

فهرست

صفحه	عنوان
۱	تاریخچه آجر از آغاز تا امروز
۲	شوش و تیسفون مراکز معماری جهان باستان
۳	مسجد ایا صوفیه در استانبول
۴	بخارا و بناهای آجری
۵	مقبره امیر منصور سامانی در بخار
۵	معماری مذهبی در قرون وسطی
۸	نقش آجر در معماری نوین
۹	قلعه زهاک ۳۰ قرن مسکونی بود
۱۱	تالار آجری و ملحقات آن
۱۲	بنای آجری چلیپایی شکل و ملحقات آن
۱۲	مجموعه بناهای خشتی و سنگی
۱۳	برج دیده‌بانی مدور با سنگ لاشه و ملات گچ
۱۵	گنبد سلطانیه
۱۸	رفتار اجزاء در سازه های آجری
۱۹	مقاومت آجر
۱۹	دوام آجر
۲۰	حمله سلفاتها
۲۱	عمل کردن ملات
۲۱	دو غاب ریزی
۲۱	پیوند در دیوارهای باربر
۲۲	ضخامت دیوار در سازه های آجری
۲۲	ارتفاع موثر ستون
۲۴	ضخامت ستونهای غیر مستطیل
۲۴	بارخارج از مرکزیت
۲۴	رعایت اصول ضد زلزله در سازه های آجری
۲۴	سبکی
۲۴	پیش آمدگیها در ساختمان
۲۴	

۲۵	
۲۶	فرم بندی ساختمان
۲۶	پی سازی
۲۷	پطول دیوارهای باربر
۲۹	ضخامت دیوار
۲۹	سوراخ و مجاری در سطح دیوار
۳۰	رعایت فاصله استقرار در و پنجره
۳۰	ساختمانهای آجری سنتی
۳۲	پی سازی در ساختمانهای آجری
۳۲	عمق شفته ریزی
۳۲	فیراندود
۳۳	یک رگی کردن بنا
۳۳	اجرای قیر اندود افقی و عمودی در زیر زمین
۳۴	دیوار پشتواره قیر اندود عمودی
۳۴	قیر اندود افقی
۳۴	قیر اندود عمودی و حفاظت آن
۳۶	قیر اندود افقی فوقانی
۳۶	قیراندود عمودی ازاره
۳۷	دیوار سازی
۳۷	اجرای عایق سازی کف
۳۷	دیوار سازی
۳۸	ترسیم قوسها
۳۸	پوشش قوس نعل درگاه
۳۹	پوشش قوسهای تزئینی
۳۹	ضوابط ساخت قوس
۳۹	طریقه ساخت قالب چوبی
۴۰	ترسیم قوس بر صفحه قالب
۴۰	شمع بندی زیر قالب
۴۱	استقرار قالب در بین ستونها آجری ( در دهنه )
۴۱	پوشش قوس
۴۲	بستن تیزه قوس
۴۲	
۴۳	

۴۳	دست انداز چینی
۴۳	طاق ضربی
۴۴	ضخامت طاق
۴۶	ترسیم قوس طاق ضربی
۴۶	قاعده ترسیم اصولی
۴۷	نصب رج الگو
۴۷	پوشش متن
۴۸	طاق خفته راسته
۴۹	پوشش طاق خفته راسته
۴۹	یخ سازی
۵۰	رج پس نشین
۵۰	محاسبه پوشش طاق خفته راسته
۵۱	بنایی طاق خفته راسته
۵۲	پوشش های تزئینی
۵۲	طاق رومی
۵۳	بنایی طاق
۵۴	کونال سازی
۵۵	چشمه و تویزه در بناهای آجری
۵۵	پوشش قوسهای سرپایه
۵۶	سرپایه سازی
۵۶	پوشش چشمه
۵۷	مبانی طراحی ضد زلزله در بناهای آجری طاقی و چوب پوش
۵۷	کلاف بندی در پوشش نعل درگاه
۵۸	نعل درگاه سازی
۵۸	کلاف کشی در طاق ضربی و فضاهاى تیرپوش
۵۸	کلاف بندی طاقها پا توپا
۵۸	ساختمانهای آجری تیر پوش
۵۹	قوس تخت
۵۹	قوس مخفی (دزد)
۵۹	نعل درگاه چوبی و پالونه سازی
۶۱	

تخت سازی زیر قوس های باربر

تیر ریزی

پرواز ریزی

سقف توفال و مهارسازی آن

اجرای سقف توفال

## تاریخچه آجر از آغاز تا امروز

باغهای معلق بابل یکی از عجایب هفتگانه جهان، دیوار چین تنها بنای قابل رویت از کره ماه، مسجد ایا صوفیه از زیباترین بناهای مذهبی، تاج محل، قلعه قرون وسطایی مالبورگ در لهستان، ۲۰۰۰ معبد در پاکن برمه که بیش از نهمصد سال دست نخورده باقی مانده اند، گنبد کلیسای فلورانس، ۸۰۰ کیلومتر سیستم فاضلاب زیر زمینی لندن، در یک نکته مشترک هستند: همه این بناها از خشت پخته (آجر) ساخته شده اند.



## زیگورات چغازنبیل

جیمز کمپل در کتاب تاریخ جهانی آجر بسیاری از این بناهای تاریخی و همچنین ساختمانهای مدرن را هم از لحاظ تکنیکی و هم از لحاظ معماری به نحو شایسته ای بررسی کرده است.

به نظر وی آجر در عین پیچیدگی از ساده ترین مصالح ساختمانی است که به اندازه کافی مورد توجه مردم عادی و حتی معماران نیز قرار نگرفته است.

تاریخ استفاده بشر از خشت برای ساختمان سازی به ۱۰۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح باز می گردد. اما

اولین بناهای آجری در حدود ۳۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در منطقه بین النهرین ساخته شده اند. کمپبل با گذری به تاریخ این دوره نه تنها به معرفی معماری، بلکه به فن آجرپزی و انواع مختلف استفاده از آجر می پردازد. از جمله بناهای باقی مانده از این دوران شهر شوش و زیگورات چغا زنبیل در نزدیکی آن است.

### شوش و تیسفون مراکز معماری جهان باستان



قطعه ای از یکی از دیوارهای قصر داریوش اول در شوش که در موزه لوور پاریس نگهداری می شود

شوش پایتخت ایلام حدود ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح ساخته شد و دارای مهمترین بناهای آجری تمدن های اولیه بشری است. شکوه و عظمت شوش در زمان داریوش کبیر به اوج خود رسید.

خرابه های شوش در دهه پنجم قرن ۱۹ میلادی توسط باستان شناسان بریتانیایی کشف شد. اما مهمترین کشفیات در شوش، از جمله حفاری و کشف تپه های آپادانا توسط باستان شناسان فرانسوی انجام

گرفت .

قسمتی از قصر داریوش و تالار معروف آن را در موزه لوور پاریس می توان بازدید کرد. تا انقلاب ایران در بهمن ۱۳۵۷ انحصار تحقیقات باستان شناسی و حفاری در جنوب ایران همچنان در اختیار فرانسوی ها بود.

اهمیت شوش از نظر باستان شناسی و تاریخ معماری از آن جهت است که تمامی سبک های مختلف ساختمان سازی از مناطق مختلف جهان باستان به نحوی دوباره در شوش یافت شدند .

داریوش با به کار گرفتن هنرمندان مناطق مختلف تحت سلطه خویش یکی از زیباترین شهرهای جهان آن روز را بنا کرده بود .



استفاده از آجرهای رنگی در ترکیبی زیبا که نمایگر توانایی هنری معماران آن زمان بود، در ساخت این قصر به اوج خود رسید. قصر داریوش حتی سالها پس از انقراض سلسله هخامنشیان الگوی معماری بود.

بعد از شوش، تیسفون پایتخت ساسانیان به مرکز معماری با آجر تبدیل شد. قصر تیسفون با حدود ۲۵ متر دهانه بدون ستون های باربر و سقف گنبدی آن بزرگترین بنای آجری جهان بود .

### مسجد ایا صوفیه در استانبول

بدون اغراق این اثر بزرگ نمایانگر تکنیک والای معماری آن زمان بوده است. تحقیقات کمپل نشان می دهد که حتی تا چند قرن پس از انقراض سلسله ساسانیان در بسیاری از مناطقی که سنگهای طبیعی

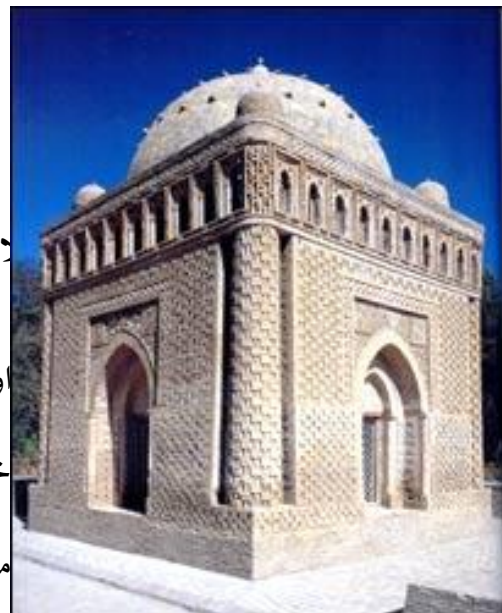
برای ساختمان در دسترس نبوده است از این تکنیک برای ساخت بناهای آجری استفاده می شده است. این روش ساختمان سازی بعد ها توسط مسلمانان به اقصی نقاط امپراتوری اسلامی صادر شد.

نویسنده در قسمتی از بخش دوم به بررسی معماری دوران ساسانیان و سامانیان می پردازد. از زمان سامانیان و اولین خاقان چین در جهان باستان بناهای آجری بزرگتر و بلندتری به جا مانده اند، که این حاکی از پیشرفت های تکنیکی آن زمان و بوجود آمدن ابزار کار مناسب است. از شاهکارهای معماری این زمان مسجد ایا صوفیه در استانبول است، که در اصل به عنوان کلیسا ساخته شده بود.

### بخارا و بناهای آجری



لان در بخارا



از

اولین آثار معماری اسلامی مختص این دوران، مسجد ماه  
خاصه در مجموعه چهار بکر بخارا و بخصوص مقبره امیر  
منصور سامانی در بخارا، که به دستور شاه اسماعیل سامانی

بنا شده بودند، به دلیل ویژگیهای آنها جایگاه مهمی در معماری این دوره دارند .



### مقبره امیر منصور سامانی در بخارا

مقبره امیر منصور سامانی که قرن‌ها زیر خاک مدفون بود، در سال ۱۹۳۴ میلادی توسط باستان‌شناسان روسی کشف شد

در بسیاری از ساختمان‌ها با تالارهای بزرگ، نظیر مساجد و سالنهای اجتماع از ویژگیهای فیزیکی گنبد برای سقف این تالارها استفاده می‌شد.

پلان دایره وار شکل معمول این بناها بود. اما در ساخت مقبره سامانی برای اولین بار گنبد کروی بر روی یک پلان مربع شکل ساخته شد، که این انقلابی در هنر معماری و تکنیک ساختمان سازی بود.

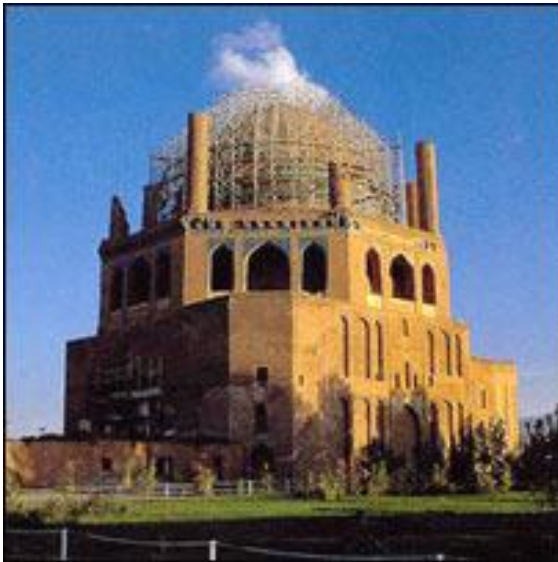
معماران این دوره به دلیل حرام بودن مجسمه سازی در اسلام سعی بر این داشتند که به شیوه سمبلیک که پیچیدگی‌های خاص خود را داشت بناهای مذهبی خود را تزئین کنند.

تا قبل از پیدایش سرامیک، حکاکی بر روی سنگ هنر بسیار مشکل و بر روی آجر غیر ممکن بود. در مقبره سامانی از این شیوه به نحو شایسته‌ای استفاده می‌شود. گنبد کروی سمبل آسمان، مکعب زیر آن سمبل کعبه، و ترکیب این دو با هم سمبل جهان است. فرم سبب مانند دیوارهای خارجی این مقبره به نحو زیبایی بازی نور و سایه را به نمایش می‌گذارد. چهار نمای این بنا در هر زمانی از روز به دلیل زاویه متغیر تابش خورشید شکل متفاوتی به خود می‌گیرند.

