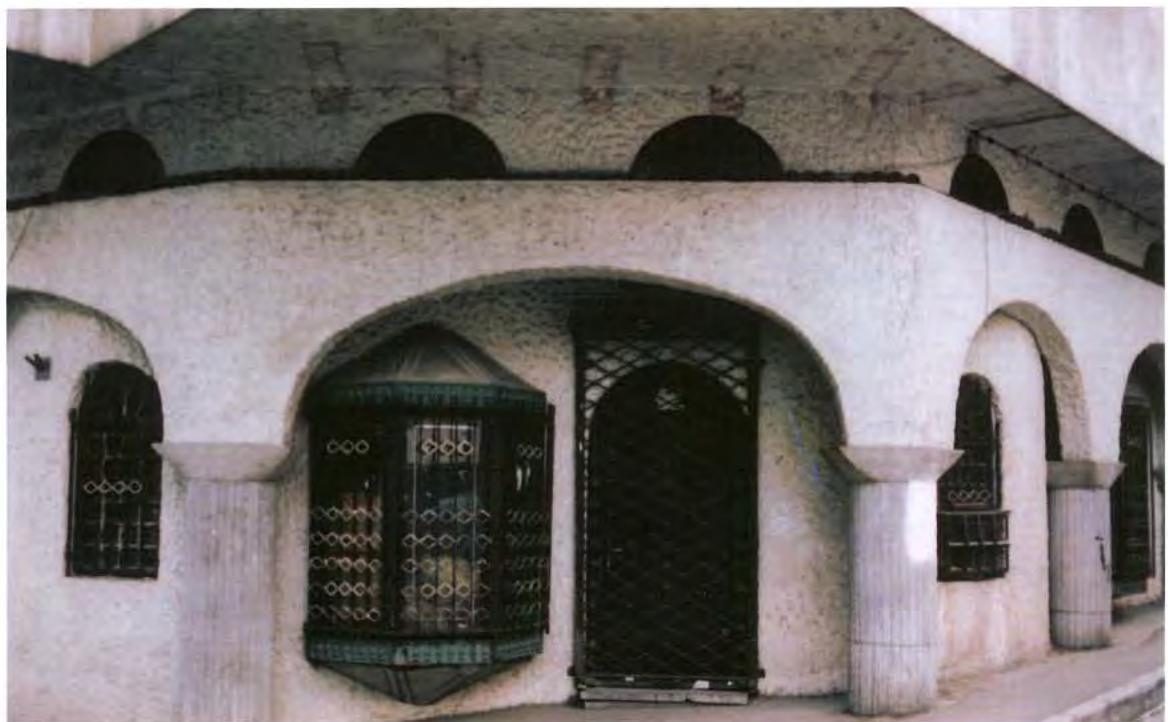


شکل ۱۷۰



شکل ۱۷۲: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی پنج کانون، ورودی به هشتی مسجد عتیق
اوایل دوره معاصر

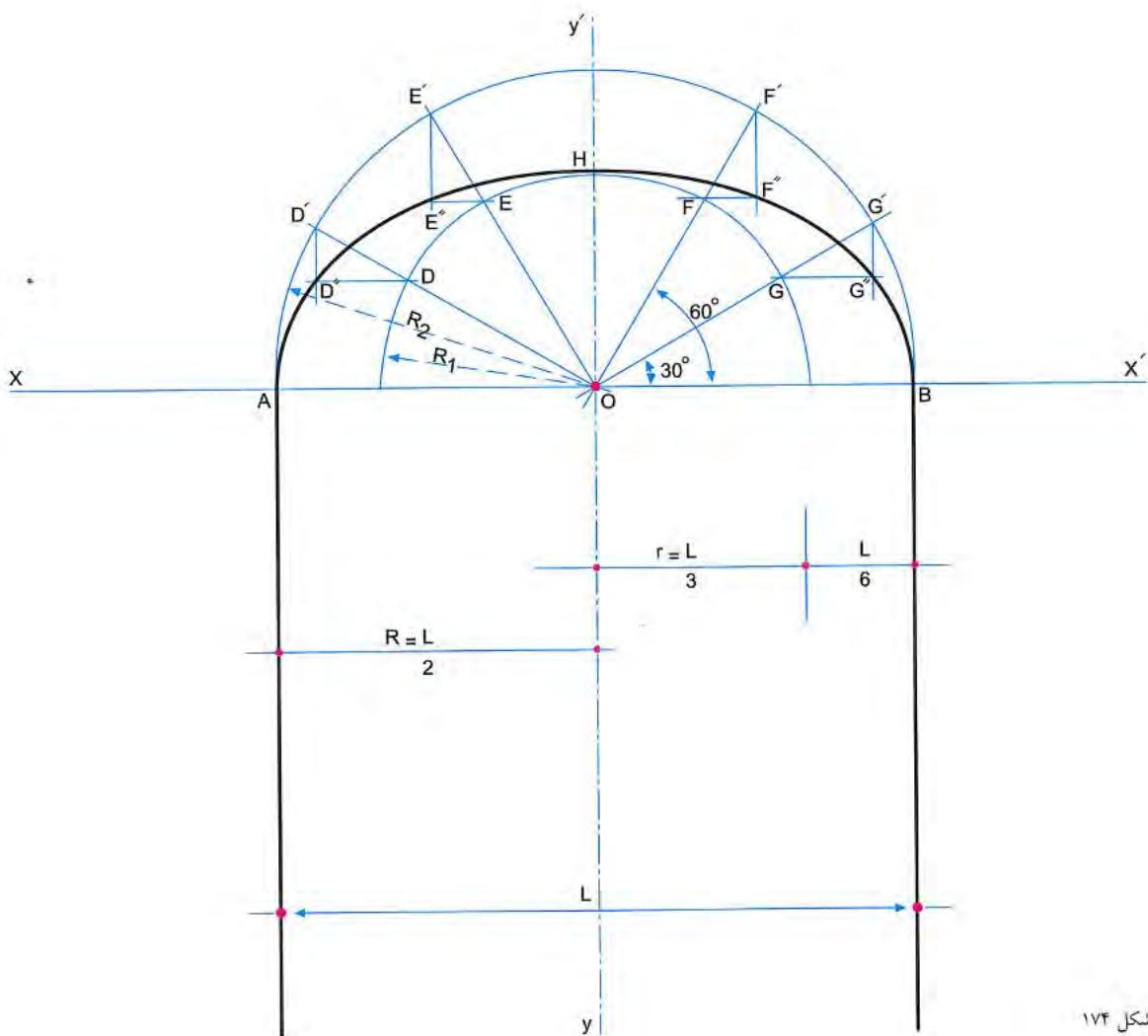
قروین: دوره صفویه، بازسازی جدید



شکل ۱۷۳: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی پنج کانون: بنای امروز

قوس دسته‌سبدی با روش نقطه‌یابی

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- به مرکز O دو نیمدایره با شعاعهای OA و $L \frac{2}{3}$ رسم و مطابق شکل با ترسیم خطوطی با زوایای 30° درجه نسبت به هم به شش قسمت مساوی تقسیم می‌شود.
- ۳- از نقطه‌ی G' روی کمان خارجی عمودی بر محور افقی استخراج می‌شود.
- ۴- از محل برخورد خط کمکی با کمان داخلی عمودی بر عمود عابر G' رسم می‌شود تا آن را در G'' قطع کند. G'' نقطه‌ای بر روی قوس دسته‌سبدی است.
- ۵- سایر نقاط کمکی ترسیم، بنا به شرحی که گفته شد تعیین می‌شود و از اتصال آن‌ها به یکدیگر کمان دلخواه به دست می‌آید. (شکل ۱۷۴ تا ۱۷۶)



شکل ۱۷۴



شکل ۱۷۵: ترکیب دور قوس، نمای بیرونی مجلس شورای اسلامی (مجلس شورای ملی سابق)؛ دوره قاجاریه



شکل ۱۷۶: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی؛ بنای امروز

قوس نیمه‌بیضی به روش هندسی

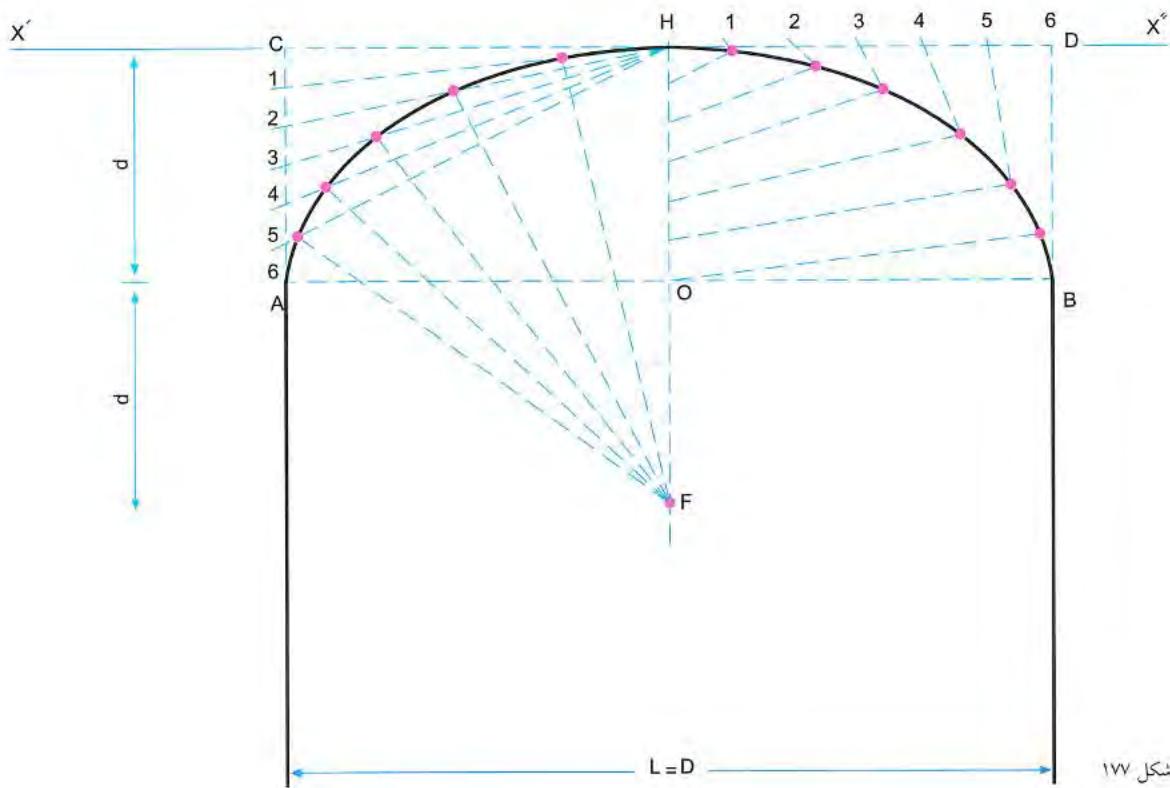
- ۱- محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- ارتفاع قوس از نقطه‌ی O تا H روی محور عمودی تعیین می‌شود.
- ۳- خط افقی "X'X" به فاصله‌ی OH از محور افقی ترسیم می‌شود.
- ۴- نقطه‌ی F روی محور عمودی به فاصله‌ی برابر نقطه‌ی OH از محور افقی تعیین می‌شود.

روش اول:

پاره‌خط‌های OH و DH به شش قسمت مساوی تقسیم می‌شود. از تقسیمات این پاره‌خط‌ها به ترتیب به نقاط A و B وصل می‌شود. محل تقاطع امتدادهای ترسیم شده نقاطی از قوس است که به هم وصل می‌شود.

روش دوم:

پاره‌خط‌های OA و AC به شش قسمت مساوی تقسیم می‌شود. از تقسیمات AC به نقطه‌ی H و از تقسیمات OA به نقطه‌ی F وصل می‌شود. محل تقاطع امتداد خطوط رسم شده نقاطی از کمان قوس است که به هم وصل می‌شود. (شکل ۱۷۷ تا ۱۷۹)



شکل ۱۷۷



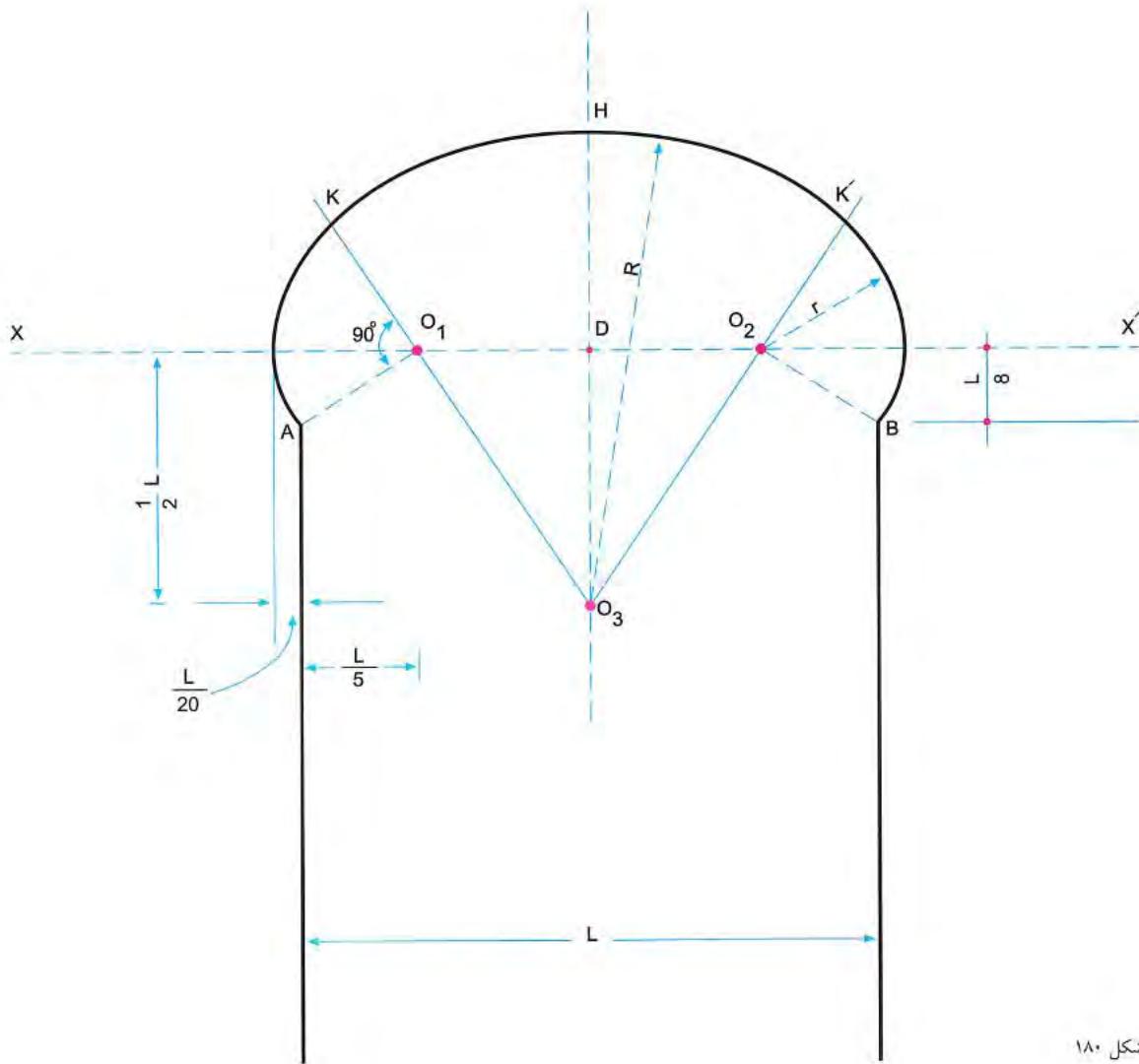
شکل ۱۷۸: ترکیب دور قوس دسته‌سبدی، بارگاه حضرت سلطانعلی (ع)، مشهد اردہال، کاشان؛ دوره سلجوقی (سال ۵۸۸ ه.ق.) بازسازی جدید



شکل ۱۷۹: ترکیب دور قوس، کاخ گلستان؛ دوره قاجاریه

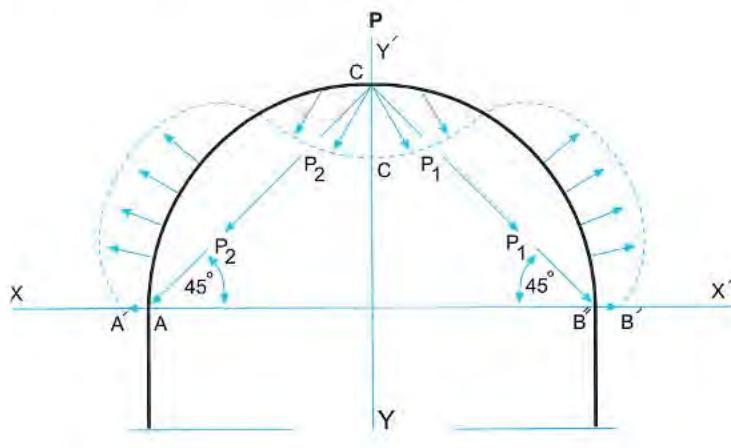
قوس نیمه‌یاری با گلوبی

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- مراکز O_1 , O_2 و O_3 روی محور عمودی و افقی به فواصل معلوم تعیین می‌شود.
- ۳- به مراکز O_1 و O_2 به شعاع O_1A دو کمان رسم می‌شود تا امتدادهای O_1O_3 و O_2O_3 را در نقاط K و K' قطع کند.
- ۴- به مرکز O_3 و شعاع O_3K ادامه‌ی کمان بین K و K' رسم می‌شود. (شکل ۱۸۰)



شکل ۱۸۰

اگر نیروی فشاری زیادتر باشد برآیند آن نیروی موربی خواهد بود که تقریباً با زاویه‌ی 45° درجه بر قوس وارد می‌شود. بر اثر این نیرو نیز قوس دچار رانش می‌شود و سرانجام فرو می‌ریزد. (شکل ۱۸۳)

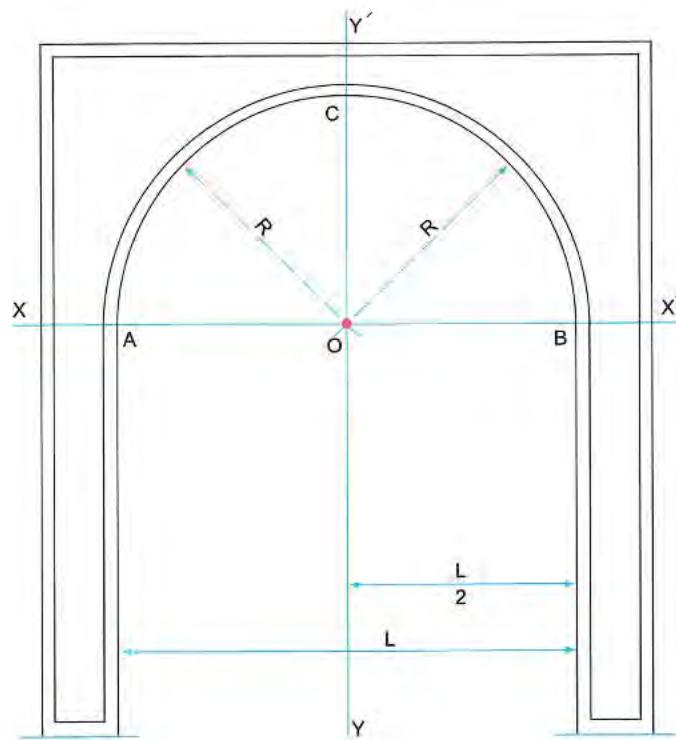


شکل ۱۸۳

ترسیم قوس نیم‌دایره

- ۱- محور عمودی به فاصله‌ی یک‌دوم دهانه از دو ستون ترسیم می‌گردد.
- ۲- محور افقی عمود بر محور قائم رسم می‌شود.
- ۳- دو ستون از نقاط A و B به فاصله‌ی یک‌دوم دهانه از محور عمودی به موازات یکدیگر رسم می‌شود.
- ۴- از نقطه‌ی O مرکز تقاطع دو محور افقی و عمودی، شعاع R به اندازه‌ی یک‌دوم دهانه از نقطه‌ی A یا B شروع و پس از عبور از نقطه‌ی C یعنی نقطه‌خیز، به ضلع مقابل ختم و نیم‌دایره رسم می‌شود.

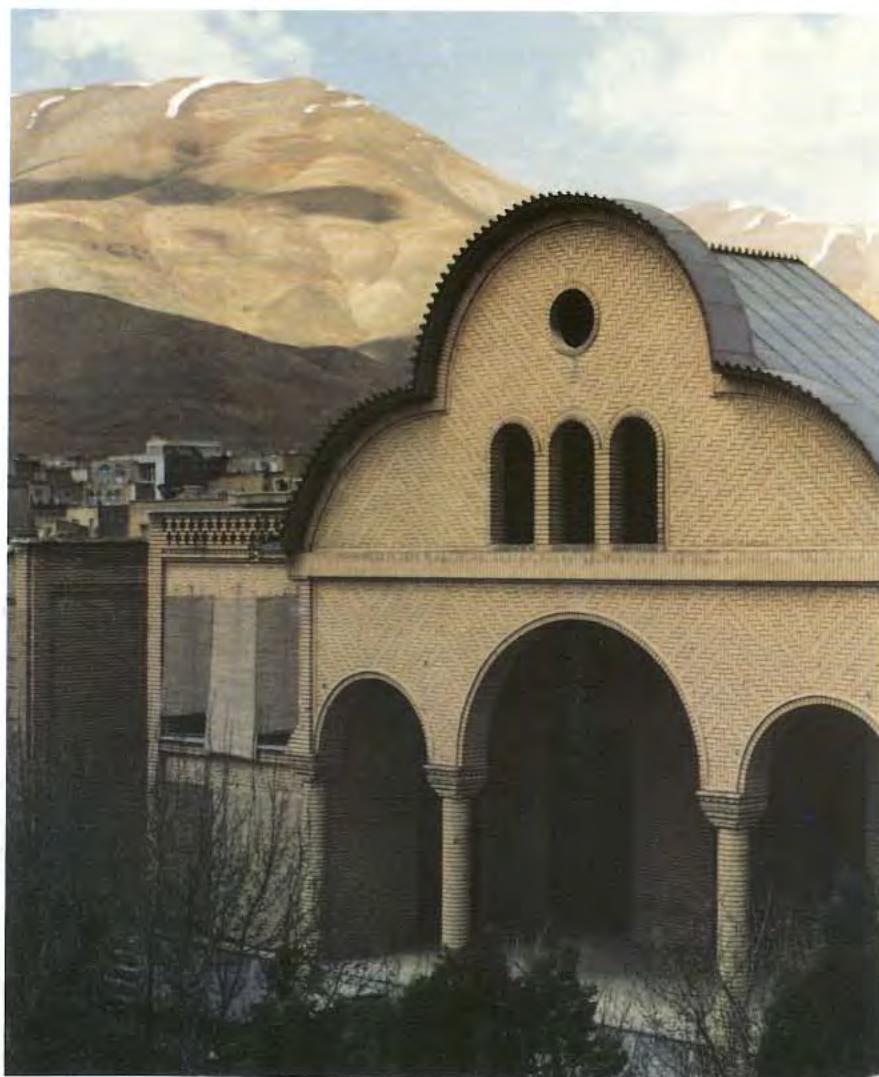
(شکل ۱۸۴ تا ۱۸۷)



شکل ۱۸۴



شکل ۱۸۵: ترکیب دور قوس، عمارت چهلستون، قزوین؛ دوره قاجاریه



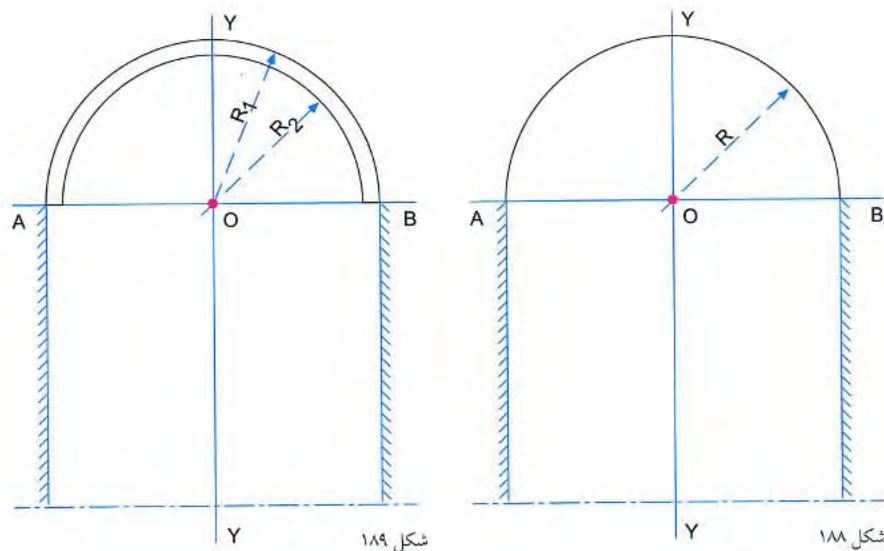
شکل ۱۸۶: ترکیب دور قوس، منزل وکیل، سنتنگ؛ دوره قاجاریه



شکل ۱۸۷: ترکیب دور قوس، کاخ کریم خانی، کاخ گلستان: دوره قاجاریه

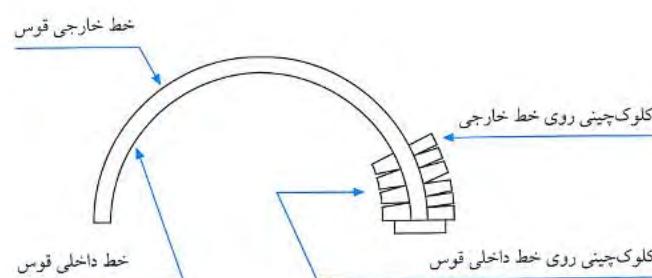
طریقه‌ی پیاده‌کردن قالب نیم‌دایره

قالب قوس نیم‌دایره نسبت به ابعاد دهانه به دو صورت ساخته می‌شود. معمولاً برای دهانه کمتر از ۱۲۰ سانتیمتر از قالب گچی استفاده می‌شود. برای اینکه قالب گچی در زیر بار قوس نشکند، ضخامت آن باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر باشد، ضمناً حتماً باید در وسط قالب گچی میلگرد مدور کار گذارد شود تا قالب گچی نشکند. (شکل ۱۸۸ تا ۱۹۲)

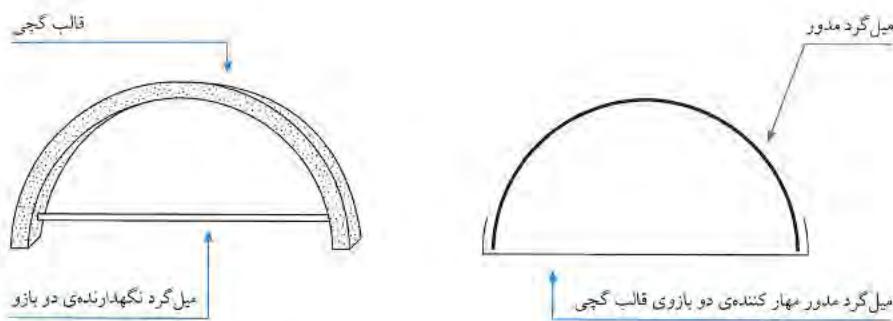


شکل ۱۸۹

شکل ۱۸۸



شکل ۱۹۰

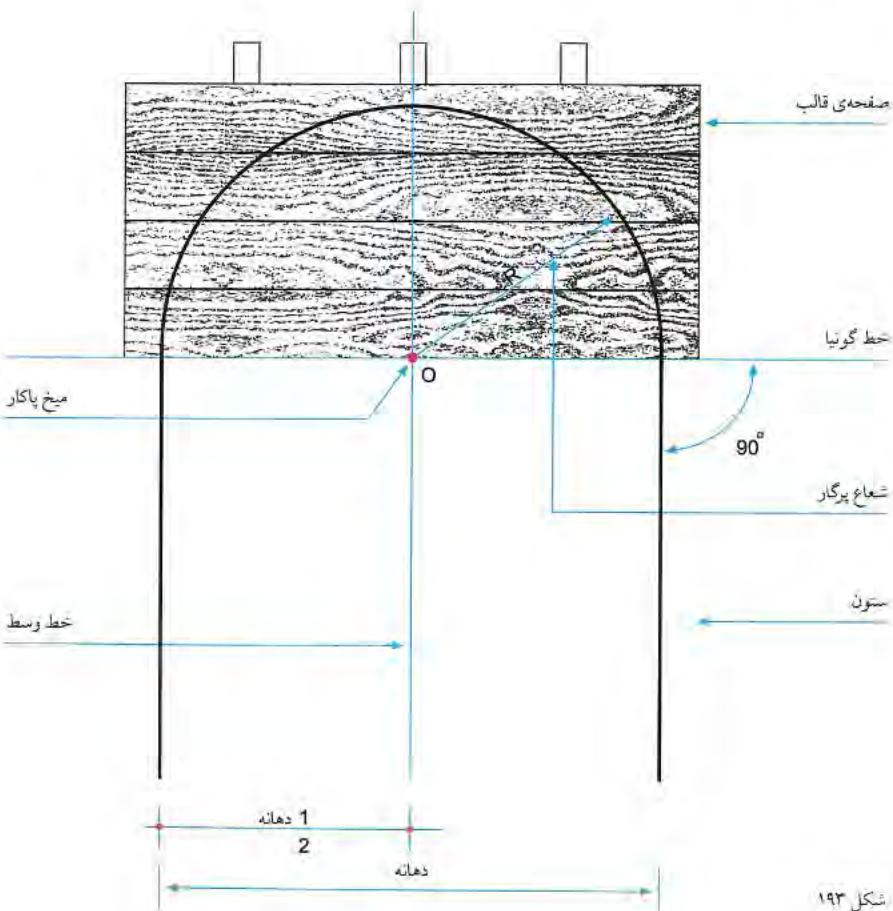


شکل ۱۹۲

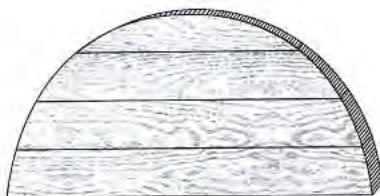
شکل ۱۹۱

توجه: در قوس‌هایی با دهانه بین $1/20$ تا $2/40$ متر از قالب چوبی استفاده می‌شود. استفاده از چوب برای تحمل وزن قوس است. برای ساختن قالب تخته‌هایی از چوب کاج پهلوی یکدیگر چیده می‌شود یا پشت بندهایی با عرض بیش از ۱۰ سانتیمتر به هم اتصال می‌باشد. سپس به شعاع یک‌دوم دهانه قوس نیم‌دایره بر صفحه‌ی قالب خط می‌شود و پس از بریدن صفحه‌ی قالب از روی خط پرگار سطح آن چوب‌ساب زده می‌شود.

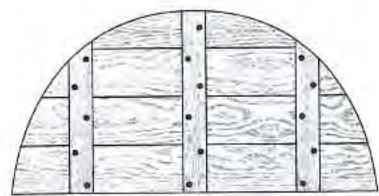
اگر در این قالب پشت‌بند مورب چیزی با زاویه‌ی 45 درجه نسبت به سایر پشت‌بندها کویله شود احتمال پیچش آن تحت بار از بین می‌روم. در این حالت چیزی باید بین دو پشت‌بند عمودی قرار گیرد. (شکل ۱۹۳ تا ۱۹۷)



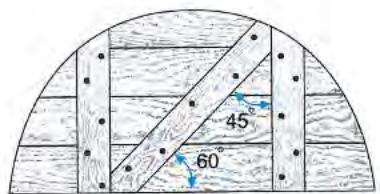
شکل ۱۹۳



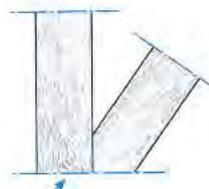
شکل ۱۹۵



شکل ۱۹۴



شکل ۱۹۷



شکل ۱۹۶

قالب چوبی برای دهانه‌های طویل

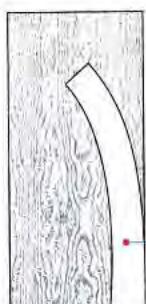
ساختن قالب برای دهانه‌های بیش از ۲ متر به طریقی که گفته شد به دو سبب اصولی نیست:

۱- از نظر اقتصادی.

۲- از نظر مقاومت و وزن قالب. زیرا در دهانه بیش از ۲ متر وزن قالب معمولی چوبی حمل آن را به خصوص در ارتفاع دچار مشکل می‌سازد، در این مورد برای ساختن قالب از تیرک‌های عمودی، مورب، افقی و تخته‌های دور کمان دایره استفاده می‌شود.

برای ساختن قالب ابتدا قوس روی زمین مسطح یا تخمیر خط می‌شود. بعد الگویی از مقواه ضخیم به اندازه‌ی یک‌سوم، و چنانچه دهانه طویل باشد به اندازه‌ی یک‌ششم دهانه از روی خط پرگار که بر سطح زمین یا تخمیر رسم شده است برداشته و چیده می‌شود. (شکل ۱۹۸)

توجه ۱: از روی الگو تخته‌ها، دور خط شده و بریده و پرداخت می‌شود. پس از پرداخت تخته‌ها روی قوس خوابانده می‌شود تا خط پرگار بر روی آن‌ها کنترل شود. (شکل ۱۹۹)



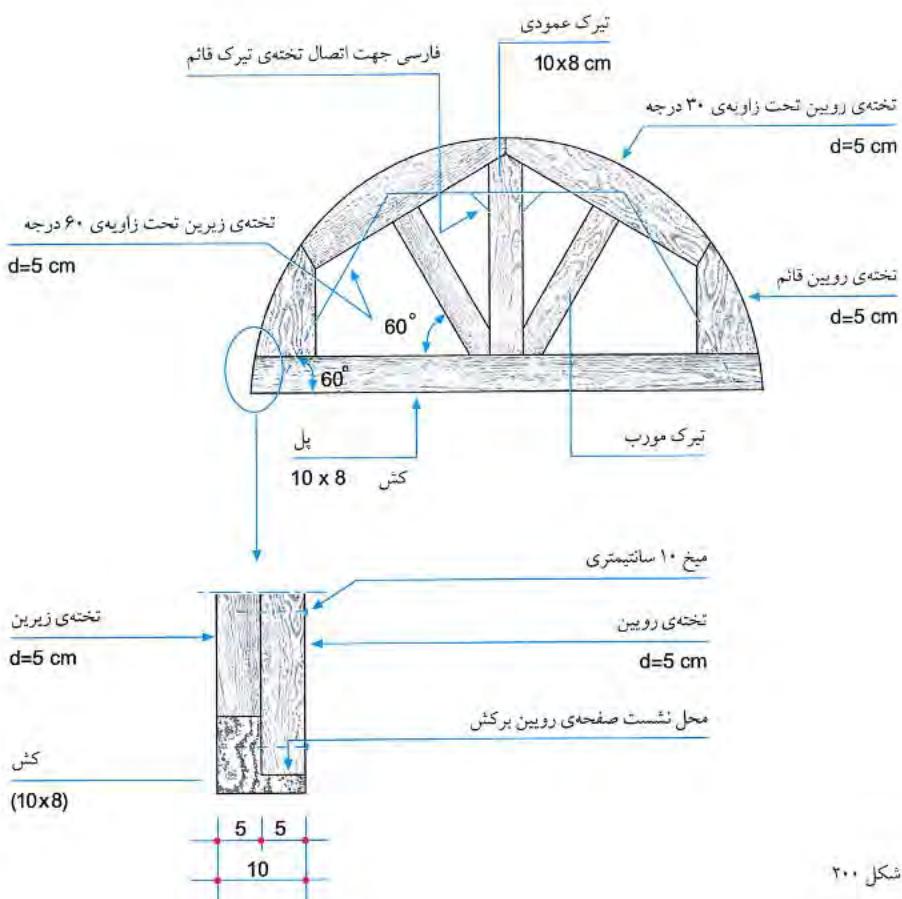
شکل ۱۹۹



شکل ۱۹۸

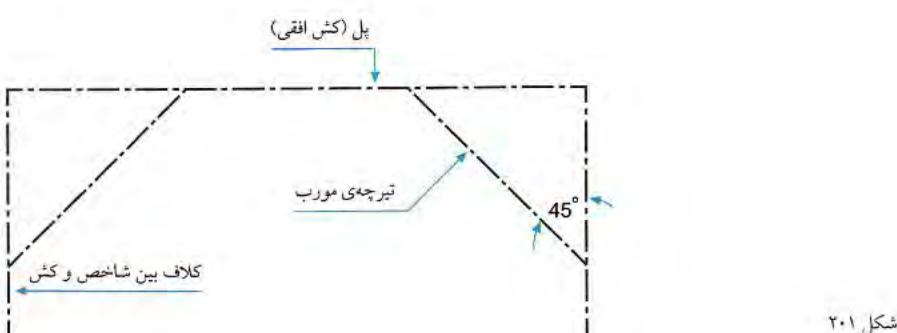
توجه ۲: برای نشست قطعات تخته بر روی یکدیگر دو سر آن‌ها فارسی می‌شود. مرحله‌ی اصلی ساختن قالب، ساختن کش و تیر وسط (تیر قائم) و تیرک مورب آن است. قسمت‌هایی از تیرک‌ها برای نشست قطعات تخته دوردار، صورت نیم آنیم بریده می‌شود و کلاف کردن قطعات تخته در

تیرک‌ها بر روی خط دایره که بر زمین یا تعمیر ترسیم شده است، انجام می‌گیرد. ضخامت تیرک‌ها ۱۰ سانتیمتر و ضخامت قطعات دوردار ۵ سانتیمتر است. (شکل ۲۰۰)



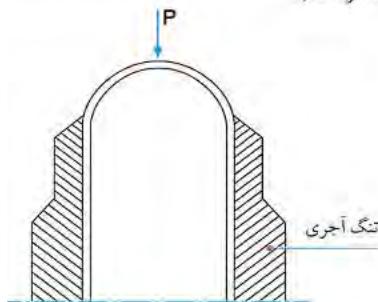
تقویت قوس نیم‌دایره

۱- اگر قوس نیم‌دایره به صورت تک ساخته شود باید با پروفیل یا چوب آن را مهار کرد. (شکل ۲۰۱)

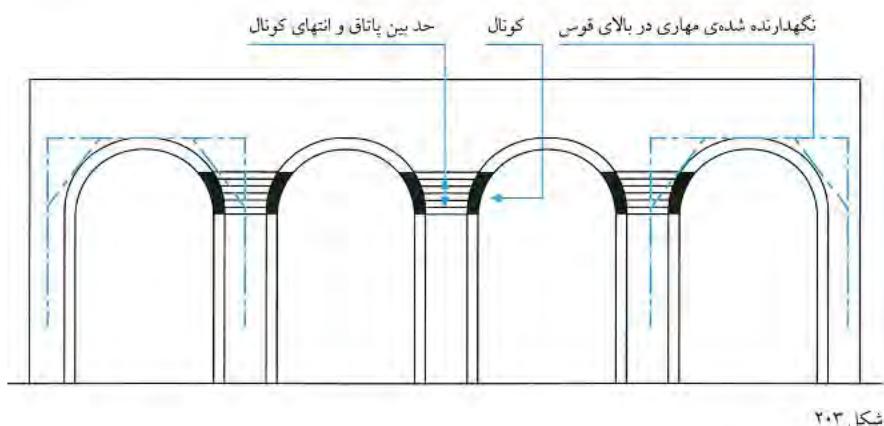


۲- اگر نیروی فشاری در قوس تک به حدی باشد که با مهار کردن نیز تقویت نشود باید با در نظر گرفتن نوع کار و محل آن طریقی قوس را با تنگ تقویت کرد. اگر ارتفاع زیاد باشد تنگ بستن به صورت پله‌پله انجام می‌شود. این نوع تنگ بستن برای مهار کردن پشت و اطراف تاق‌ها و ایوان‌های بلند با دهانه‌ی طویل به کار می‌رود.