### معماری مذهبی در قرون وسطی

در قرون وسطی، معماری مذهبی چه در اروپای تحت نفوذ کلیسای کاتولیک، چه در چین و برمه تحت نفوذ بودیسم، و یا معماری اسلامی در خاورمیانه و شمال آفریقا و اسپانیا هدف مشترکی را دنبال می‌

کند، تمامی صاحبان قدرت در این دوره به اهمیت معماری و ساختمان به عنوان یک اثر دائمی قدرت سیاسی و مذهبی پی می برند و به شدت به ترویج آن می پردازند.



مقبره سلطان محمد خدابنده در سلطانیه

در بخش سوم کتاب تاریخ جهانی آجر بناهای مذهبی در آسیای جنوب شرقی و اروپای مرکزی و شمالی بخصوص فرانسه، ایتالیا و آلمان بعنوان مراکز معماری اروپا و معماری اسلامی از اسپانیا تا هند مورد بررسی قرار می گیرند.

به جرات می توان گفت که مرکز بناهای اسلامی آجری در ایران بوده است. حاکمان مختلف این دوره از سلجوقیان تا مغولها و تیموریان دارای سبکهای مختلف معماری بوده اند که در تمامی آنها آجر مشترک است که می توان از مسجد امام علی در اصفهان، مسجد منار کلان در بخارا و از همه مهمتر مقبره سلطان محمد خدابنده در سلطانیه زنجان نام برد .

بخش چهارم منحصر به دوران رنسانس است. علیرغم تمرکز نویسنده بر معماری رنسانس و باروک ایتالیا که در دیگر کشورهای اروپایی از انگلستان تا روسیه نفوذ چشمگیری داشت، قسمت عمده ای از

این بخش به بررسی تکنیکی و هنری معماری صفوی می پردازد .



عمارت عالی قاپو در میدان نقش جهان اصفهان

اصفهان که در قرون ۱۱ و ۱۲ میلادی پایتخت سلجوقیان بود، با به قدرت رسیدن صفویان در سده ۱۷ میلادی و بخصوص در عهد شاه عباس به اوج شکوه و عظمت خود می رسد .

به جز مساجد و بناهایی نظیر عالی قاپو و میدان نقش جهان می توان از دو پل معروف اصفهان پل خواجه و سی و سه پل نام برد. این دو پل آجری که اصل تقارن در آنها به دقت رعایت شده است، کاملاً بر خلاف پلهای اروپایی طراحی شده اند .



بناهای ساخته شده در این زمان بر روی پلهای اروپایی، کاملاً بدون ارزش های معماری بودند، چرا که

در این دوره رودخانه ها در اروپا به عنوان فاضلاب هم استفاده می شدند و ساختمانهای مشرف بر این رودخانه ها و یا بر روی پلها محل مناسبی برای سکونت نبوده اند. در عوض پلهای اصفهان بناهای با شکوهی بودند که به عنوان مرکز اقتصادی پایتخت، نقش مهمی ایفا می نمودند. با پایان دوره صفویان عهد استفاده از آجر برای نمای ساختمان به عنوان سمبل معماری اسلامی نیز به تدریج از میان می رود. برای مثال می توان از تاج محل در هند نام برد که از سنگ مرمر برای روبنای ساختمان استفاده شده است.

بخش پنجم به بررسی معماری عصر روشنگری می پردازد. متأسفانه در این بخش به اندازه کافی به سبک نئوکلاسیسم و به عبارت دیگر معماری انقلابی در فرانسه توجه نمی شود و این از معدود انتقاداتی است که می توان به این اثر جالب وارد دانست.

بخش ششم مختص به معرفی و بررسی دوران صنعتی در اروپا و آمریکا است. با نگاهی به صنعت مدرن آجرسازی و به ویژه روند پیشرفت تکنیکی کوره های آجرپزی تمرکز کمپل متوجه معماری اروپای مرکزی است.

از بناهای مسکونی برای کارگران در انگلستان و همچنین ویلاهای شهری برای ثروتمندان تا ساختمان های عمومی و فرهنگی و مذهبی مورد بررسی دقیق کمپل قرار می گیرند.

### نقش آجر در معماری نوین

بخش هفتم را می توان به جرأت یکی از بهترین بخشهای این کتاب دانست. این بخش به بررسی و تحلیل معماری قرن بیستم و استفاده آجر در سبکهای مختلف معماری این دوره می پردازد.

علیرغم سبکهای کاملاً متفاوت و پیچیده معماری مدرن و تمایل کمپل به معماری اروپایی معروف به

معماری مدرسه آمستردام، سعی وی در گذری بی طرف به مهمترین آثار این دوره چشمگیر است. او موفق می شود آثار پیشروان معماری مدرن مانند لویی کان (Louis Kahn) را جدا از بحث های جانبی معرفی کند .

معرفی کارهای معماران بزرگ زمان حاضر مانند الوار آلتو (Alvar Aalto) رنزو پیانو (Renzo Piano)، ویلم مارینوس دودک (Willem Marinus Dudok) ماریو بوتتا (Mario Botta) و فرانک لویید رایت (Frank Lloyd Wright) در این بخش نقش مهمی را در معرفی معماری مدرن ایفا می کند که مطمئنا برای علاقه مندان و معماران جالب توجه است.

### قلعه زهاک ۳۰ قرن مسکونی بود

در سال ۱۸۳۰ کلنل مونت ایت انگلیسی قلعه اژدهاک را کشف و آن را آتشکده ای کهن معرفی کرد قلعه زهاک که بر اساس بررسیهای سطحی باستان شناسی از هزاره دوم پیش از میلاد تا دوران تیموریان مسکونی بوده در ۶ فصل مورد کاوش قرار گرفته است. گزارش «ج. قندگر»، سرپرست کاوش در قلعه زهاک در مورد نتایج کاوشهای این قلعه را میخوانید.

### موقعیت قلعه "آژدهاک، زهاک"

### قلعه زهاک در آذربایجان شرقی

قلعه آژدهاک (زهاک)، در ۱۶ کیلومتری جنوب شرقی شهر سراسکند مرکز شهرستان هشترود و در بلندیهای کوه سرمه لو واقع شده و دو رودخانه قراوقو و شوی چای مانند خندق دورتادور آن را گرفته است. این قلعه حدود ۱۰ کیلومتر درازا و یک تا دو کیلومتر پهنا دارد و از عظیم ترین محوطه های باستانی استان آذربایجان شرقی است. این مجموعه براساس بررسیهای سطحی باستان شناختی از هزاره دوم پیش

از میلاد تا دوران تیموریان مسکون بوده و آثار به جا مانده بر سطح تپه غالباً به دوران اشکانیان تعلق دارد که اوج شکوفائی منطقه محسوب میشود. از سال ۱۸۳۰ تا ۱۹۷۱ چندین باستان‌شناس انگلیسی و آلمانی و ایرانی از این مجموعه دیدن و آن را بررسی کرده‌اند. تنها بنای خارج از خاک و تقریباً سالم این محوطه بنائی چهارطاقی از آجر و کچ و ماسه سنگ است که با توجه به نوع معماری و تزئینات به کار رفته آن را به دوره اشکانی منسوب میکنند.

### تاریخچه بررسی و پیشینه قلعه اژدهاک

در سال ۱۸۳۰م کلنل مونت ایت انگلیسی منطقه باستانی قلعه اژدهاک را کشف و آن را آتشکده‌ای کهن معرفی کرد.

در سال ۱۸۴۰م راوالینسون انگلیسی از محل بازدید کرد و بر خلاف نظر مونت ایت آن را قلعه‌ای ساسانی دانست.

در سال ۱۹۶۳ کارل شیپ از محل بازدید و پاپیون موجود را بررسی و گزارش مستندی با عکس ارائه کرد.

در سال یزدگردی ۱۳۴۰م. ت. روانشاد م. ت. مصطفوی از محل بازدید و ویرانه‌های آن را بقایای دژی از اعتلای قرون وسطی و چهارطاقی موجود را پاپیون و از تأسیسات دوران ساسانی معرفی کرد. وی نخستین کسی بود که بقایای محوطه مسکونی ماقبل تاریخ قلعه اژدهاک را نیز شناسائی کرد و آن را متعلق به دوره مادها دانست.

در سال ۱۹۷۱ ولفرام کلایس، باستان‌شناس آلمانی، در سفری پژوهشی به استان آذربایجان شرقی با تشویق و راهنمایی کارل شیپ مان محل قلعه اژدهاک را بررسی و گزارش جامعی ارائه داده است و

بالاخره حفاریهای علمی باستان‌شناختی قلعه از پائیز سال ۱۳۶۹ یزدگردی به سرپرستی ج. قندگر و اعضای هیأت به ترتیب ح. اسماعیلی عتیق معاون هیأت و م. رحمت‌پور عضو هیأت و شماری از دانشجویان و فارغ‌التحصیلان رشته باستان‌شناسی مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس تهران و دانشگاه آزاد ابهر آغاز شد و تا کنون شش فصل آن انجام شده است. نتیجه ۶ فصل حفاری در قلعه زهاک در ۴ محور قابل بیان است.

### تالار آجری و ملحقات آن

این مجموعه در محوطه‌ای که معماری آن کلا روی صخره احداث شده به دست آمده. ابعاد این تالار ۱۱×۱۱ متر از داخل که با احتساب کلفتی دیوارها ابعاد بیرونی آن ۱۵×۱۵ متر است. شیوه آجرچینی دیوار دقیقاً همانند آجرچینی بنای چهارطاقی و فاصله آن با بنای چهارطاقی ۳۰ متر است. اصل قرینه‌سازی در این بنا به طور کامل رعایت شده است، به طوری که از سمت داخل در چهار جهت و در هر دیوار یک طاقچه بزرگ به طول ۳ متر و عمق ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر از کف تالار ایجاد شده که چهار نیم‌ستون گچی تزئینی در درون و دو نیم‌ستون ظریف در لبه بیرونی دارند. افزون بر این طاقچه‌ها یک طاقچه کوچک به عرض ۱/۵ متر و عمق ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر از کف تالار به صورت قرینه در چهار جهت بنا تعبیه شده است. این تالار از چهار جهت دارای ورودی است که در سمت دیگر طاقچه بزرگ احداث شده و ورودی‌های چهارگانه به چهار راهرو منتهی میشوند.

سازه اصلی بنا از آجرهایی به ابعاد ۳۲×۳۲ و کلفتی ۷ تا ۸ سانتی‌متر با ملات گچ که در منطقه فراوان یافت میشود ساخته شده است و از صخره موجود به جای پی بنا استفاده شده و پس از مسطح کردن کف صخره سازه را روی آن اجرا کرده‌اند.

کف تالار هنگام ساخت با گچ اندود شده و این کار به طور متوالی تکرار شده است تا جائی که چندین لایه کف در محل دیده میشود. همه دیوارها با گچ اندود شده و این کار نیز به کرات انجام گرفته است. تعداد زیادی قطعات گچبری از درون آوار به دست آمده که نشانگر تزئین دیوارهای تالار به وسیله گچ بریهای متنوع است.

با توجه به نقوش گچ بریها که برخی از آنها با تم دینی آراسته شده‌اند و اینکه تالار از چهار جهت ورودی دارد انتخاب آن به یک مکان دینی و احیاناً به آئین مهری مورد توجه است.

### بنای آجری چلیپایی شکل و ملحقات آن

این بنا شامل یک تالار چلیپائی شکل و دو اطاق تودرتو در ضلع غربی و شمالی است. نوع آجرچینی آن شبیه بنای چهارطاقی و تالار است که همزمانی ساخت این سه بنا را نشان میدهد. بنا از خارج و داخل با گچ اندود شده و کف آن با اندود گچ و آجر فرش هموار شده است کل بنا از آجرهایی به ابعاد  $32 \times 32$  و به کلفتی ۵ و ۶ سانتی متر با ملات گچ ساخته شده است راه دسترسی بنا از دو جهت غربی و شرقی است. در قسمت غربی این بنا یک اطاق مستطیل شکل با همان سازه احداث شده که با راهروئی به بنای چلیپایی مرتبط میشود.

### مجموعه بناهای خشتی و سنگی

بیشتر بناهای به دست آمده خشتی و سنگی هستند که در کنار بناهای آجری تالار و چلیپائی ساخته شده و به همدیگر راه دارند. سنگهای به کار رفته در این سازه‌ها عموماً سنگ رودخانه‌ای هستند. تنها در یک تالار که در فصل ششم به دست آمده از سنگهای شکل دار و تراشیده شده استفاده شده است. مانند سازه‌های آجری همگی سطوح بناهای خشتی و سنگی نیز با گچ اندود و گاهی رنگ آمیزی شده‌اند.



## برج دیده‌بانی مدور با سنگ لاشه و ملات گچ

این برج دایره‌ای شکل در قسمت غرب قلعه قرار گرفته و برخلاف دیگر برجها، که در درون و میان دیوارهای تدافعی قلعه جای دارد، در درون قلعه و به فاصله ۶ متری دیوار اصلی آن میباشد که در نتیجه حفاریهای فصل چهارم از زیر آوار بیرون آورده شد.

این برج از نظر مصالح ساختمانی و نوع ساخت هم‌دوره با سایر تأسیسات قلعه و به شکل دایره‌ای کامل است با دیوارهایی به قطر ۲/۹۰ سانتی‌متر. اندازه قطر درونی برج ۵/۹۰ سانتی‌متر است که دارای چهار نورگیر است. این برج پس از حفاری مرمت کامل شد.

فصل ششم کاوشهای باستان‌شناختی قلعه زهاک هشتروند همچون سالهای گذشته از میانه تابستان سال یزدگردی ۱۳۷۴ یزدگردی آغاز شد. در این فصل فعالیتهای کاوش روی شش عدد تراشه با ابعاد ۱۰×۱۰ متر جمعاً در زمینی به ابعاد ششصد مترمربع در بخش شرقی مجموعه متمرکز گشت و ۸۰ روز ادامه پیدا کرد. در این فصل و در ادامه کاوشهای سالهای پیش، بقایای معماری اشکانی متشکل از مجموعه‌ای از اتاقها، راهروها و دیگر عناصر معماری از دل خاک بیرون کشیده شد و در مرحله پس از آواربرداری از درون اتاقها و راهروها، پلان اصلی معماری و سازه‌ها مشخص شد و بلافاصله اقدام به نقشه‌برداری شد. عناصر معماری در این مجموعه مانند بناهای مکشوفه در سالهای پیش از خشت و سنگ هستند ولی فرم بناها و تزئینات آن با بناهای پیشین متفاوت هستند. تمامی سطوح دیوارهای مکشوفه با گچ اندود شده‌اند و نوع گچ به کار رفته نیز با یافته‌های قبلی متفاوت است بدین معنی که جنس گچ استفاده شده در این قسمت از مجموعه بسیار مرغوب و خیلی ریزدانه هستند در صورتیکه اندود گچ به کار رفته در بناهای قبلی درشت دانه بوده است. پس از اندود گچ بر روی دیوارها سطح آن رنگ آمیزی شده است.

اندازه هر کادر به عرض ۷۲ سانتیمتر و بلندی آن در حال حاضر نامعلوم است. چرا که به علت فروریختن دیوارها، تعیین اندازه آنها هم اکنون ناممکن است و ما نمیدانیم آیا این کادرها تا زیر سقف ادامه داشته‌اند یا نه. ولی از آوار به دست آمده و تعداد قطعات گچ کاریهای رنگ آمیزی شده مکشوفه چنین استنباط میشود که رنگ آمیزی تنها در بخش انتهائی نزدیک به کف اجرا شده است در درون هر یک از کادرها از یک رنگ استفاده شده و رنگهای به کار رفته به ترتیب از سمت غرب به سمت شرق عبارتند از قرمز، آبی، قرمز، آبی، زرد، قرمز، سبز لجنی.

هنرمند نقاش با مهارت تمام این رنگ آمیزی را اجرا کرده به طوری که در انتهای دیوار شمالی که در قسمت شمال شرق زاویه‌ای با دیوار ضلع شرقی به وجود آورده است. نیمی از کادر و دیوار ضلع شمالی و نیم دیگر آن در دیوار ضلع شرقی قرار گرفته و سبز لجنی در این دو نیمه کادر به طرز زیبایی اجرا شده است.

کف اطاقها و راهروهای به دست آمده با گچ اندود شده است در کف یکی از اطاقها از سنگ و گچ و به صورت پلاک با اندازه ۲۲×۳۷ سانتیمتر کف سازی شده است و این کف در زیر دیوار خشتی شمال اطاق نیز وجود دارد و نشانگر این مسأله است که از پیش از احداث این بنای خشتی بنای دیگری وجود داشته که تخریب شده و تنها کف آن به جای مانده است. در ضلع شرقی این بخش از محوطه و در درون دو عدد تراشه، مجموعه زیبایی از دیوارهای برجای مانده از یک بنای باشکوه سنگی به دست آمد که نوع سنگهای به کار رفته سنگ گچ است و ابعاد سنگها بسیار بزرگ هستند و روی برخی از قطعات سنگ نقوش گل و گیاه حجاری شده است. ضمناً دو عدد ته ستون زیبا نیز از این محل متعلق به دوره اشکانی کشف شده. کف این قسمت با موزائیک کف سازی شده است و رنگ سنگهای به کار رفته در موزائیک سفید و لاجوردی است.

در این بخش خودداری شد و پس از ریختن خاک الک شده روی موزائیکها با اندود کردن کاهگل پوشانده شدند تا در شروع فصل هفتم حفاری با حضور کارشناس مرمت آثار اقدام به خاک برداری و بلافاصله در محل به تثبیت موزائیک اقدام گردد. با توجه به موارد بالا و از روی یافته‌های باستان‌شناختی و پلان معماری این قسمت چنین به نظر می‌رسد که این مجموعه محل زندگی حکمران یا فرمانده شهر یا قلعه بوده و جنبه حکومتی داشته باشد. امید است در فصول آتی کاوش اطلاعات دقیق‌تری مبنی بر چگونگی استفاده از این مجموعه به دست آید. از درون آوارها شماری قطعات گچ‌بری نیز به دست آمد که نقوش به کار رفته در آنها نقوش هندسی و گل و گیاه هستند نوع گچ به کار رفته در این گچ‌بریها نیز متفاوت از نوع مکشوفه در حفاریهای پیشین است. در گچ‌بریهای به دست آمده از سالهای پیش نوعی گچ دانه درشت استفاده شده بود ولی در این گچ‌بریها از نوع ریزدانه استفاده شده و در مجموع نقوش آنها نیز متفاوت و زیبا هستند. برجسته‌ترین نقش بدست آمده در گچ‌بریهای این فصل از حفاری نقش گردونه خورشید که دو قطعه از آنها جهت ترمیم به موزه آذربایجان انتقال داده شد. همزمان با کاوشهای باستان‌شناختی فصل ششم و در ادامه برنامه مرمت سالهای پیض قسمت اعظم دیواره سنگی واقع در ضلع جنوبی این مجموعه موسوم به قلعه دختر مورد مرمت قرار گرفت و با مصالح مشابه دیوار یکی از برجها و نیز قسمتهای فرو ریخته دیوار تعمیر شد.

قلعه آژدهاک (زهاک)، به شماره ۴۲۹ در فهرست آثار ملی به ثبت رسیده است.

### گنبد سلطانیه

گنبد سلطانیه در شهر سلطانیه و در ۳۵ کیلومتری شهر زنجان واقع شده و بنای آن بدستور سلطان محمدخدا بنده از سال ۷۰۴ هجری قمری شروع و در مدت ۹ سال در تاریخ ۷۱۳ هجری قمری پایان یافته است. این گنبد با ۴۸/۵ متر ارتفاع و ۲۵/۶ متر قطر دهانه پس از کلیسای کاتورال سانتاماریا فلورانس ایتالیا

و مسجد صوفیای ترکیه ، سومین بنای عظیم آجری تاریخی جهان است گنبد سلطانیه به عنوان هفتمین اثر جهانی ایران از سوی یونسکو با اکثریت آرا ثبت گردید



ساکنان ارگک بيم ازدوره ساسانیان کولرداشتند

بررسی ویژگی های مهندسی ساخت ارگ بم نشان داد که ساکنان ارگ در هزاره های قبل، بعد از شناسایی بهترین نقطه برای ساخت ارگ، از مهندسی باد و تلفیق آن با مهندسی معماری و مهندسی آب برای ایجاد سیستم های تهویه، تنظیم رطوبت و جریان دایمی هوا استفاده می کردند.



به گزارش «میراث خبر»، ارگ تاریخی و باستانی بم یکی از بزرگ ترین سازه های خشتی جهان است که به اعتقاد کارشناسان تاریخ ساخت آن به دوران ساسانی باز می گردد .

عبدالعظیم شاه کرمی « کارشناس سازه و ژئوتکنیک و مدیر بررسی مهندسی ارگ بم در مورد یافته های خود در این سازه، گفت: «پس از بررسی های مهندسی در ارگ بم و منطقه بم متوجه شدیم که مهندسان و معماران ارگ با توجه به وضعیت جوی منطقه، گرمای بسیار زیاد و رطوبت کم نقطه ای را برای ساخت ارگ انتخاب کرده اند که بیشترین باد را در منطقه داشته باشند تا به این وسیله بتوانند از باد در سیستم های مختلف تهویه و رطوبت و تغییر درجه حرارت استفاده کنند .»

وی با اشاره به اینکه در ساخت بناها و سازه های ارگ نیز مهندسان با تکنیک، فن مهندسی خود را با اقلیم منطقه سازگار کرده اند، گفت: «بررسی های انجام شده نشان می دهد که باد از قسمت غربی ارگ بم وارد می شده و بعد از عبور از فضاها مهندسی و دالان های ارگ به سمت حاکم نشین حرکت می کرده است .»

پروژه نجات بخشی ارگ بم بعد از وقوع زلزله و تخریب این سازه عظیم، با حضور کارشناسان مختلف

داخلی و خارجی آغاز شده است. کارشناسان در این پروژه به دنبال پیدا کردن بهترین راهکارها برای شناسایی، حفظ و احیای مجدد مجموعه خشتی ارگ بم هستند.

«مهندسان ارگ برای پایین آوردن حرارت هوا در منطقه از سیستم تامین آب ارگ برای خنک کردن استفاده می کرده اند به این شکل که جریان باد از میان سیستم آب عبور کرده و درجه حرارت هوای ارگ پایین می آمده است»

بخش عمده ای از مجموعه خشتی ارگ بم که شهری کامل با قسمت هایی از جمله بازار، محله ها، حاکم نشین و برج و بارو را شامل می شود. بر اثر زلزله دی ماه سال گذشته که در شهر بم به وقوع پیوست، تخریب شد.

### رفتار اجزاء در سازه های آجری

مقاومت سازه های آجری به مسائل آجری اصولی و بخصوص مصالح مقاوم بستگی کامل دارد. یکی از معمولترین مصالح رایج در سازه های آجری وجود آجر می باشد. این عضو بسیار مهم از عصر باستان تا امروز همواره مورد استفاده در بنای ساختمان بوده است که تهیه اصولی آن رادر بحث های مصالح شناسی سنتی بررسی می کنیم.

به طور خلاصه تهیه آجر مقاوم بستگی کامل به نوع خاک مرغوب و نحوه عمل آوردن ملات آن و در مجموع پخت آن در کوره های اساسی به وجود می آیند. با توجه به موارد ذکر شده می توان آجر مرغوب به دست آورد که ذیلا خواص کوتاهی از دگرگونی های شیمیایی آن را بررسی می کنیم. آجر از مواد رسی و در درجه حرارت بالا به دست آمده، آجر دارای سیلیکاتها و همچنین اکسید آهن بوده که در حرارت زیاد به وجود می آید. این مصالح از نقطه نظر مواد شیمیایی پایدار و از نظر خواص فیزیکی دارای سختی و شکنندگی و در مجموع حالت غیر انعطاف پذیری داشته و در مقابل حرارت و نیروهای فشاری نیز مقاوم بوده و در واقع یک مصالح اصولی و متعادل در ساختمان می باشد.

مواد متشکله آجر خوب عبارتست از :

۱- خاک رس سیلیکا ، آلومینا ( $AL_2O_3 + nH_2O$ )

۲- کالونیت

۳- کرومریت

۴- فلداسپات

۵- میکا

۶- استیتیت

**مقاومت آجر:** آجر به علت شکنندگی و خلل و فرج و تخلخل، دارای مقاومت کششی نبوده اما بنا به نسبت ترکیبات موجود در آن، دارای مقاومتهای مختلف می باشد. معمولاً آجرهای دستی ساز و نوع مرغوب آنها دارای مقاومت ۸۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بوده ولی آجرهای ماشینی با مقاومت کم ۸۵ و متوسط ۱۵۰ و با مقاومت زیاد تا ۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع خواهد بود که در این حالت قابل توجه می باشد.

**ملات:** در سازه های آجری وجود ملات و مقدار مواد چسبنده آن دانه ها را به یکدیگر متصل می سازد. چنانچه ملات به صورت غوطه ای در رجهای آجرکاری بکار رود یک سازه آجری با مقاومت کافی بوجود می آید.

برای مثال ذکر می گردد، پودر سیمان که سبب یکپارچه شدن مواد ترکیبی دانه های ملات ماسه سیمان میگردد، اگر به نسبت یک پیمان سیمان و سه پیمان ماسه مخلوط شود و سپس ملات تهیه گردد مقاومتی به اندازه ۳ برابر ملات ماسه سیمانی خواهد داشت که به نسبت یک بر شش مخلوط می شود. همچنین ملاتی که به نسبت یک بر دوازده ساخته شده بیشتر خواهد بود. نتیجه این که مقدار مواد چسبنده ملات چه از نوع سیمانی و چه از نوع آهکی در به وجود آوردن یک ملات مقاوم رل اصلی را دارا می باشد.