۳- کونال بستن: چنان‌که چند قوس نیم‌دایره در یک ردیف ساخته شود، با اتصال صحیح کونال‌ها، می‌توان بدون ایجاد رانش نیروی فشاری کافی بر قوس‌ها وارد کرد. یادآوری می‌شود که برای بستن پاتاق‌ها و کونال‌ها باید از مصالح و ملات مرغوب استفاده کرد. دو قوس جانبی ردیف قوس‌ها را نیز باید با نگهدارنده مهاری یا تنگ آجری مهار کرد. (شکل ۲۰۲ و ۲۰۳)



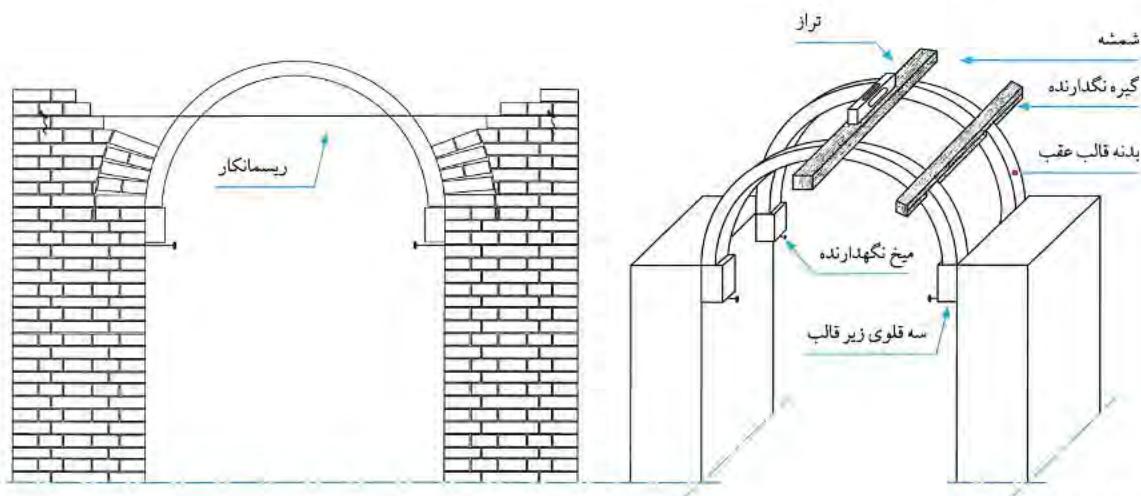
شکل ۲۰۲



شکل ۲۰۳

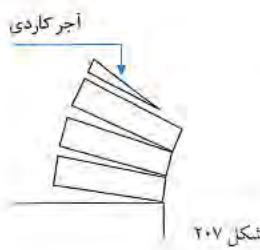
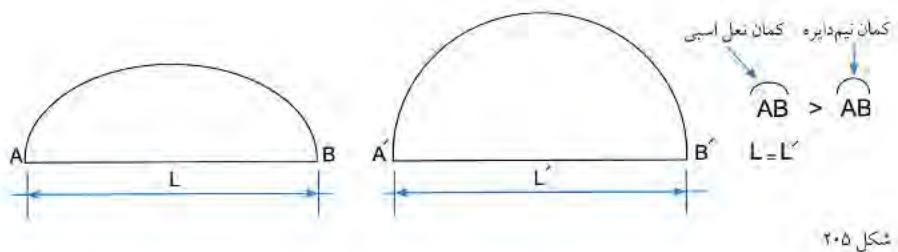
بنایی قوس نیم‌دایره

پس از استقرار قالب قوس در محل، ابتدا تا اندازه‌ی رج‌های آجر و ملات روی قالب نشانه‌گذاری می‌شود، پس از فرد و زوج کردن رج‌ها، قوس رج به رج از دو طرف ساخته می‌شود تا فقط از یک طرف بر قالب فشار وارد نیاورد. (شکل ۲۰۴)

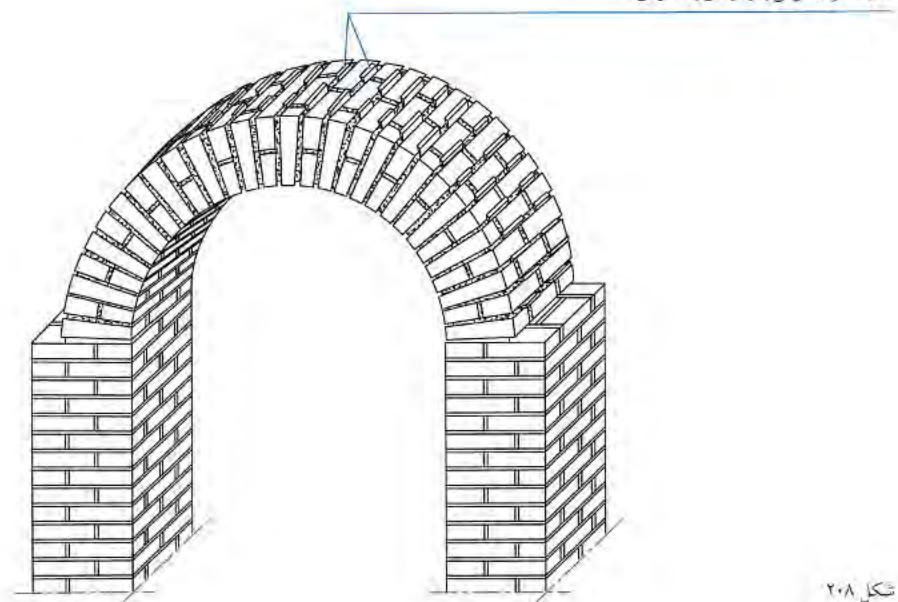


شکل ۲۰۴

در قوس نیم‌دایره به علت وجود کمان کوچک در ناحیه‌ی زیر و کمان بزرگ در ناحیه‌ی بالای قوس بند رج‌ها مانند گوه خواهد بود و ضخامت بند در ناحیه‌ی قالب و کمان زیرین برابر یک‌سوم ضخامت بند در ناحیه‌ی کمان بالایی می‌باشد. چون دور کمان این قوس به مراتب بیش از دور کمان قوس تعل آسی می‌باشد به همان نسبت هم ضخامت بندها فرق می‌کند. همان‌طور که در شکل ۲۰۵ می‌بینیم اندازه‌ی دهانه ثابت و نوع کمان‌ها نعل آسی و نیم‌دایره است. از تفاصل دو کمان مقدار ضخامت اضافی بندهای قوس نیم‌دایره نسبت به قوس نعل آسی به دست می‌آید. چون ضخامت بندهای بالایی نمی‌تواند از ۲۱ میلیمتر تجاوز کند، اجباراً ضخامت بندهای زیرین ۵ میلیمتر خواهد شد. اما ضخامت مطلوب بندهای افقی ۱۲ میلیمتر و بندهای عمودی (هرزه ملات) باید ۱۰ میلیمتر باشد. با مقایسه‌ی اندازه‌ی ۱۰ و ۱۲ میلیمتر چنین نتیجه می‌گیریم که چسبندگی در رج زیر قوس به علت تقلیل ملات به درستی صورت نمی‌گیرد. برای رفع این نقصه آجرهای قوس باید به صورت سروته باریک تیشه‌داری شود و به کار رود. (شکل ۲۰۶) ولی چون ضخامت ملات در قسمت بالای کمان بیشتر است از این رو باید در این قسمت قوس کاربندی شود. (شکل ۲۰۸ تا ۲۰۵)



کاربند کردن قوس بوسیله‌ی بند کاری

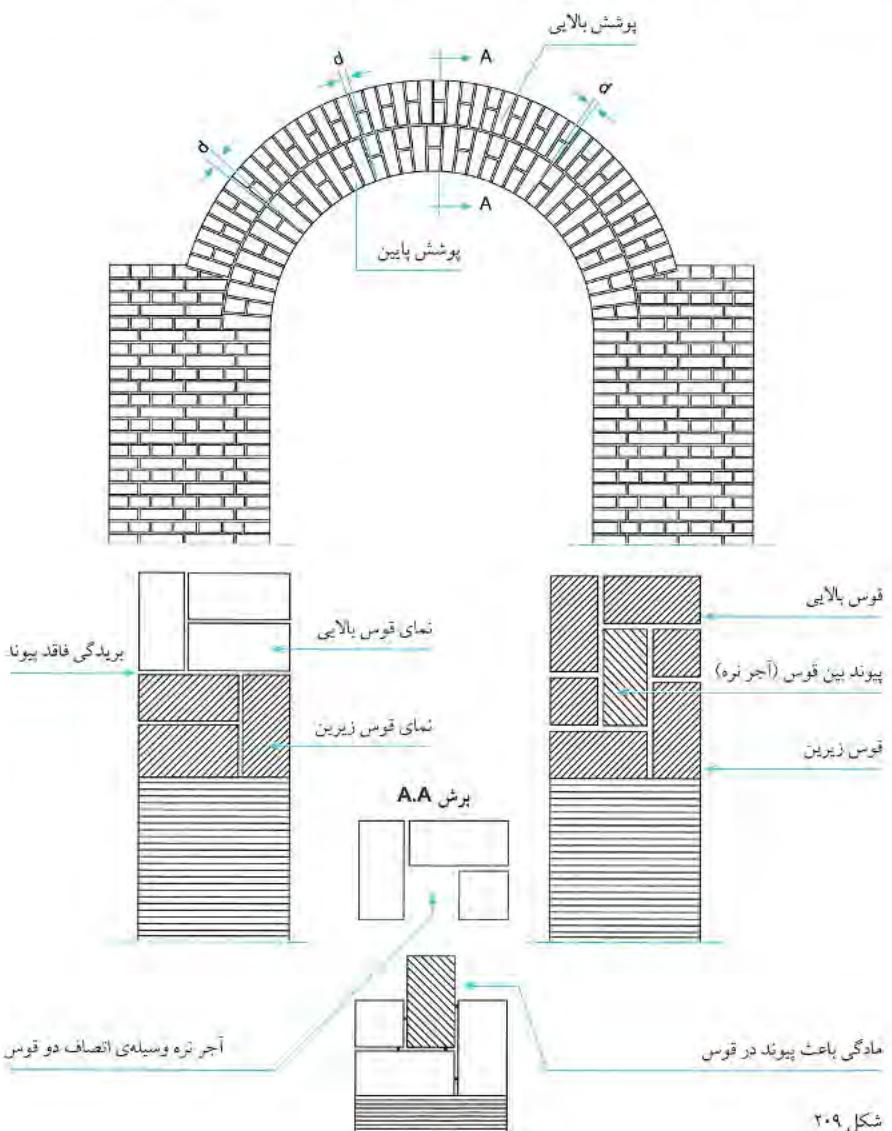


قوس نیم دایره با ضخامت زیاد

همان طور که در شکل قبل ملاحظه شد، چون ضخامت بندهای بالای قوس چندین مرتبه بیش از ضخامت بندهای زیری است، برای اینکه قوس در زیر نیروی فشاری باز نشود از آجر کاردهی که با فشار در بندها می‌نشیند استفاده می‌کنند. در این حالت بندها و رج‌ها به اصطلاح «در تنگ واقع می‌شود» و قوس به صورت یکپارچه در می‌آید.

حال اگر ارتفاع قوس بیش از یک آجر باشد ضخامت بندهای بالای قوس به مراتب بیش از ضخامت آجر خواهد شد. برای رفع این نقصه چنین رسم است که روی قوس یک آجره قوس دومی با دقت و ظرفت بسازند.

برای اینکه فشار قوس بالایی در ناحیه پاتاق و کونال بر قوس زیرین وارد نماید معمولاً پاتاق آن را تا ارتفاعی معادل $\frac{R}{3}$ یعنی به اندازه یک سوم ارتفاع تقلیل می‌دهند و مطابق شکل پاکار بازاویه‌ی ساخته می‌شود تا نشست کله آجر بر روی قالب بدون پلەشدن صورت گیرد. ضمناً برای پیوند دو قوس به یکدیگر در قسمت‌هایی از قوس زیرین آجر به صورت نره کار می‌شود و بر جستگی آن در قوس فوقانی نشست می‌کند. بدینهی است اصول بنایی و کاربند کردن در قوس فوقانی مانند قوس تحتانی خواهد بود. (شکل ۲۰۹)



شکل ۲۰۹

قوس نیم‌دایره با تکیه‌گاه

همان طور که قبل توضیح داده شد اگر نیروی فشاری بیش از توانایی و تحمل قوس باشد به علت لگذزدن و رانش قوس دچار شکست می‌شود. برای بالا بردن ضریب اطمینان قوس نیم‌دایره علاوه بر مهارکردن و تنگ بستن قوس، می‌توان با کوتاه کردن قوس بر مقاومت آن افزود. از این روش فوق به خصوص در ساختن قوس‌های سنگی پر مقاومت استفاده شود.

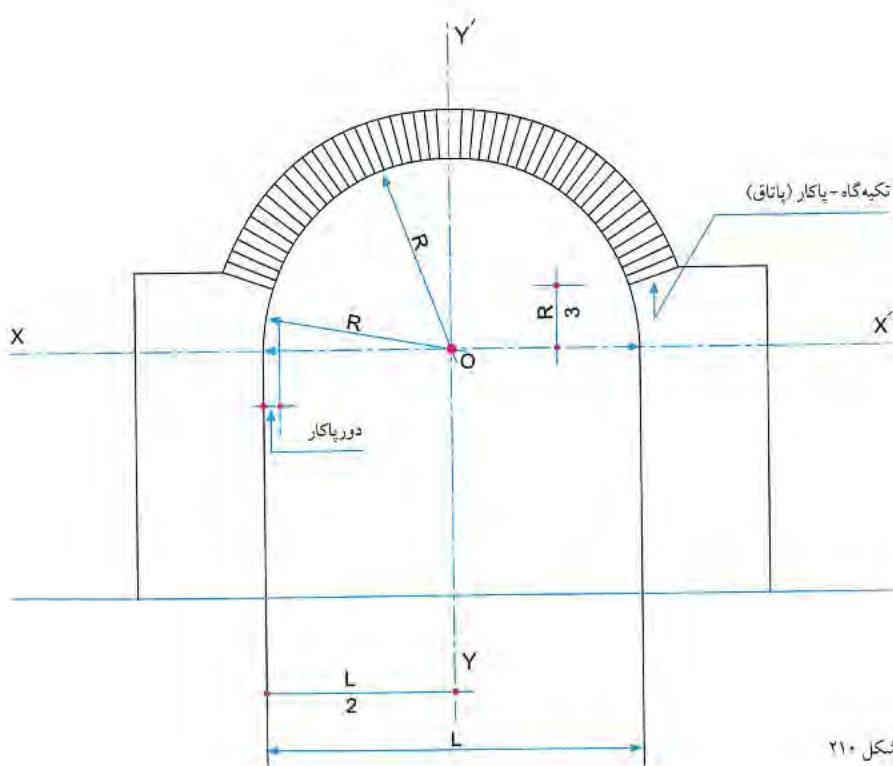
در این روش تکیه‌گاه قوس تا ارتفاعی معادل یک‌ششم دهانه با پیوند صحیح با استفاده از قالب چیده می‌شود. محل نشست آجر بر روی قالب نیز تحت زاویه لازم تراشیده و کاملاً آبساب می‌شود و سپس آجر در جای خود بنایی می‌شود. پاکار چنین قوسی تکیه‌گاه بسیار مقاومی در مقابل نیروهای وارد بر آن تشکیل می‌دهد.

پس از پایان ساختمان پاکار بنایی شانه‌های قوس شروع می‌شود. برای اینکه کونال‌های دو طرف اولاً هم سطح و در ثانی یک بار ساخته شود به این نکات باید توجه داشت:

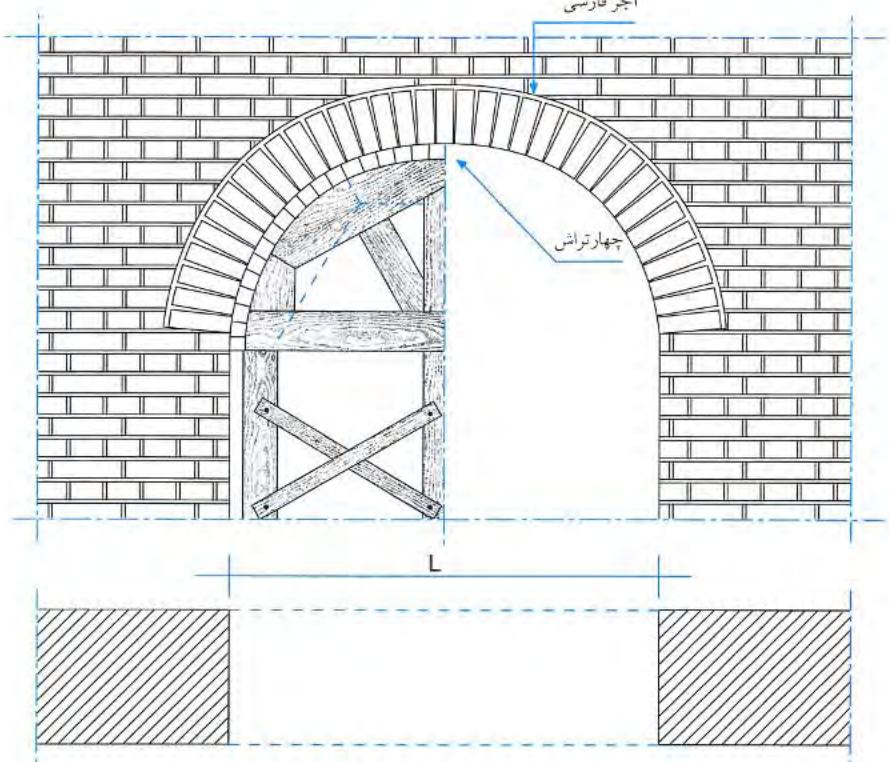
الف: دو سرستون با رج‌های زیر شاقول می‌شود و همتراز یکدیگر بین دو سر کار ریسمانکشی می‌شود و ادامه رج با پیوند صحیح مانند پیوند ستون‌ها تکرار می‌شود.

ب: برای زیبایی نمای قوس آجرهای مجاور آن‌چه راسته‌نمای و چه سر نمای رعایت اندازه هرزه ملات و دور خارجی قوس، تیشه‌داری می‌شود. سپس آجر تیشه‌داری شده پس از آبخوارشدن با ملات مرغوب به طور غوطه‌ای روی دور قوس بنایی می‌شود.

چنانچه رج‌های طرفین تا قله صورت فارسی قوس آجری را در تنگ نگه می‌دارد به صورتی غیر از غوطه‌ای ساخته شود قوس به علت در تنگ بودن در مقابل رانش و لگذزدن آسیب‌پذیر می‌شود. از این رو ساختن و بنایی طرفین قوس دارای اهمیت خاصی است و باید به دقت انجام گیرد. (شکل ۲۱۰ و ۲۱۱)



آجر فارسی



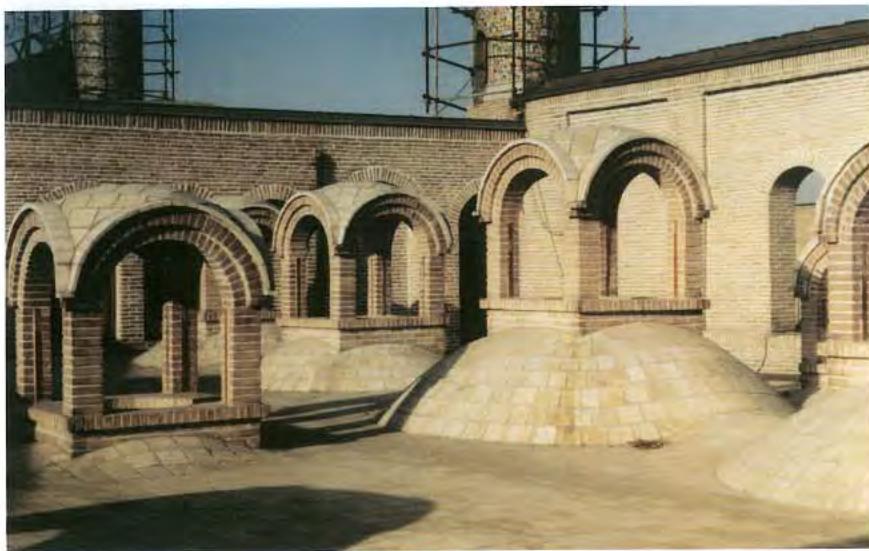
شکل ۲۱۱

موارد استفاده‌ی قوس نیم‌دایره

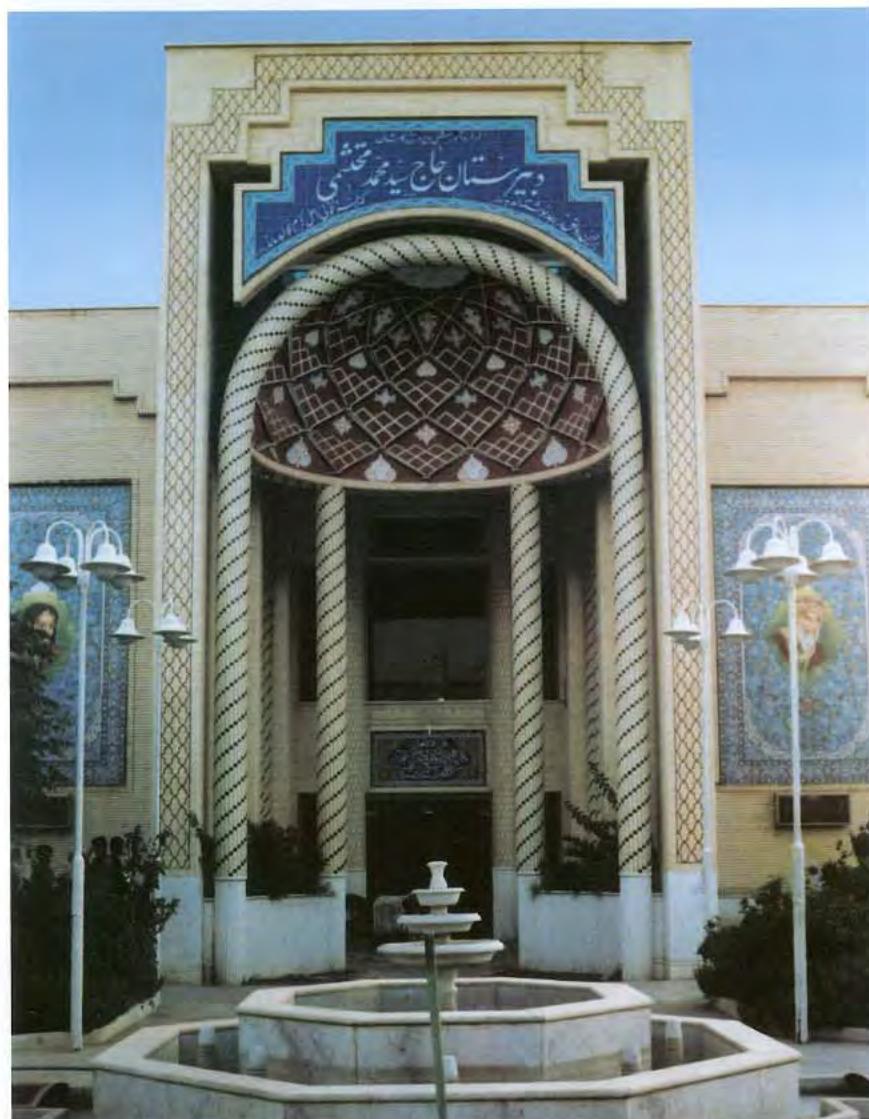
از این قوس، به علت نوع تزیینی و باربری آن، در بناها و آثار در دوره‌های مختلف بعد از اسلام در ایران بهوفور استفاده شده است. نمونه‌های به کار رفته در بازار وزیر، بنای شترخان آسیاب اردستانی و کاخ چهلستون در قزوین، بخصوص آثار دوره قاجاریه و معاصر مخصوصاً در نما سازی امروز نهایت بهره گرفته شده است. (۲۱۵ تا ۲۱۶)



شکل ۲۱۲: ترکیب دور قوس، نمای شمالی خانه قدکی (عکس از دانشکده معماری و شهرسازی تبریز)، تبریز؛ دوره قاجاریه



شکل ۲۱۳: ترکیب دور قوس، سرسراسازی مدرسه عالی شهید مطهری (سپهسالار سابق)، تهران: پدیده امروز



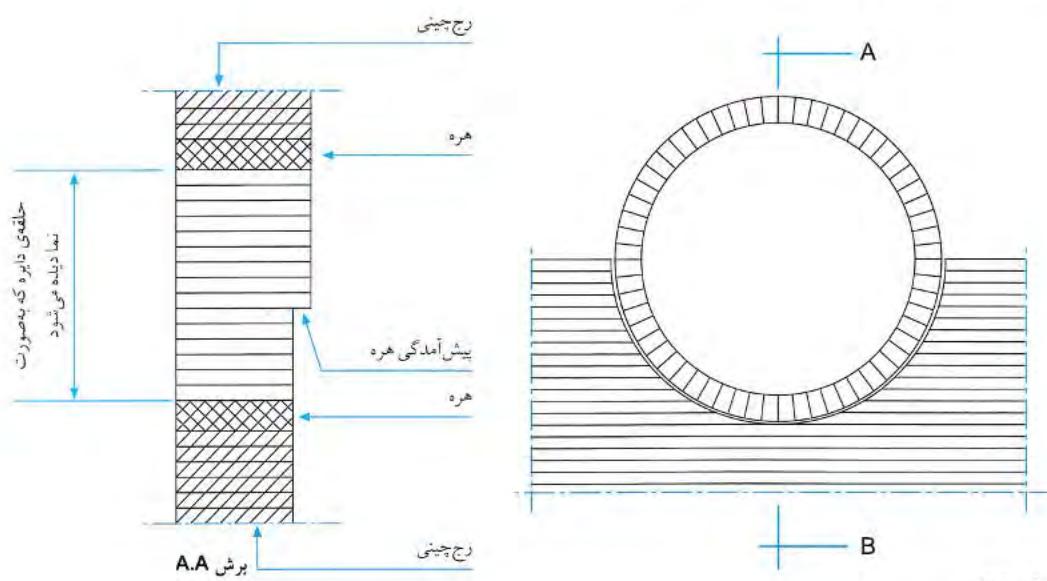
شکل ۲۱۴: ستون و قوس نیم‌دایره فیتیله‌پیچ آجر و کاشی همراه با پردازندگی، دیبرستان محشمی، کاشان: اجرای ارزشمند امروز



شکل ۲۱۵: کاربرد قوس نیم دایره، هتل وزارت نفت، مشهد مقدس؛ بنای امروز

بنایی قوس دایره

در سال‌های اخیر از قوس دایره مانند قوس بیضی برای کلافبندی پنجره‌های بادبزنی در نماسازی آجری استفاده شده است. بنایی این قوس مانند قوس نیمه‌بیضی است. معمولاً برای زیباساختن تما در این قوس نیمه‌ی تحتانی آن کاملاً همسطح رج‌های نما است و فقط در نیمه‌ی فوقانی قوس هره‌بندی دو تا سه سانتی‌متر پیش‌آمدگی دارد. در مواردی نیز بستن هره به طور یکنواخت و با پیش‌آمدگی هره در تمام دور قوس مانند قوس بیضی انجام می‌شود. ضمناً روش‌های بدون سله‌گذاری و هره‌بندی با پیش‌آمدگی و در موارد همسطح با نما نیز معمول می‌باشد. استفاده از قوس دایره در دوره‌ی قاجاریه بسیار معمول شده و برای پنجره‌ها به عنوان پنجره‌ی بادبزنی مورد استفاده بوده و امروزه نیز از این قوس دایره برای نماسازی چهره گرفته می‌شود. (شکل ۲۱۶ تا ۲۲۰)



شکل ۲۱۶



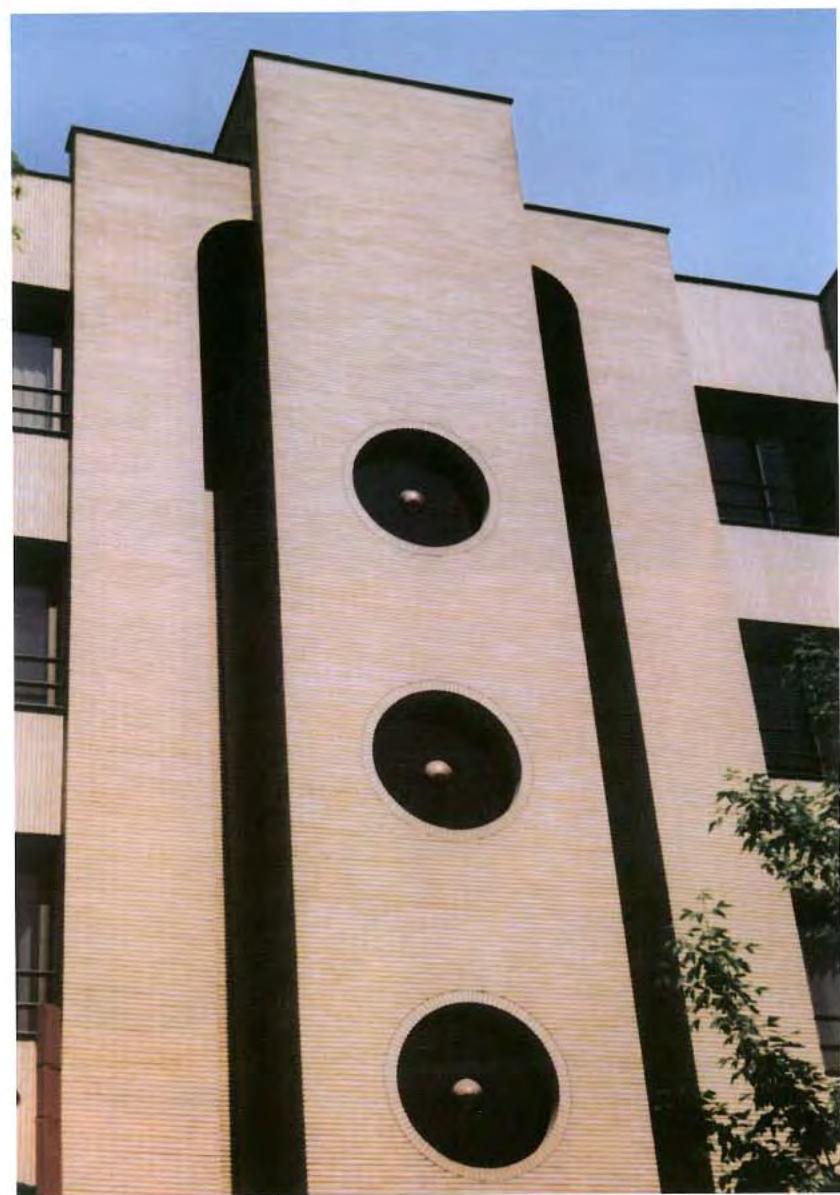
شکل ۲۱۷: قوس دایره در نما
دوره پهلوی اول



شکل ۲۱۸: اجرای شگرف قوس نیم دایره و دایره توأم، بزد: بنای امروز



شکل ۲۱۹: کاربرد قوس دایره: بنای امروز



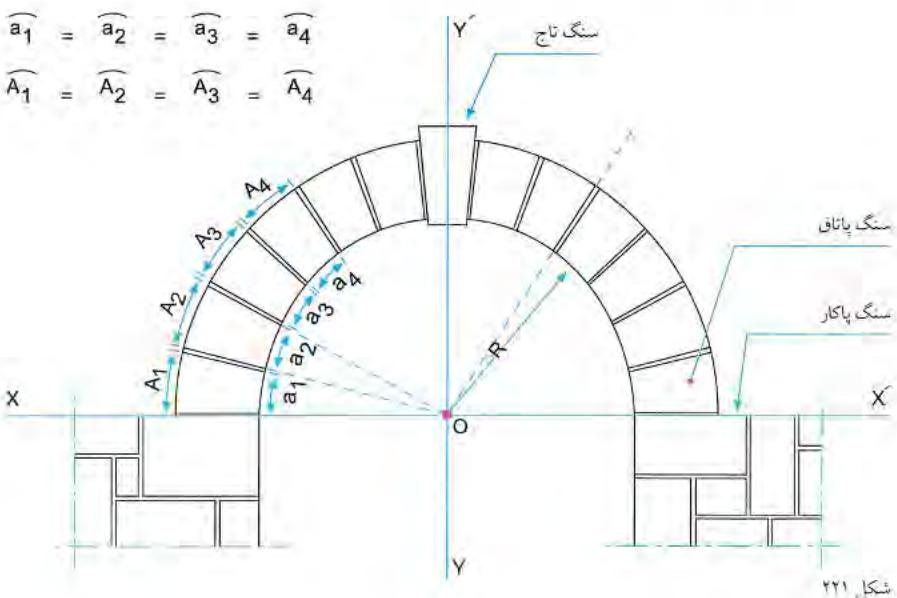
شکل ۲۲۰: اجرای مطلوب و آرام، آجرنما با قوس دایره: بنای امروز

قوس نیم‌دایره سنگی

قوس‌های مدور سنگی در بناهای باستانی ایران بهوفور به کار گرفته شده است و امروزه نیز در بناهای سنگی، تونل‌ها، پل‌ها، آبگنگ‌زیر جاده‌ها، کانال‌ها و موارد دیگر ساخته می‌شود.

نحوی اجرای قوس سنگی با قوس آجری تفاوت زیادی دارد و وجه اشتراک دو قوس فقط در ضوابط ترسیم و چگونگی عمل و عکس العمل نیروهاست. قبل از اجرای قوس قطعات سنگی آن مطابق دور کمان تراشیده می‌شود. برای تراشیدن قطعات سنگ، ترسیم قوس نیم‌دایره بر روی زمین مسطح و یا تخمیر گچی الزامی است. سپس شکل سنگ‌ها بر روی دو کمان قوس پیاده می‌شود (برابر ترسیم شکل قطعه‌سنگ در دو کمان می‌توان از مرکز دایره قوس خطوط کمکی رسم کرد) و الگویی از ورق آهن سفید از روی این شکل تهیه می‌شود و از روی آن قطعات سنگ به صورت سروته تراشیده می‌گردد. چون این قطعات به صورت سروته و گوه‌منند تراشیده می‌شود کاملاً در یکدیگر درگیر می‌شود و دیگر خطر شکستن قوس وجود نخواهد داشت.

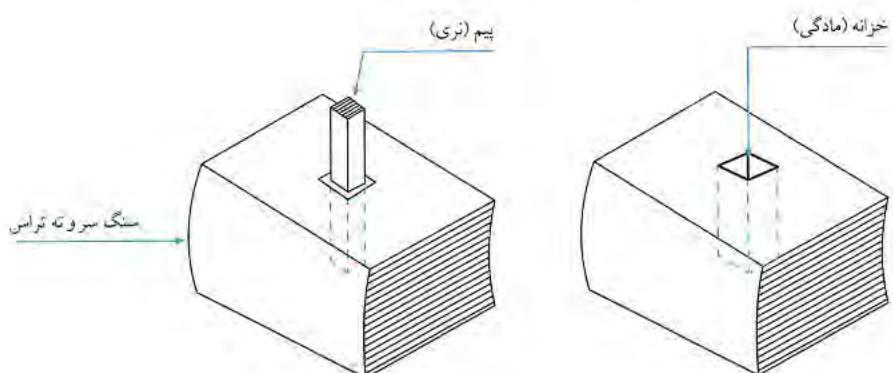
اگر در قوس سنگی از قطعه‌سنگ‌های بزرگ استفاده شود باید کمان داخلی و خارجی قوس نیز برابر الگو حجاری شود. اگر قطعات سنگ دارای ابعاد کوچک باشد نیازی به حجاری نیست. به هر حال باید توجه کرد که قطعات سنگ یکنواخت و در یک اندازه تراشیده شود، زیرا اگر سنگ را به صورت نامنظم و با ابعاد مختلف بتراشند خطر رانش قوس در زیر نیروهای فشاری به وجود می‌آید. در این قوس قطعه‌سنگ تیزه دارای ارتفاعی زیادتر از قطعات معمولی است تا عمل تنگ بستن دو شانه به خوبی انجام گیرد. این قطعه‌سنگ را سنگ تاج می‌نامند. قطعه‌سنگ پاکار نیز دارای ابعاد بزرگی است زیرا اگر کوچک باشد بر اثر فشار نیروهای وارد امکان دارد سُربخورد و قوس را خراب کند. (شکل ۲۲۱)



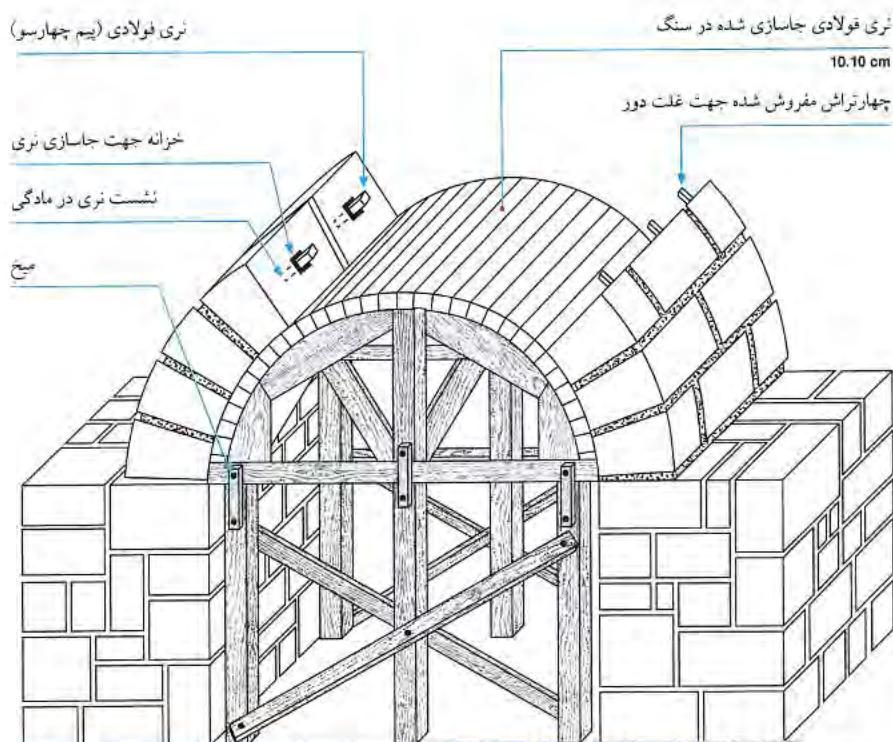
مهار کردن قطعات سنگ در یکدیگر

در قوس‌های سنگی خصوصاً قوس‌های سنگین و با دهانه طویل که از قطعات بزرگ سنگ ساخته می‌شود با استفاده از مفتول قطور فولادی که به صورت نری از قطعه‌سنگی به قطعه‌سنگ مجاور (که دارای مادگی است) نشست می‌کند، استحکام قوس افزایش می‌یابد. برای اجرای این شیوه وسط دو سنگ

مجاور به صورت مربع مستطیل «چال» می‌شود و قطعه‌ای فولاد چهارسو به ابعاد سوراخ گودشده در سنگ جاسازی می‌شود. اطراف میله فولادی سرب مذاب ریخته می‌شود تا میله حرکت نکند و لق نشود. برای پیشگیری از حرکت میله دو سنگ فوکانی از ملات‌های مقاوم مانند ملات آهکی و یاساروج استفاده می‌شود. میله په کاررفته باید دارای انحنا باشد تا سنگ به راحتی در روی قالب حرکت کند. به علت سنگینی وزن قوس قالب آن باید دارای مقاومت زیادی باشد. عموماً برای این نوع قالب از چوب‌هایی با وزن مخصوص زیاد و سخت و مستحکم استفاده می‌شود. سطح قالب با چهار تراش‌های مقاوم مفروش می‌شود تا سطحی نیم‌دایره به صورت مادگی برای استقرار سنگ‌ها به وجود آید، پس از ساختن قوس تا مرحله‌ی نهایی خودگیری سیمان که ۲۸ روز است قالب در زیر قوس باقی خواهد ماند. (شکل ۲۲۲ و ۲۲۳)



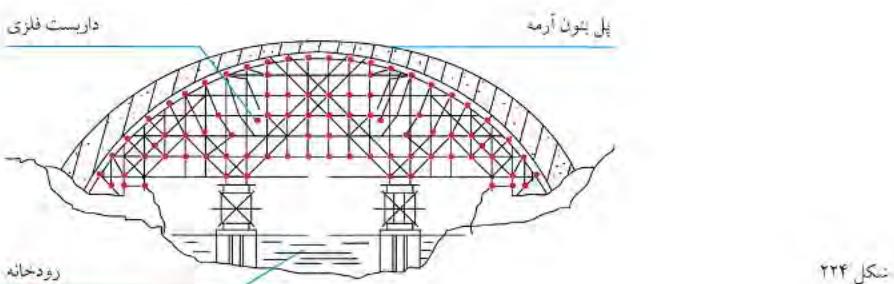
شکل ۲۲۲



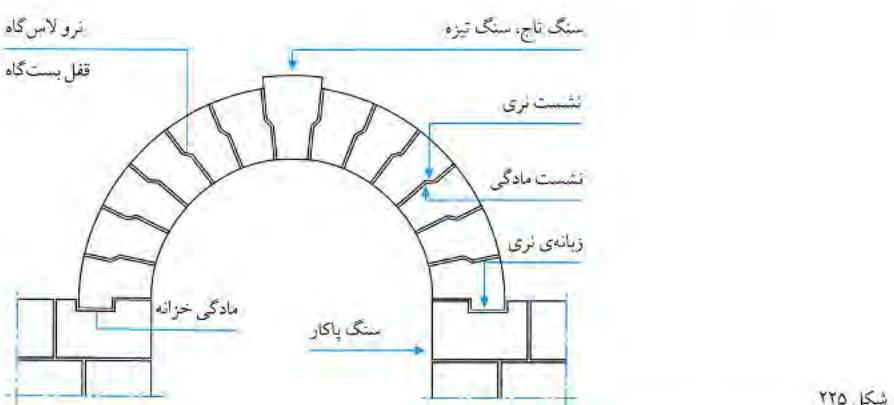
شکل ۲۲۳

ضخامت بندهای افقی و هرزه ملات در سنگ‌های تراشیده شده و یکنواخت تا ۲ سانتیمتر است. قطعات سنگ با این که یکنواخت و مسطح تراشیده می‌شود اما باید دارای زبری و خلل و فرج نیز باشد تا ملات در سوراخ‌های آن نفوذ کرده پیوند کامل به وجود آورد.

ماسه مصرفی در ملات باید از نوع ماسه شسته با دانه‌بندی لازم و دارای دانه‌های ریزی به نام ریزدانه باشد و سیمان با عیار کافی انتخاب و ملات باورزدادن کامل تهیه شود. قطعات سنگ قبل از قرارگیری در جای خود باید کاملاً مرتبط شود و با پیوند رج به رج از طرفین بنایی شود تا به سنگ‌تیزه (تاج) برسد. از طرق ذکر شده در ساخت و پوشش تاق توپل‌ها و پلهای سنگی نیز استفاده می‌شود. با این تفاوت که در پل و توپل قالب چوبی بسیار مقاوم است و با قالب با فلز ساخته می‌شود و بر روی گوههای استقرار می‌باشد، گوههای نیز بر روی داریست متحرک چرخدار فلزی و ثابت مهار می‌شود. پس از پایان کار و خودگیری ملات بستهای داریست شل می‌شود و کش‌های باربر داریست پایین می‌آید تا قالب از قوس رها شود و به جلو حرکت کند. (شکل ۲۲۴)



یادآوری می‌شود که برای ساختن قوس‌های بتنی از قالب‌های مقاومی که با چوب چهارتراش ساخته شده استفاده می‌شود. بدینهی است که در این نوع قالب سطح غیرصیقلی فیبر بر روی چهار تراش‌ها میخ می‌شود و طرف صیقلی با بتون مماس می‌شود تا زیر سقف بتونی کاملاً صاف و صیقلی شود. چنانچه قطعات قوس‌های سنگی به صورت اصطلاحاً نرولاس و قفلی تراشیده شود خطر سُر خوردن و حرکت قوس اصلاً ممکن نیست و قوس در زیر بار فشاری مقاومت زیادی نشان می‌دهد و با این اجرا قوس در مقابل حرکات زمین‌لرزه پایدار می‌شود. (شکل ۲۲۵)

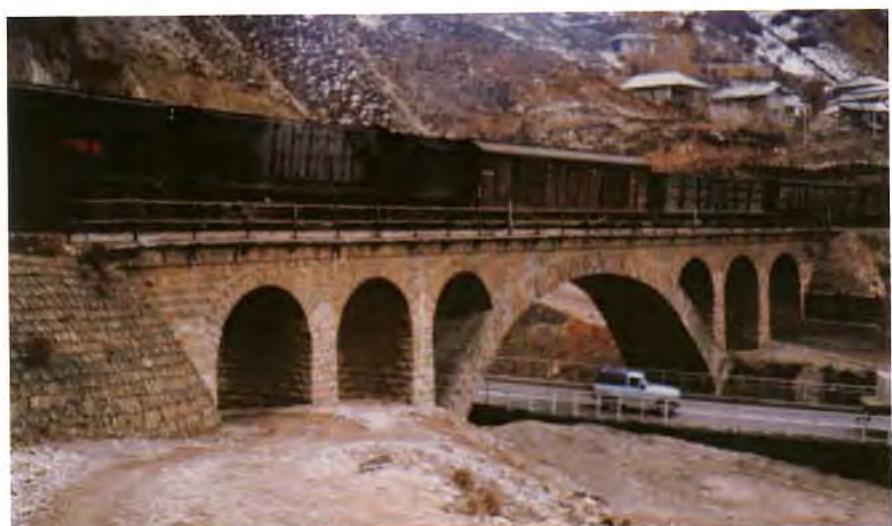


موارد استفاده قوس نیم‌دایره
قوس نیم‌دایره که گاهی به غلط بدان قوس دایره نیز گفته می‌شود قوسی است از گروه قوس‌های

دسته‌ی دوم و سوم یعنی هم به عنوان قوس تزیینی و هم به عنوان قوس تقریباً باربر عملکرد دارد. به طور کلی کاربرد تزیینی آن در صد سال اخیر در نعل درگاه‌های در و پنجره بوده است و معمولاً با کارهای تزیینی از قبیل انواع گچبری‌ها و آینه‌کاری و در مواردی کاشی‌کاری به صورت یک قوس کاملاً تزیینی در قسمت‌های داخلی بنا درمی‌آید.

قوس‌های نیم‌دایره‌ی سنگی و آجری از قدیم‌الایام در پوشش‌های تاق‌ها، ایوان‌ها، سرسرها، آب‌انبارها، کاروانسراها به کار رفته است. نمونه‌ی این قوس‌ها را می‌توان در عمارت هشت‌ضلعی باع دلت‌آباد بیزد، مدرسه متصوریه (از آثار قرن نهم)، نارنجستان قوام در شیراز، برخی از دهانه‌های پل آجری بیستون بر روی رودخانه دینورآب از دوران صفویه، برج کلیسا‌ی سنت اسپیتانوس در حومه‌ی جلفا (از آثار قرن هشتم)، کاخ تلاار اشرف افغان در اصفهان (از آثار قرن دهم) کاخ گلستان و سردر باع ملی تهران و بسیاری دیگر مشاهده کرد.

امروزه نیز قوس نیم‌دایره در نمای ساختمان‌ها و ابعاد مختلف به عنوان نعل درگاه با انواع آجرهای سه یا چهار سانتیمتری و همچنین به صورت انواع پاره‌یشان‌ها استفاده می‌شود. (شکل ۲۲۶ و ۲۲۷)



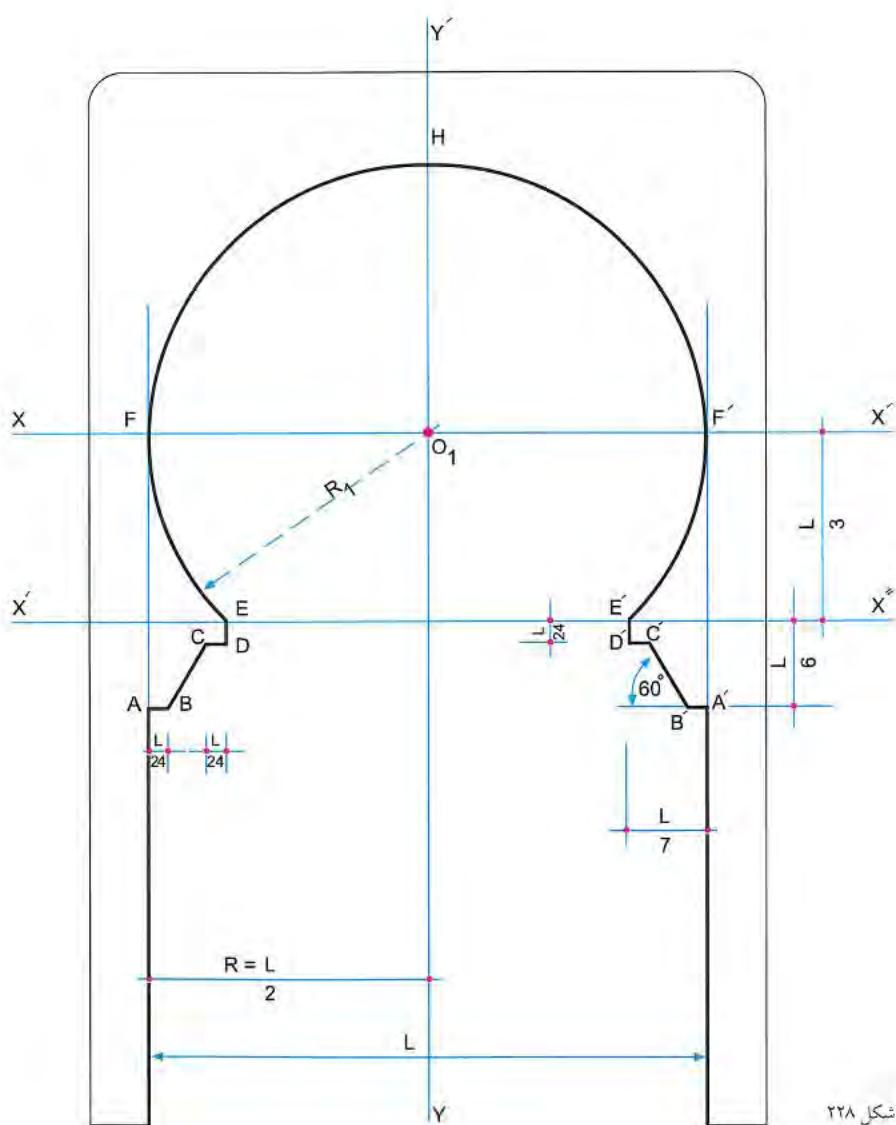
شکل ۲۲۶: اجرای قوس سنگی نیم دایره و سه‌می باز، کمانی تند، شمال کشور؛ معاصر نزدیک



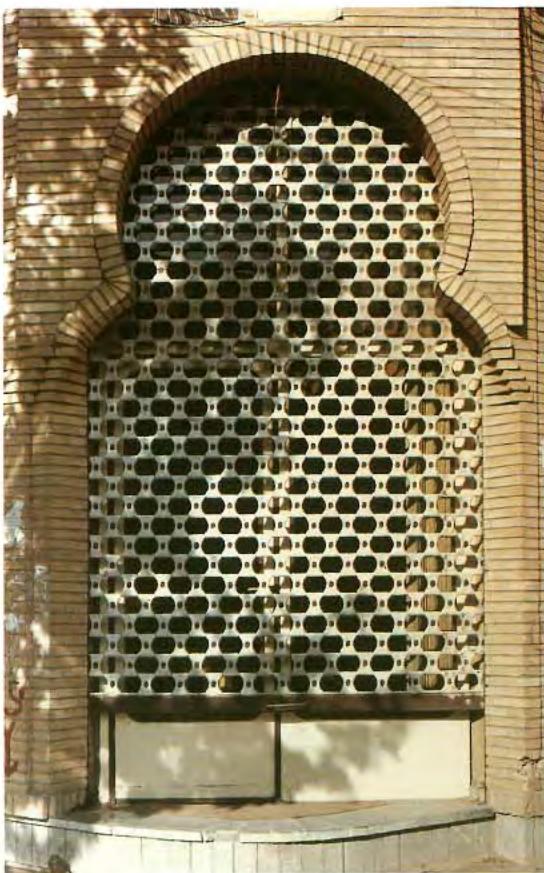
شکل ۲۲۷: اجرای قوس سنگی نیم دایره، سردر بوزه‌ی آبگینه، تهران: اوابل پهلوی اول

قوس ثلث دایره‌ی ماهیچه‌دار

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- خط افقی $X''X'$ به فاصله‌ی $\frac{L}{3}$ از محور افقی XX' رسم می‌شود.
- ۳- نقاط E و E' روی محور $X''X'$ به فاصله‌ی $\frac{L}{7}$ از دو ستون تعیین می‌شود.
- ۴- به شعاع $\frac{L}{2}$ و مرکز O_1 از نقطه‌ی E کمانی زده می‌شود و تا نقاط F و H و F' و E' ادامه می‌یابد.
- ۵- ماهیچه به صورت گونیا به اندازه‌ی $\frac{L}{24}$ و سپس تحت زاویه‌ی 60° درجه ترسیم می‌شود و با حالت کنیه و قرنیزسازی ترسیم قوس به پایان می‌رسد. (شکل ۲۲۸ تا ۲۳۱)



شکل ۲۲۸



شکل ۲۳۰: اجرای قوس ثلث دایره ماهیچه‌دار، قزوین: بنای امروز
از دوره صفویه



شکل ۲۳۱: اجرای قوس ثلث دایره ماهیچه‌دار، مشهد مقدس: بنای امروز

قوس‌های مدور هلوچین، چیار بیضوی ساسانی

این قوس‌ها در بناهای پیش از اسلام مانند کاخ‌ها، رباط‌ها، ساختمان‌های مسکونی شهری و روستایی و پرستشگاه‌ها به کار می‌رفته است. این قوس‌ها را عموماً با خشت خام و ملات گل و کاه با سنگ (با رعایت پیوند و یاملات آهکی) می‌ساخته‌اند. نمای آن‌ها اغلب اندود سیم کاه‌گل و ازاره بود. روی قوس را با گچکاری و چفت‌گیری و گچبری‌های به صورت شاخ و برگ‌های پهن و بزرگ تزیین می‌کردند. تاق‌های کشیده و بلند از خانواده‌ی قوس‌های مدور به خصوصی بیضوی ساسانی گویای شیوه‌ی پارتی است. از این تاق‌ها تا قرون اولیه بعد از اسلام نیز در بناهای مختلف استفاده می‌شده است. (شکل ۲۳۲)

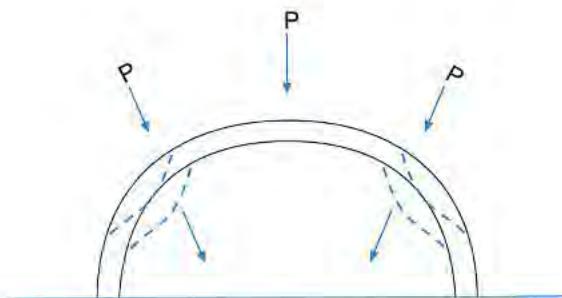


شکل ۲۳۲: آتشکده بازهو، حومه تربت حیدریه، استان خراسان؛ دوره ساسانی بازسازی و مرمت معاصر

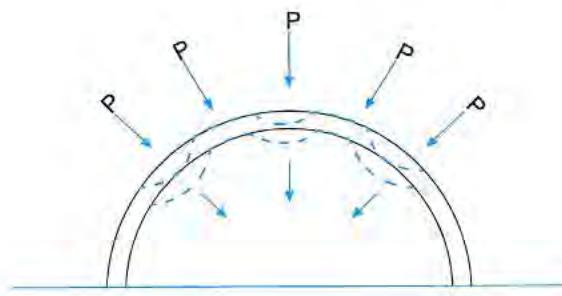
به طوری که در مبحث قوس نیم‌دایره اشاره کردیم این قوس در زیر فشار نیرو از سه محل (دو شانه و تیزه) دچار رانش می‌شود و زمانی که فشار مداوم باشد رانش به شکستگی مبدل می‌گردد. به طور کلی فرو ریختن قوس نیم‌دایره دو علت دارد:

الف: یکنواختی دور کمان که کاملاً به صورت نیم‌دایره است.

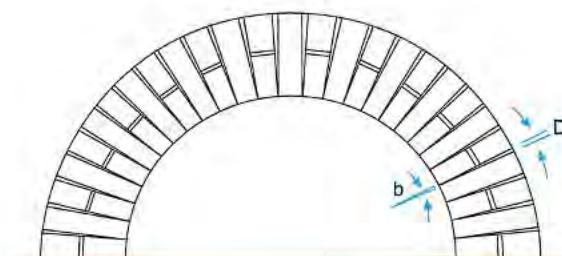
ب: اجرا و بنای قوس که معمولاً در آن ملات خور قسمت تحتانی بسیار ناچیز است و در عوض در ناحیه‌ی فوقانی ضخامت ملات بین رج‌ها چند برابر ضخامت رج‌های تحتانی است. در اثر این تفاوت ضخامت که در شکننده‌گاه تایزه و خصوصاً دوشانه به وجود می‌آید قوس در شانه یا تایزه دچار شکستگی می‌شود. با توجه به موارد ذکر شده روشن است که قوس نیم‌دایره در برابر نیروهای فشاری فراوان مقاوم نیست و بدین سبب از این قوس در نقاطی که قرار است بار زیادتری تحمل شود استفاده نمی‌شود. (شکل ۲۳۳ تا ۲۳۵)



شکل ۲۳۳



شکل ۲۳۴



شکل ۲۳۵

توجه: قوس هلوچین کند که خیز آن کمتر از قوس نیم‌دایره و بیشتر از قوس نعل اسپی است مقاومت بیشتری در برابر نیرو دارد زیرا نیرو در آن به سهولت از تایزه به شانه منتقل می‌شود و با بستن و مهارکردن شانه‌ها رانش در این قوس کاهش می‌یابد. (اگر نیروی فشاری بیش از توان قوس هلوچین کند باشد از قوس‌های هلوچین معمولی تند استفاده می‌شود).

از دلایل دیگر مقاومت این قوس‌ها ارتفاع زیاد قوس و تغییر نوع بندها و ملات خور بین رج‌ها از حالت گوهایی به حالت معمولی است که تا حدی مقاومت قوس در برابر رانش را فزونی می‌دهد. این دسته از قوس‌ها به نام قوس‌های گلی نیز مشهور شده‌اند زیرا در پوشش‌های خشتشی در روستاهای بهوفور از آن‌ها استفاده می‌شود.

به طور کلی زمانی که از دسته قوس‌های هلوچین تند و مشابه آن نیروی فزونتری خواسته شود از قوس‌های چیله معمولی و تخم مرغی و چیله تند و بیضوی ساسانی که تیزه‌ی آن بلند و مانند قوس‌های جناغی است استفاده می‌شود.

(به علت شباهت قوس‌های مبحث بعد که همگی از خانواده‌ی قوس‌های مدور یا تند می‌باشد فقط روش ترسیم این دسته از قوس‌هارا شرح داده‌ایم زیرا روش قالب‌بندی و اجرای آن‌ها مانند سایر قوس‌هاست).

قوس بیض

با ظهر اسلام در ایران، ساختن مسجد از کارهای واجب برای اجتماعات مسلمین گردید. از طرفی چون ساختن مسجد شامل صرف هزینه و وقت است مسلمین در صدر اسلام پاره‌ای از کوشک‌ها، پرستشگاه‌ها، کاروانسراها و حتی گوشه‌ای از کاخ‌ها را با دیوارکشی و جداکردن فضا به عنوان مسجد مورد استفاده قرار دادند و به تدریج به ساختن مساجد پرداختند و با تکامل هنر معماری اسلامی مساجد بسیار عظیم و زیبایی ساخته شد که امروزه جزء میراث معماری جهان اسلام می‌باشد.

به طور کلی اولین مسجدی که در نیمه‌ی قرن اول هجری در ایران ساخته شد مسجد فهرج یزد است که تا امروز با قامت ساده‌ی خود پابرجا مانده است. ابعاد و سادگی این مسجد مانند اولین مسجدی است که پیامبر اکرم اسلام ساخته‌اند و معمار نقشه‌ی آن را با گوش شنیده و می‌گویند که آن را با تغییر شکل یکی از بناهای قدیمی پیش از اسلام ساخته است.

در این مسجد از شیوه و روش دوره‌ی ساسانی که میراث معماری قبل از اسلام است تا حدی استفاده شده است. می‌توان گفت که طرح‌های بناهای تاقی که اساس معماری ایران چه قبیل از اسلام و چه بعد از اسلام است با تحولاتی از قبیل گرایش نحوه‌ی ترسیم قوس تاق‌ها از بیضوی ساسانی به سوی چناغی اسلامی آغاز یک دگرگونی در بناهای تاقی ایران بوده است. شروع این تحول را می‌توان از مسجد تاریکخانه‌ی دامغان در قرن دوم هجری دانست.

تیزه در تاق است اما هنوز می‌توان فرم تاق شیوه‌ی ساسانی را در آن‌ها مشاهده کرد. (شکل ۲۳۶)



شکل ۲۳۶: ترکیب دور قوس، مسجد فهرج، یزد؛ تیزه اول قرن هجری قمری

قابل ذکر که قوس‌های جناغی با قدمتی بیشتر به اشکال گوناگون در پوشش زیرزمین‌های بنای چغازنبیل بنای کومیش دامغان، کوشک سیستان، و تاق‌گرا، در دره‌ی پاتاچ در چهل کیلومتری قصر شیرین، و پاره‌ای از قسمت‌های کاخ تیسفون ساخته شده است. تکامل این قوس‌ها منجر به پیدایش قوس‌های به کار رفته در مسجد فهرج و تاریخانه دامغان شده است.

با قیام ابوالسلام خراسانی بر علیه جور و ستم امویان و بنا به دستورات او در تمامی شهرهای بزرگ و کوچک مساجدی ساخته شد که در بین آن‌ها مساجدی چون جامع یزد و اصفهان و نیشابور در آن زمان ۶۰۰۰ نفر گنجایش داشته است.

در این زمان بود که روش جدیدی در ساختار بناها خصوصاً مساجد به وجود آمد و پوشش تاق‌ها از حالت بیضوی به تیزه‌دار و جناغی کامل که سرآغاز تاق‌های تیزه‌دار است تبدیل و ایوانی بلند در طرفین ایوان‌های کوتاه ساخته شد. چنین ساختمانی اساس بناهای چهار ایوانی بوده است.

در تاق‌های دوره‌ی ساسانی مانند ایوان مداین سعی بر بلند نشان دادن و عظمت بنا بوده است در صورتی که در شیوه‌ی دوران بعد از اسلام سعی آن بود که بنا کوتاه ساخته شود و دلیل این امر عایق‌بندی صوتی و حرارتی مساجد که مکان اجتماعات مردم بوده است، می‌باشد.

از بناهایی که بعد از مسجد فهرج به همان صورت به جا مانده و تعمیراتی چون سایر بناها چه از نظر فضا و چه از نظر نمازی به خود نمایده است مسجد تاریخانه دامغان است که در اواسط قرن دوم هجری با پوشش‌های جناغی ساخته شد و تا امروز نیز سادگی اولیه خود را حفظ کرده است.

لازم به تذکر است که پوشش‌های جناغی به تدریج در نقاط دیگر عالم نیز مورد تقلید قرار گرفته ولی مبدأ پیدایش آن ایران بوده است به طوری که اعراب پوشش جناغی را قوس عجمی می‌نامند.

تئوری قوس بیض

زمانی که تیزه قوس چیار، با دو ساعع و از دو مرکز ترسیم شود، قوس چیار به قوس بیض دایره یا قوس بیض تند تبدیل می‌شود که این حالت ترکیبی از قوس دایره و تیز و نزدیک به خانواده‌ی قوس‌های جناغی است.

در بررسی اثر نیروی فشاری بر قوس نیم‌دایره و واکنش‌های آن در شانه و تیزه‌ی قوس می‌بینیم که در اثر نداشتن تیزه‌ی بلند قوس دچار رانش و شکست خواهد شد. به طور مسلم هرچه تیزه بلندتر باشد شکست در تاق کمتر رخ می‌دهد. قوس‌های خانواده‌ی چیار دارای دو کمان از کونال تا شانه است که کمان سومی دو کمان طرفین را به یکدیگر اتصال می‌دهد و یک قوس باربر به وجود می‌آورد. حال اگر در این قوس‌ها در راستای شانه تا تیزه از دو کمان استفاده شود قوس تبدیل به قوس بیض و جناغی می‌شود. (شکل ۲۳۷ و ۲۳۸)

قابل ذکر است ترسیم و ساختن این دسته از قوس‌ها چه از نظر تئوری و چه از نظر عملی شبیه به قوس‌های تیز است آن‌ها را در مبحث قوس تیز بررسی می‌کنیم.

قسمت دوم

قسمت اول

پایه

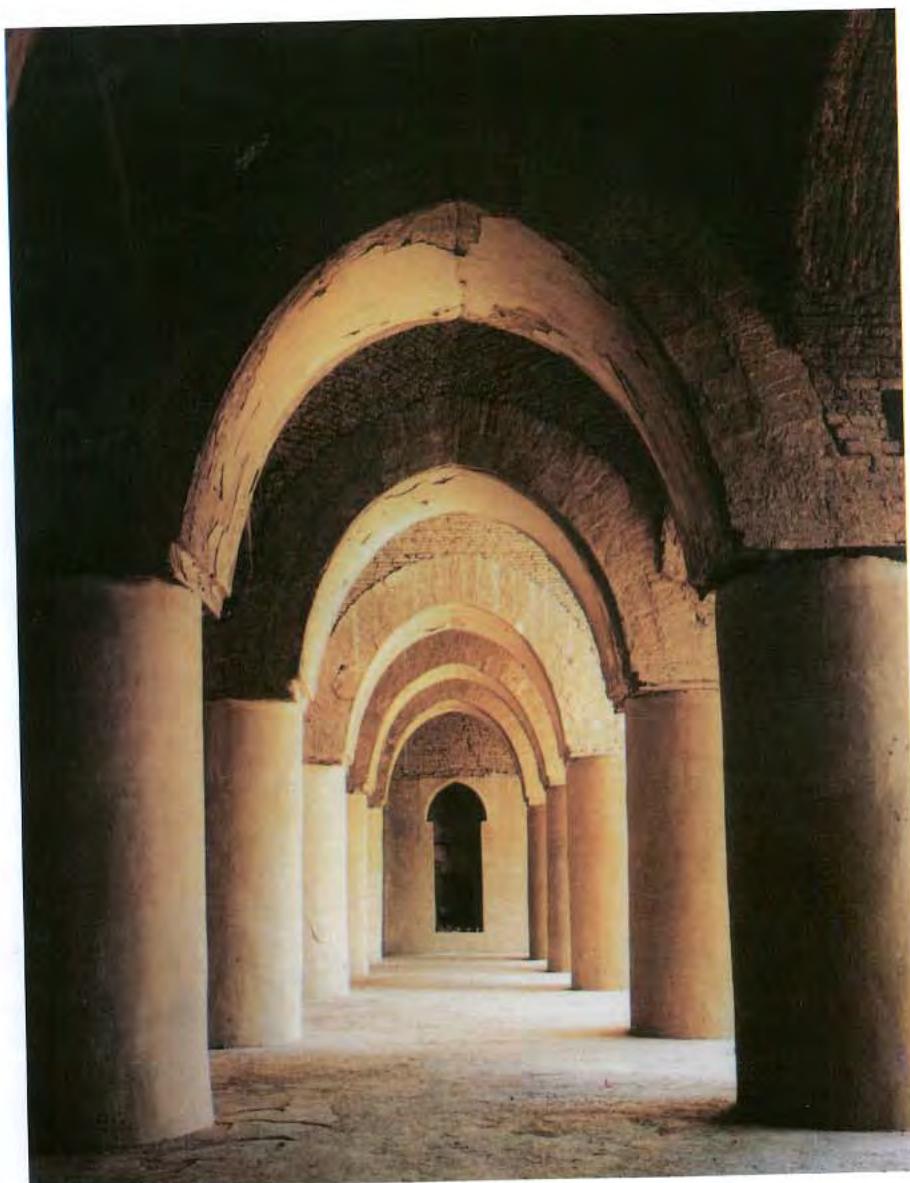
تیزه

کمان شانه یا تیزه

کمان کونال تا شانه

شکل ۲۳۸

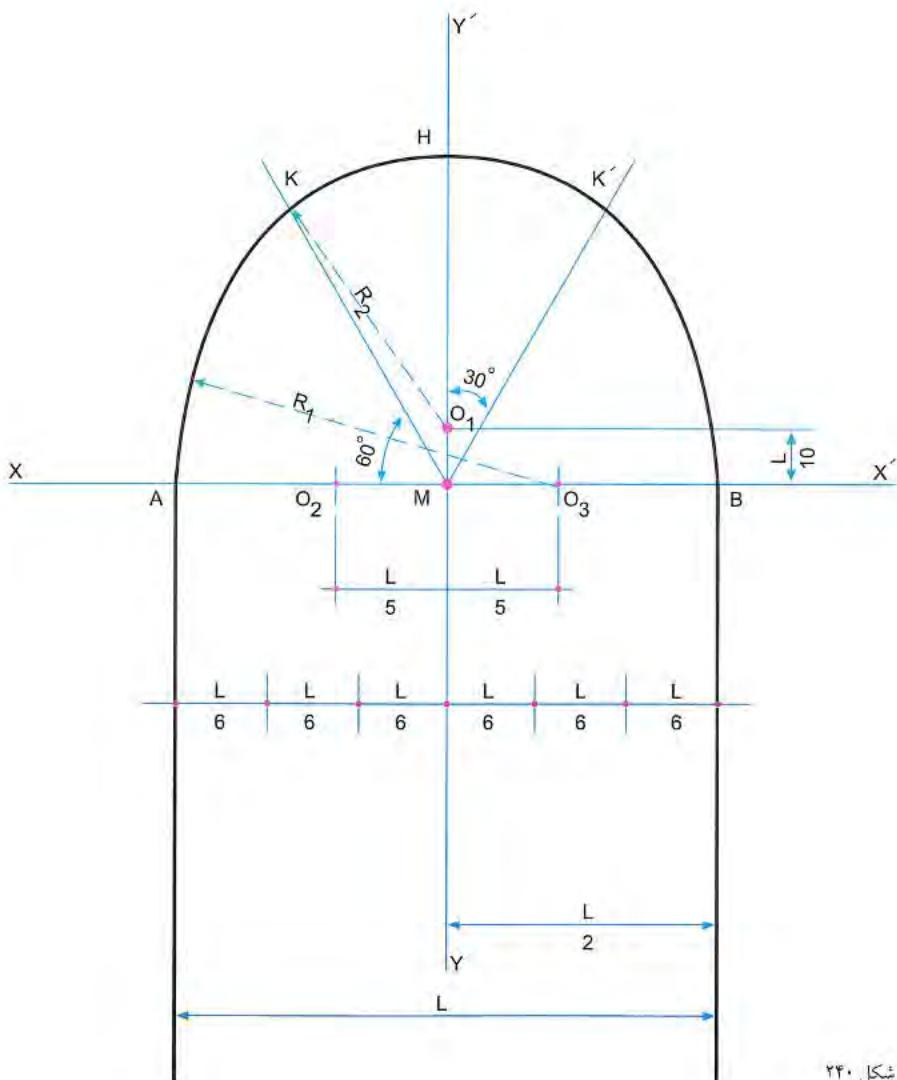
شکل ۲۳۷



شکل ۲۳۹: ترکیب دور قوس، تاریخانه دامغان، سبک رواقی؛ قرن دوم هجری

قوس نعلی (ناری)

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- از نقطه‌ی M خط کمکی MK با زاویه‌ی 60° درجه نسبت به محور افقی ترسیم می‌گردد.
- ۳- مرکز O_1 به فاصله‌ی $\frac{L}{10}$ از M روی محور عمودی مشخص می‌شود.
- ۴- مرکز O_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{5}$ از M روی محور افقی تعیین می‌شود.
- ۵- به شعاع $\frac{7}{10}L$ و مرکز O_2 کمانی از B تا K' رسم می‌شود.
- ۶- به شعاع O_1K و به مرکز O_1 کمان ثانوی از نقطه‌ی K تا تیزه رسم می‌شود، عین همین عمل در جانب دیگر قوس تکرار می‌شود تا ترسیم آن کامل گردد. (شکل ۲۴۰ تا ۲۴۲)



شکل ۲۴۰



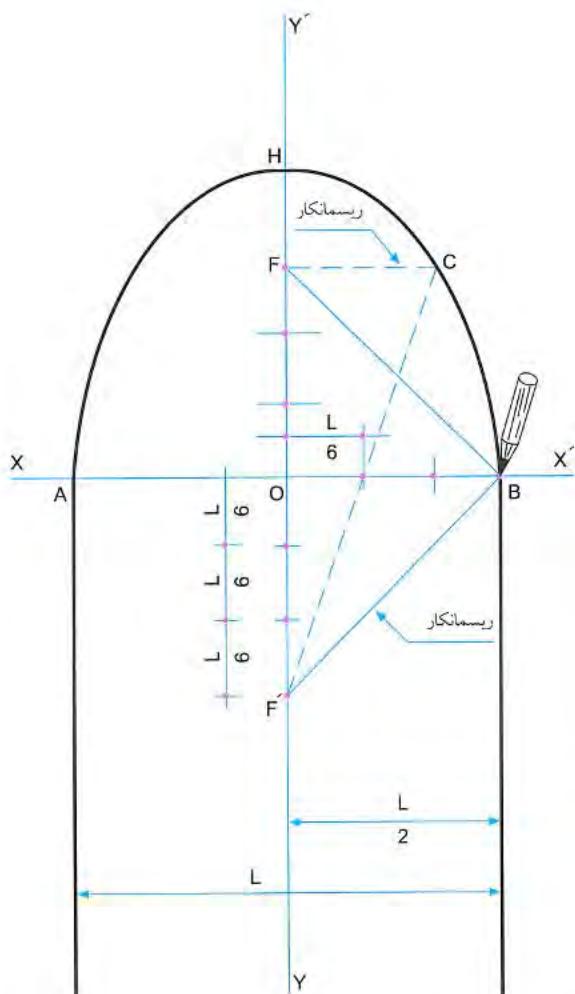
شکل ۲۴۱: آتشکده نیاسر، کاشان؛ دوره ساسانی، بازسازی و مرمت معاصر



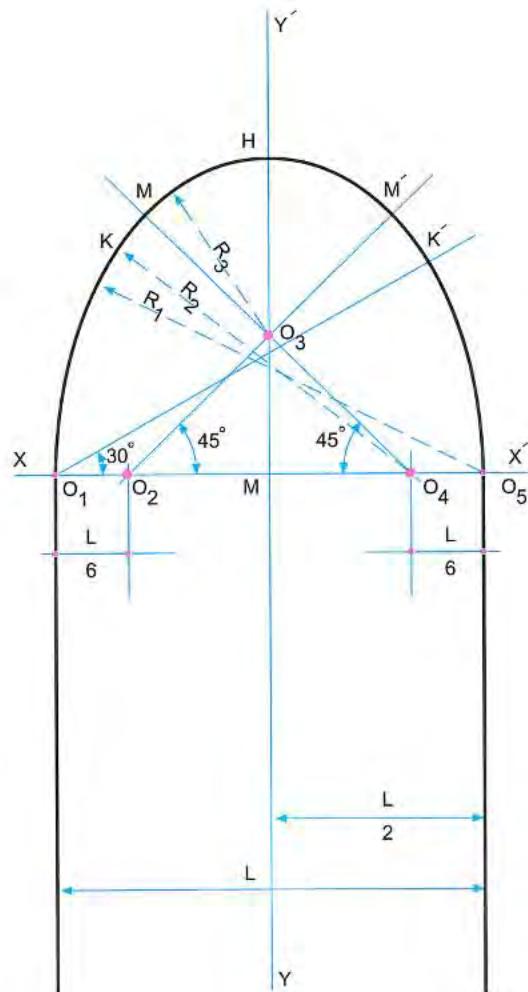
شکل ۲۴۲: کاربرد قوس نعلی، جاغرق حومه مشهد مقدس؛ اجرای امروز