ضمنا نوع دانه های ملات در مقدار لازم از نظر دانه های درشت ماسه و بخصوص ریزدانه آن از اهمیت برخوردار می باشد. مقاوم شدن ملاتهای ساروج بمانند ملات سیمانی و یا با مقاومتی نزدیک بدان به سبب خاکستری بوده است که در قدیم به عنوان مصالح مقاوم از آن استفاده می شده است. وجود سیلیس پوک در خاکستر و ترکیب خاکستر با آهک و ترکیبات سیلیس در حالت ذکر شده و کربنات کلسیم سبب به وجود آمدن سیلیکات کلسیم خواهد شد که در مجموع مقاوم شدن ملات آهکی ساروج مانند ملات سیمانی می شود. چنانچه در ماسه آهک از خاکستر خالص نیز استفاده شود ملات حاصله مقاوم خواهد شد. و به طور کلی ملات ماسه آهک از دسته ملاتهای مقاوم می باشد مقدار آهک مصرفی بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در متر مکعب خواهد بود.

مکش آب در آجر: آجرهای دستی نباید بیش از ۲۰ درصد مکش آب و آجرهای ماشینی نباید بیش از ۱۶ درصد مکش آب داشته باشد. چنانچه آجر مکش آب زیاد داشته باشد مصرف آن در زمستان خطر یخ زدگی ملات را پیش آورده و اگر آجر خشک باشد امکانات اتصالات ملات و آجر ناقص می شود که در مجموع عدم پیوند دو عنصر خواهد شد.

به طور کلی مکش آب در آجر نباید از ۸ درصد کمتر باشد. در آجرکاری بایستی از زوایای تند جهت دیوارهای یک نیمه پرهیز شده چون امکان شکستن آن وجود دارد. ضمنا در دیوارسازیهای طویل برای هر ۱۲ متر ۱۰ تا ۱۲ میلیمتر بند انبساط الزامی می باشد.

**دوام آجر:** منظور از دوام آجر مقاوم بودن آن از نظر خلل و فرج و مکش آب در مقابل یخ زدگی و در نتیجه خرد شدن آن و یانفوذ رطوبت می شود که این عوامل باعث صدمه آجر شده و دوام آنرا کم می کند. در هر صورت آجر مرغوب بعد از ۵ ساعت در آب نباید بیش از ۴۰ درصد خلل و فرج آب به خود جذب کرده باشد زیرا مکش آب بیشتر از این حد دلیل بر نامرغوب بودن آجر می باشد.



**حمله سلفاتها :**

در آجر کاری اثر سلفاتها بر سطوح آجرکاری و یا در بندهای افقی و عمودی ملات آجرکاری باعث ترک برداشتن بند های ملات و در مجموع سطوح آجرکاری به شکلی پوسته پوسته و پوک شده که بایستی از اثر سلفاتها بر آجرکاری جدا جلوگیری شود . به طوری که آزمایشات نشان داده شده است مقاومت سازه های آجری به دو اصل بستگی کامل دارد .

الف : بریشه چهارم مقاومت ملات

ب: بریشه دوم مقاومت فشاری آجر

معمولا در سازه های آجری بعد از ۷ روز مقاومت تا ۸۰ درصد و بعد از ۱۴ روز تا ۹۵ درصد و بعد از ۲۸ روز مقاومت به صد در صد خواهد رسید . آزمایش نشان داده است اگر ضخامت ملات ماسه سیمان مرغوب در سازه های آجری متناسب و به اندازه حدود ۴ میلیمتر باشد مقاومت سازه آجری ۲۳۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و اگر به حد ۱۶ میلیمتر برسد به مقدار ۱۵۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کاهش پیدا می کند .

**عمل کردن ملات :** ملات بایستی دارای چسبندگی کافی که دارای خواص کامل فشرده سازی مواد متشکله است باشد . معمولا پس از مخلوط کردن و آبرگرفتن آخوره حداقل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه به طور کامل ورز داده شده و به طور کلی پس از این که ملات مخلوط شد تا فاصله ۲/۵ ساعت بایستی بکارگرفته شود . معمولا با اضافه کردن آب در حد لازم ورز دادن ملات را تا زمان مذکور قبل از سفت شدن بکار گرفت .

**توجه :** پس از زمان یاد شده ورز دادن ملات کاملا مردود می باشد .

**دوغاب ریزی :** برای مقاوم شدن سازه آجری بایستی متشکل کردن اجزا به وجود آید یعنی پس از پایان هر رج عمل دوغاب ریزی با استفاده از خیس کردن سطح رج و عمل دوغاب ریزی را میتوان بین ۴۰ تا

۶۰ سانتیمتر انجام داد که هرچه ارتفاع کمتر باشد پیوند همزمان بین ملات و سازه آجری بهتر بوجود می آید. در این روش دوغاب ریزی نباید بیشتر از یکساعت بطول انجامد.

### پیوند در دیوارهای باربر

معمولا محل تقاطع دیوارها باید مانند کلاف فاق و زبانه بوده باشد که دو دیوار متقاطع بتوانند به یکدیگر تکیه کنند. جهت کلاف بندی پس از حداکثر ارتفاع ۱۲۰ سانتیمتر کمتر نباشد مگر دیوار یک آجره باشد که گیر تیر در این حالت به اندازه طول آجر می باشد.

**اتصال به وسیله واحدهای کله:** در دیوارهای دو رو که یک رو نما و سمت دیگر پشت کار می باشد قفل وبست بین دو جداره نما و پشت نما بایستی به اندازه ۴۰ درصد از سطح نما و به وسیله آجرهای کله باشد. نشست این آجرها جهت پیوند دو جداره نباید از ۱۰ سانتیمتر کمتر باشد. واحدها نباید همگی کله و یا راسته باشند و چنانچه واحد ها تمامی کله و راسته بکار روند این فاصله نباید از ۶۰ سانتیمتر بیشتر باشد.

**پس نشین و فرورفتگی:** پس نشین ها و طاقچه ها بایستی در سازه آجری طوری طراحی شود که در باربری دیوارها اشکال به وجود نیامده، اندازه پس نشین و طاقچه ها باید در حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر انتخاب شده و این پس نشین باید در دیوارهای عریض انجام شود. در هر صورت اگر از وجود نعل درگاه با قوس باربر در پس نشین ها و طاقچه ها استفاده نشود بایستی دیوار « اسپر » پس نشین تاب فشاری و تحمل تیر را داشته باشد. در طاق نماسازی از آجرهای کله استفاده می شود تا وسیله ای باشد برای نگهداری اجزا و رجهای بالایی.

### ضخامت دیوار در سازه های آجری

بنا به نیروی زنده و مرده و همچنین با منظور کردن  $\frac{33}{3}$  درصد از کل نیروهای محاسبه جهت نیروی باد و زلزله ضخامت دیوارهای آجری تعیین می گردد. نسبت نیروی وارده از طبقات و نوع مصالح و ملات

و بنا به محاسبات عرض دیوار مشخص می گردد. همچنین از روی تجربه ضخامت دیوار آجری برای سه طبقه بدین ترتیب خواهد بود. طبقه اول ۴۳ و طبقه دوم ۳۲ و ضخامت دیوار در طبقه سوم اگر دارای ارتفاع بلند باشد ۳۲ و با ارتفاع کوتاه اما غیر برابر ۲۱ سانتیمتر منظور می شود. ( با توجه به ملات مرغوب ماسه آهک با عیار بالا)

ارتفاع طبقات برابر ۲۷۰ تا ۲۹۰ سانتیمتر و ارتفاع بناهایی که دارای شیروانی می باشد تا سطح زیر شیروانی ۲۵۰ سانتیمتر انتخاب شود. ( چنانچه ملات سازه آجری از نوع ماسه سیمان مرغوب و با عیار بالا باشد، ضخامت دیوارهای طبقه اول ۴۳ و طبقات دوم و سوم تا ۳۲ سانتیمتر انتخاب می گردد ) در صورتی که ارتفاع بنا فقط تا دو طبقه باشد میتوان عرض دیوار را نیز ۳۲ سانتیمتر منظور کرد.

#### ارتفاع موثر ستون

زمانی که ستون آجری از هر دو محور هم از جهت پایین وهم از جهت بالا و در انتهای ستون دارای اتکایی باشد، ارتفاع موثر این ستون به اندازه ارتفاع افقی آن در نظر خواهد بود. یعنی ارتفاع ستون نمی تواند از داخل دیوار زیرین و با سقف باشد بلکه فقط از ارتفاع کف تا سقف می باشد. چنانچه بنا دارای طبقه دیگری باشد تیر پوشش می تواند در روی ستون اتکا داشته باشد و ستون با مهار شدن تا ارتفاع بعدی سقف ادامه یابد.

**ضخامت ستون:** اکثر ستونهای آجری به صورت مربع مستطیل طراحی می شود و ضخامت آنها بستگی به عوامل از قبیل استقرار ستون ( در محورهای میانی، کناری و یا در مواردی در تقاطعها و نیز ضمات دیوارهای کلافبندی زیر ستون دارد )

**ضخامت ستونهای غیرمستطیل:** برای ستونهای غیرمستطیل ضخامت موثر ستون برابر است با حاصلضرب شعاع ژیراسیون ( I ) حول محور مربوطه در ضریب معمول (۳/۴۶۴). ( لازم به ذکر می باشد که در ساختمانها آجری اینگونه ستونها کمتر مورد استفاده می باشد. )

**بارخارج از مرکزیت:** زمان محاسبه باید خارج مرکزیت مجازی بار، بر روی ستونها و دیوارها را توجه داشت و همچنین نوع اثرات بارهای جانبی خارج از مرکز و حرکات نسبی اعضا را باید بررسی کرده و به اصول ذکر شده نیز توجه نمود که در چنین موارد همان ازدیاد نیروهای فوق استفاده ۳۳/۳ درصد بر نیروهای اصلی اضافه می شود.

### رعایت اصول ضد زلزله در سازه های آجری

**سبکی:** نحوه اجرای بناهای آجری با پوششهای طاقی و یاتیر آجری خود دارای اصولی می باشد که به تذکر آنها خواهیم پرداخت. اما سازه های جدید آجری که در ساختمانهای سنتی آجری رسوخ کرده اند باید دارای سقفهای مطمئن و سبک و با اتصالات به اسکلت سازه به شکل مطمئن باشد.

پیوستگی ساختمان: ستونها و قسمت هایی که جهت پنجره، در و دربندها از یکدیگر جدا می شوند در نواحی و قسمتهایی از ارتفاع عضوهای جدا شده به یکدیگر کلاف شوند تا یکپارچگی در اعضا به وجود آید.

**پیش آمدگیها در ساختمان:** به طور کلی قسمتهایی از بنا مانند جان پناه، دست انداز، قرنیز، سایبان و بالکن از یک طرف مهار بوده و غالبا از طرف دیگر آزاد می باشند که باید اتصالات آنها طوری انجام شود تا عمل مهار کردن بدنه ها و نواحی آزاد وجود داشته باشد.

### فرم بندی ساختمان

طرح بنا بایستی به صورت مستطیل باشد. در طرحهای مستطیل مرکز صلبیت در تقارن دو محور وجود دارد و باعث پایداری بنا در مقابل حرکات زمین و یا زمین لرزه شده، در صورتی که طرحها با شکستگیها نا مانوس و نامتعادل بخوبی حرکت پذیر می باشد. به طور کلی باید متقارن کردن نما و پلان در ساختمان وجود داشته باشد تا از تنشهای پیچشی در موارد مذکور جلوگیری شود. در هر صورت طراحی و ساخت بنا باید طوری باشد که ساختمان از هر دو محور دارای مقاومت باشد.

جدایی ساختمانهای مجاور از یکدیگر: ارتفاع طبقات در سازه های آجری مجاور یکدیگر بایستی در یک تراز باشد. در تعادل ارتفاع اثر امواج زلزله و حرکت پذیری زمین در سطح بناها به طور یکنواخت خواهد بود. در صورتی که اگر یک بنا مرتفع و یک بنا کوتاه بوده و اثر نیروهای ضربه ای در هر دو بنا نیز متغیر باشد، اثر حرکات و فشار از بناهای مرتفع بر بنای کوتاه بی اثر نخواهد بود. از این رو باید بند انبساط به صورت عمودی در دیوارهای مجاور در نظر گرفته شود. این بند در مناطق زلزله خیز حائز اهمیت است و اندازه آن تا ۲ سانتی متر رعایت می شود. ( البته بناهای بتونی و سازه های فلزی خود دارای استاندارد خاص می باشد )

**پی سازی:** در سازه های آجری ساختن پی از اهمیت خاص برخوردار می باشد. بخصوص این که در بسیاری از موارد اجرای اصولی در پی سازیها بجز بتون مسلح مورد استفاده می باشد. از این رو تشخیص نوع خاک و مقاومت فشاری آن از اهمیت خاص برخوردار بوده که باید بدان توجه شود. افزون بر آن، به نوع پی و ابعاد آن و اثر نیروهای وارده بر آن نیز باید توجه کامل شود. در حالت شیب، بایستی پی به صورت پله ای ساخته شود. اختلاف ارتفاع دو سطح پله ای پی نباید از ۳۰ سانتیمتر زیادتر باشد

اثر نیروی فشاری پله: در سازه های آجری باید نیروهایی که از قسمتهای پله وارد می شود فقط بر سطح پی پله اثر کند. چنانچه اتکای قسمتهایی از تیر باربر پله به دیوارهای ضخیم اثر کند، مشکلی پیش نخواهد آورد، اما اثر نیروهای مداوم به شکل ضربه ای و الاستیسیته که از اسکلت پله بر دیوارهای کم عرض و با مصالح نامرغوب وارد می شود، در دیوارهای متکی به تیرهای پله خالی از اشکال نخواهد بود.