قوس هلوچین تند

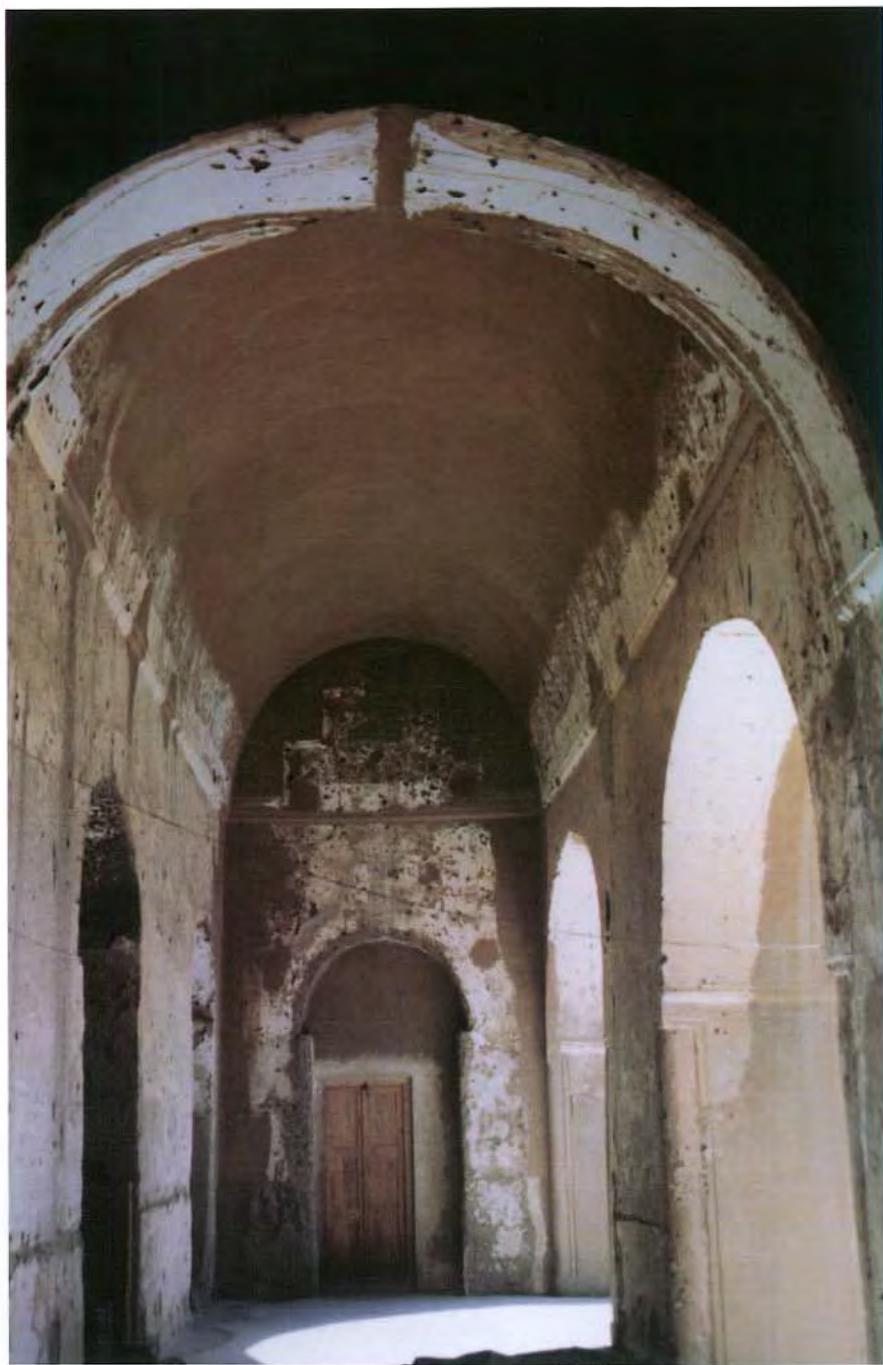
- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می شود.
- ۲- خط O_1K' با زاویه‌ی 30° درجه نسبت به محور افقی رسم می شود.
- ۳- خط O_2M' با زاویه‌ی 45° درجه نسبت به محور افقی رسم می شود و از برخورد آن با محور عمودی مرکز O_3 به دست می آید.
- ۴- به شعاع O_1O_5 و مرکز O_1 کمانی بین O_5 و K' رسم می شود.
- ۵- به شعاع O_2K' به مرکز O_2 کمانی از نقطه‌ی K' تا نقطه‌ی M' زده می شود.
- ۶- به شعاع O_3M' و به مرکز O_3 کمان سوم از M' تا H رسم می شود.
- ۷- موارد مذکور برای ترسیم نیمه‌ی دیگر قوس بنابه شرحی که گفته شد انجام می گردد. (شکل ۲۴۵ تا ۲۴۳)



شکل ۲۴۴



شکل ۲۴۳



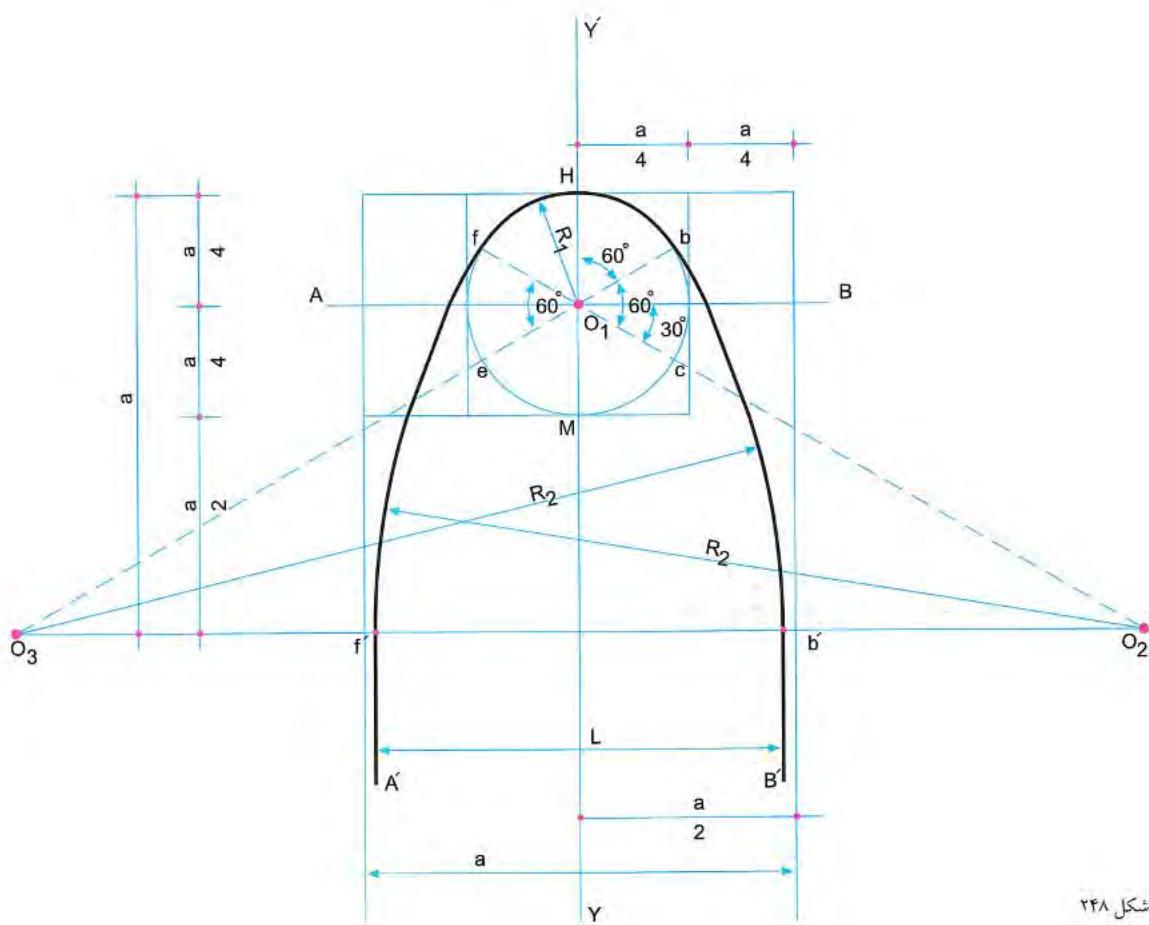
شکل ۲۴۵: نمود پبل یابه‌ها و دور
قوس در پوشش تاق گهواره‌ای آهنگ
مسجد فهرج، بزد: قرن اول هجری



شکل ۲۴۷: ترکیب دور قوس، آتشکده تپه میل، بین راه ورامین به تهران؛ دوره ساسانی

قوس چیله قند (بیضوی ساسانی)

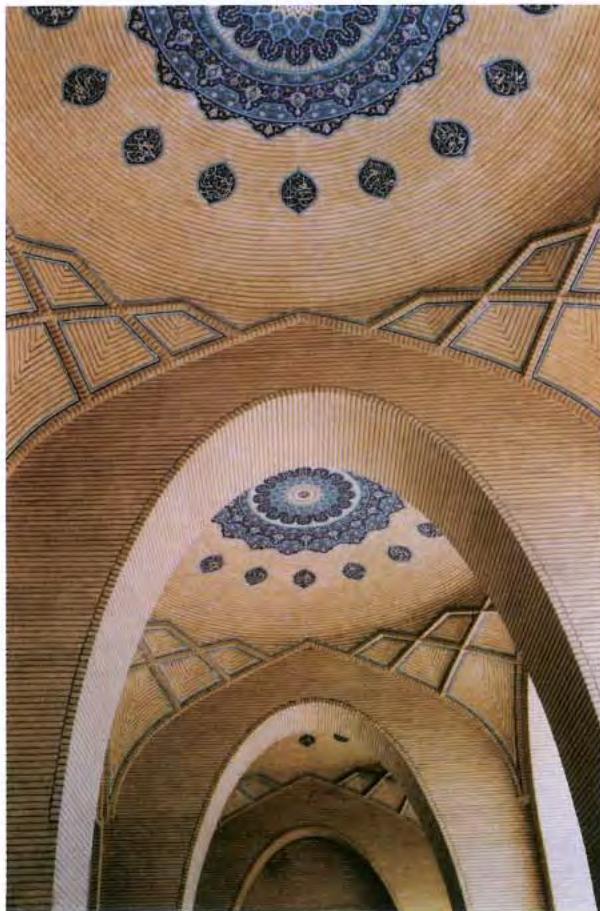
- ۱- مربع مستطیلی که قوس در آن جای گرفته در هر ضلع به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شود.
 - ۲- مرکز تقارن محور افقی AB و محور عمودی مرکز O_1 خواهد بود.
 - ۳- از مرکز O_1 خط O_1O_2 تحت زاویه 30° درجه نسبت به ضلع AB رسم می‌شود و ادامه می‌یابد تا خط افقی و O_2O_3 را که ضلع زیرین کادر قوس می‌باشد در نقطه‌ی O_2 قطع کند در جهت دیگر نیز همین عمل تکرار می‌شود.
 - ۴- کمانی به شعاع O_1H به مرکز O_1 رسم می‌شود تا امتداد خطوط O_1O_2 و O_1O_3 را در نقاط f و b قطع کند.
 - ۵- به شعاع O_2f از مرکز O_2 کمانی زده می‌شود تا خط افقی O_2O_3 را در نقطه‌ی f' قطع کند. با تکرار این عمل دو جانب مقابله قوس کامل می‌شود.
 - ۶- از نقاط b و f' امتداد ستون‌ها عمود دو محور افقی رسم می‌شود. (شکل ۲۴۸ تا الف - ۲۴۹)



۲۴۸



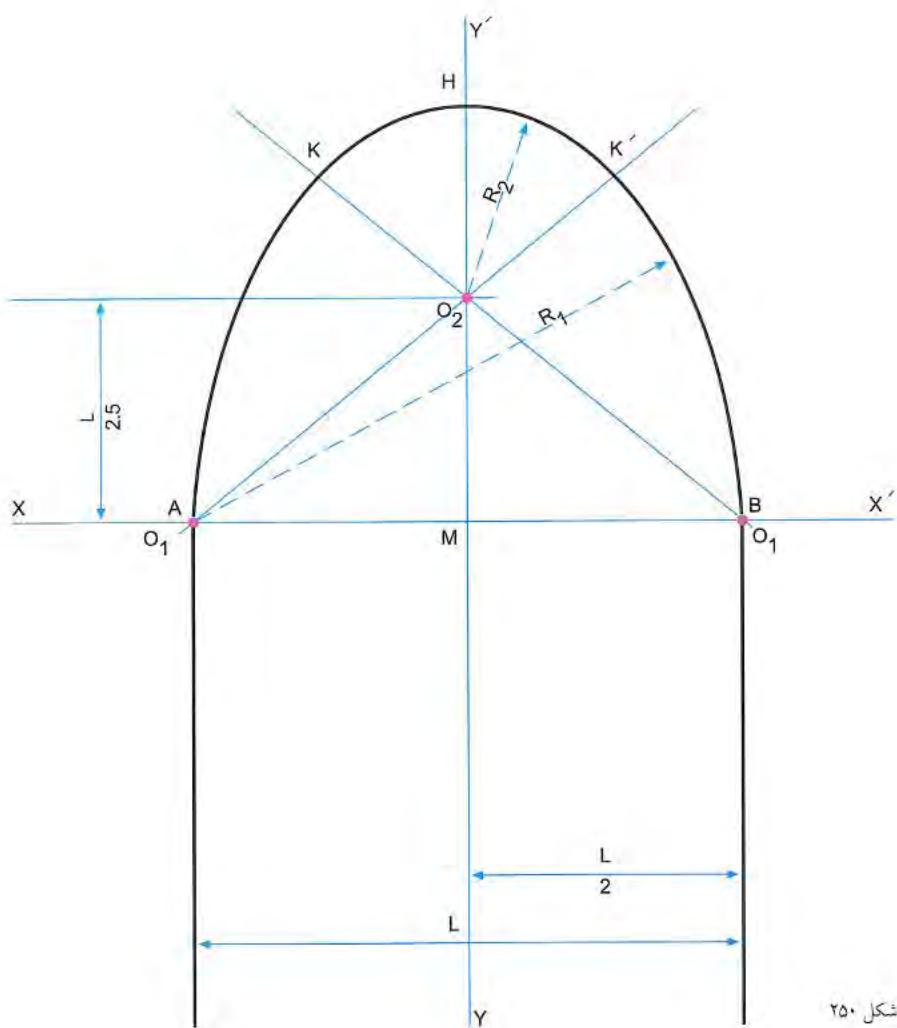
شکل ۲۴۹- ترکیب دور قوس، بیضوی
ساسانی، موزه ملی ایران، تهران؛ معاصر



شکل الف- ۲۴۹- اجرای قوس بیضوی
در مجموعه‌ی مصلای بزرگ تهران

قوس چیار (قوس خاکی)

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- نقطه‌ی O_2 روی محور عمودی به فاصله‌ی $\frac{L}{2.5}$ از محور افقی تعیین می‌شود.
- ۳- از نقاط A و B به شعاع AB کمان‌هایی زده می‌شود تا امتداد خطوط O_2A و O_2B را در K و K' قطع کند.
- ۴- به مرکز O_2 و شعاع O_2K کمانی زده می‌شود که دو کمان قبلی را به هم وصل و قومی را تکمیل می‌کند. (شکل ۲۵۰ تا الف - ۲۵۱)



شکل ۲۵۰



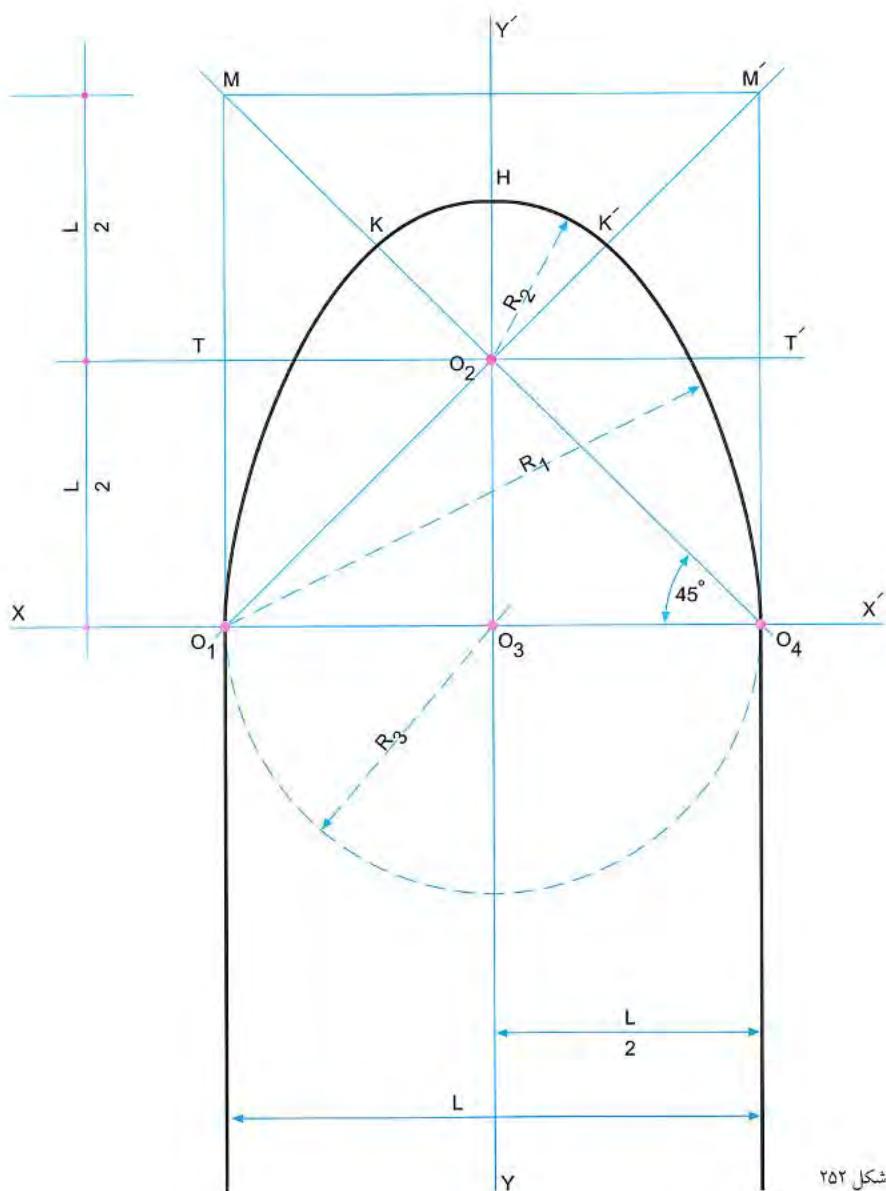
شکل ۲۵۱: ترکیب دور قوس
چهار، در طبقه زیرین آتشکده
تپه میل، بین راه ورامین به
تهران، دوره ساسانی



شکل الف-۲۵۱: نمود قوس
چهار، میدان ولی عصر (عج)
تهران، نماسازی امروز

قوس تخم مرغی

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
 - ۲- از دو نقطه‌ی O_1 و O_4 خطوط کمکی' O_1K' و O_4K تحت زاویه‌ی 45° درجه نسبت به محور افقی رسم می‌گردد.
 - ۳- از برخورد دو خط کمکی با محور عمودی مرکز O_2 به دست می‌آید.
 - ۴- ادامه‌ی کمان قوس به وسیله‌ی شعاع O_2K به مرکز O_2 دنبال می‌شود تا قوس تکمیل گردد.
- (شکل ۲۵۲ و ۲۵۳)



شکل ۲۵۲

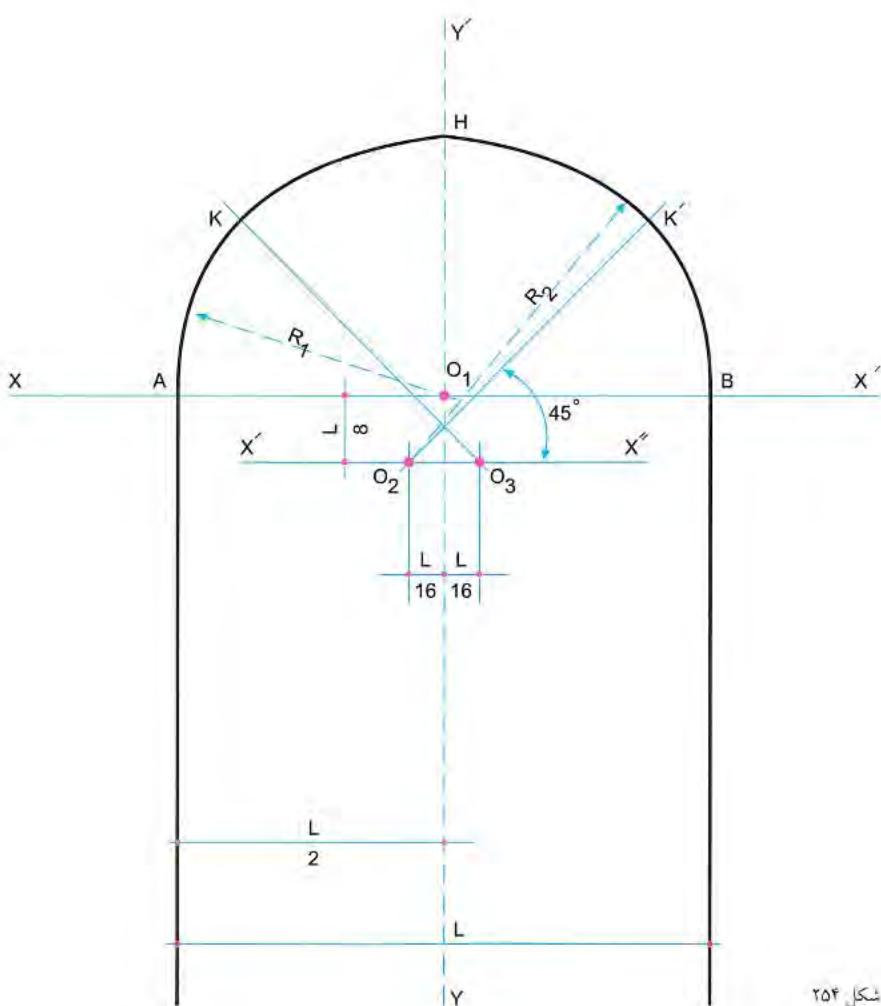


شکل ۲۵۳: ترکیب قوس تخم مرغی، ایوان بی همتای مدارین (تاق کسری) با ایهتی بس عظیم؛ دوره ساسانی

قوس جناغی کند (بیض کوچاه - ناری)

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می شود.
- ۲- محور کمکی "X'X" به موازات محور افقی به فاصله $\frac{L}{8}$ از آن رسم می گردد.
- ۳- روی محور "X'X" به فاصله $\frac{L}{16}$ از محور عمودی و در دو طرف آن دو نقطه O₃O₂ تعیین می شود.
- ۴- خطوط کمکی O₃K' و O₂K تحت زاویه ۴۵ درجه نسبت به محور "X'X" رسم می گردد.
- ۵- از مرکز O₁ به شعاع O₁A و O₁B کمانهایی رسم می شود تا خطوط O₂K' و O₃K را در نقاط K' و K قطع کند.
- ۶- به مرکز O₂ و O₃ به شعاع O₂K' دو کمان از نقاط K' و K تا محور عمودی رسم می شود.

(شکل ۲۵۴ تا الف - ۲۵۶)



شکل ۲۵۴



شکل ۲۵۵: ترکیب دور قوس ناری، دروازه ورودی به مجموعه تخت سلیمان، خومه تکاب؛ دوره ساسانی



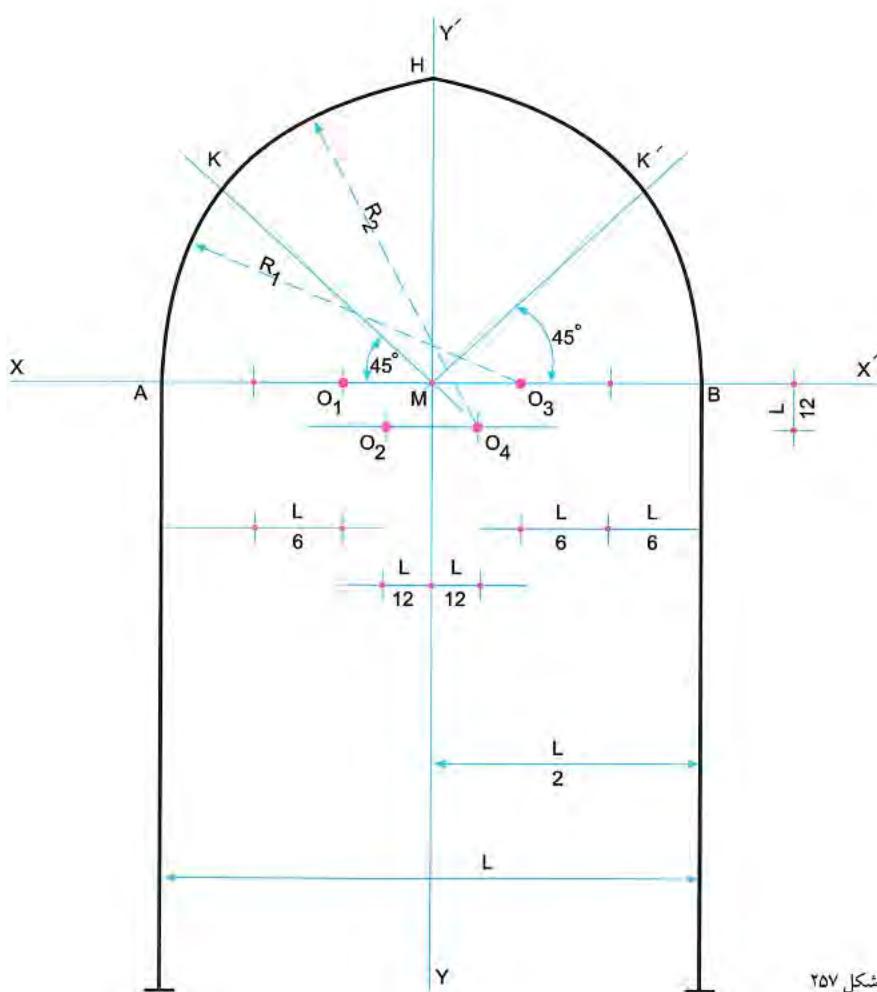
شکل ۲۵۶: کاربرد قوس بیض در بین پیل پایه‌های نمای خارجی مسجد خشتی فهرج، بزد؛ قرن اول هجری



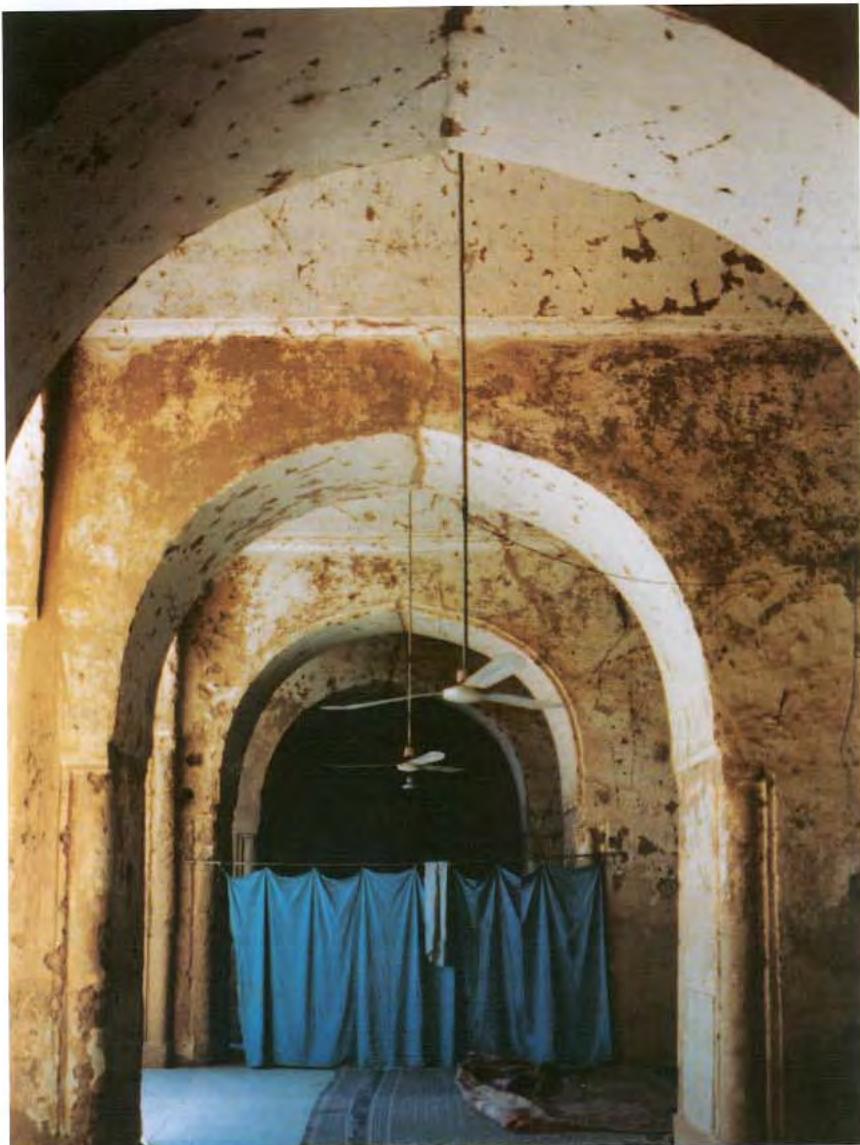
شکل الف- ۲۵۶: قوس سنتگی در ترکیب ناری کند، «جاجرق»، خومه مشهد مقدس؛ معاصر

قوس جفت بیض (فاری تیز)

- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می شود.
- از نقطه‌ی M محل تقاطع دو محور عمودی و افقی خطوط کمکی MK و $M'K'$ تحت زاویه‌ی 45° درجه نسبت به محور افقی ترسیم می شود.
- دو مرکز O1 و O3 به فاصله‌ی $\frac{L}{6}$ از محور عمودی روی محور افقی تعیین می شود.
- دو مرکز O2 و O4 به فاصله‌ی $\frac{L}{12}$ از دو محور عمودی و افقی در دو سوی محور عمودی مشخص می شود.
- به شعاع O1B و O3A و مراکز O1 و O3 دو کمان اولیه‌ی قوس تا محل تلاقی با خطوط کمکی MK و $M'K'$ رسم می شود.
- به شعاع $O'K$ و $O'K'$ و مراکز O2 و O4 ادامه‌ی قوس از دو نقطه‌ی K و K' تا محل تلاقی با محور عمودی (H) رسم می شود. (شکل ۲۵۷ تا ۲۵۹)



شکل ۲۵۷



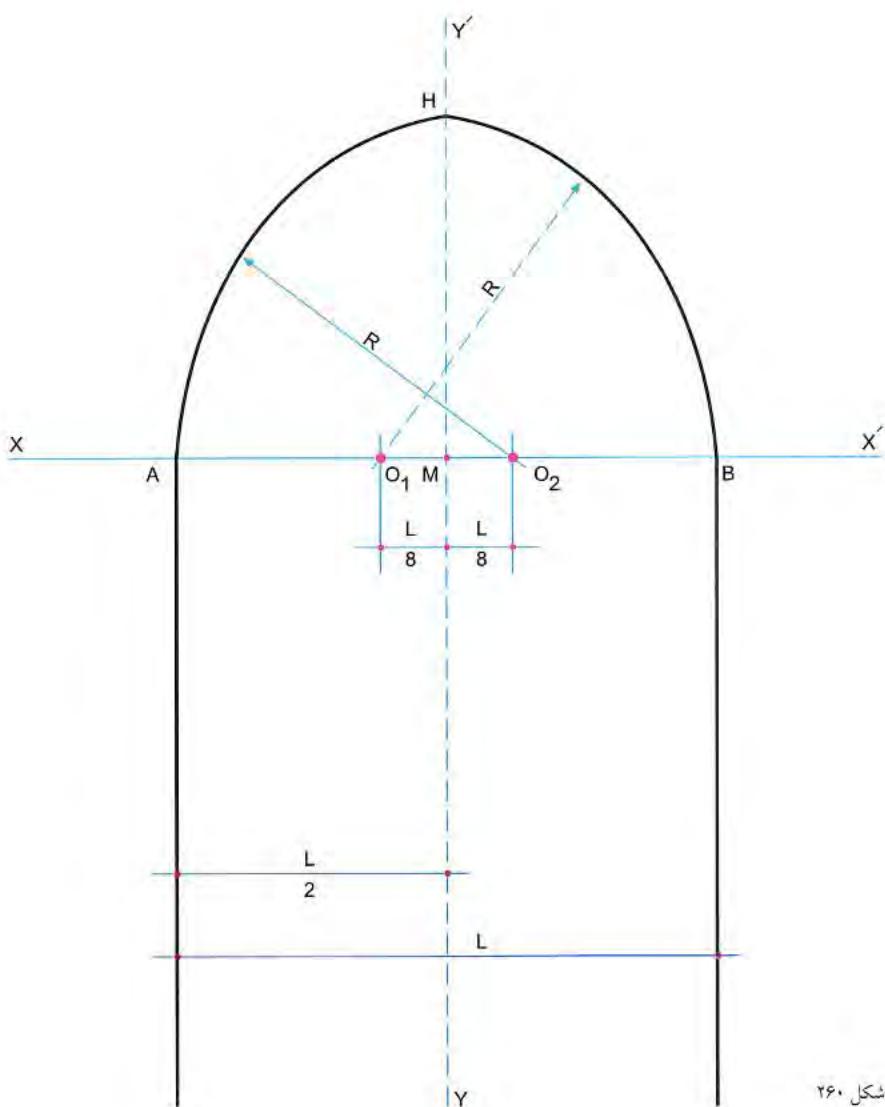
شکل ۲۵۸: کاربرد قوس چفت بیض بلند، شبستان رواقی، مسجد فهرج، یزد: قرن اول هجری



شکل ۲۵۹: کاربرد قوس چفت بیض در نمایی غرفه‌های فوقاری، میدان بعثت یزد: دوره پهلوی اول بازسازی جدید

قوس بیض معمولی (ناری تند)

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می شود.
- ۲- دو مرکز O_1 و O_2 با رعایت فاصله $\frac{L}{8}$ در دو طرف محور عمودی روی محور افقی تعیین می شود.
- ۳- به شعاع O_2A و O_1B و O_2 دو شانه قوس از نقاط A و B تا نقطه H محل تقاطع با محور عمودی رسم می شود. (شکل ۲۶۰ و ۲۶۱)



شکل ۲۶۰

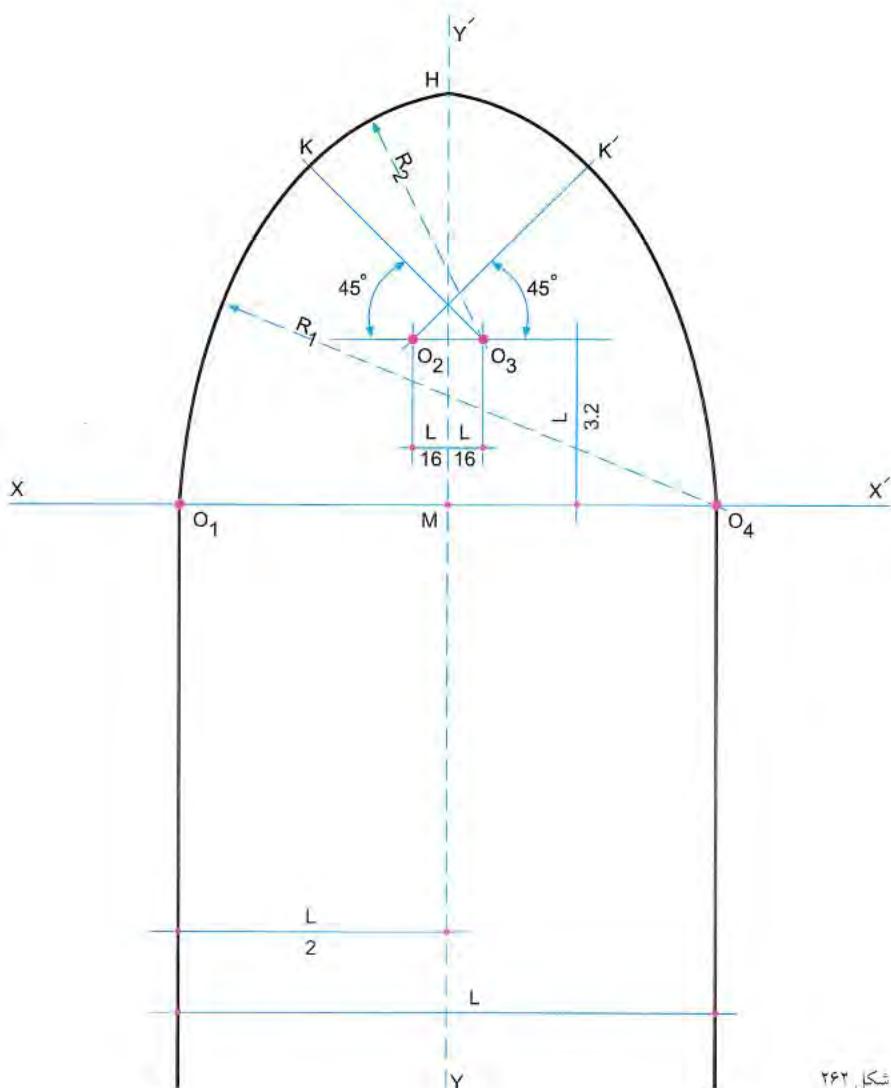


شکل ۲۶۱: قوس بیض ناری (قوس زیرین)، زیرزمین خانه‌ی امین‌ها
قزوین؛ دوره قاجاری

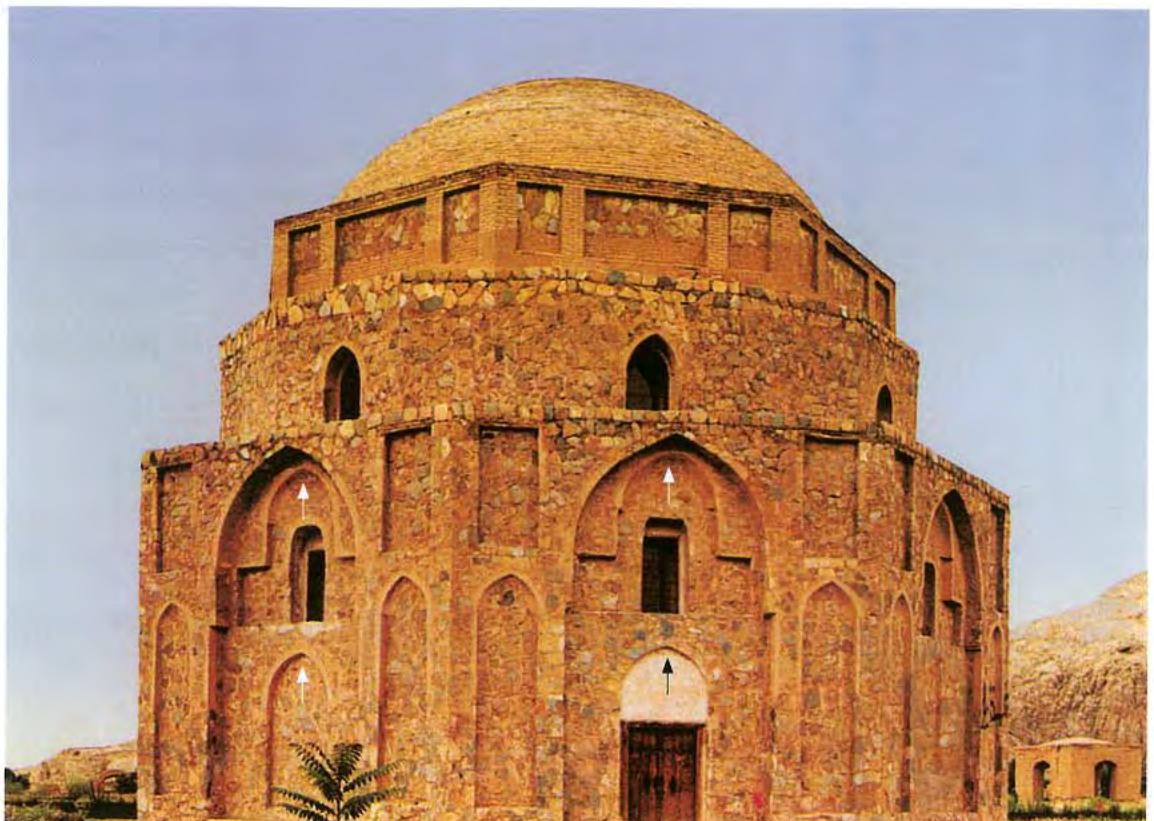
قوس جناغی تند

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- محور افقی O_2O_3 به فاصله‌ی $\frac{L}{3.2}$ از محور افقی رسم می‌شود.
- ۳- روی این محور دو نقطه‌ی O_2 و O_3 در دو طرف محور عمودی به فاصله‌ی $\frac{L}{16}$ از آن تعیین می‌شود.
- ۴- از مرکز O_2 خطی با زاویه‌ی 45° درجه نسبت به محور افقی رسم می‌شود.
- ۵- از مرکز O_1 به شعاع O_1O_4 کمان اولیه‌ی قوس تا نقطه‌ی K' محل تقاطع کمان با محور 45° درجه رسم می‌شود. همین عمل به مرکز O_4 تکرار می‌شود.
- ۶- ادامه‌ی قوس تا محل تقاطع با محور عمودی به مراکز O_2 و O_3 و شعاع O_2K' رسم می‌شود.