**طول دیوارهای باربر:** معمولاً طول دیوار سازه های آجری نباید از ۸ سانتیمتر بیشتر باشد زیرا دیوار طویل در اثر حرکت زمین و زلزله براحتی حرکت پذیر بوده که احتیاج به بند انبساط می باشد.

طول کوتاه دیوار معادل یک متر می باشد که کمتر از این حد دیوار به ستون تبدیل می شود پایه جزئی

کوچکتر از ستون می باشد .

**ضخامت دیوار:** به طوری که قبلا اشاره شد ضخامت دیوار نسبت به نیروهای وارده بر آن تعیین می شود

اما می توان رابطه  $\frac{1}{15}$  ارتفاع طبقه را برای ضخامت سازه آجری در نظر گرفت . ضمنا اگر رابطه

$\frac{1}{15}$  ارتفاع کمتر از ۲۱ سانتی متر باشد حتما باید دیوار یک آجر دیوار طبقه بالایی باشد .

### سوراخ و مجاری در سطح دیوار

۱- سطح بالای ساختمان باید در یک تراز ساخته شده تا اگر لازم شود نعل درگاه در یک سطح

ختم گردد و اثر نیروهای وارده در یک تراز باشد .

۲- مجموع مساحت‌های سوراخ و مجاری نباید از  $\frac{1}{3}$  مساحت کل چهار دیواری یک فضا تجاوز

نماید .

۳- مجموع سوراخها بر سطح دیوار نباید از نصف مجموعه طول و عرض یک فضا بیشتر باشد .

۴- محل سوراخها باید دور از تقاطع دیوارها بوده و معمولا فاصله دوسوراخ نباید از  $\frac{1}{4}$  ارتفاع سوراخ

کوچکتر بیشتر باشد .

۵- چنانچه به دلایلی بین دوسوراخ قائم ، مجاری افقی در بین آن دو در نظر باشد طول این مجرا

نباید از  $\frac{1}{2}$  ارتفاع سوراخ کوچکتر بیشتر باشد .

۶- به طور کلی از سوراخهای رویهم در یک مسیر نباید استفاده شود . چنانچه به عللی سوراخی

بالاتر از سوراخ زیرین مورد نظر باشد این اندازه نباید از ۶۰ سانتیمتر کمتر باشد .

۷- سوراخ ، مجرا و دودکشها باید با رعایت گونه سازی و با ضوابط در اسکلت آجری اجرا شود .

ضمنا از لوله های سیمانی و ایرانیت و غیره که دیوار را می برد باید اجتناب گردد.

اتصال دیوار و تیغه : محل تقاطع دیواره های آجری و تیغه ها باید با رعایت پیوند باشد . معمولاً با گرفتن نیمی از ضخامت یک رج و با رعایت پس نشین رج بالایی و یا گود کردن آن ، گیرایی در عرض آجر به وجود می آید . پیوند تیغه و دیوار باید کمتر از  $\frac{1}{4}$  طول آجر نباشد و در محل اتصال ملات به صورت غوطه وری به کار رود .

طول تیغه : طول تیغه باید کمتر از ۳ متر بوده . چنانچه از دیوارهای تیغه ای طول بیشتری خواسته شود ، باید تیغه در مهار نگهدارنده ای واقع شود ، این مهار کننده می تواند ستونهای چوبی و یا شمشهای پروفیلی باشد .

توجه : ستون مذکور باید از پایین به کف سازی و از بالا به سقف کاملاً درگیر شود .

#### رعایت فاصله استقرار در و پنجره :

فضاهای ساختمان به صورت کلاف در هم در مقابل زلزله مقاوم بوده . چنانچه جدایی در چهار دیواری فضاها بیش از نیاز به وجود آید ، گسیختگی در کلاف بندی پدید آمده که در نتیجه قسمتهای باز به هنگام حرکات زمین و زلزله به سرعت گسیخته می شود . در صورتی که قسمتهای بسته و کلاف در هم به مراتب از نواحی باز مقاومتر خواهد بود .

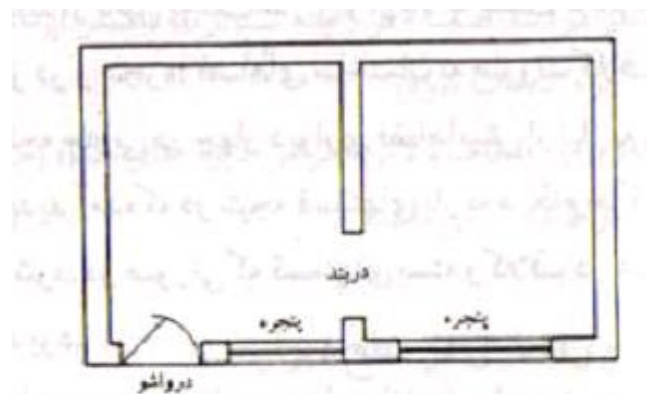
شکل زیر پلانی را نشان می دهد که اثر نیروهای رانش در ناحیه دربند با واکنش و در ناحیه پشت که دیوار فاقد در و دربندی می باشد باعکس العمل متقابل همراه خواهد بود .

به طور کلی بایستی نحوه طراحی دربند ، درگاه ، پنجره و درهای ورودی به شکلی انجام شود که فضاهای باز به طور متساوی در چهار دیوارها تقسیم شود .

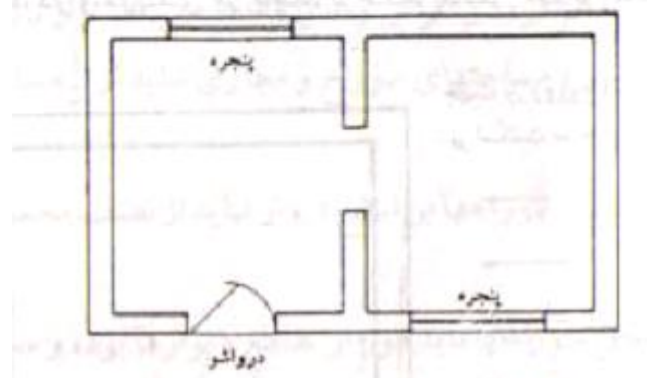
مسلماً پنجره در بین دیوار واقع شده و سر پایه ها در دو جهت باید مساوی انتخاب گردند . همچنین محل دربهای ورودی چنانچه در وسط دیوار منظور شود ، کلاف بندی در محل نعل درگاه باعث یکپارچگی دیوار شده و در مجموع عملکرد دیوار مقابل نیروهای وارده از زلزله به مراتب مقاومتر از دربندهای

مامتاسب خواهد بود. ضمناً باید سعی شود از دربندهای اضافی به هر شکل خودداری شود. برای درک بیشتر به دو طرح زیرمراجعه کرده و معایب و محاسن نوع محل‌های در و پنجره و فاصله آنها از یکدیگر بررسی و ملاحظه می‌کنیم.

طرح غلط



طرح صحیح



به طور کلی چنانچه در سازه های آجری از بتون و فولاد در قسمتهای حساس بنا استفاده شود، اولاً نحوه اجرای آن با ساختمان بنای آجری به طرق سنتی تفاوت فراوان خواهد داشت و ثانیاً مقاومت بنا در مقابل حرکات زمین و بخصوص زلزله بسیار تفاوت کرده که در شکل‌های جامعتری قابل ساخت می‌باشد، با این بحث، آن از موضوع اجرای معماری سنتی خارج می‌باشد.

توجه: (در اجرای ساختمانهای آجری سنتی از مباحث این فصل جهت اجرای صحیح و اصولی استفاده می‌کنیم).



## ساختمانهای آجری سنتی

پیدایش ساختمانهای آجری در ایران را میتوان از ۱۲۵۰ سال قبل از میلاد در بنای چغازنبیل دانست. علاوه بر اسکلت سازی این بنای آجری در سردابهای این معبد وجود آجر در دیوارسازی و طاقهای سهمی که به عرض دهنه ۴ متر و ارتفاع نزدیک به سه متر و هشتاد سانتیمتر و در عمق ده متر کاربرد داشته که تا به امروز به یادگار مانده است. مجموعه بنای طاق کسرا تلفیقی از آجر و خشت و سنگ بوده است. این بنا به دستور یکی از خلفای عباسی جهت استفاده پاره ای از مصالح آن تخریب شد که فقط طاق کسرا و طاق نماسازیهای آن که از خشت و یا گل بوده باقی مانده و حتی سنگ و آجر نمای اصلی این بنا را از آن برداشته اند. به طور خلاصه آجر یکی از مصالح اصلی بنای عظیم تیسفون بوده است.

در سدها و پلها که در دوران ساسانیان ساخته شده، از آجر نهایت استفاده برده شده و قوسهای مذکور باربر با آجرهای مقاوم پوشش شده است که تعدادی از آنها هنوز مورد استفاده می باشد. در بناهای دوران اسلامی مانند مسجد جامع اصفهان که گفته می شود قسمتهایی از آن متعلق به اسلام بوده در شکل طاق پوششهای مقاوم آجری همراه با اسکلت سازی بنا و ستونهای باربر و پی سازی آجری به وجود آمده است. بدیهی است در زمانهای مختلف در این مجموعه باستانی فضاهایی در اشکال زیبای معماری سنتی ساخته شده است.

در دوره سلجوقیان بناها با اسکلت سازی و پوششهای آجری و نماها با گلچینهای آجری به شکلهای مختلف پدید آمده و بالاخره در دورانهای بعد ساختمانهای آجری طاق پوشش رفیع در فرم دورهای تیز، پوشش شده تا در دوران صفویه ساختمانهای آجری با ایوان سازی و پوششهای تیز و کلیل و کلابه تحول بزرگی در بناهای آجری به وجود آورده است. وجود آن آثار در معماری دورانهای بعدی اثر عمیق داشته تا جایکه معماری سنتی دوران اخیر نیز تحت الشعاع معماری آن زمان قرار گرفته است.

به طور کلی در این بحث از ذکر پوششهای وسیع شبستان مساجد و پوششهای کاسه ای در بناهای دیگر که دارای گستردگی بسیار می باشد می گذریم و به ذکر بناهای طاقی مسکونی و نحوه ساخت آنها می پردازیم .

### پی سازی در ساختمانهای آجری

به طوری که اشاره شد ابعاد پی نسبت به محاسبات و از اثر نیروهای وارده بر آن و نوع خاک مشخص می گردد. در روزگاران قدیم ، پی سازی به طور تجربی انجام می شده و امروزه نیز معماران و سازندگان بناهای کوچک این عمل را از روی تجربه انجام میدهند . از این رو پی پهن تر از دیوارهای باربر ساخته می شود ارتفاع پی به نوع زمین و خاک آن بستگی کامل داشته و معمولا زمین تا حدی کنده می شود که اصطلاحا به خاک دج که بسیار سخت است برسد .

چنانچه زمین از نوع خاک تقریبا نرم باشد عرض بیشتر از حد لازم انتخاب می شود تا با سطح اتکا بیشتری باربر اسکلت بنا را تحمل کند .

**توجه ۱:** در مواردی که خاک نرم است برای پیشگیری از حرکت پذیری در سطح زیر پی ، میل چاه به فاصله هر سه متر و به عمق ۱ متر حفر می گردد تا دابل در پی سازی به وجود آید .

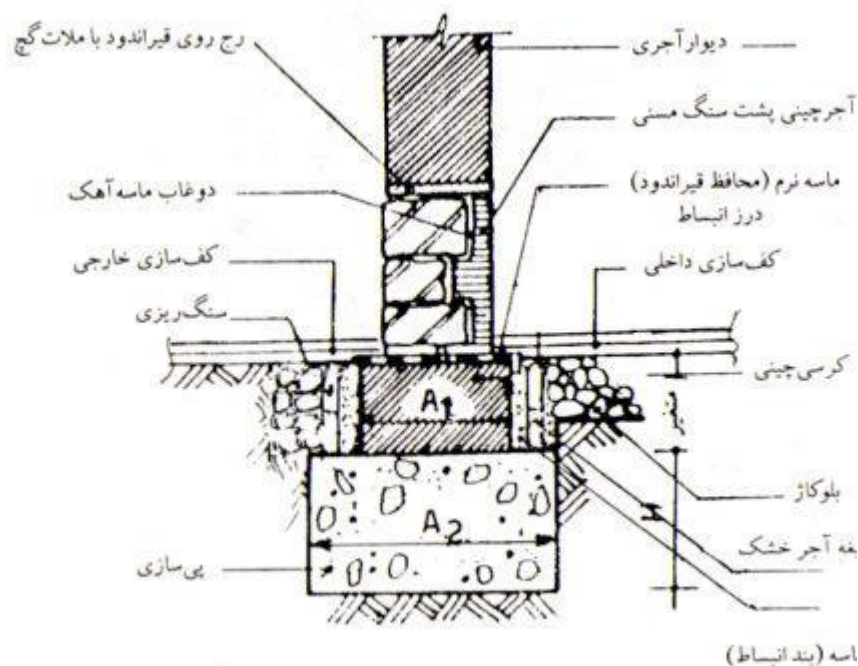
**توجه ۲:** پی کنی جهت پی سازی به شکل کلاف سرتاسری حتی در زیر دیوارهای غیر باربر و در بندها نیز انجام می شود .

**عمق شفته ریزی:** سطح پی با کمی آب مرطوب شده ، شفته عسلی که از مخلوط خاک رس چرب و شیره آهک به علاوه ۶۰ درصد شن و قلوه سنگ در سطح پی به طوری یکنواخت رها می شود . چنانچه درون شفته آهکی از سنگهای درشت و یا ریز و یا چوله ( آجرهای جوش بهم چسبیده ) استفاده گردد ( پی با مقاومتی به مراتب بیشتر از پی شفته ای به دست می آید ) بار دادن و دیوارسازی بر سطح پی پس از خشک شدن کامل پی انجام می شود . در مواردی سطح پی در اثر جمع شدن نوع ملات و تابش

نور خورشید ترک برداشته که ترک گیری وسیله ملات دوغابه آهکی و تخماق کوبی بنا به شرحی که قبلا گفته شد انجام شده و پی آماده مراحل بعدی می گردد.

کرسی چینی: به طور کلی برای پیشگیری از یخ زدگی سطح پی از زمین طبیعی پایین تر انتخاب می شود. عرض دیواره کرسی بیشتر از دیوارهای اصلی بنا بوده. زیر انتقال نیرو از دیوار به سطح پی به شکل مورت وارد می شود و معمولا این قسمت از آجر سبز وز رد و یا نوع مقاوم با ملات ماسه آهک چیده می شود.

معمولا طرفی که نما باشد از سنگ رگی به شکل یک تا سه رج نصب می شود. پشت این قسمت دیوار عریضی که می تواند همان کرسی چینی باشد با ملات مانند ماسه و آهک چیده شده، پس از ترازسازی آن سطح آماده مراحل بعدی می گردد.



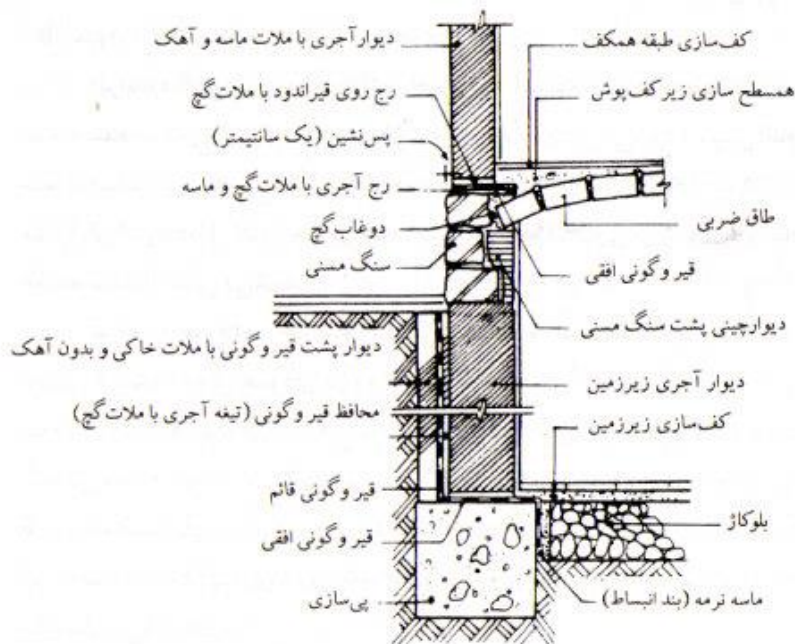
**توجه:** سنگ رگی از جنس مقاوم به شکل مسطح و یا کلنگی که از یک تا سه رج بکار می رود و باعث عدم مکش آب باران بوده ضمنا استفاده از آن در رجهای زیرین خطر یخ زدگی را در دیوار خشتی ساخته و در مجموع باعث مقاومت بیشتری در سطح فشار می گردد.

**قیراندود:** در قدیم سطح بندهای آخرین رج کرسی چینی به وسیله ملات گچ و ماسه نرم غربالی تسطیح می شده و سپس قیراندود و سیله کرباس و قیر معدنی انجام شده ، مجددا اولین رج با ملات مخلوط ماسه نرم و گچ جهت حفاظت قیراندود بنائی شده و در بناهای سنتی چنانچه ماسه نرم با گچ باشد ، اندود زیر قیر گونی و اولین رج روی آن به وسیله ماسه سیمان انجام می گردد تا خطر فاسد شدن عایق به وسیله آهک بوجود نیاید .

**یک رنگی کردن بنا:** با استفاده از بر خیابان ، کوچه ، ساختمان و با توجه به گونیا و سطح تراز اولین رج روی قیر اندود در تمامی سطوح بنائی می گردد . در رج دوم ، محل درواشوها ، در بندها و غیره بازگزارده می شود .

#### اجرای قیر اندود افقی و عمودی در زیر زمین

اکثر بناهای سنتی مخصوص در اقلیمهای گرم امروزه نیز دارای زیر زمین می باشد که باید در این حالت هم دیوار زیرزمین بر روی پی و فنداسیون گذارده شود و پی سازی آن در سطح پایین تر از دیوار زیر زمین و برا بر اصول ذکر شده انجام گردد . ضمنا اجرای قیراندود عمودی در پشت دیوار زیر زمین و همچنین در سطح روی پی به شکل افقی الزامی می باشد .



اجرای عایق رطوبتی بناهایی که در زمینهای مرطوب ساخته می شود

**دیوار پشتواره قیر اندود عمودی :** پس از گود برداری زیر زمین و پی سازی اصولی آن پشتواره قیر اندود عمودی در یک نیمه امادر فاصله هر ۲ متر تا ۲/۵ متر لغاز و سرپایه تعبیه می شود. این سرپایه ها از کمانش جانبی دیوار مذکور پیشگیری میکند.

**توجه :** در طول اجرای دیوار پشتواره بعد از هر پنج رج پشت دیوار چیده شده شفته ریزی می گردد و یا خاک دو نم به طور فشرده و در مواردی با لگد کردن به طوری که رانش در رجها بوجود نیاید پر می شود.

**قیر اندود افقی :** بر سطح پی سازی اصولی که جهت دیوار بار طبقات وزیر زمین ساخته شده است رج زیر قیر اندود باملات ماسه آهکی بنایی می شود و سپس اندود ماسه سیمان صیقلی بر روی رج مذکور به وجود می آید. پس از مقاوم و خشک شدن اندود مذکور قیر اندود دوبل افقی اجرا می شود. سپس رج محافظ روی قیر اندود به وسیله ملات ماسه سیمان بنایی می شود.

**قیر اندود عمودی و حفاظت آن :**

پس از مقاوم و خشک شدن اندود ماسه و سیمان صیقلی قیر اندود دوبل عمودی در دولایه به طور اصولی انجام می گردد . در اجرای لایه سوم قیر زدن و مالیدن قیر بر سطح گونی در شرایطی که قیر نرم و گرم باشد نصب توری گالوانیزه با اتصال حدود ۳۰ سانتیمتر بر سطح قیر اندود انجام می شود. به طوری که قسمتهای دیگر توری با قیر اندود فاصله ای بین ۱ تا ۱/۵ سانتیمتر داشته باشد . این فاصله سبب نگهداری اندود ماسه سیمان محافظ قیر اندود که به ضخامت ۲/۵ تا ۳ سانتیمتر می باشد می شود .

**توجه :** اندود ماسه سیمان و یا رج چینی روی قیر اندود بایستی بدون خلل و فرج انجام شود. زیرا بوی آهک در مرور زمان باعث فاسد شدن قیر اندود می گردد .

دیوارسازی زیر زمین : بعد از اجرای اندود ماسه سیمان جهت محافظت قیر گونی عمودی ، دیوارسازی باملات ماسه و دوغابه آهک و آجر آبخور با رعایت پیوند و اجرای دوغاب ریزی رج به رج انجام می شود .

**توجه :** دیوار سازی در سطح زمین طبیعی تا ارتفاع ترشح آب با رعایت پس نشین جهت نصب سنگ مسنی - قیر اندود و مراحل آن بنایی می شود .

**قیر اندود افقی فوقانی :**

در ناحیه سطح ارتفاع ترشح آب جهت اجرای قیر اندود ، اندود ماسه سیمان صیقلی بر سطح رج انجام می شود پس از مقاوم و خشک شدن این اندود اجرای قیر اندود اصولی افقی در دو لایه انجام می گردد

**قیر اندود عمودی ازاره :**

تا ارتفاع سطح ترشح آب از محوطه اجرای قیر اندود از زمینهای مرطوب الزامی می باشد . از این جهت سطح دیوارسازی که در این محل با رعایت پس نشین بنایی می شود اندود ماسه سیمان شده ، قیر اندود دوبل از ناحیه قیر اندود عمودی پشت دیوار زیر زمین شروع شده با رعایت پخ سازی زیر قیر اندود در

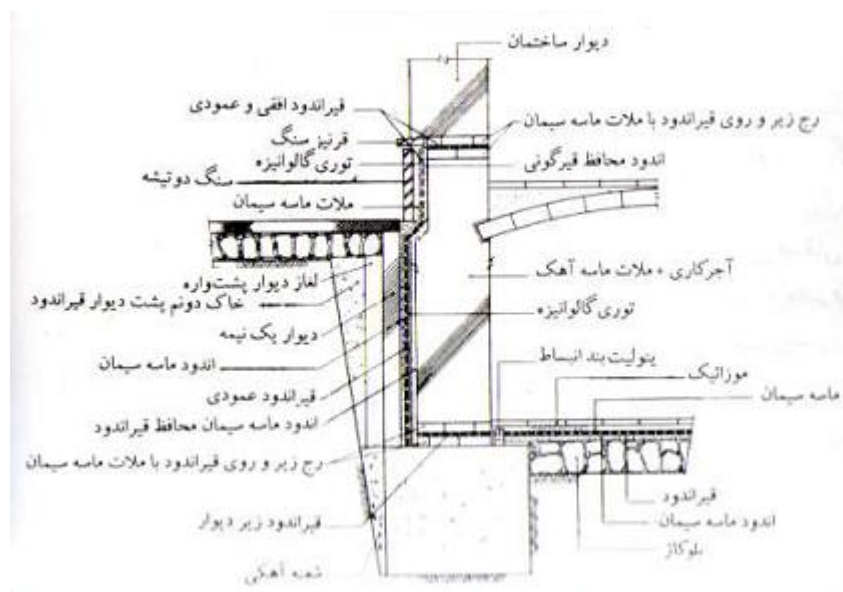
ناحیه برگشت به طرف ازاره، اجرای قیراندود عمودی تا سطح قیراندود افقی فوقانی انجام می گردد.

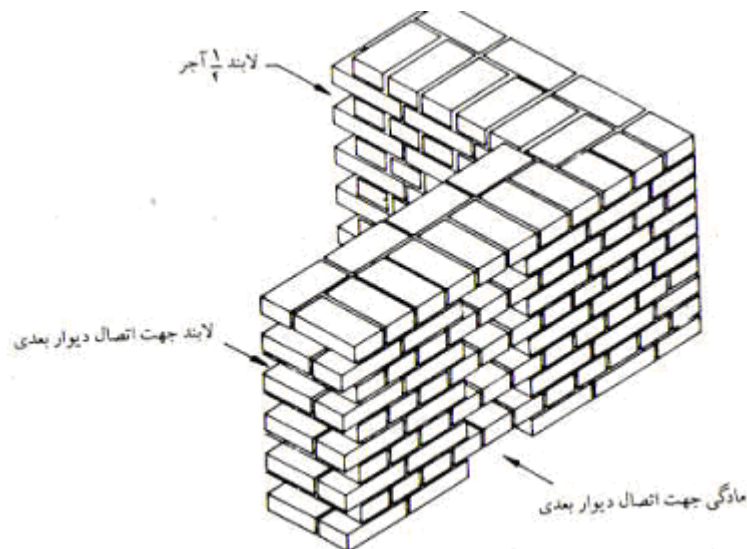
توجه ۱: اجرای ماهیچه جهت برگشت قیر اندود، خطر بریدن و شکست قیر اندود در محل تقاطع با زاویه ۹۰ درجه در اثر نشست ساختمان و عوامل دیگر قابل پیش بینی می باشد.