(شکل ۲۶۲ تا الف - ۲۶۳)



شکل ۲۶۲



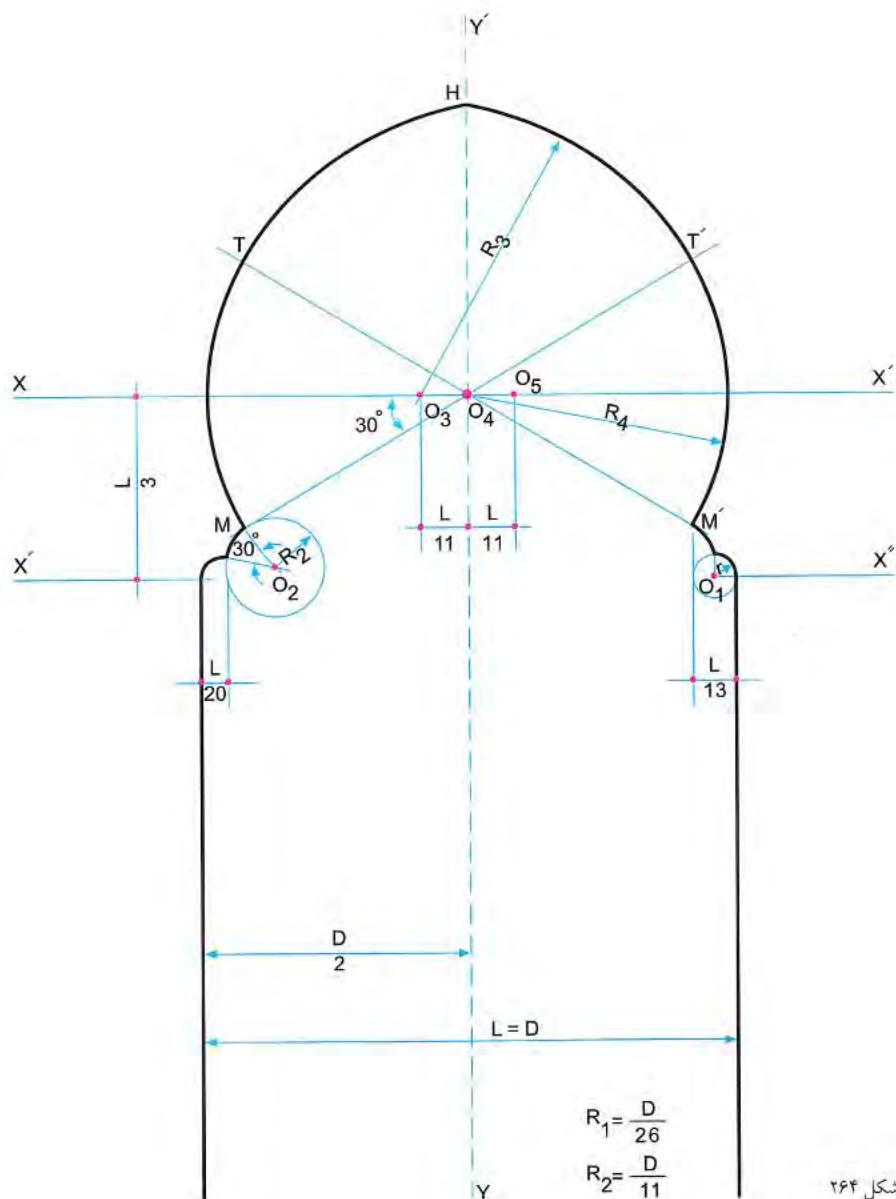
شکل ۲۶۳: ترکیب دور فوس جناغی، نماسازی بنای جبلیه، کرمان؛ متنسب به دوره ساسانی و سلجوقی و مرمت معاصر



شکل الف- ۲۶۳: ترکیب دور جناغی تند، تهران؛ نماسازی امروز

قوس بیض گلوبی دار

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می شود.
- ۲- از مرکز O_4 محل تقاطع دو محور دو خط با زاویه 30° درجه نسبت به محور افقی ترسیم می شود.
- ۳- به شعاع R_1 به مرکز O_4 کمان اولیه قوس رسم می شود تا خطوط 30° درجه را در نقاط M و M' و T و T' قطع کند.
- ۴- دو مرکز O_3 و O_5 به فاصله $\frac{L}{11}$ از محور قائم روی محور افقی تعیین می شود و به شعاع R_3 ادامهی قوس ثانوی از نقاط T و T' تا تقاطع با محور عمودی رسم می شود. (شکل ۲۶۴ و ۲۶۵)



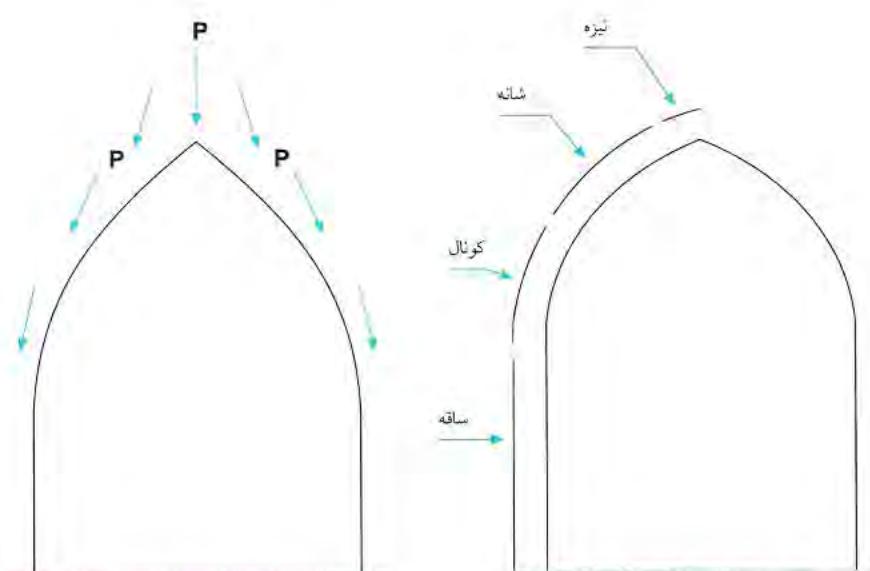


شکل ۲۶۵: ترکیب دور قوس، قوس بیض گلوبی دار، بنای فرهنگستان هنر، تهران؛ اوایل دوره پهلوی اول، مرمت جدید

قوس تیز حاصل تکامل قوس جناغی است. انتقال تیرو در این قوس از تیزه بر شانه و از شانه بر کونال و به ساقه ستون یا پایه‌ها است و به علت دور و کمان این قوس خصوصاً در قوس‌های تیز ارتفاع زیاد، مقاومت آن بسیار زیاد است و کمتر دیده شده که قوس‌های تیز در زیر بارهای متعادل شکسته شود یا دچار رانش گردد. (شکل ۲۶۶)

ارتفاع قوس تیز متغیر است و هر دسته از قوس‌ها بر حسب ارتفاع خود خاصیتی دارد، این قوس‌ها به طور کلی به سه دسته تقسیم می‌شود:

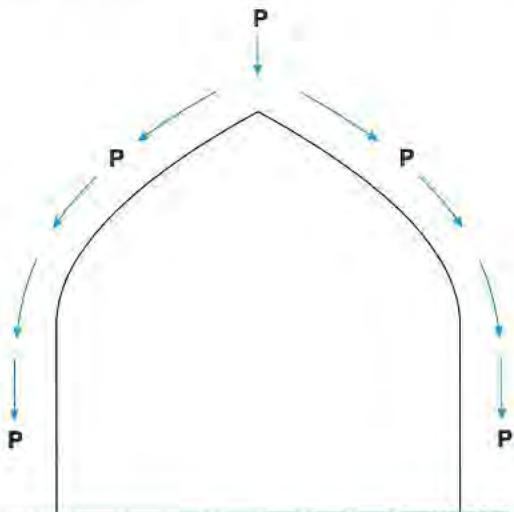
۱: قوس‌های تیز با ارتفاع زیاد که به قوس‌های شاخ بزی مشهور شده است. این قوس‌ها به علت ارتفاع زیاد در برابر نیرو مقاومت زیادی دارد و به علت تیزبودن شانه‌ها نیروی فشاری به راحتی و بدون اثر بر غلت دور به کونال‌ها و ستون‌ها منتقل می‌شود. (شکل ۲۶۷)



شکل ۲۶۷: قوس تیز (شاخ بزی)

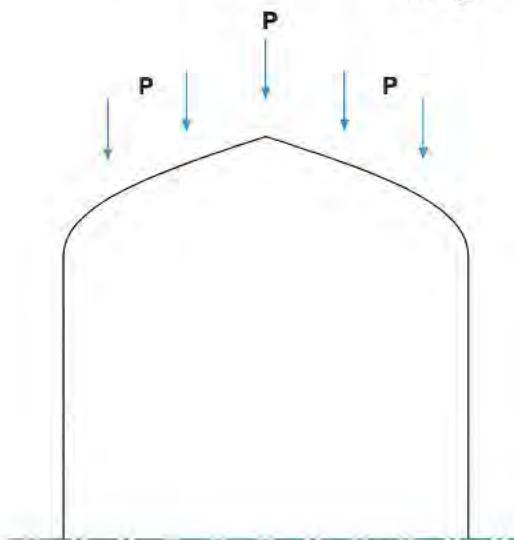
شکل ۲۶۶

۲: قوس تیز متوسط ارتفاع این قوس متوسط است و میانگین قوس شاخبزی و قوس تیز می باشد. این وضعیت باعث شده است که این قوس هم باربر باشد و هم به عنوان قوسی تزیینی مورد استفاده قرار گیرد، خصوصاً اگر دور آن با ترکیب و حالتی ملائم ترسیم شود. از این قوس که به نام شاه عباسی مشهور است بیش از دو قوس دیگر استفاده می گردد و نمونه های آن نیز به وفور در بنای های سنتی دیده می شود. (شکل ۲۶۸)



شکل ۲۶۸: قوس متوسط و تزیینی

۳: قوس تیز کند این قوس دارای ارتفاع کمی است، زیاد در برابر نیروهای فشاری مقاوم نیست و بیشتر به عنوان قوس تزیینی به کار می رود. (شکل ۲۶۹)

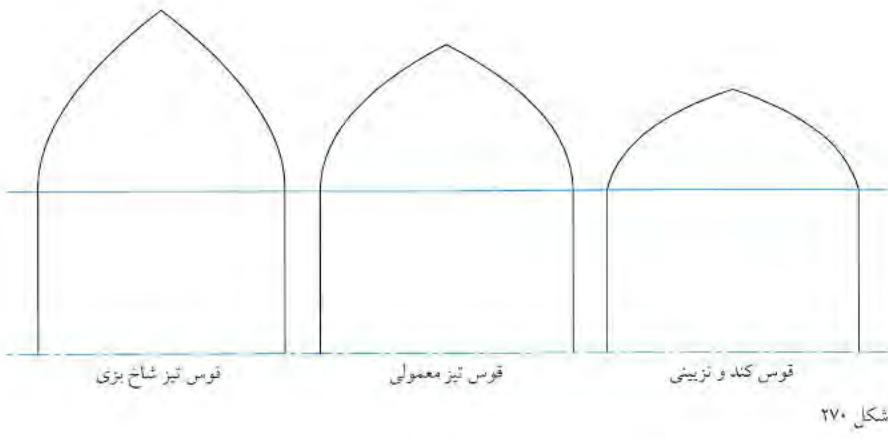


شکل ۲۶۹: قوس کند

ترسیم قوس تیز

همان طور که ذکر کردیم قوس تیز بسته به ارتفاع تیزه بر سه نوع است:
الف: قوس های کاملاً باربر برای دهانه های طویل و مرتفع مانند قوس شاخبزی، پاتوپای چهار پرگاری و شیدری یا شبدری.

ب: قوس های تزیینی با فرم شکسته و کند مانند قوس پنج و هفت کند یا شاخ بزی کند.
ج: قوس هایی که هم باربر است و هم استفاده تزیینی دارد مانند قوس سه قسمت یا پنج و هفت تند. در شکل های بعد از این قوس ها ترسیم شده است که از بلندی خیز می توان به نوع قوس بی برد. (شکل ۲۷۰)

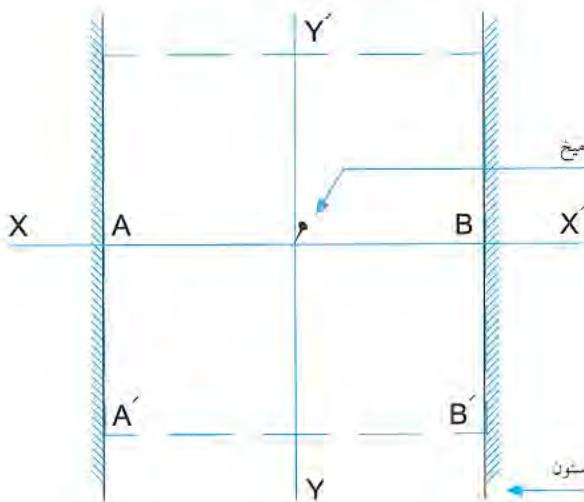


شکل ۲۷۰

پیاده‌کردن قوس بر روی زمین

پس از تخمیرسازی و تسطیح زمین با کرم‌بندی و شمشهکشی و پرداخت زمینه، دو خط ستون به فاصله‌ی دهانه و به موازات یکدیگر رسم می‌شود، خط افقی پا زاویه‌ی 90° درجه با خطوط ستون‌ها آن‌ها را قطع می‌کند. خط وسط که محور قائم است به فاصله‌ی یک‌دوم دهانه از ستون‌ها رسم می‌شود. برای رسم انواع قوس‌های تیز به چهار مرکز احتیاج است که دو مرکز از این چهار مرکز یک‌دوم و مرکز دیگر یک‌دوم دیگر از قوس را ترسیم می‌کند. به عبارت دیگر با دو مرکز یک بدنه و با دو مرکز دیگر بدنه‌ی دیگر قوس رسم می‌شود.

برای ترسیم قوس تیز می‌توان دو شعاع را با میخکوبی بر روی مرکز اولیه، حرکت خط کرد. این حالت را اصطلاحاً ترسیم با یک خط پرگار می‌گویند و امتیاز آن این است که از اصطلاحاً شل‌شدن (فروزاندن - دو خط شدن) ناشی از دو شعاع در یک بدنه کار پیشگیری می‌شود و ریسمانکار در کمان پرگار با حالتی یکنواخت بدنه‌ی قوس را بر روی تخمیر خط می‌کند. طریقه‌ی ترسیم قوس مربع (پاتوپا - تیزه‌ای) به روش فوق بر روی زمین به شرح زیر است. (شکل ۲۷۱)



شکل ۲۷۱

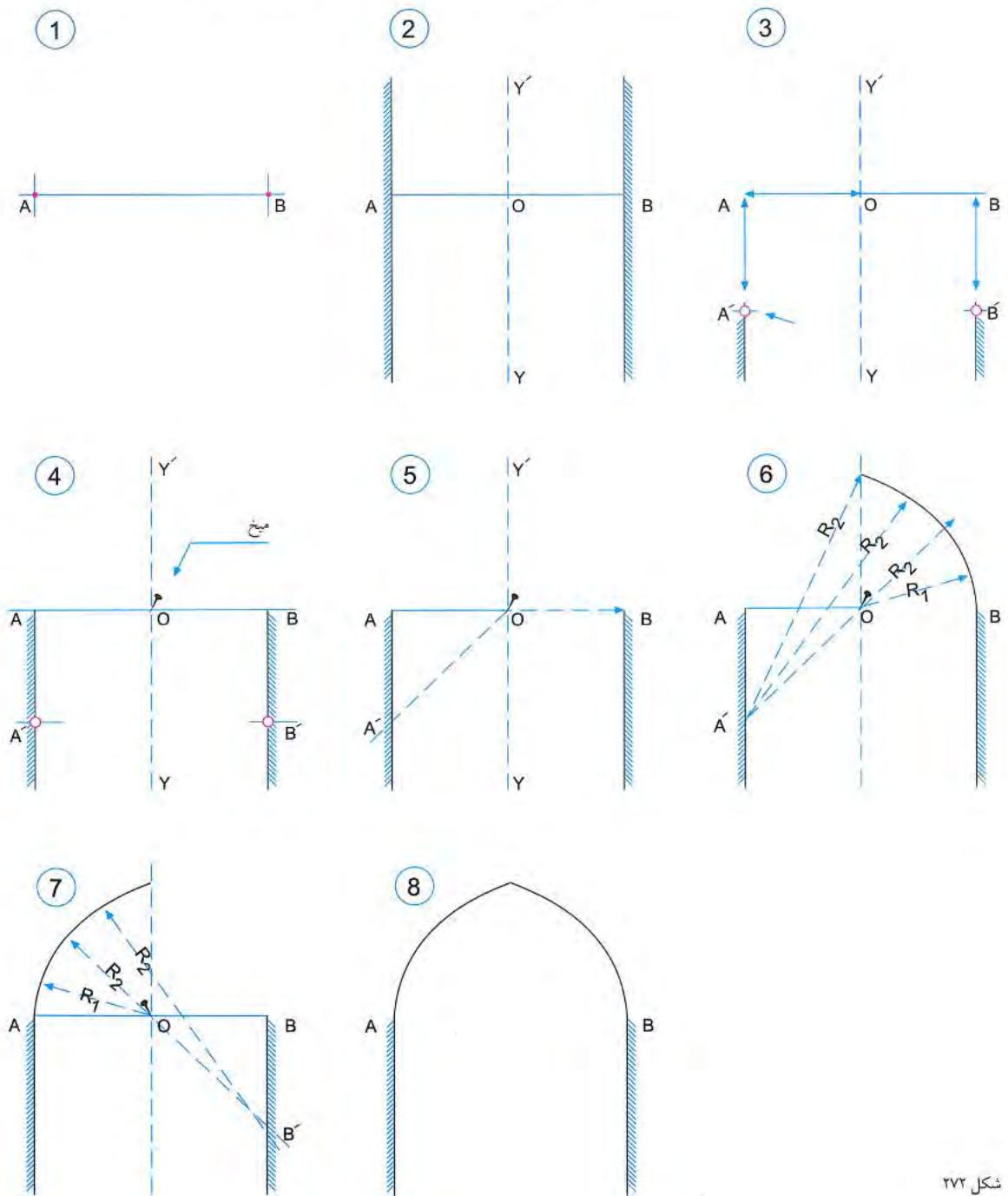
- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود (ترسیم ۱ و ۲).
- ۲- به اندازه‌ی $\frac{1}{2}$ دهانه پایین تر از نقاط A و B نقاط A' و B' که دو نقطه پای پرگار است تعیین می‌شود.
- ۳- سپس میخ بلند و مقاومی در مرکز O که محل تقاطع دو محور است کوبیده می‌شود (ترسیم ۴ و ۵).
- ۴- با استفاده از حلقوه‌ی مداد در ریسمانکار ضخیمی قرار می‌گیرد و در نقطه‌ی پاکار B مستقر

می شود. ریسمانکار از پشت میخ یعنی نقطه‌ی O عبور داده می‌شود و تا پای پرگار (نقطه‌ی A') کشیده می‌شود تا زمانی که کش نیاورد. (ترسیم ۶)

۴- ترسیم خط قوس از نقطه‌ی B شروع می‌شود. پس از رسم قسمتی از قوس ریسمانکار از پشت میخ آزاد می‌شود و ادامه‌ی خط تابیه که روی محور وسط است دنبال می‌گردد. (ترسیم ۷)

۵- پس از ترسیم یک شانه از قوس شانه‌ی دیگر برابر موارد ذکرشده ترسیم می‌گردد تا دو شانه‌ی قوس در وضعیتی متعادل و یکنواخت و کاملاً برابر با یکدیگر و بدون هیچ گونه اصطلاحاً شل و شیدشدن به وجود آید. (ترسیم ۸)

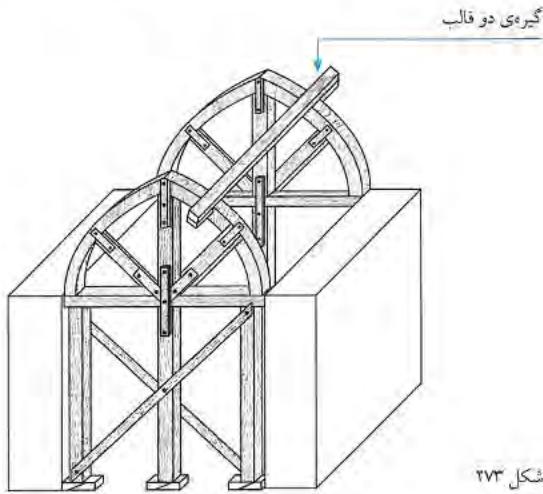
پس از خط شدن قوس از روی شکل آن قالب گچی یا چوبی ساخته می‌شود. (شکل ۲۷۲)



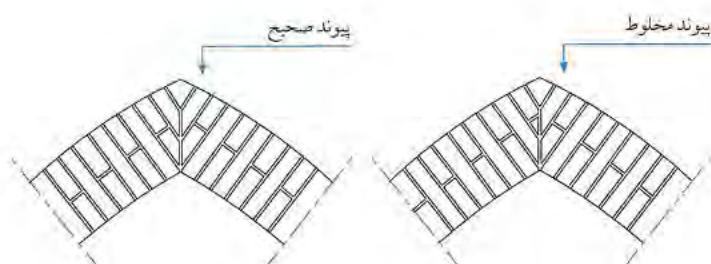
شکل ۲۷۲

بنایی قوس تیز

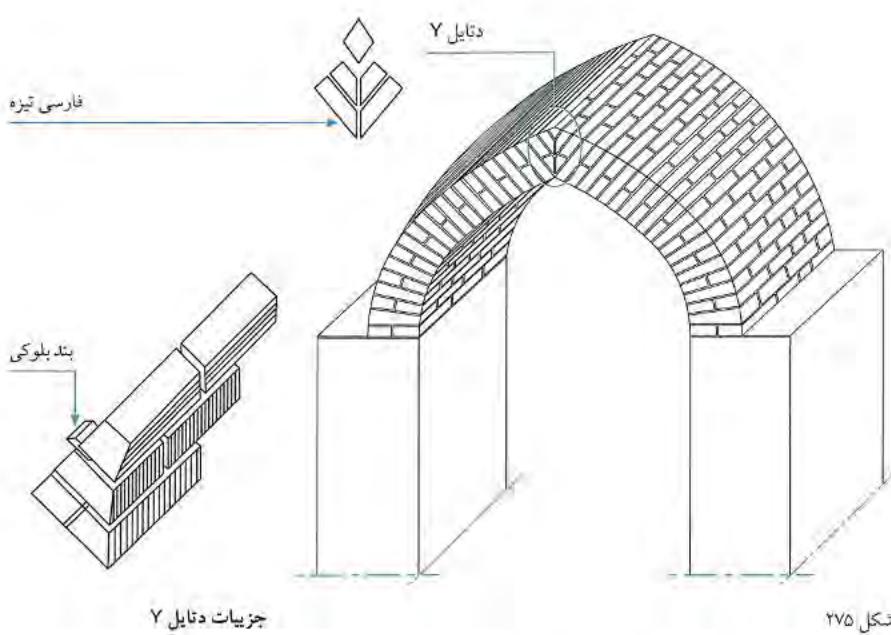
معمولاً دهانه‌هایی که در آن‌ها از قوس به عنوان پوشش نعل درگاه استفاده می‌شود بیش از ۱/۵ متر طول دارد. این قوس به علت باربری عریض، و تیزه‌ی آن مرتفع است. از این رو دارای دو قالب چوبی است که با رعایت شاقولی و یک باد بودن قالب‌ها بر روی کلاف‌بندی قرار می‌گیرد. (شکل ۲۷۳)



ویژگی قوس تیز در پیوند رج‌های تیزه‌ی آن است. در تمامی قوس‌های هلالی، کمانی، برخشنی دسته‌سبدی، نعل اسپی، دایره و چیار پیوند از یک پاکار تا پاکار دیگر کاملاً مشابه و یکنواخت است اما در قوس تیز نوع پیوند در دوشانه با پیوند تیزه کاملاً متفاوت است. به همین دلیل محاسبه‌ی پیوند رج‌های قوس در ناحیه‌ی تیزه دشوار نیست و سازنده در این کار از آزادی عمل برخوردار است (به شکل ۲۷۴). البته پیوند محدود مطلوب‌تر است و در نمازی زیر آن فارسی به کار می‌رود و از پیوند آزاد موافقی که قوس در نما دارای اندود است استفاده می‌شود. نظر به اینکه در کوتال قوس شعاع کمال قالب نزدیک به دایره است رج‌ها در ناحیه‌ی جلوی قالب کم عرض و در پشت قوس ضخیم خواهد بود. با توجه به این امر چنانچه تیزه‌ی قوس زیاد باشد آجرهای زیر آن فارسی می‌شود و پیوند کار با رعایت ضخامت ملات به صورت گوه‌ای ادامه می‌یابد. اگر در نمای قوس از اندود استفاده شود برای فارسی تراشی تیشه‌داری آجر لازم نخواهد بود و با آجر کارداری به حالت گوه فضای بین رج‌های پشت قوس پر می‌شود. در نصب رج‌ها از شانه تا تیزه از روش معمولی، با ملات خوری تقریباً یکنواخت و با ریسمان‌کشی استفاده می‌شود. برای راستاکردن آجرهایی که در زیر و روی قوس نصب می‌شود از شمشهی کوچک خوش‌تراش استفاده می‌گردد. رج‌های تیزه تیز با آجر فارسی کشیده، بنایی و نصب می‌شود، معمولاً بند قائم به انتهای تیزه نمی‌رسد و تیزه با آجر فارسی (یال)، که مانند گوه‌ای قطور است و با ملات خمیری عسلی کاملاً غوطه‌ای بنایی می‌شود. ملات خور آن نیز با بند پولکی کاربندی می‌شود. (شکل ۲۷۴ و ۲۷۵)



شکل ۲۷۴



قوس تیز با پوشش طویل (رومی)

اگر عرض دهانه زیاد باشد مانند غرفه‌های متوسط ایوان‌های بزرگ، صفه‌های طویل و تاق‌های بنایی چهارایوانی از پوشش رومی با قوس تیز استفاده می‌شود. مثلاً برای ساختن یک ایوان عریض و طویل از دو قالب جلو و عقب با کلاف‌بندی چوبی توسط تیرک‌ها و ستون‌های چپ و راست استفاده می‌شود. ابتدا دو آجر مجاور قالب جلو و دو تا سه آجر مجاور قالب عقب نصب می‌شود و سپس یک ریسمانکار با کشش کامل بین کوربیندهای دو سرکار کشیده می‌شود. سپس ملات خمیری عسلی روی کار کشیده می‌شود و آجر آبخوار و مقاوم سبز و زرد غوطه‌ای و با ضربه از پاکار بنایی می‌شود تا یه انتهای برسد.

برای هماهنگی کامل پوشش یک رج از یک پاکار و یک رج از پاکار دیگر ساخته می‌شود و معمولاً چندین استادکار در دو بدن رج‌ها را بنایی می‌کنند تا هماهنگی کامل در کار رعایت شود.

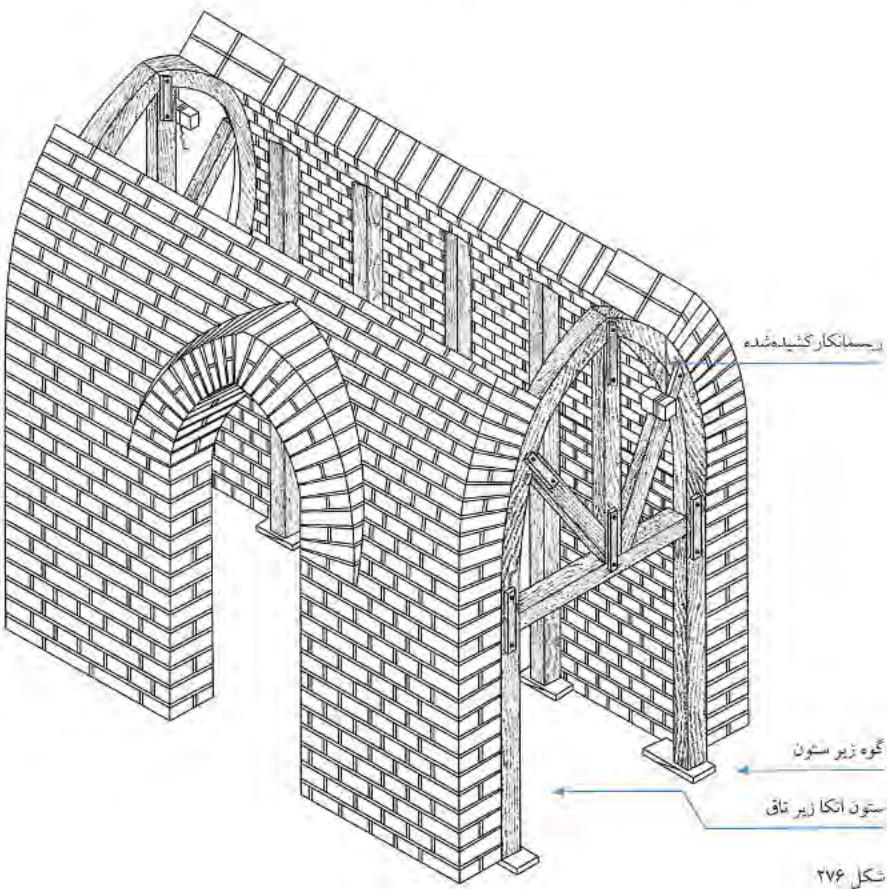
در پوشش رومی بسته به عرض دهانه و طول ایوان مقدار باری که حاصل کونوسازی و پوشش کوره‌پوش‌ها و شفت‌های ریزی و فرش روی قوس است. ضخامت قوس را تا $2/5$ آجر و در مواردی که طول دهانه بیشتر باشد حتی بیش از این می‌گیرند. با چنین ضخامتی وزن قوس زیاد می‌شود. برای کاستن از فشار وزن زمانی که پوشش رومی از دو طرف به غلت کوتال رسید از تیرهای گردی که یک سر آن به تناسب دور قوس فارسی شده است به فواصل معین، به طوری که بر تاق اهرمی وارد نشود، برای نگهداری تاق استفاده می‌شود. این تیرها وزن دو بدن را تابسته شدن تیزه تحمل می‌کند. عمل شمع بستن در فاصله‌های معین هر چند رج یکبار تا تیزه تکرار می‌شود. استقرار شمع‌ها بر روی جفت گوه است تا بتوان با حرکت دو گوه بر روی یکدیگر شمع را به بالا یا پایین هدایت کرد.

معمولًاً ایوان بلند بین ایوان‌های کوچک محصور می‌شود و ایوان‌های کوچک، غرفه‌ها را تشکیل می‌دهد. ارتفاع دو طبقه‌ی غرفه به اندازه‌ی تقریبی ارتفاع یک ایوان بلند است. برای ایجاد عکس العمل در مقابل رانش قوس رومی و ایوان بلند قبل از پوشش آن ایوان‌ها و غرفه‌های کوچک از دو طرف پوشش می‌شود. در ضمن برای اینکه قوس رومی کاملاً مهار شود با کلاف چوبی یا پروفیل قبل از ساختن مهار می‌شود تا جلوی لگذزدن تاق (رانش) بر ستون‌ها گرفته شود.

بسن تیزه‌ی تاق احتیاج به دقت دارد. برای این کار معمولاً از آجرهای سبز و زرد مقاوم و ملات مرغوب استفاده و رج انتهایی کاربندی می‌شود. پس از پوشش تاق دوغاب بریزی می‌شود و سپس کوتو در پشت تاق ساخته می‌شود.

بهتر است تا پایان کونوسازی و فرش قوس و به طور کلی خشک شدن کار شمع‌های چوبی زیر قوس آزاد نشود تا شکست و اشکال در قوس رومی به وجود نیاید. باید اضافه کرد که در تاق رومی می‌توان پوشش را به صورت تاق‌های متقاطع و چهارتاقی انجام داد.

فرش روی قوس را باید به صورت زبانه‌های منظم آجری ساخت. این زبانه‌ها کاربرد پله را دارد و رفت و آمد از پشت اینگونه تاق‌ها را ممکن می‌سازد. (شکل ۲۷۶)



شکل ۲۷۶

موارد استفاده‌ی قوس‌های تیز و رومی

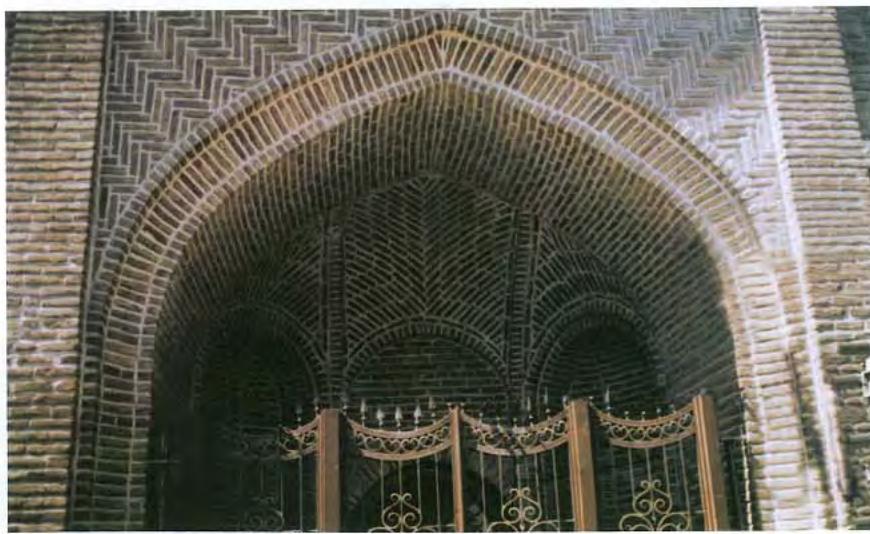
قوس تیز را می‌توان قوس سنتی دانست که در معماری قدیم و جدید پنهانیت از آن بهره‌گیری شده است. این قوس هم باربر است و هم تزیینی و از آن در بناهای تاریخی په اشکال گوناگون در بقاع متبرک، مساجد، مدارس قدیمی، کاخ‌ها، بازارها، حمام‌ها، کاروانسراها، پل‌ها و حتی کلیساها استفاده شده است و به طور کلی جزی لاینفک از معماری ایرانی است. در چهارچوب و کلاف این نوع قوس‌ها در بناهای تاریخی می‌توان کاربرد انواع کاربندی‌ها، رسی‌بندی‌ها، قطاربندی‌ها و طاسه‌سازی‌ها را مشاهده کرد. ضمناً کاربرد قوس تیز در بناهای امروز بسیار مورد استفاده می‌باشد. (شکل ۲۷۷ تا ۲۷۹)



شکل ۲۷۷: اجرای قوس و تاق لارومی، ایوان‌های محوره بقعه خواجه ریبع، مشهد مقدس؛ ساختار جدید



شکل ۲۷۸: اجرای قوس و تاق لارومی، ایوان غربی مدرسه عالی استاد مطهری (سپهسالار سابق)، تهران؛ دوره قاجاری

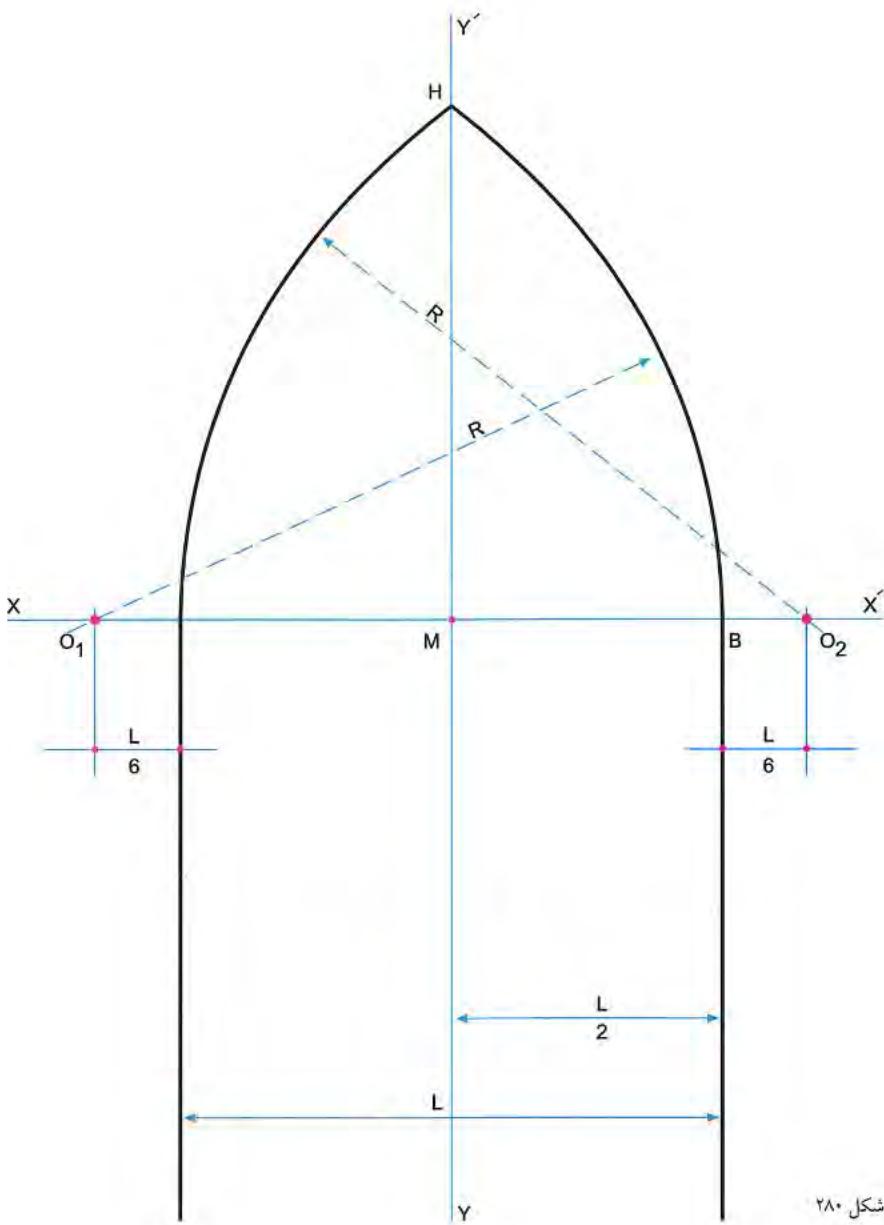


شکل ۲۷۹: اجرای قوس لارومی، مجموعه مدرسه عالی استاد مطهری (سپهسالار سابق)؛ دوره قاجاری

قوس شاخبزی تندر

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- مرکز O_1 و O_2 روی محور افقی به فاصله‌ی $\frac{L}{6}$ از کناره‌ی ستون‌ها به خارج از کادر انتخاب می‌شود.
- ۳- به شعاع R و به مرکز O_1 و O_2 دوشاخه‌ی قوس ترسیم می‌شود. (شکل ۲۸۰ تا ۲۸۲)

توجه مهم: (در ضوابط ترسیم برای قوس‌های بعد در اکثر موارد توضیح ترسیم برای یک شانه گفته شده است و شعاع‌های ترسیم و... در شانه‌ی دیگر قوس آورده شده است). این مورد به خاطر توجه بیشتر به اصول ترسیم قوس‌های مورد نظر می‌باشد.