توجه ۲: جهت اتصال ملات پشت سنگ دو تیشه مقاوم، لقمه سنگ به شکل ذوزنقه با چسب سنگ چسبانده می شود. این اجرا سبب اثر دوغابه ماسه و سیمان بر لابلای لقمه سنگ و توری می شود.

( مسلما این اجرا خود نوعی اسکپ کردن سنگ است . )

پس از اجرای مرحله مذکور بارتفاع یک و یا دو رج نصب سنگ و دوغاب ریزی پشت آن انجام می شود. در اکثر اجراهای سنتی نصب قرنیز سنگ بر روی سنگ ازاره مسنی شکل جالبی به نمای بنا می دهد.





**دیوار سازی:** پشت قرنیز به وسیله ملات ماسه سیمان و آجر آبخور مسطح بنایی می شود. این رج چینی رج محافظ قیراندود افقی خواهد بود، سپس ادامه دیوار با ملات ماسه آهک و آجر آبخور زرد با رعایت پیوند نماسازی و سفتکاری میگردد.

**اجرای عایق سازی کف:** در اراضی مرطوب جهت پیشگیری از رطوبت بالا رونده بکف فضا بخصوص زیر زمین چنین عمل می شود.

۱- بعد از اجرای بلوکاژ به وسیله سنگهای رودخانه ای که فضای خالی بین سنگها خود میتواند در

کاهش رطوبت بالا رونده موثر باشد، سطح ماکادام به وسیله لاشه سنگ تسطیح می گردد.

**توجه ۱:** جهت اجرای قیر اندود با ماله زدن بر سطح بتون مذکور سطحی صیقلی و اصطلاحا لیسه ای و بدون خلل و فرج به وجود می آید. این عمل سبب کاهش و مصرف قیر باندازه استاندارد میگردد. پس

ازمقاوم و خشک شدن سطح بتون مذکور اجرای قیر اندود دوبل تانزدیکی دیوار زیر زمین انجام می شود

**توجه ۲:** اجرای قیر اندود کف در راستا و تراز قیراندود افقی زیردیوار انجام می گردد زیرا اگر قیراندود

کف از قیراندود زیردیوار پایین تر باشد وجود رطوبت در همین ارتفاع به شکل یک نوار در سطح زیر

قیراندود و تا کف پوش به وجود می آید. چنانچه قیراندود کف بالاتر از قیراندود زیر دیوار باشد خطر

سرایت رطوبت از ناحیه زیر قیراندود کف به دیوار خواهد بود که در نتیجه اولاً اجرای قیراندود زیر



دیوار خنثی شده و در ثانی رطوبت بالا رونده در دیوار زیر زمین به وجود خواهد آمد .

### دیوار سازی :

پس از یک رگی کردن بنا دیوارهای اصلی به ضخامت معلوم و مشخص بنایی می شود . مسلما اگر دیوارهای اصلی رج به رج و کلاف در یکدیگر چیده شود دارای اتصالات کامل می شود و اصطلاحا دیوارسازی دارای دوخت و دوز می باشد. اما در پاره ای موارد دیوارهای باربر و غیر باربر جدا از یکدیگر ساخته می شود . اتصالات در این دیوارها جهت ساختن قسمتهای بعدی به یکدیگر وسیله هشت گیرهای طویل نرمی و مادگی به وجود می آید . مسلما هر چه طول هشت گیر بلند تر و یا عمیق تر باشد اتصال دو دیوار در یکدیگر بهتر انجام می شود . پس از ساختن دیوار و ستون و پایه ها در محل دربندها به مرحله اجرای قوسهای نعل درگاه می رسیم .

### ترسیم قوسها :

رسم قوسها در روش مختلف و طبق ضوابط خاص خود به وجود آمده که از آنها به شکلهای مختلف و برای کارهای گوناگون تزئینی و باربر به عنوان پوشش در نعل درگاه استفاده می شود . رسم قوسها در اشکال مختلف ممکن بوده که اگر ضوابط و مراکز ترسیم در چهار چوب طول دهنه ( L ) باشد شکل کار اصولی خواهد بود .

اشکال بعدی تعدادی از قوسها چه به صورت تزئینی و چه به صورت باربر مورد بحث و بررسی و ترسیم خواهد بود . این قوسها نموداری از قوسهای اصلی و مادر می باشد که نحوه ترسیم آنها رادر ضوابط دهنه بررسی می کنیم . بدیهی است که در چهار چوب همین ترسیمها می توان خود قوسهایی نیز رسم کرده و مورد استفاده قرارداد.

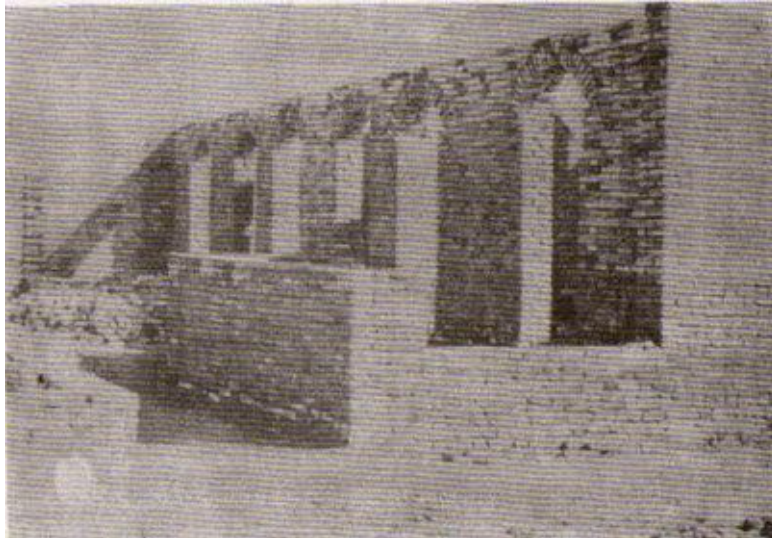
**پوشش قوس نعل درگاه:** پس از ساختن دیوار و ستون تا ارتفاع لازم و یاجرزهای باربر در بین درها و پنجره ها از وجود قوسهای کمانی ، دایره و یاتیز آنها نسبت به نیروهای وارد بر قوس ،زمینه بنایی آن

فراهم می شود. پس از انتخاب نوع قوس و ساخت قالب قوس و استقرار آن در تکیه گاهها به طوری که در بناهای خشتی از آن بحث گردید. بنایی قوس بارعایت پیوند - شاقول و شمشه کردن جوانب قوس برابر با اصول پوشش قوس اجرا شده و آماده بهره برداری مراحل بعدی از جمله کونال سازی و دست انداز چینی و در نهایت آماده شدن کلاف بندی چهار دیواری جهت پوشش سقف و طاق میگردد.

### پوشش قوسهای تزئینی

در مواردی که پوشش نعل در گاه وسیله قوسهای تزئینی انجام میگردد. معمولا از این قوسها باربری کم داشته مسلما برای باربر شدن این دسته از قوسها در قسمت میانی و بر روی این قوس قوس مخفی و باربر ساخته می شود که نیروهای مراحل بعدی را قوس باربر تحمل میکند.

**ضوابط ساخت قوس:** برای دهنه هایی تا ۱/۲۰ متر از قالب گچی استفاده می شود. چنانچه عرض دیوار یک آجره باشد از وجود یک قالب و اگر عرض دیوار بیشتر باشد از وجود دو قالب یکی در سمت جلو و دیگری در سمت عقب استفاده می شود که از اجرای جز به جز بنایی آن میگذریم و فقط بدان اشاره کوتاه میکنیم. چنانچه فاصله و دهنه قوس طویل باشد وزن قوس نیز بیشتر بوده که در این حالت از قالببندی چوبی و قالبهای دوبله به همراه کلاف بندی و پایه های باربر استفاده می شود.



### طریقه ساخت قالب چوبی

در قوسهای نعل اسبی و نیم دایره بیشتر و در قالبهای قوس تیز در ناحیه کونال دارای دور و در ناحیه شانه و تیزه به دور کم می رسد و در تیزه به یک نقطه ختم می گردد.

مسلمانان در چنین شکلی قطعات تخته در قسمت زیرین طویل و در قسمتهای بعدی از تخته های کوتاهتری که دور قوس را جوابگو باشد استفاده می شود، تا دور ریز تخته و ریزش آن به حداقل برسد. پس از ردیف کردن تخته های مذکور و پشت بند کوبی به فاصله های لازم به طوری که تمامی قطعات کاملاً درگیر و مهار شوند بدنه قالب ساخته می شود.

**ترسیم قوس بر صفحه قالب :** قوس مورد نظر برابر ضوابط ترسیم بر روی بدنه قالب اصطلاحاً خط می شود. سپس به وسیله اره بار یک بر خط قالب بریده شده والگوی قوس به وجود می آید مسلمانان قالب چوبی مذکور در دو عدد یکی برای سمت جلو و دیگری سمت عقب در یک خط ساخته شده و آماده استقرار میگردد.

**شمع بندی زیر قالب :** برابر با ارتفاع ستون آجری و گوه گذاری زیر ستونها و ضخامت کش اندازه شمع مشخص شده و تهیه می گردد. سپس به وسیله دستک و با رعایت گونیا شمع ها به کش متصل می شود. بدیهی است در دهانه بین ۱۲۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر از سه شمع در زیر قالب بندی استفاده میگردد که

در این حالت به وسیله چپ و راست ستونها با یکدیگر مهار می گردد.

### استقرار قالب در بین ستونها آجری ( در دهنه )

ستونهای چوبی به یکدیگر کلاف شده و بر روی گوه مستقر می شود و تراز می گردد و ستونهای جلو با ستون های عقب نیز وسیله دستک به یکدیگر مهار شده سپس قالبهای تهیه شده بر روی کتلهها در حالت تراز یکدیگر واقع می شود. قالبهای چوبی وسیله دو یا سه دستک نیز از ناحیه سر مهار می گردد .

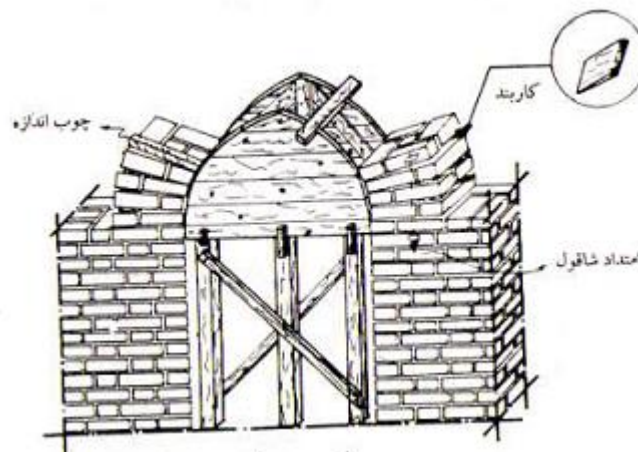
**پوشش قوس:** ضخامت رجها و ملات خور آنها بر روی قالب چوبی محاسبه می گردد تا در سر تیزه نیم لایی و یا جفت پیوند به وجود نیاید. در مواردی که چنین پیش آید با کم و زیاد کردن ملاتخور رجها نقیصه نیم لایی را برطرف میکند. پس از خیس شدن کردن پا کار، ملات خمیری ملایم را به تکیه گاهها کف کش کرده، آجر آبخور را نیز با ملات ملایم اصطلاحا کف سوز می کنیم اولین رج نصب میگردد.

**توجه:** ملات خور آجرهای قوس در محل نشست بر روی قالب هشت میلیمتر و عمود بر قالب خواهد بود. مسلما پشت آجر را باید اصطلاحا بالا آورده تا زاویه ۹۰ درجه از آجر با قالب به وجود آید. در این حالت است که بند بالا از کمان دایره ای بزرگتر به دست می آید که تقریبا سه برابر ملاتخور ناحیه پایین می باشد.

ملات خور قطور وسیله لاشه آجر و کاربند یا اصطلاحا گاز پر می شود و این کاربند سبب انتقال نیرو به رجهای زیرین و عضوهای آجری میگردد.

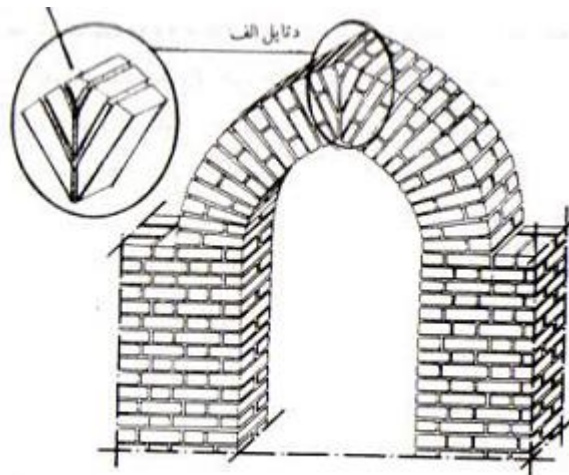
چنانچه از وجود کاربند و لاشه آجر استفاده نشود مسلما نیرو به ملات وارد شده و امکان خرد شدن ملات پیش می آید. رجها در دو طرف با اصول ریسمانکشی و شاقول کردن و شمشه کردن آنها با استفاده از چوب اندازه گیری رج به رج دنبال میگردد.