شکل ۲۸۰



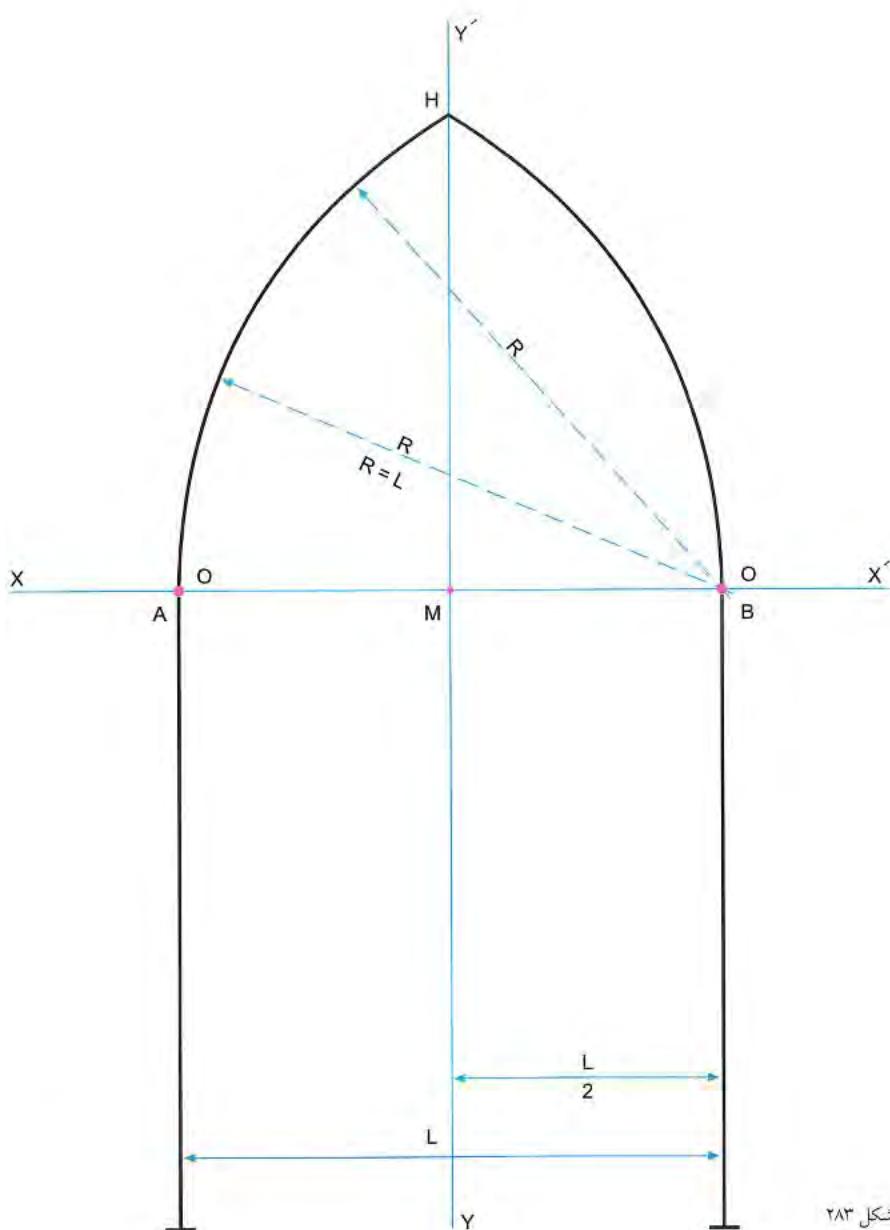
شکل ۲۸۱: درمایه دور قوس گنبد باز، نظر: دوره صفویه، بازسازی جدید (عکس از استاد محقق دکتر حسین فضاعی) (برج باز، محل دفن شاهین شاه عباس اول بنام «بازار لوند» بر سر کوه بلند می‌باشد)



شکل ۲۸۲: گنبد مقبره آقا معروف به «سر قبر آقا»، تهران: دوره قاجاریه

قوس شاخبزی معمولی

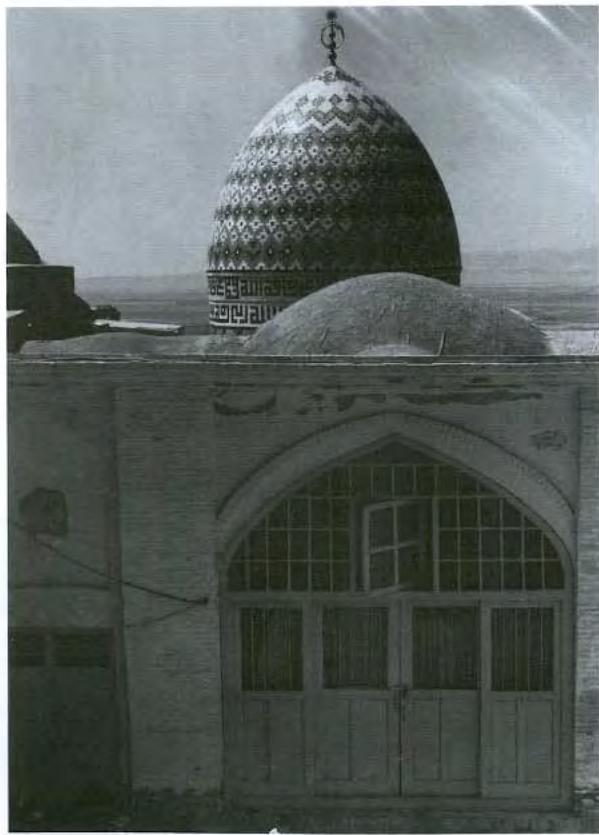
- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- به مراکز A و B (محل تلاقی محور افقی با دو ستون) به شعاع OA و OB کمانهایی رسم می‌شود تا محور عمودی را در نقطه‌ی H قطع کند. (شکل ۲۸۳ تا ۲۸۶)



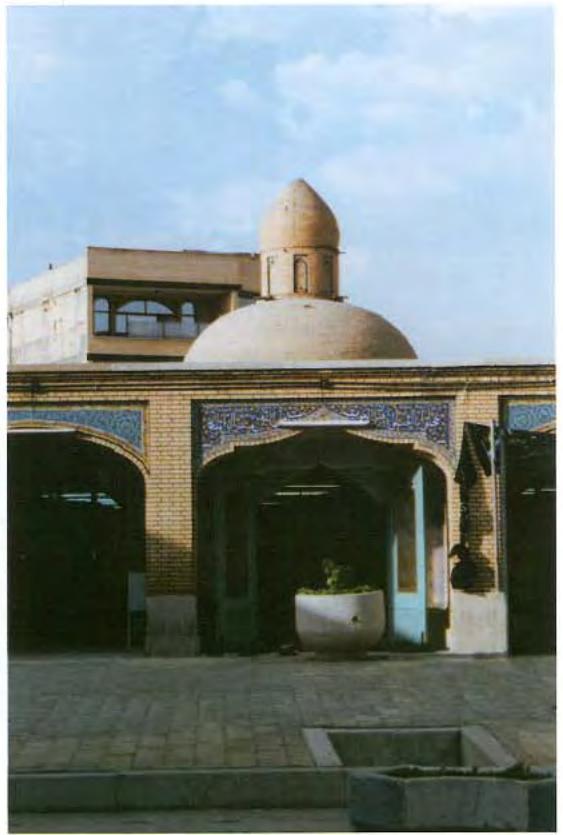
شکل ۲۸۳



شکل ۲۸۴: ترکیب دور قوس در مجموعه بقعه شیخ عبدالصمد، نظرن: اوخر دوره تیموری، بازسازی دوره صفویه، معاصر و جدید



شکل ۲۸۶: ترکیب دور قوس، گنبد بقعه بی بی شهریار، حومه تهران (ریشه بنا روی بقایای اثر دوره ساسانی، ساخت بقعه و بارگاه دوره های آل بویه و سلجوقی، بازسازی دوره قاجاریه و معاصر جدید)

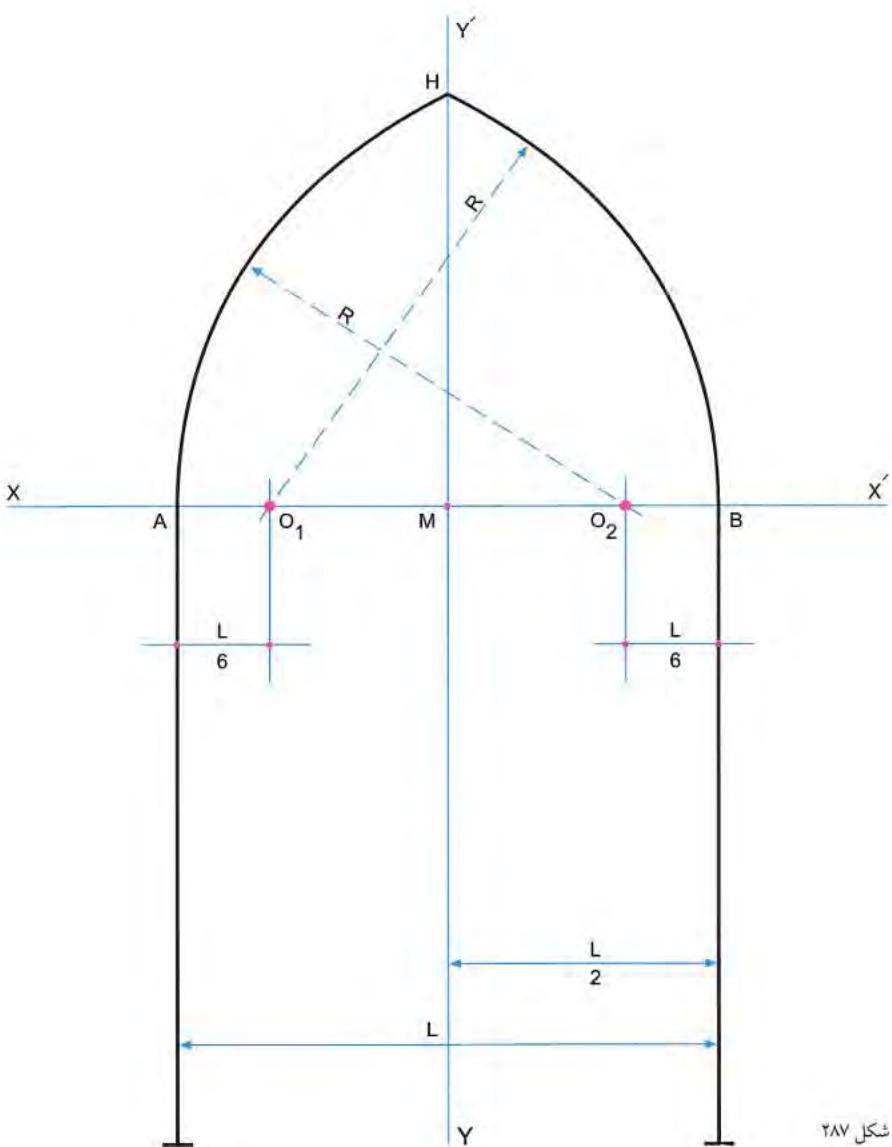


شکل ۲۸۵: گنبد «سمبلیک» شاخ بزی، مسجد رحیم خان، اصفهان: اوخر دوره قاجاریه

قوس شاخبزی کند

۱- پس از ترسیم دو ستون و رسم دو محور عمودی و افقی، دو مرکز O_1 و O_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{6}$ از هر ستون بر روی محور افقی مشخص می‌شود.

۲- به شعاع O_2A و مرکز O_2 نیمه‌ای از کمان قوس تا محل تقاطع با محور عمودی رسم می‌شود و نیمه‌ی دیگر کمان به همین طریق از مرکز O_1 رسم می‌شود. (شکل ۲۸۷ تا ۲۹۰)



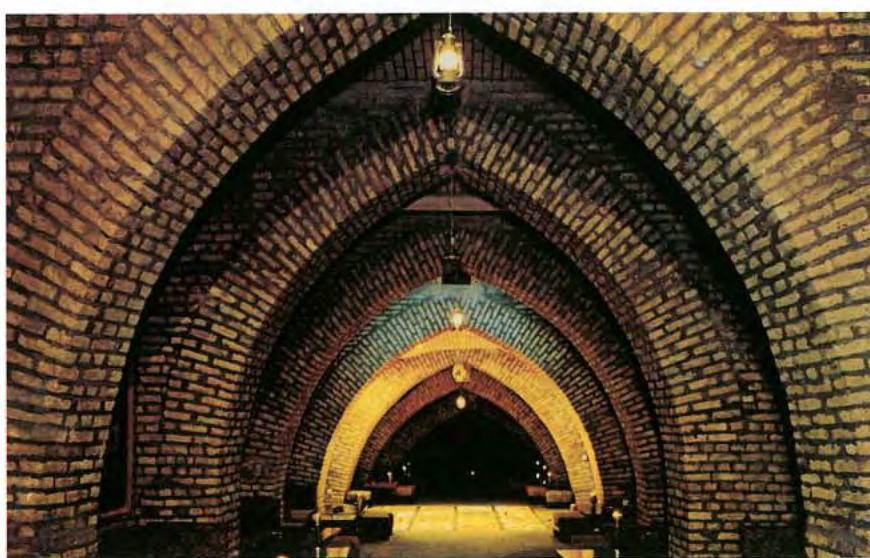
شکل ۲۸۷



شکل ۲۸۸: ترکیب دور قوس در دهانه‌های کوچک بارگاه امامزاده «سید گل سرخ»، بزد؛ قرن نهم، بازسازی جدید



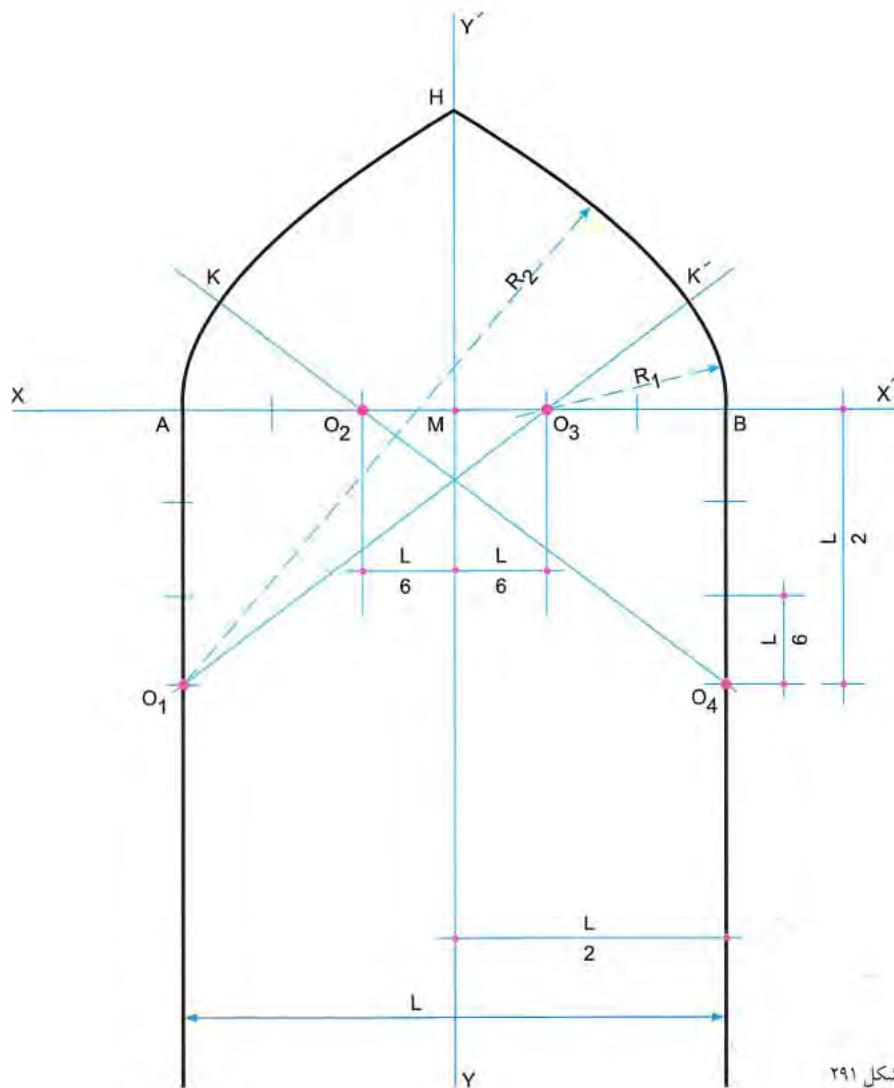
شکل ۲۸۹: دور قوس در نمای موزه طبیعت، بزد؛ معاصر میانی



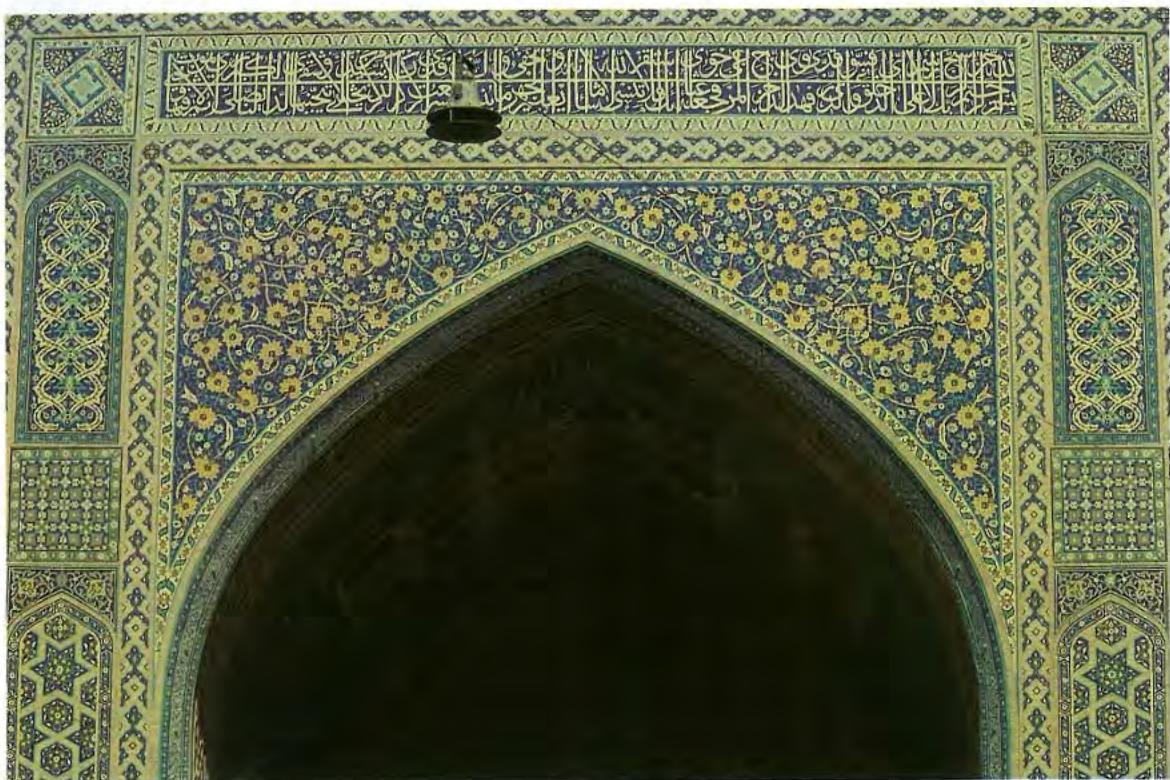
شکل ۲۹۰: زیرزمین هتل عباسی، اصفهان؛ معاصر میانی

قوس مربع (سه و دو قسمت)

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- روی ستون‌ها به فاصله‌ی $\frac{L}{2}$ از محور افقی دو نقطه‌ی O_1 و O_4 تعیین می‌شود.
- ۳- روی محور افقی دو مرکز O_2 و O_3 به فاصله‌ی $\frac{L}{6}$ از محور عمودی در طرفین آن مشخص می‌شود.
- ۴- از نقطه‌ی O_1 به نقطه‌ی O_3 وصل کرده ادامه می‌دهیم تا محور O_1O_3 به دست آید. به همین طریق مراکز O_4 نیز به O_2 متصل می‌شود.
- ۵- به شعاع O_3B و مرکز O_3 کمان اولیه‌ی قوس تا نقطه‌ی K' محل تقاطع کمان و محور O_1O_3 رسم می‌شود.
- ۶- به شعاع O_1K' و مرکز O_1 ادامه‌ی کمان قوس از نقطه‌ی K' تا نقطه‌ی H محل تقاطع کمان و محور عمودی رسم می‌شود.
- ۷- برابر اصول ذکرشده شانه‌ی دیگر قوس نیز ترسیم می‌شود. (شکل ۲۹۱ تا ۲۹۴)



شکل ۲۹۱



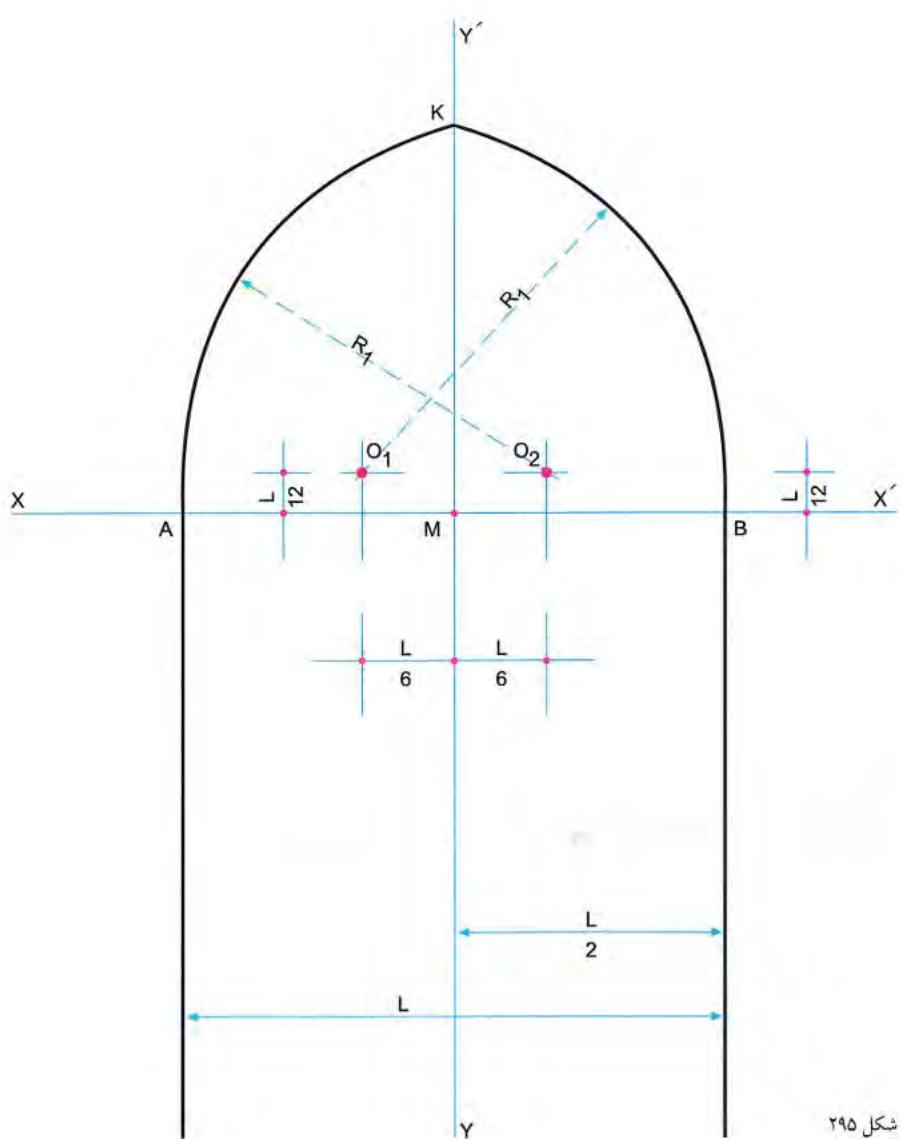
شکل ۲۹۲: ترکیب دور قوس، دو ایوان شرقی و غربی مسجد جامع گوهرشاد: دوره تیموری



شکل ۲۹۳: ترکیب دور قوس، تاق نمای فرقانی در شبستان مسجد کبیر، یزد؛ منتبه معاصر میانی
به دوره ایلخانی و تیموری

قوس جناغی

- ۱- محور افقی و عمودی و امتداد دو ستون رسم می شود.
- ۲- دو مرکز O_1 و O_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{6}$ از محور عمودی و $\frac{L}{12}$ از محور افقی مشخص می شود.
- ۳- به شعاع B به مرکز O_1 و O_2A کمان قوس از نقاط A و B تا محل تقاطع با محور عمود ترسیم می شود. (شکل ۲۹۵ تا الف - ۲۹۷)



شکل ۲۹۵



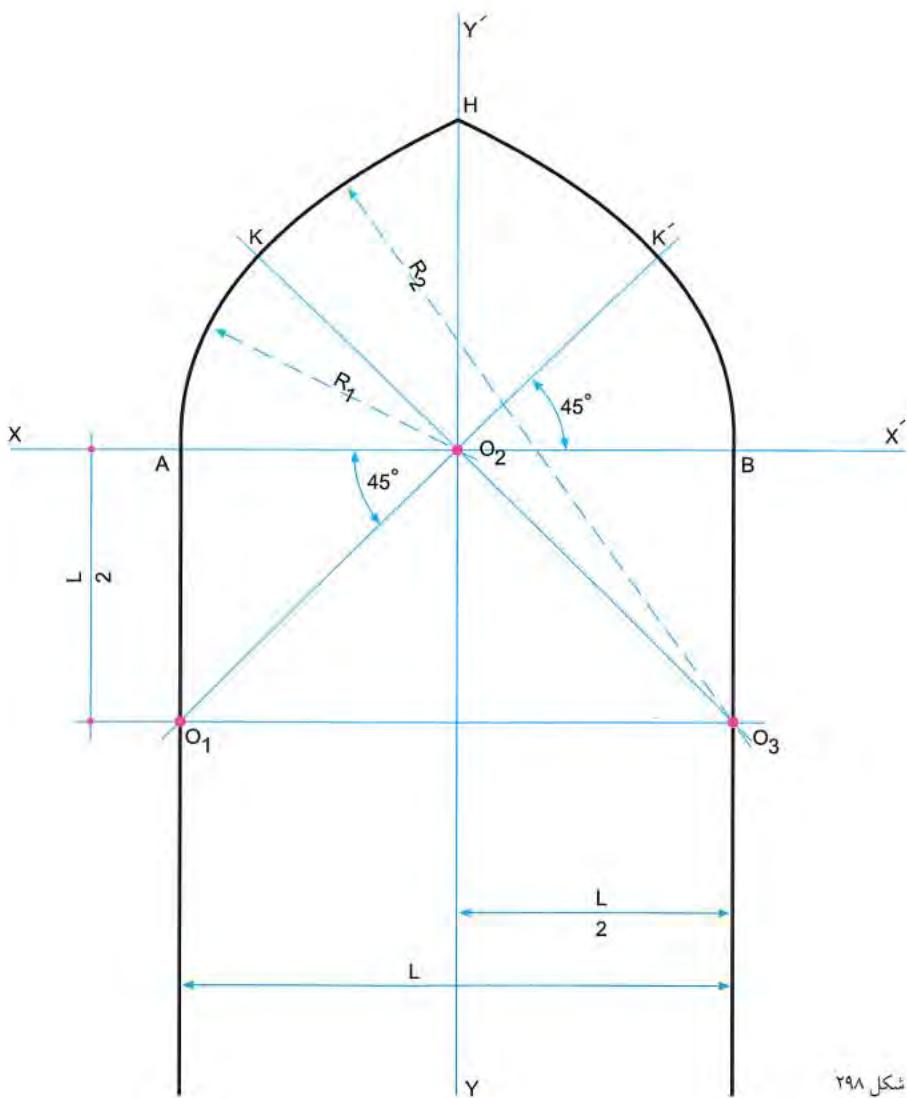
شکل ۲۹۶: ترکیب دور قوس، ورودی به صحن بارگاه امام زاده یحیی (ع)، ایانه؛ بازسازی جدید



شکل الف- ۲۹۷: ترکیب دور قوس، پیش خوان هتل امیر کبیر، کاشان؛ بنای امروز

قوس مربع (پاتوپا - نیزه‌ای)

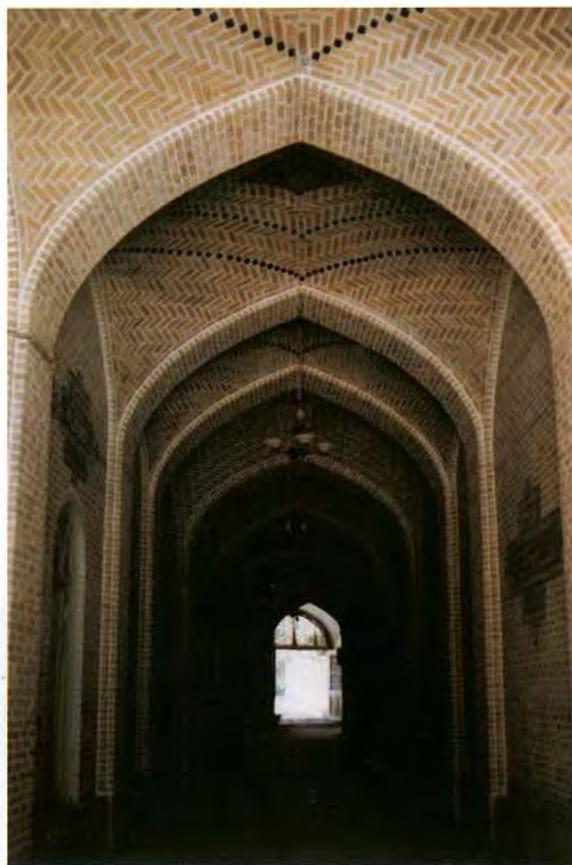
- ۱- دو ستون به فاصله‌ی دهانه و دو محور عمودی و افقی ترسیم می‌شود. محل تقاطع دو محور عمودی و افقی نقطه‌ی O_2 است.
- ۲- دو مرکز O_1 و O_3 روی دو ستون به فاصله‌ی $\frac{L}{2}$ از محور افقی جدا می‌شود.
- ۳- از نقاط O_1 و O_3 خطوطی تحت زاویه‌ی 45° درجه ترسیم می‌شود و امتداد می‌یابد.
- ۴- به شعاع O_2B به مرکز O_2 کمان گلوبی از B تا نقطه‌ی K محل تقاطع با امتداد O_1O_2 ترسیم می‌شود.
- ۵- به شعاع O_1K' و مرکز O_1 ادامه‌ی قوس از K' تا نقطه‌ی برخورد با محور عمودی رسم می‌شود.
- ۶- شانه‌ی دیگر قوس نیز مطابق همین قواعد رسم می‌شود. (شکل ۲۹۸ تا ۳۰۱)



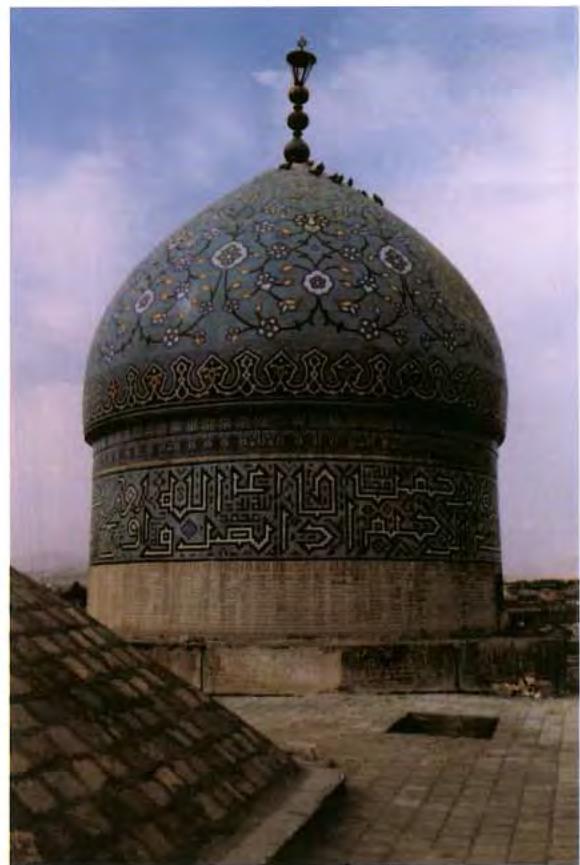
شکل ۲۹۸



شکل ۲۹۹: ایوان مسجد کبیر، یزد؛ منتب به دوره تیموری و صفویه، مرمت نما، معاصر میانی

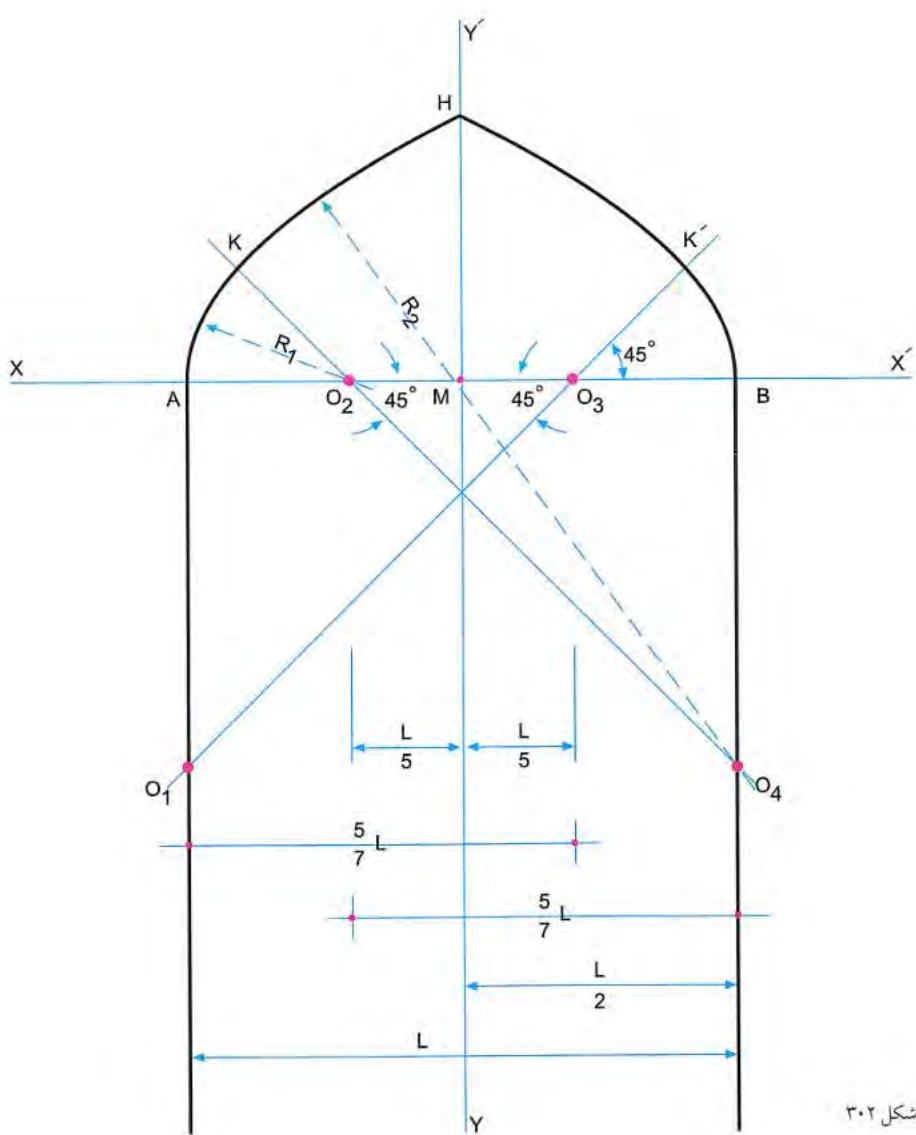


شکل ۳۰۱: ترکیب دور قوس در تاقی‌های تاقي مجموعه مدرسه عالی استاد مطهری سپهسالار سابق، تهران؛ دوره قاجار، بازاری معاصر میانی



شکل ۳۰۰: ترکیب دور قوس، گنبد درب امام، اصفهان؛ دوره صفویه

- ۱- محور عمودی و افقی و امتداد دو ستون رسم می شود.
- ۲- نقاط O_2 و O_3 روی محور افقی به فاصله $\frac{L}{5}$ از محور عمودی جدا می شود.
- ۳- خطوطی با زاویه 45° درجه از این دو نقطه رسم می شود تا امتداد ستون هارا در نقاط O_1 و O_4 قطع کند.
- ۴- به شعاع O_2A و O_3B و مرکز O_2 و O_3 قسمتی از کمان قوس رسم می شود تا امتداد خطوط O_1O_3 و O_4O_2 را به ترتیب در نقاط K و K' قطع کند.
- ۵- ادامه کمان قوس به مراکز O_1 و O_4 و شعاع O_1K و O_4K' تا نقطه H محل تلاقی کمان و محور عمودی رسم می شود. (شکل ۳۰۵ تا ۳۰۶)



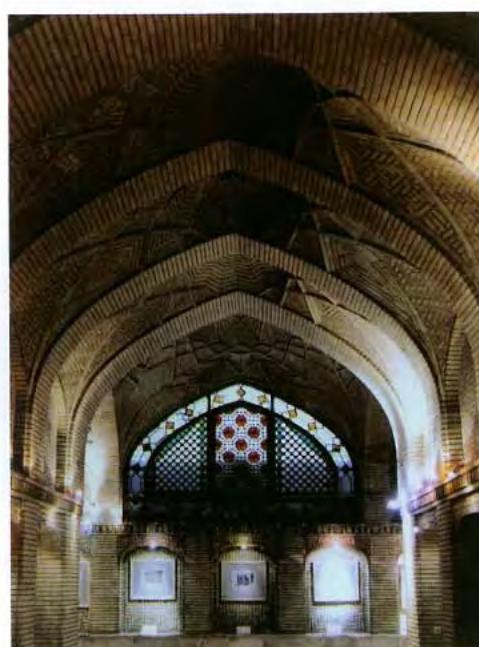
شکل ۳۰۲



شکل ۳۰۳: ترکیب دور قوس مسجد حکیم، اصفهان؛ دوره صفویه



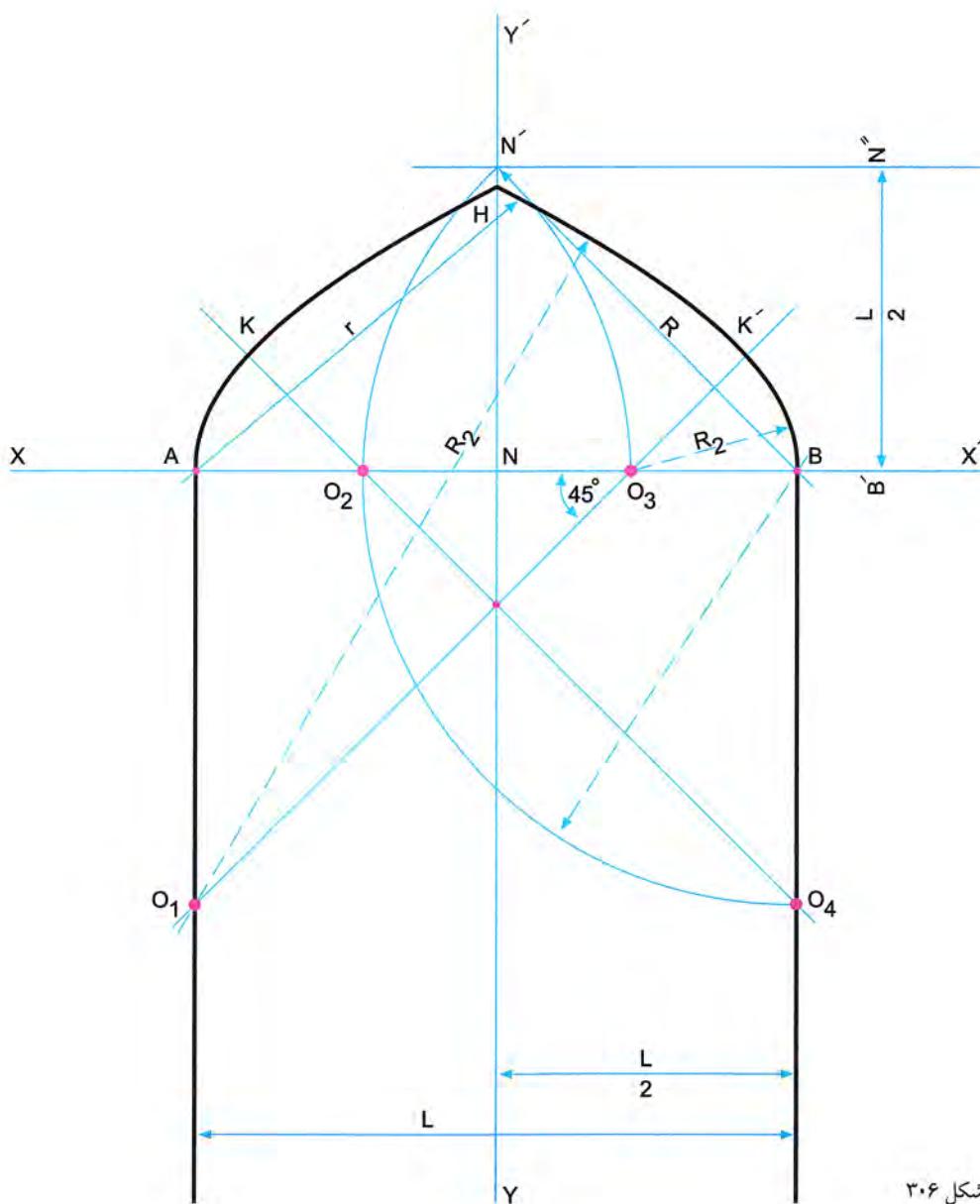
شکل ۳۰۴: ترکیب دور قوس، مجتمعه نمای سردرب حسینیه میرچقماق، یزد؛ دوره قاجاریه



شکل ۳۰۵: ترکیب دور قوس، کاخ عکس خانه، کاخ گلستان؛ دوره قاجاریه و بازسازی جدید

قوس پنج هفت تند - ترسیم روش دوم

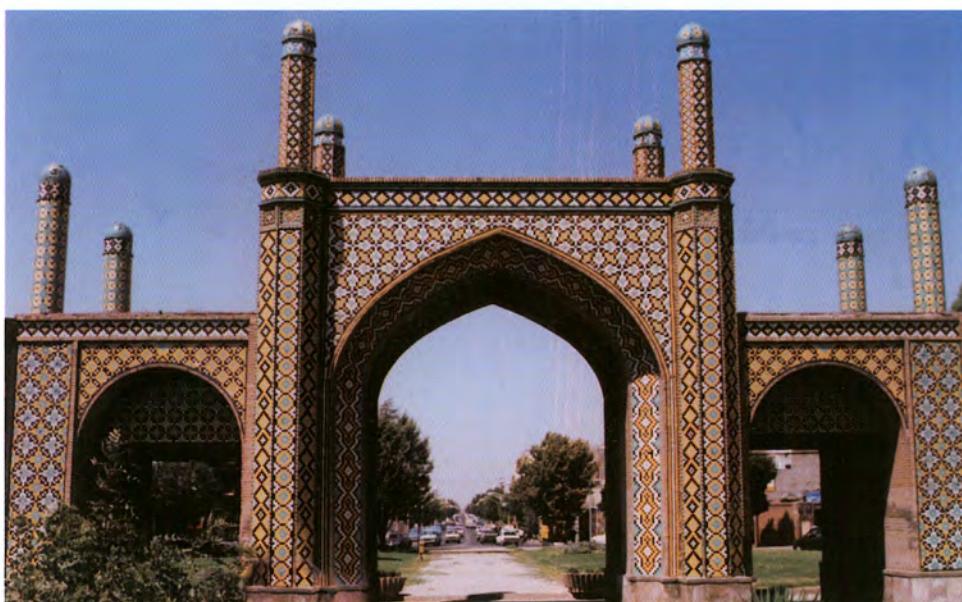
- ۱- محورهای عمودی و افقی و امتداد دو ستون ترسیم می‌شود.
- ۲- طول NN' روی محور عمودی به اندازه‌ی $\frac{L}{2}$ استخراج می‌شود.
- ۳- به شعاع $'BN$ و $'AN$ و مراکز A و B دو قوس زده می‌شود تا محور افقی در نقاط O_2 و O_3 و امتداد ستون‌ها در نقاط O_1 و O_4 قطع شود.
- ۴- نقاط O_2 به O_4 و O_3 به O_1 وصل می‌شود.
- ۵- به مرکز O_2 و O_3 و شعاع O_2A و O_3B کمانی رسم می‌شود. امتداد خطوط O_3O_1 و O_4O_2 در نقاط K و K' قطع می‌شود به شعاع $'O_1K$ و $'O_4K'$ ادامه‌ی O_1 و O_4 کمان تا محل تقاطع محور عمودی رسم می‌شود. (شکل ۳۰۶ تا الف - ۳۰۸)



شکل ۳۰۶



شکل ۳۰۷: ترکیب دور قوس، مسجد نبی (ص)، قزوین؛ دوره صفویه



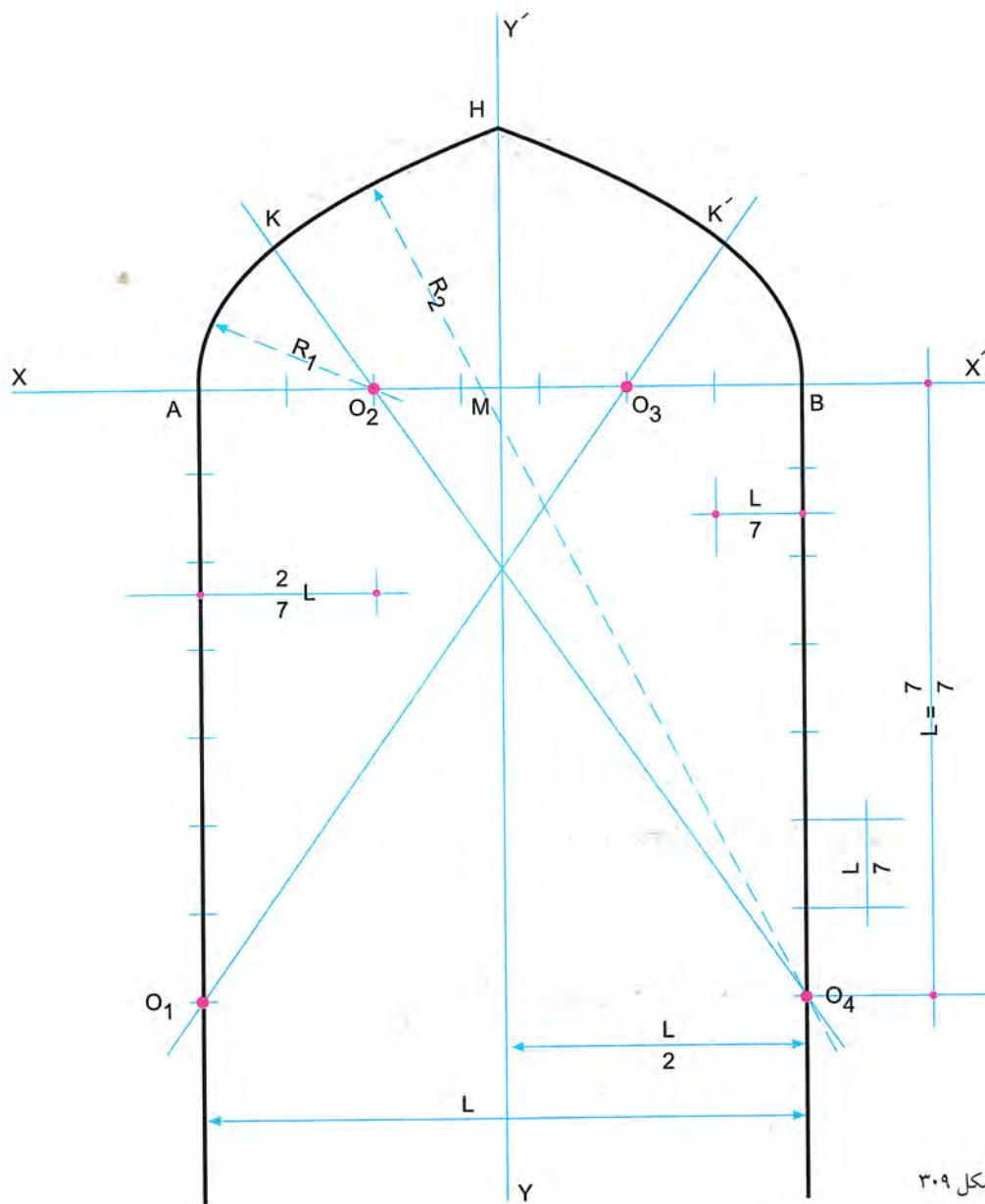
شکل ۳۰۸: ترکیب دور قوس، سردر دروازه جدید، قزوین؛ دوره قاجاریه



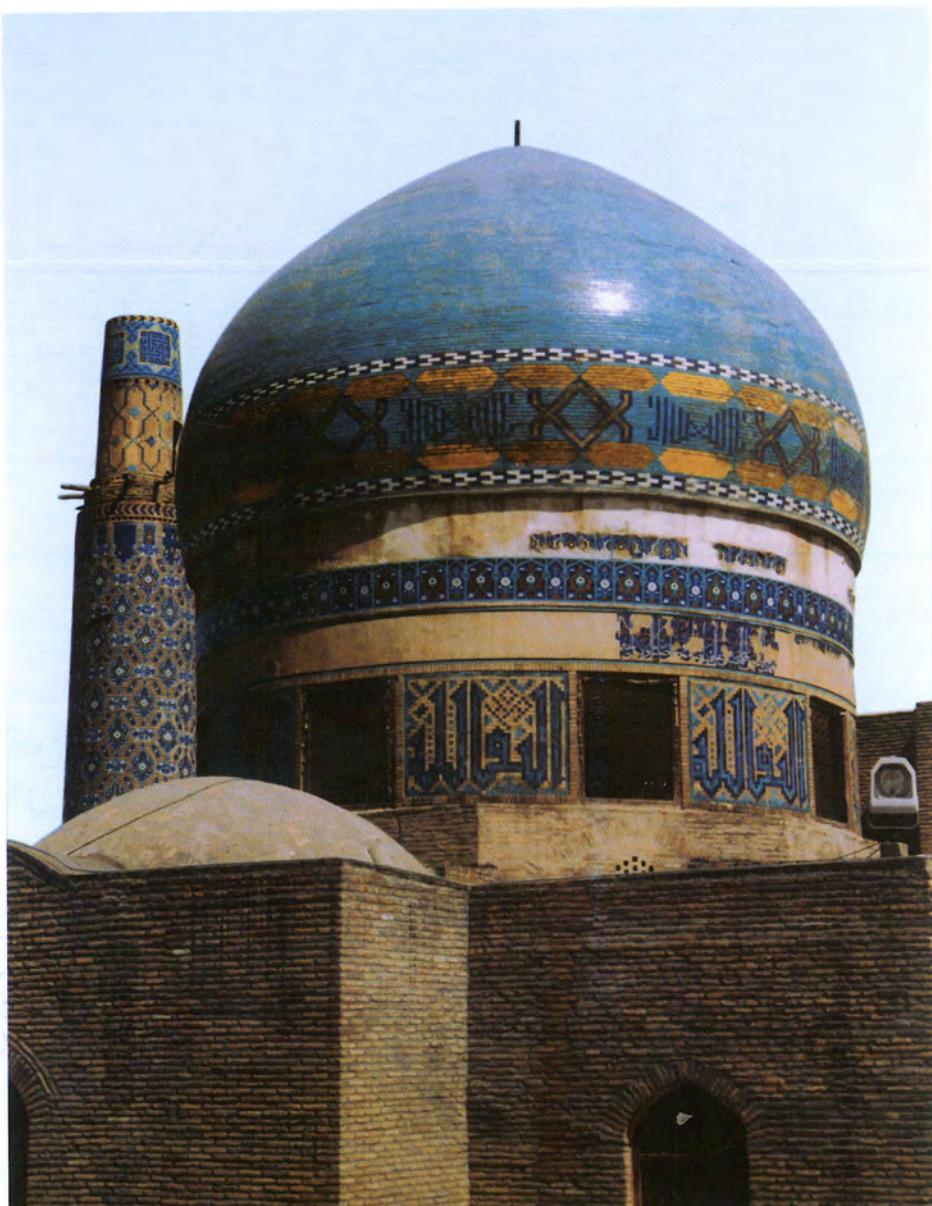
شکل الف-۳۰۸: ترکیب دور قوس، مدرسه علمیه نواب، مشهد مقدس؛ ساختار جدید

قوس پنج هفت معمولی

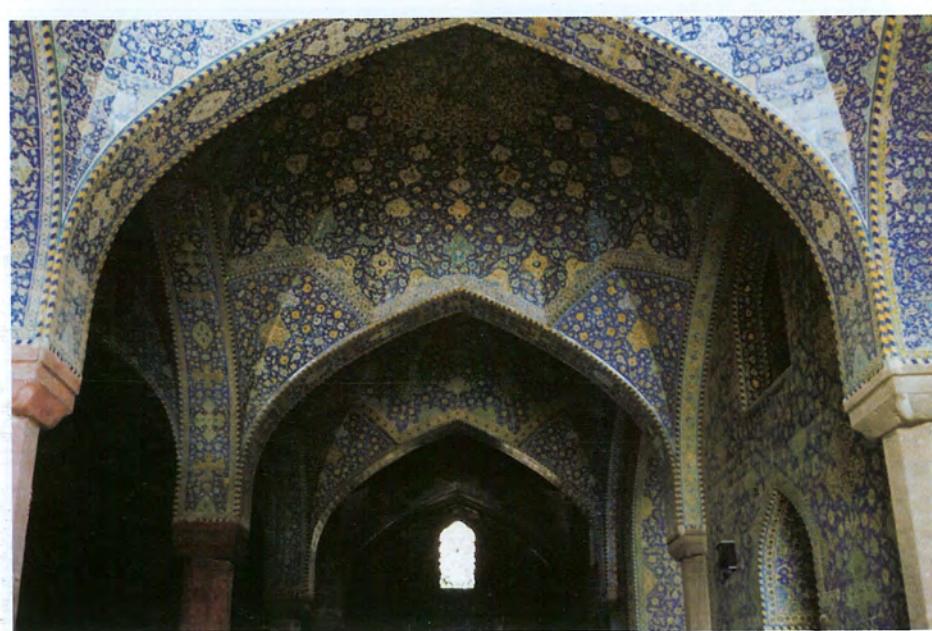
- ۱- پس از رسم دو محور افقی و قائم امتداد دو ستون نیز ترسیم می شود.
- ۲- محور افقی در فاصله‌ی بین دو ستون به هفت واحد مساوی تقسیم می شود. و دو مرکز O_2 و O_3 به فاصله‌ی دو واحد از هر ستون روی آن مشخص می شود.
- ۳- از نقاط A و B ، محل تقاطع محور افقی با ستون‌ها، دو نقطه به فاصله‌ی دهانه روی ستون‌ها انتخاب می شود تا نقاط O_1 و O_4 به دست آید.
- ۴- به شعاع O_2A و O_3B و مراکز O_2 و O_3 دو کمان ترسیم می شود تا امتداد خطوط O_1O_3 و O_4O_2 در نقاط K و K' قطع شود. سپس به مراکز O_1 و O_4 و شعاع O_4K و O_1K' دو کمان دیگر رسم می شود تا محور عمودی را در H قطع کند. (شکل ۳۰۹ تا ۳۱۵)



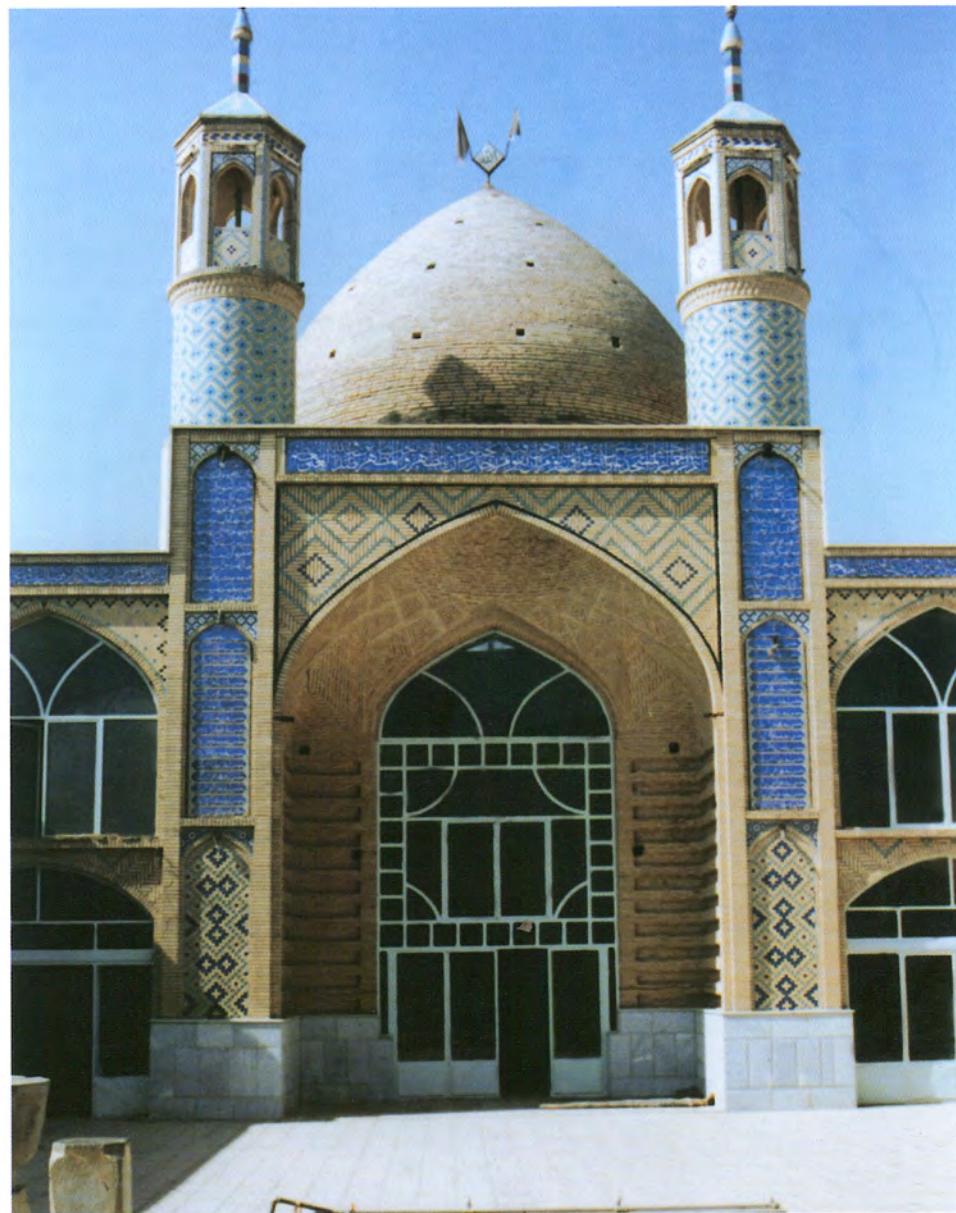
شکل ۳۰۹



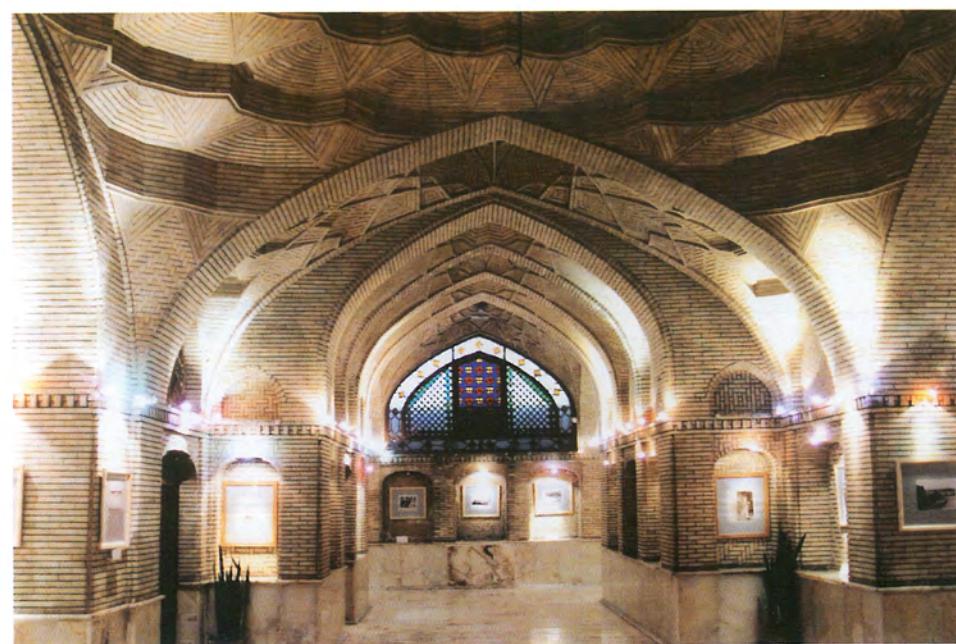
شکل ۳۱۰: ترکیب دور قوس، گنبد مسجد امام (شاه سابق)، مشهد: دوره تیموری



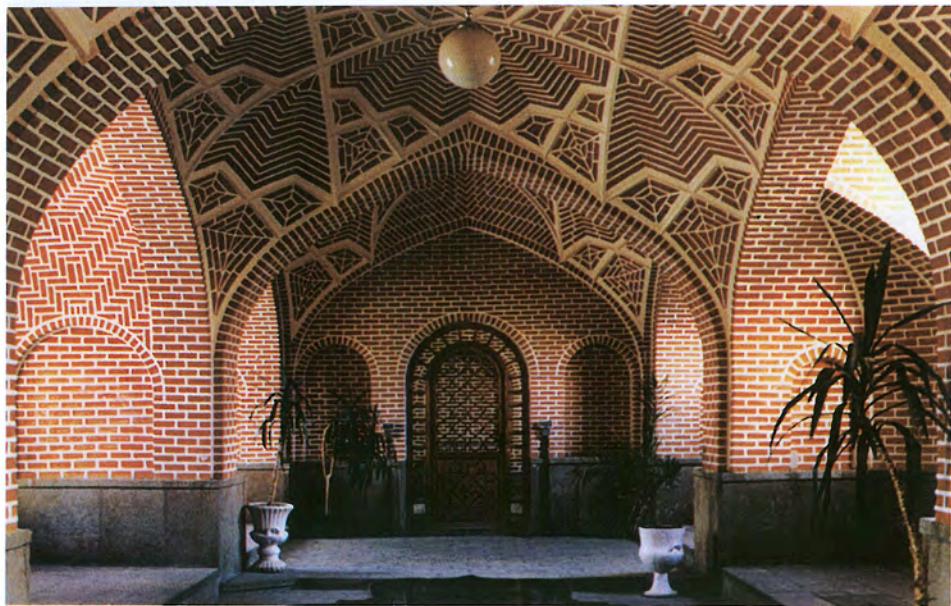
شکل ۳۱۱: ترکیب دور قوس، رواق‌های مسجد امام (شاه سابق)، اصفهان: دوره صفویه



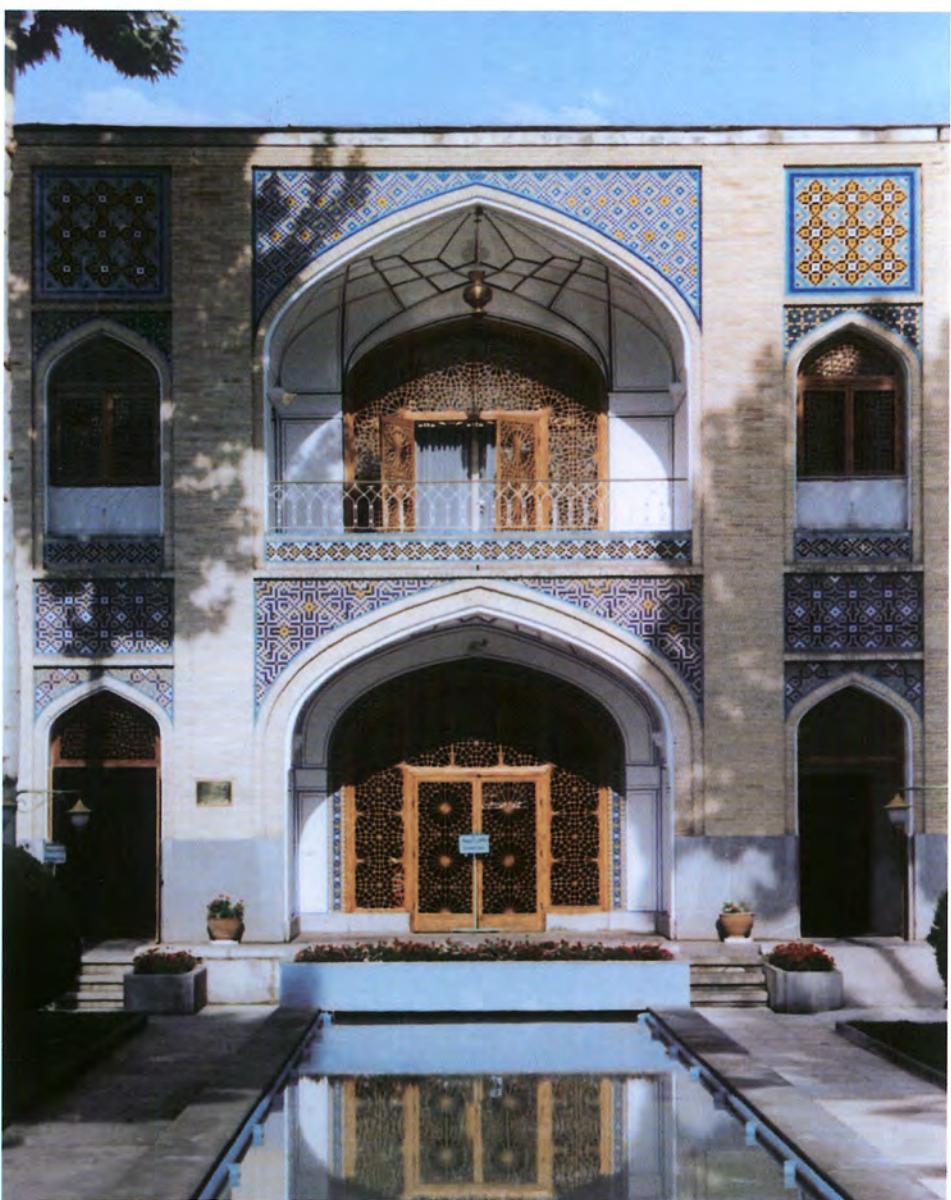
شکل ۳۱۲: ترکیب دور قوس در ایوان مسجد محمد آباد، بخش جورقیه اصفهان؛ اوخر دوره قاجاریه



شکل ۳۱۳: ترکیب دور قوس، «ساختار قوس تویزه عربیض» کاخ عکس خانه، کاخ گلستان؛ دوره قاجاریه، بازسازی جدید



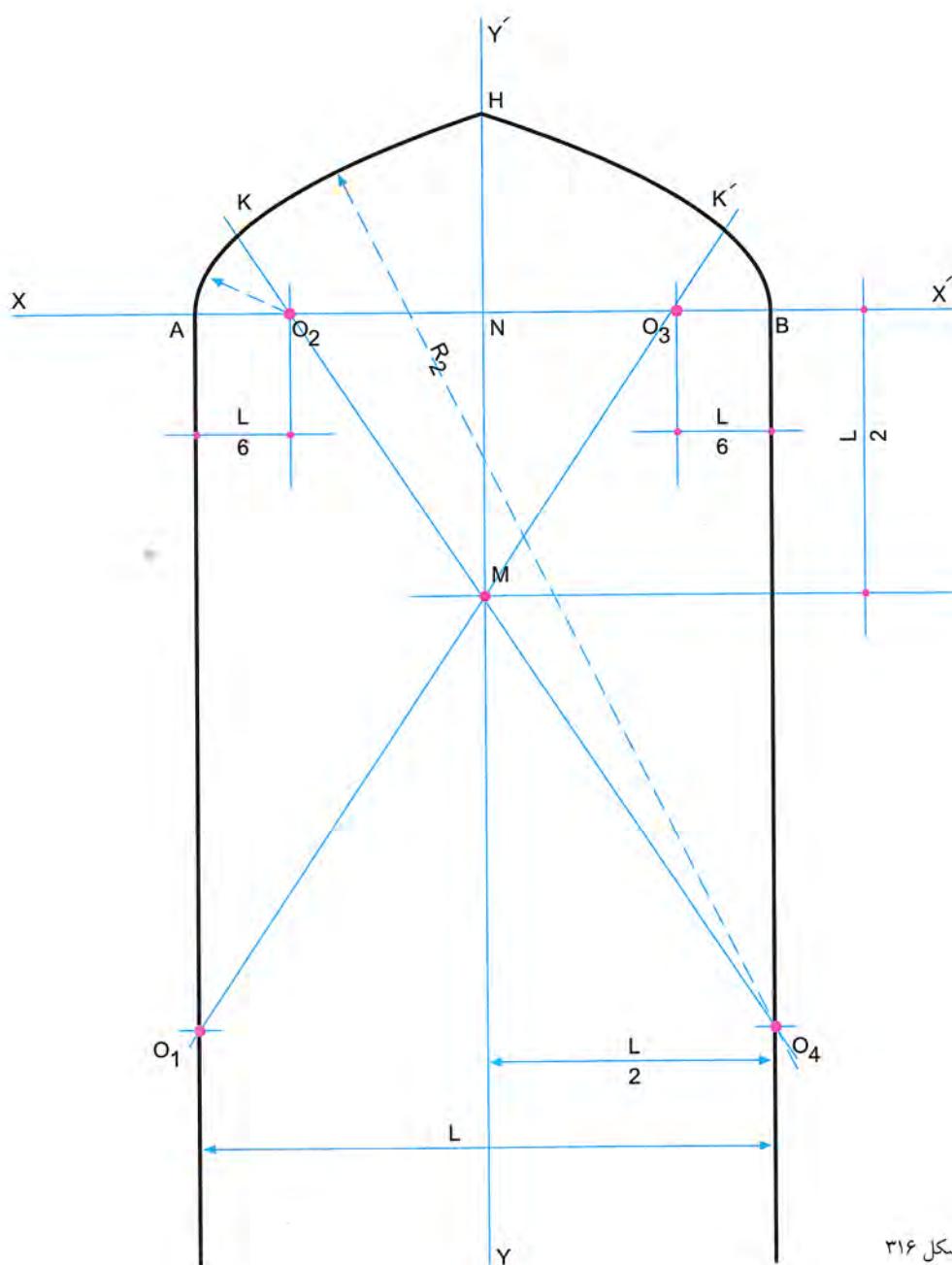
شکل ۳۱۴: ترکیب دور قوس در ساخت «قوس تویزه کاربندی» حوضخانه منزل قدکی، تبریز: دوره قاجاریه (عکس از دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز)



شکل ۳۱۵: ترکیب دور قوس، هتل عباسی، اصفهان: ساختار جدید

قوس کند

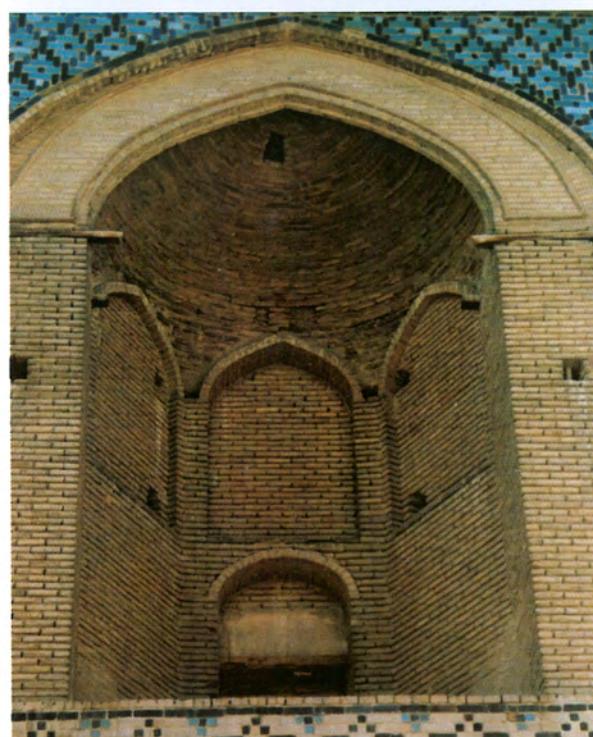
- ۱- دو محور افقی و عمودی و امتداد دو ستون رسم می شود.
- ۲- دو مرکز O_2 و O_3 به فاصله $\frac{L}{6}$ از دو ستون روی محور افقی تعیین می شود.
- ۳- نقطه M به فاصله $\frac{L}{2}$ از محل برخورد دو محور یعنی نقطه N روی محور عمودی تعیین می شود.
- ۴- نقاط O_1 و O_4 از تقاطع خطوط O_2M و O_3M با امتداد دو ستون به دست می آید.
- ۵- دو کمان به شعاع O_2A و O_3B و مراکز O_2 و O_3 رسم می شود تا خطوط MO_2 و MO_3 را در نقاط K و K' قطع کند.
- ۶- ادامه قوس به مراکز O_1 و O_4 و شعاع O_1K و O_4K' تا نقطه H رسم می شود. (شکل ۳۱۶ تا ۳۱۹)



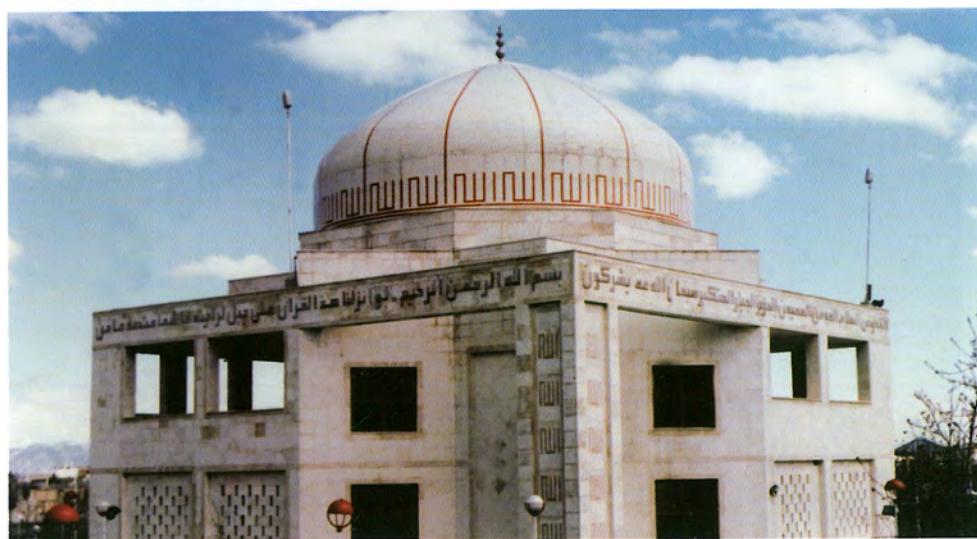
شکل ۳۱۶



شکل ۳۱۷: ترکیب دور قوس، گنبد مسجد علی (ع)، اصفهان: دوره صفویه



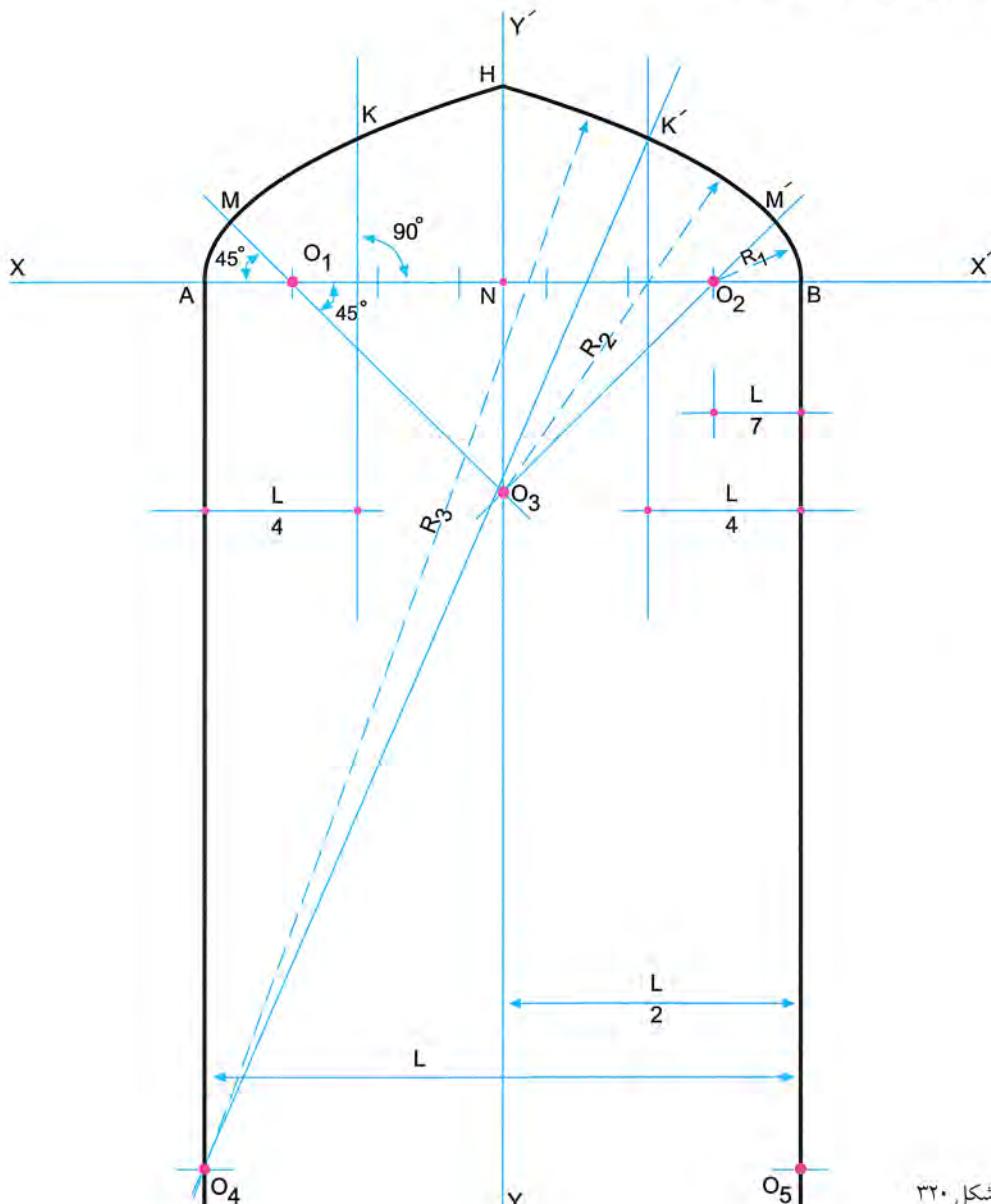
شکل ۳۱۸: ترکیب دور قوس در ساختار غرفه‌های
فوچانی مسجد عتیق، قزوین: دوره صفویه



شکل ۳۱۹: ترکیب دور قوس، گنبد (خانه ستایش) کوه‌سنگی، مشهد: ساختار جدید

قوس پنج هفت کند

- ۱- دو محور افقی و عمودی و امتداد ستون‌ها رسم می‌شود.
- ۲- محور افقی به هفت واحد مساوی تقسیم می‌شود و مراکز O_1 و O_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{7}$ از امتداد دو ستون روی محور مشخص می‌شود.
- ۳- از نقاط O_1 و O_2 دو خط کمکی تحت زاویه‌ی 45° درجه نسبت به محور افقی رسم می‌شود تا محور عمودی را در نقطه‌ی O_3 قطع کند.
- ۴- به فاصله‌ی $\frac{L}{4}$ از امتداد دو ستون خطی کمکی، قائم بر محور افقی، استخراج می‌گردد.
- ۵- به شعاع O_1A و O_2B و مراکز O_1 و O_2 کمان اولیه‌ی قوس از نقاط A و B تا M و M' محل تقاطع کمان و امتداد O_1O_3 و O_3O_2 ترسیم می‌شود.
- ۶- به شعاع O_3M و O_3M' و مرکز O_3 قسمت بعدی قوس از نقاط M و M' تا K و K' محل تقاطع با خطوط قائم رسم می‌شود.
- ۷- به مرکز O_4 و O_5 (محل تقاطع خطوط O_4K' و O_5K) و شعاع O_5K قسمت سوم کمان قوس از K و K' نیز رسم می‌شود. (شکل ۳۲۰ تا ۳۲۳)



شکل ۳۲۰



شکل ۳۲۱: ترکیب دور قوس، حمام گنجعلی خان، کرمان؛ دوره صفویه



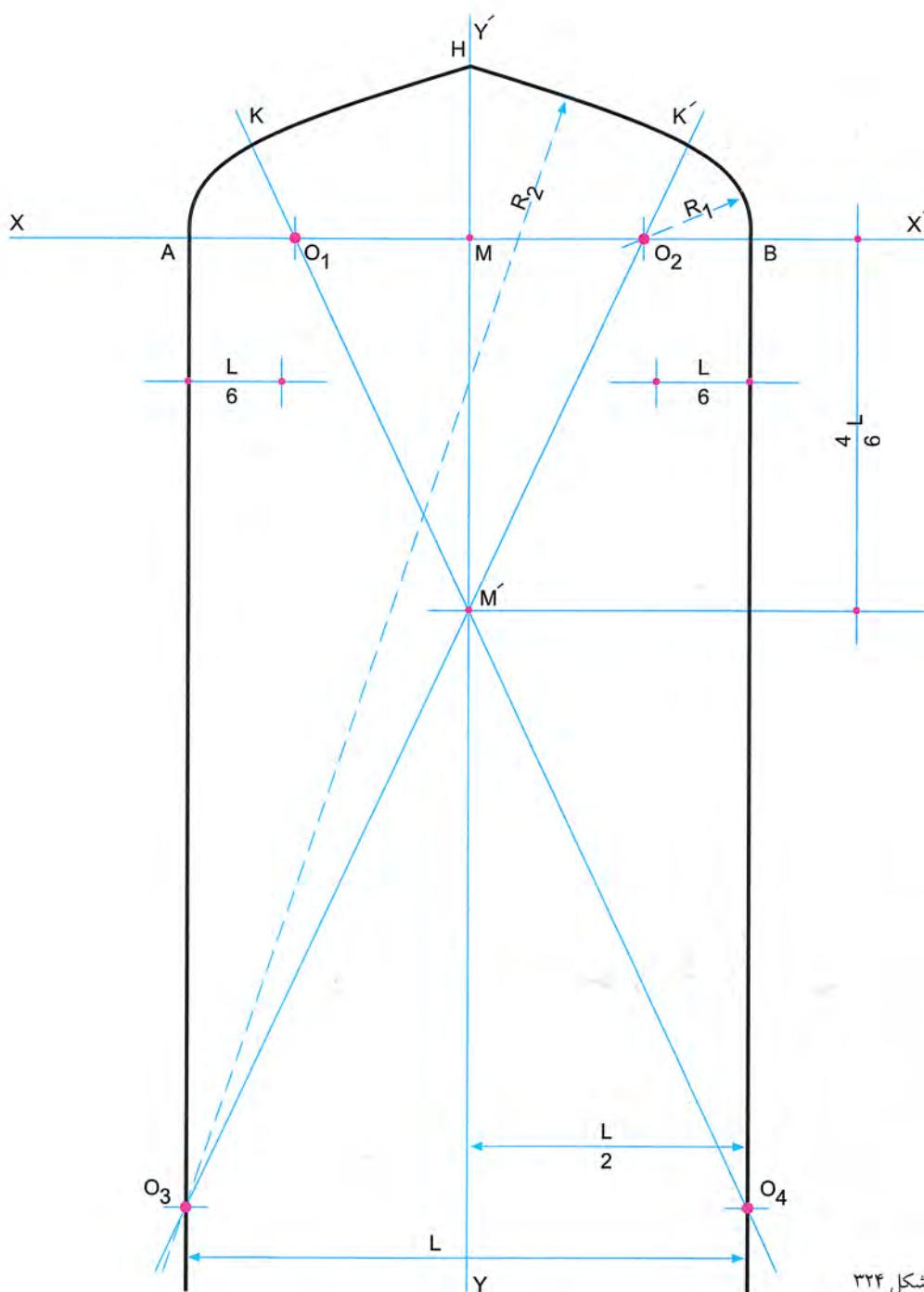
شکل ۳۲۲: ترکیب دور قوس، عمارت شترگلو، باغ فین، کاشان؛ دوره صفویه و قاجاریه



شکل ۳۲۳: ترکیب دور قوس، سردر ب ورودی به ایوان تقاره خانه، بارگاه حضرت رضا(ع)، دوره صفویه؛ بازسازی دوره قاجاریه و معاصر

قوس کند شکسته

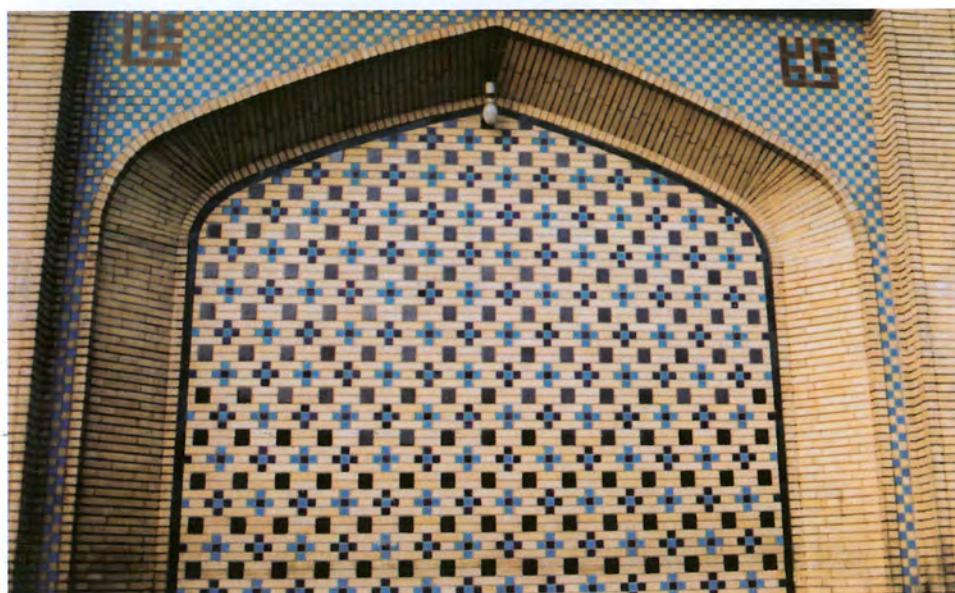
- ۱- امتداد دو ستون و دو محور عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- نقطه‌ی M' روی محور عمودی به فاصله‌ی $L \frac{4}{6}$ از نقطه‌ی M تعیین می‌شود.
- ۳- روی محور افقی مرکز O_1 به فاصله‌ی $\frac{L}{6}$ از امتداد ستون جدا می‌گردد.
- ۴- از نقطه‌ی O_1 به نقطه‌ی M' وصل کرده و ادامه می‌دهیم تا در تقاطع با امتداد ستون نقطه‌ی O_4 به دست آید.
- ۵- به مرکز O_1 و شعاع O_1A کمانی از A تا نقطه‌ی تقاطع با امتداد O_1O_4 که نقطه‌ی K است، رسم می‌شود.
- ۶- به مرکز O_4 و شعاع O_4K ادامه‌ی کمان تا نقطه‌ی H محل تلاقی با محور عمودی رسم می‌شود.
- ۷- همین عمل در سمت مقابل تکرار می‌شود تا ترسیم قوس به اتمام برسد. (شکل ۳۲۷ تا ۳۲۴)



شکل ۳۲۴



شکل ۳۲۵: ترکیب دور قوس، ورودی به هشتی مدرسه چهارباغ، اصفهان؛ اواخر دوره صفویه



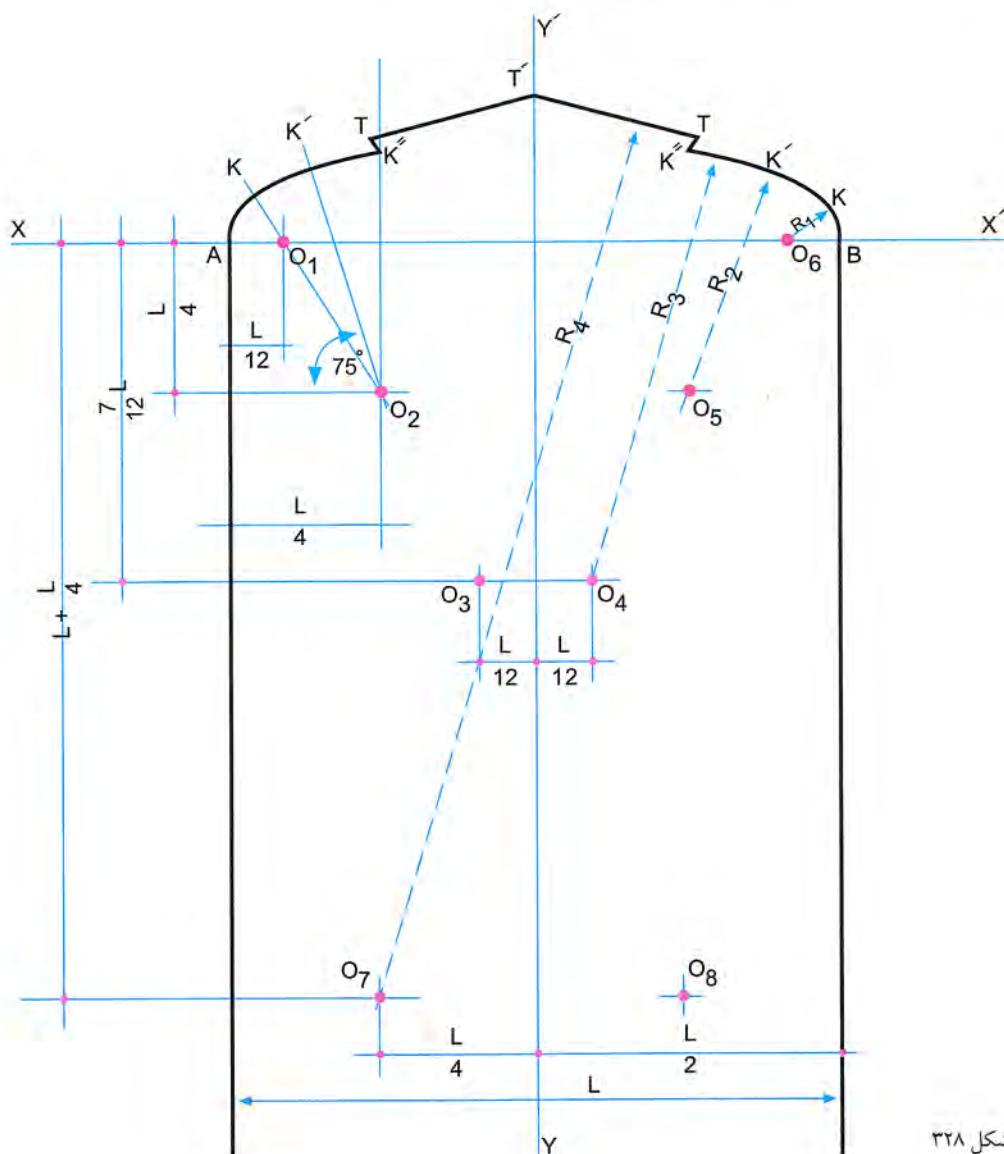
شکل ۳۲۶: ترکیب دور قوس، نمای خارجی مدرسه نواب، مشهد مقدس؛ ساختار جدید



شکل ۳۲۷: ترکیب دور قوس، موزه ملک، تهران؛ ساختار جدید

قوس کند شکسته‌ی برجسته

- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- نقطه‌ی O_1 روی محور افقی به فاصله‌ی $\frac{L}{12}$ از نقطه‌ی A تعیین می‌شود.
- ۳- نقطه‌ی O_2 به فاصله‌ی $\frac{L}{4}$ از محور افقی و ستون تعیین می‌شود.
- ۴- به شعاع O_1A و مرکز O_1 کمانی از نقطه‌ی A رسم می‌شود تا امتداد O_2O_1 را در نقطه‌ی K تلاقی کند.
- ۵- از مرکز O_2 خطی با زاویه‌ی 75° درجه نسبت به محور افقی رسم می‌شود. کمانی به شعاع K_2K و مرکز O_2 رسم شده تا نقطه‌ی K' ادامه خواهد داشت.
- ۶- نقطه‌ی O_3 به فاصله‌ی $\frac{7}{12}L$ از محور افقی و $\frac{L}{12}$ از محور عمودی تعیین می‌شود.
- ۷- به مرکز O_3 و شعاع O_3K' کمانی از نقطه‌ی K' تا تلاقی با خط عمود رسم می‌شود.
- ۸- نقطه‌ی O_8 به فاصله‌ی $\frac{L}{4}$ از محور عمودی و $\frac{L}{4} + L$ از محور افقی تعیین می‌شود.
- ۹- روی امتداد " O_4K " پاره خط $T'K$ به طول مناسب جدا می‌شود.
- ۱۰- به شعاع O_8T و مرکز O_8 کمان قوس از نقطه‌ی T تا تلاقی با محور عمودی رسم می‌شود.
- ۱۱- نیمه‌ی دیگر قوس نیز به روش بالا ترسیم می‌شود. (شکل ۳۲۸ تا ۳۳۰)



شکل ۳۲۸



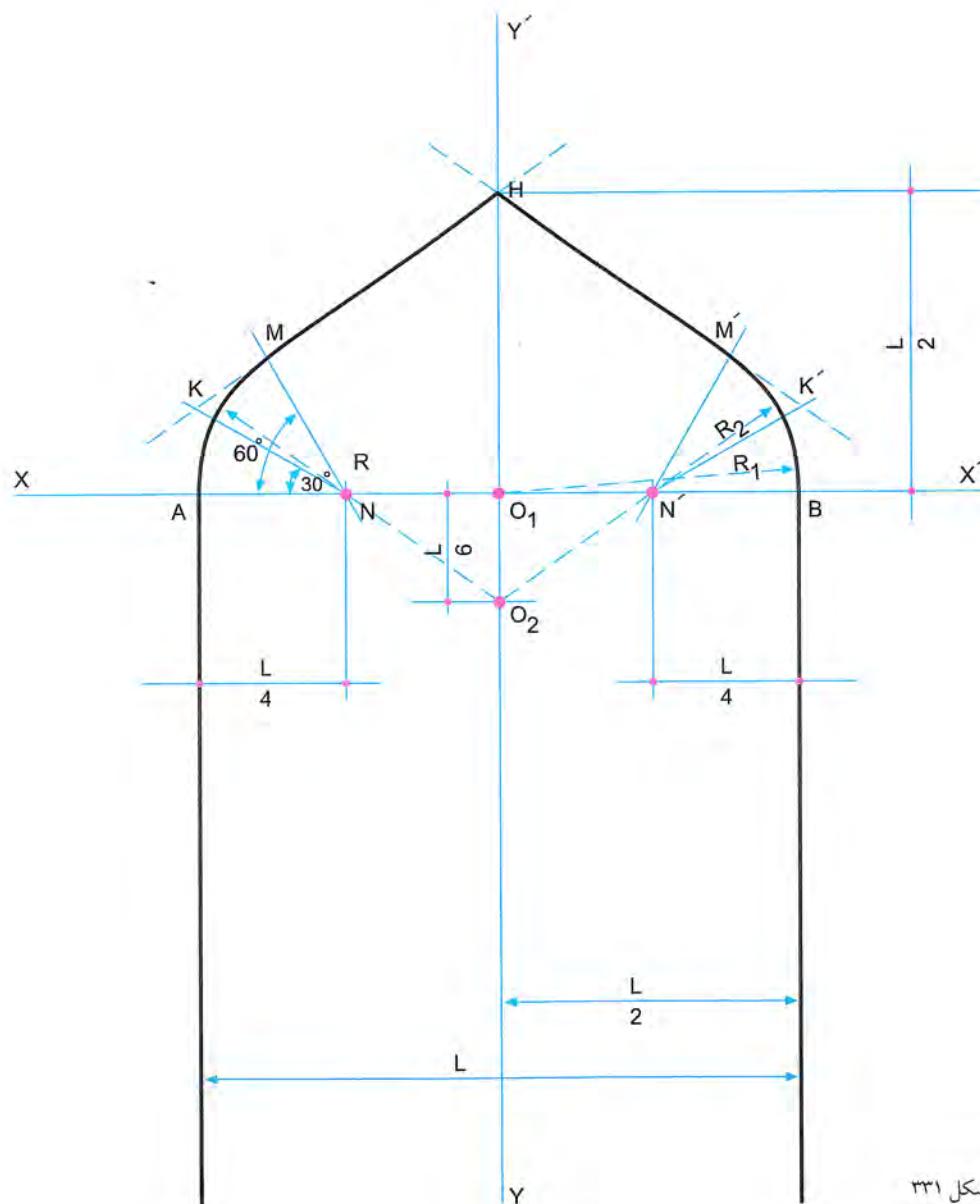
شکل ۳۲۹: ترکیب دور قوس، سردر ب ورودی به بارگاه سلطان علی (ع) مشهد اردہال کاشان: دوره سلجوقی (قرن ششم) و ساختار جدید



شکل ۳۳۰: ترکیب دور قوس، پیر نشین های سردر ب محمد خانی دوره قاجاریه مجموعه شاه نعمت الله ولی، ماهان: بنا در قرن ششم، دوره تیموری - بازسازی دوره های صفویه و قاجاریه و جدید

قوس تخت معمولی یک و دو

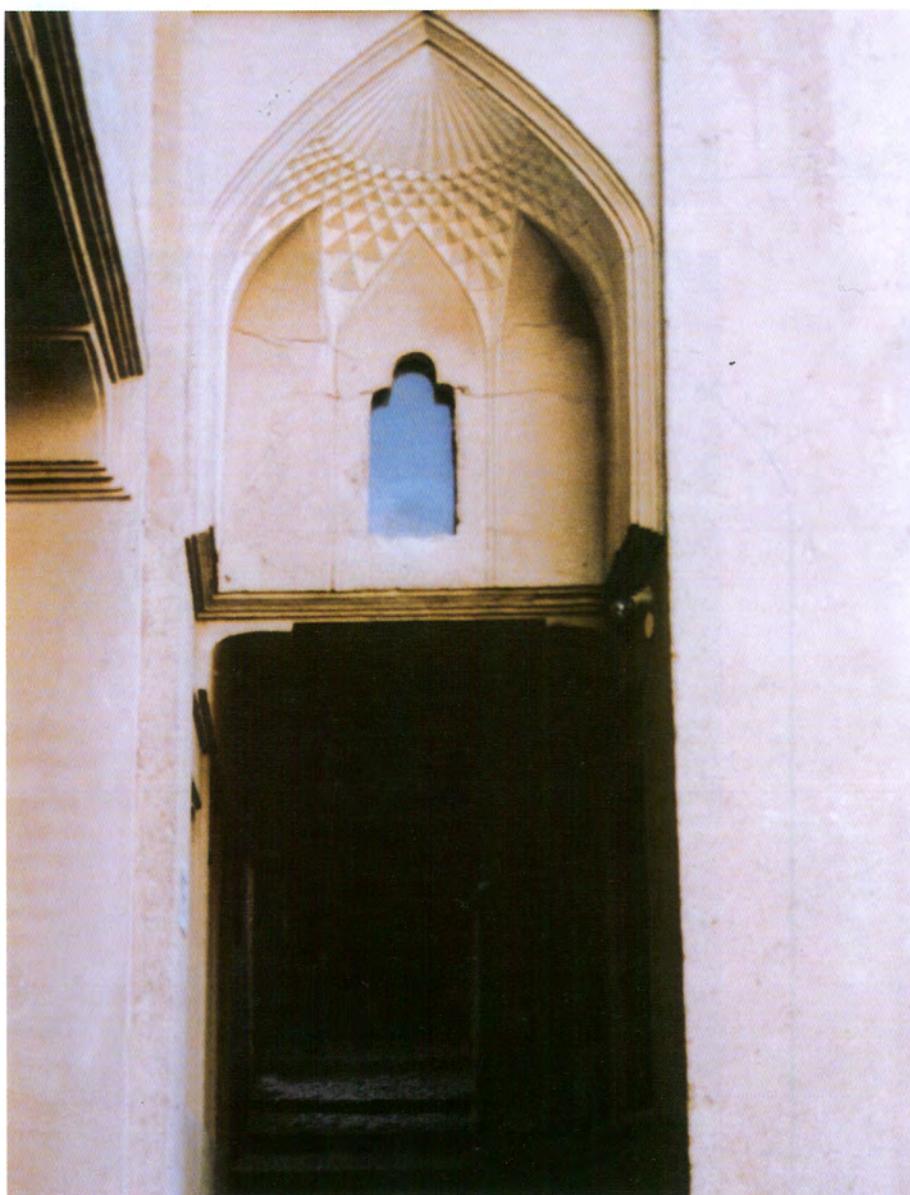
- ۱- امتداد دو ستون و محورهای عمودی و افقی رسم می‌شود.
- ۲- مرکز O_2 روی محور عمودی به فاصله‌ی $\frac{L}{6}$ از محور افقی مشخص می‌شود.
- ۳- نقطه‌ی N روی محور افقی به فاصله‌ی $\frac{L}{4}$ از ستون تعیین شده و از این نقطه دو خط NK و MN تحت زاویه‌ی 30° و 60° درجه نسبت به محور افقی استخراج می‌شود.
- ۴- به شعاع R_1 از نقاط NA کمان اولیه تا نقطه‌ی K رسم می‌شود.
- ۵- به مرکز O_2 ، و شعاع O_2K ادامه‌ی کمان قوس از نقطه‌ی K تا نقطه‌ی M رسم می‌شود.
- ۶- ارتفاع قوس روی محور عمودی به طول $\frac{L}{2}$ از نقطه‌ی O_1 تا نقطه‌ی H معلوم می‌شود.
- ۷- دو نقطه‌ی M و H در یک امتداد مستقیم به هم وصل می‌شود.
- ۸- موارد ذکرشده برای ترسیم شانه‌ی دیگر قوس نیز به کار می‌رود. (شکل ۳۳۱ تا ۳۳۳)



شکل ۳۳۱



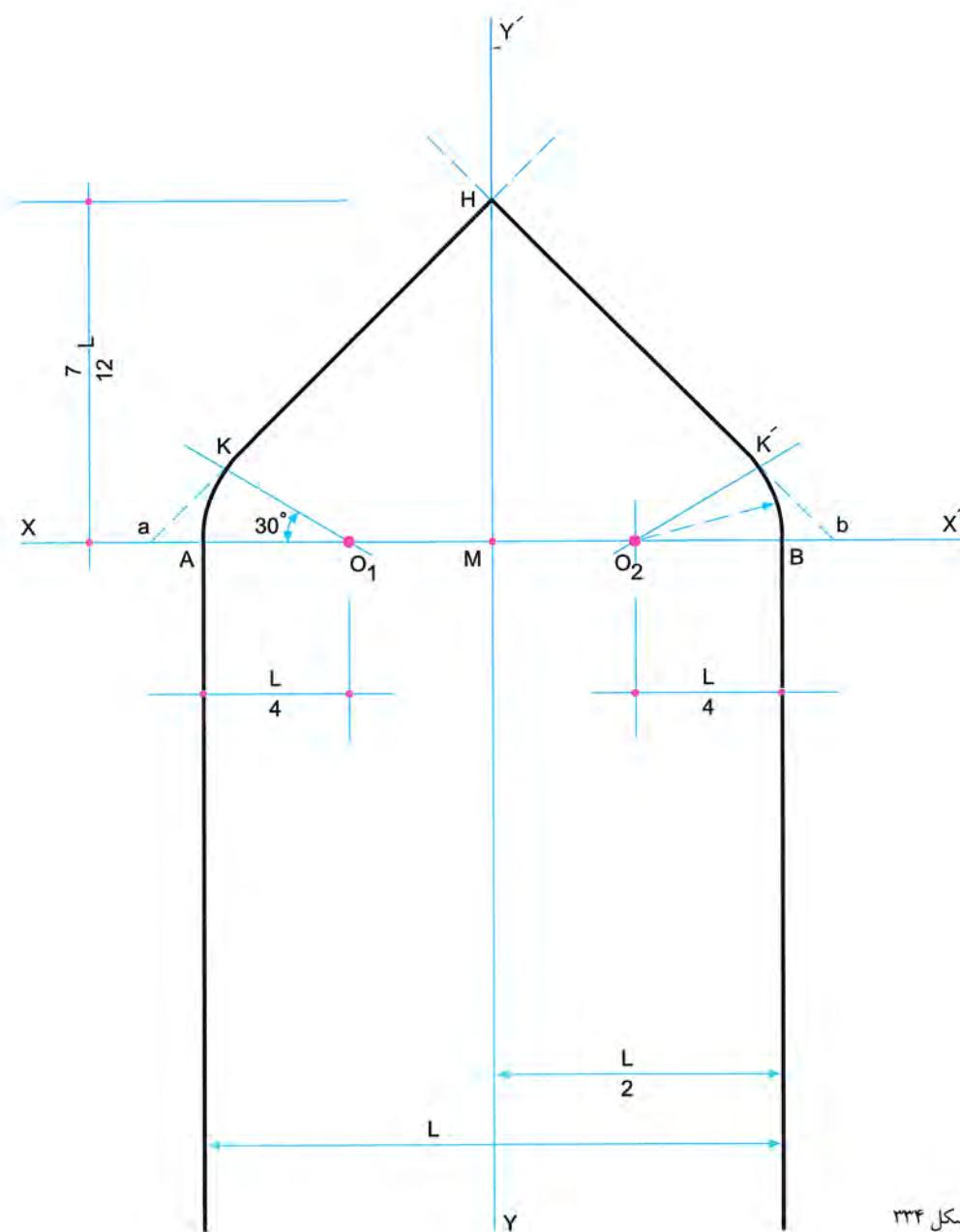
شکل ۳۳۲: ترکیب دور قوس، «نیمه‌ای» در دهانه‌های میانی شبستان دارالشتاب، مسجد جامع اصفهان: از زمان سلطان محمد بن بایسنقرین شاهrix تیموری



شکل ۳۳۳: ترکیب دور قوس، منزل لاری‌ها، بزد: دوره قاجاریه

قوس تخت بلند

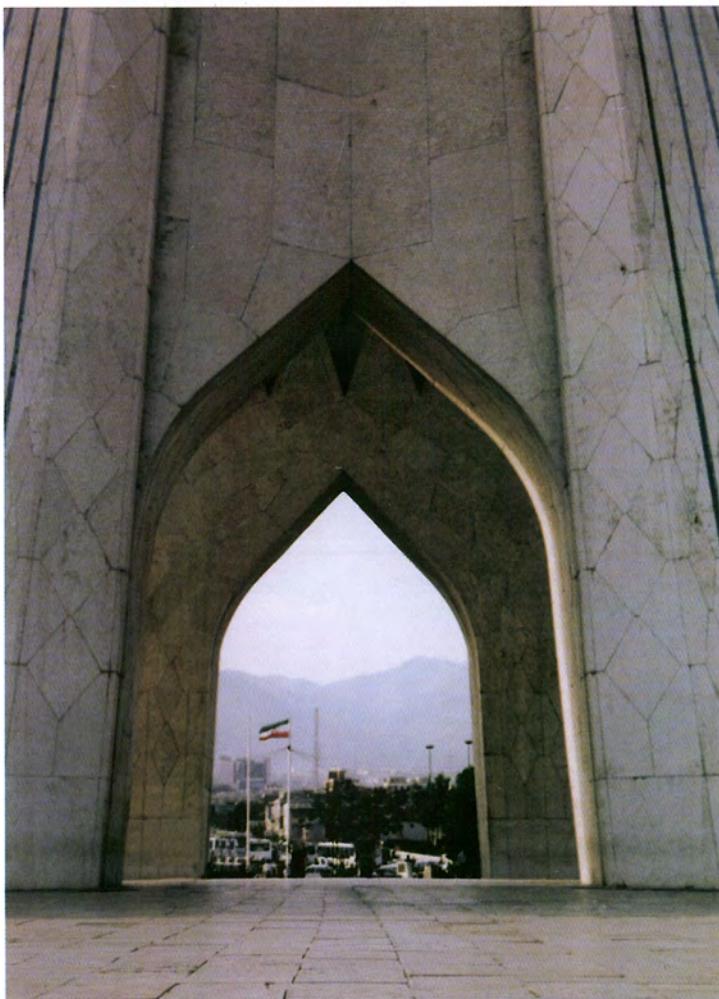
- ۱- دو محور عمودی و افقی و امتداد دو ستون رسم می شود.
- ۲- نقطه‌ی O_1 به فاصله‌ی $\frac{L}{4}$ از ستون روی محور افقی استخراج می گردد.
- ۳- از نقطه‌ی مذکور تحت زاویه‌ی 30° درجه خطی کمکی ترسیم می شود.
- ۴- به شعاع O_1A و مرکز O_1 نقطه‌ی K محل تقاطع با خط کمکی مستخرج از مرکز O_1 ، کمان قوس رسم می شود.
- ۵- نقطه‌ی H به فاصله‌ی $\frac{7}{12}L$ از محل تقاطع دو محور عمودی و افقی روی محور عمودی استخراج می شود.
- ۶- از نقطه‌ی K خطی مستقیم به نقطه‌ی H وصل می شود.
- ۷- همین اعمال در سمت مقابل نیز تکرار می شود تا ترسیم قوس تکمیل شود. (شکل ۳۳۶ تا ۳۳۴)



شکل ۳۳۴



شکل ۳۳۵: ترکیب قوس، برج
آزادی، تهران: معاصر میانی

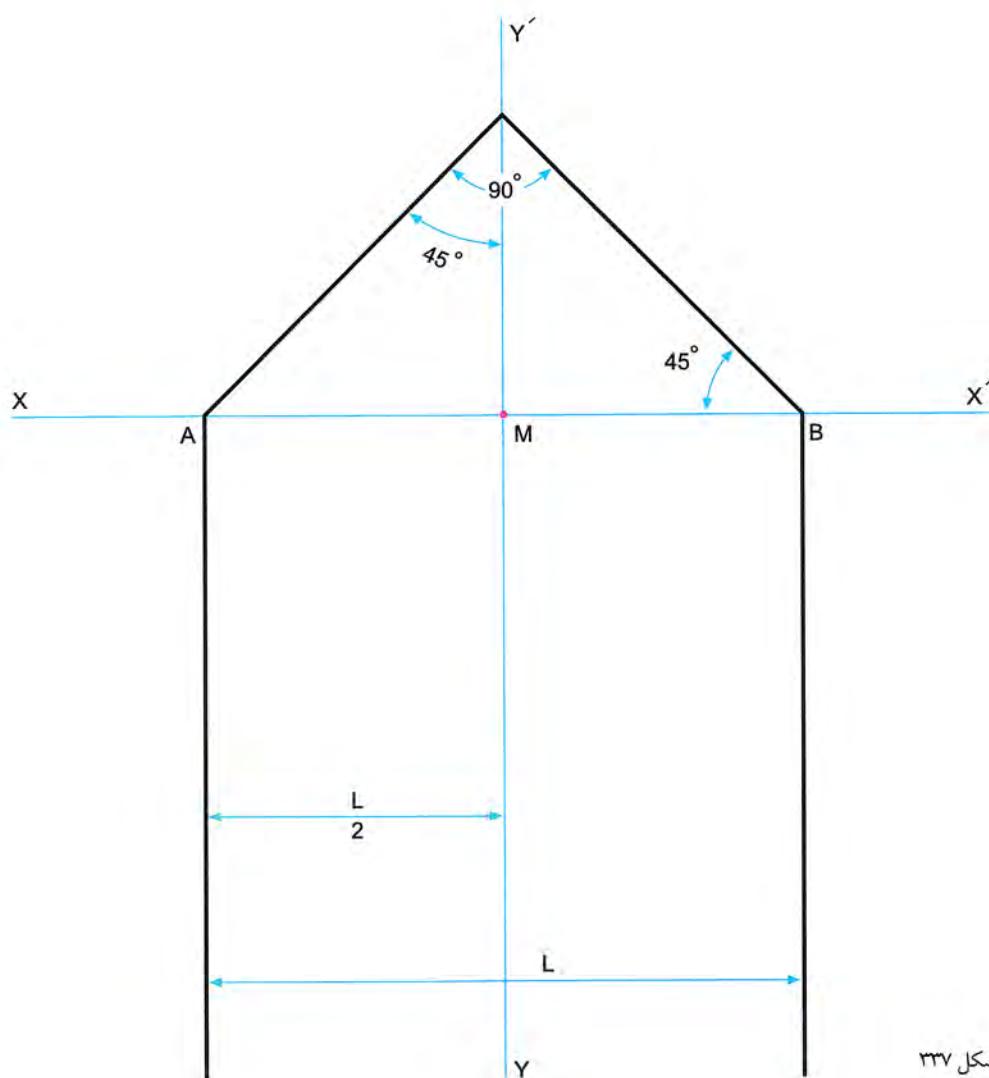


شکل ۳۳۶: جزئیات قوس در
دهانه‌های شمالی و جنوبی
برج آزادی

پوشش مثلث قوس

در سال‌های اخیر، برای نماسازی‌ها در پوشش‌های نعل درگاه (به شکل مثلث‌سازی) از مصالحی همچون سنگ و خصوصاً آجر استفاده می‌شود. این اجرا، به نمازیابی خاصی می‌بخشد. اگر خواسته شود که این پوشش، بیشتر در دهانه‌های عریض و نیز از جهت باربری نیز استفاده شود، باید در قسمت میانی روی دو ضلع مثلث پوشش، اجرای قوس باربر مخفی به نام قوس دارد استفاده گردد.

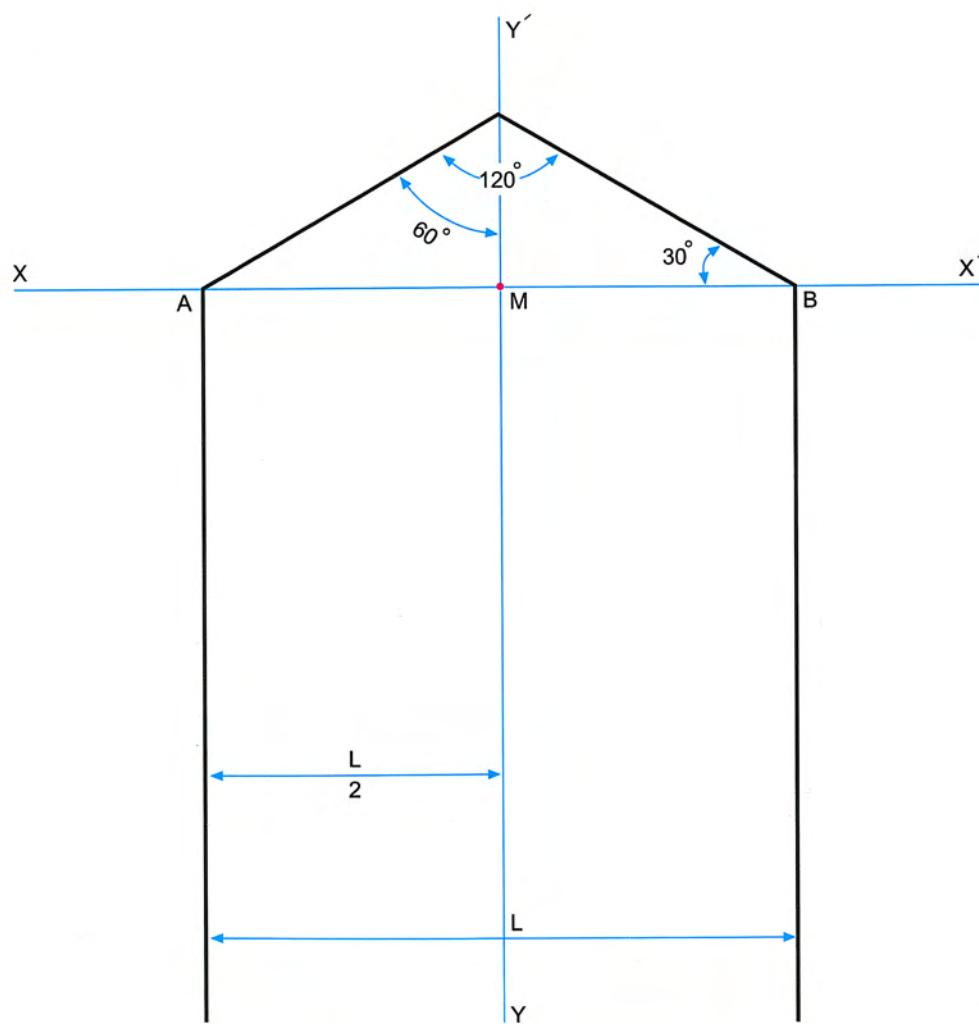
(شکل ۳۳۷ تاب - ۳۴۱)



شکل ۳۳۷



شکل ۳۳۸: کنسول و ترکیب مثلث قوس؛ بنای امروز



شکل ۳۳۹



شکل ۳۴۰: کنسول و مثلث قوس؛ بنای امروز



شکل ۳۴۱: اجرای مثلث قوس، کاشان؛ بنای امروز