**بستن تیزه قوس:** به طوری که گفته شد نصب رجها از دو طرف همگن با رعایت شمشه کردن و کنترل شاقول و رعایت بندها رج به رج ازدو سو دنبال شده تا به رجهای پاتوپا برسیم. وسیله رجهای یخ و کاردی تارک با ملات عسلی دستی و رعایت پیوند بنایی قوس به پایان آمده که پس از تمیز کردن ناخنکهای گچ و باز کردن قالبها قوس بند کشی می گردد.



**توجه:** به طوری که معلوم است نگهداری دو شانه قوس وسیله آجرهای نصب شده در تیزه می باشد که اگر این عمل انجام نگردد و قالب برداشته شود شانه های قوس فرو می ریزد.

**دست انداز چینی:** پس از پایان بنایی قوس، ستونها و طرفین آن که کونال گفته می شود رج به رج و با رعایت پیوند از دو سو چیده می شود. مسلما این رج چینی به طور هم سطح در چهار دیوار فضا با رعایت پیوند وهشت گیر بنایی شده تا به طاق ضربی برسیم. چنانچه پوشش از نوع طاق ضربی باشد یا طاق آن با رعایت پخ سازی می شود.



اگر پوشش طاق ضربه دارای دور کم باشد. برای پیش گیری از رانش ادامه دیوار سازی طبقه بالایی بر روی دیوار طبقه زیرین ساخته می شود تا اصطلاحاً پا کار سنگین گردد. در ضمن دود دیوار متکی به دور قوس تا ارتفاع تیزه ساخته می شود.

در مواردی این دیوار به صورت لاریز تا سطح بالایی دور طاق بنایی می گردد.

### طاق ضربی

ارتفاع طاق ضربی نسبت به دهنه طاق بستگی داشته یعنی هر چه عرض فضا زیاد باشد ارتفاع آن بلند تر خواهد بود. معمولاً خیز طاق در طبقه زیرین کمتر و در طبقه فوقانی بیشتر می باشد تا خطر رانش قوس و دیوار بوجود نیاید. ارتفاع خیز برای طبقه اول در هر متر ۱۰ و برای طبقه بالایی ۱۵ سانتیمتر انتخاب می شود. یعنی برای دو متر ۲۰ و سه متر ۳۰ و چهار متر ۴۰ سانتیمتر در نظر بوده در صورتی که جهت طبقه بالا برای دو متر ۳۰ و سه متر ۴۵ و بالاخره با دهنه ۴ متر حدود ۶۰ سانتیمتر خیز قوس انتخاب می شود.

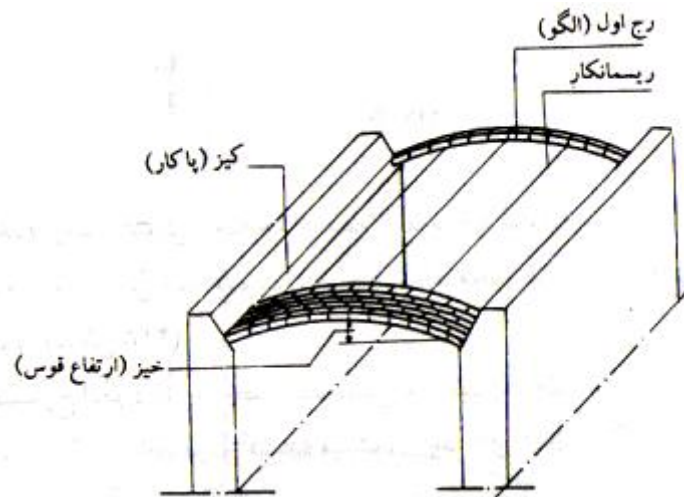
**ضخامت طاق:** دیوار عرضی محل اتکا طاق ضربی می باشد. فرم کمان آن وسیله گچ به دیوار کف کش می شود. کف کش کردن گچ سبب می گردد که اولاً ملات در بند رجهای دیوار اثر کرده و باعث پیوند اولین رج از طاق گردد. در ثانی سطح هموار این گچ کشی زمینه ای برای نگهداری اولین

رج طاق ضربی می باشد .

**ترسیم قوس طاق ضربی :** وسط دهنه تعیین می گردد ، ارتفاع آن نسبت به دهنه بر روی خط عمودی مشخص می شود ریسمانکاربر روی خط عمود حرکت داده شده تاخط کمان از دو تکیه گاه به نقطه کمان از دو تکیه گاه به نقطه ارتفاع رسیده وقوس رسم شود . بدیهی است عمل پایین و بالا کردن ریسمانکار تا پیدا شدن پای شعاع ، کاریست مشکل همراه با اتلاف وقت .

**قاعده ترسیم اصولی :** چنانچه از نقطه ارتفاع H به نقطه A و یا B در دو پا کار خطی رسم شود واز وسط این خط عمودی اخراج گردد تا محور قائم را قطع کند مرکز خط دور پیدا می شود.

**نصب رج الگو:** پس از خط کردن قوس به ترتیبی که گفته شد ملات ملایم به فاصله یک سانتیمتر بالاتر از خط قوس کشیده می شود . آجرهای آبخوار با کف کش کردن گچ بر سطح آجدار آجر، آجر برمات گچ چسبانیده شده به طوری که در راستای خط قوس واقع شده و سبب نصب قطعات آجر می گردد . باتکرار آن دو شان به تیزه رسیده ، وسیله کاربرد کردن رج اصطلاحا آخرین رج سر تو هم می گذارد. بدیهی است محاسبه رج طوری انجام می شود که در وسط دهنه سه قدمی ، نیمه ، کلوک ، شستی به کارنرود و فقط از آجر تمامی استفاده شود . مشابه رج الگو در ضلع مقابل همتراز و در راستای رج مقابل چسبانیده می شود. سپس به فاصله های هر نیم متر بین دو رج الگو ریسمانکشی می شود و زمینه پوشش طاق فراهم میگردد .



**پوشش متن:** وسیله ملات ملایم سطح رج اول کف کش شده سپس گچ مجدد کشیده می شود و با رعایت پیوند عمل پوشش از دو شانه تکرار شده تا وسط دهنه رسیده وسیله کاربند کردن ختم کار به وجود آمده و بدین شکل رجهای بعدی نیز نصب می گردد.

**توجه:** قابل ذکر می باشد که عمل پوشش در محل بسته شدن رجهای انتهایی به وسیله محاسبه دنبال شده تا از رج نیم لایی و یا پر ملات شدن بیش از حد پیشگیری شود.

پس از پایان کار سطح پشت طاق دوغاب ریزی شده تا یکپارچگی در طاق به وجود آید. پس از دست انداز چینی تا همترازی تیزه اصطلاحا کردهای طاق با خرده آجر پر می شود و سطح آماده فرش و یا اندود می گردد.

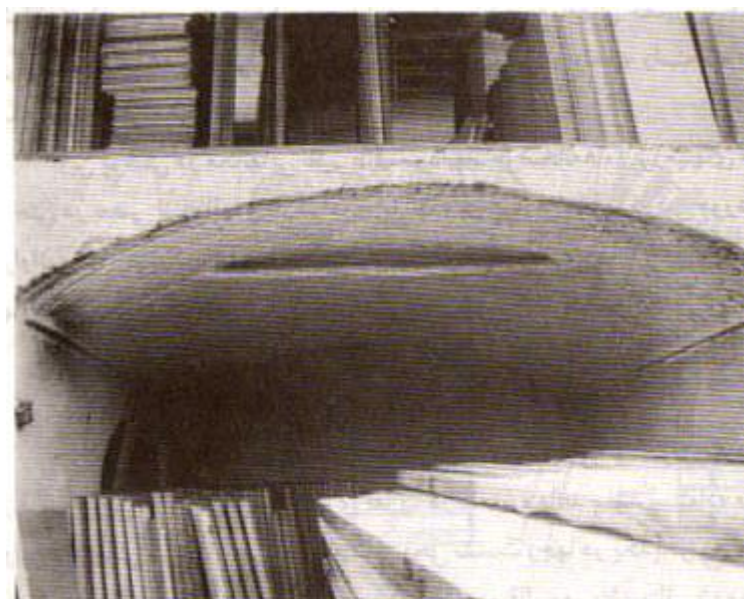
**توجه:** جهت عایق رطوبتی می توان از پوکه معدنی و قیراندود استفاده کرد سپس کف خواب ناودانی نصب شده و بعدا فرش پشت بام و یا اندود کاهگل با شیب لازم انجام می گردد.

**توجه:** جهت عایق رطوبتی می توان از پوکه معدنی و قیر اندود استفاده کرده سپس کف خواب ناودانی نصب شده و بعدا فرش پشت بام و یا اندود کاهگل با شیب لازم انجام می گردد.

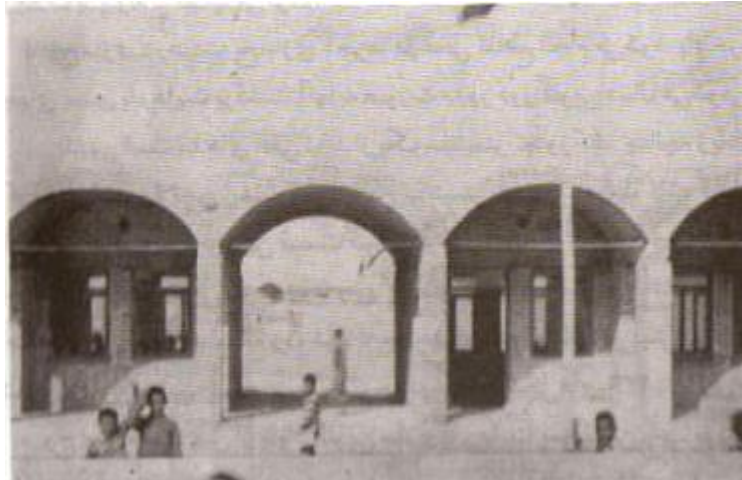




اجرای پوشش طاق نیم‌گرده پوش



بهارسازی در پوشش طاق ضریبی



کلاف‌بندی جهت بیهنگامی از رانش طاق هریز: مدرسه روستائی: اسنان سيسان و بلوچستان

**طاق خفته راسته :** در پوششهای آجری از وجود شکل دادن در نحوه پوشش اطاق، اشکال زیبایی به وجود می آید. وجود این نوع پوششها به نامهای حصیری، جناقی، گل برگردان، کلوک بندان و انواع گلچینهای آجری بخصوص نوع خفته راسته که بیشتر از همه مورد استفاده می شود. این پوشش در مکانهایی نظیر طاق سردابها، حوضخانه ها، زیرزمینهای مسکونی و حتی در بعضی از اطاقها و سرسراها و ایوانها و در پوشش طاق دکاکین مورد استفاده فراوان بوده و می باشد. امروزه از این نوع اشکال در آجرکاری نماها و پوششهای تزئینی نهایت استفاده می گردد.

### پوشش طاق خفته راسته

برای شکل دادن به این پوشش معمولا گلویی سازی می شود. برای گلویی سازی از قالب چوبی که دارای قوس مدوری تقریبا در  $\frac{1}{4}$  دایره مانند باشد استفاده می گردد. اولین رج چینی در چهار طرف انجام شده. محل نشست رجاها در یکدیگر پخ می شود. با کمک قالب مدور ابتدا وانتهای رج دوم که برابر دور قالب می باشد بنایی شده بر دو رج نصب شده ریسمانکشی می گردد و آجرها با رعایت بالا

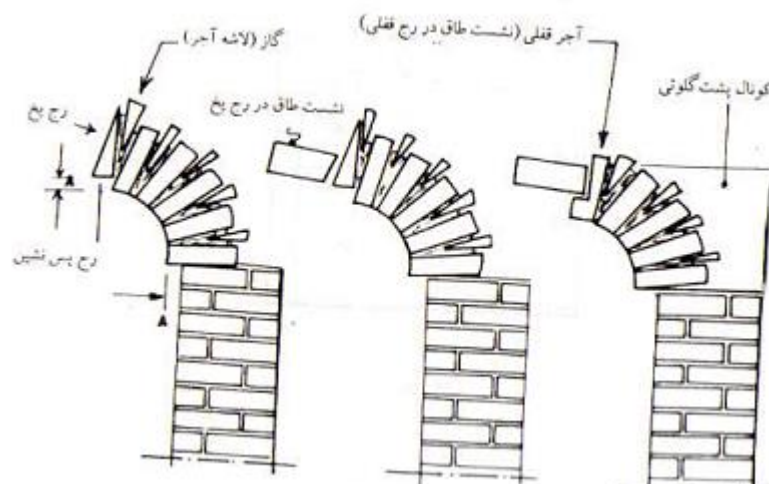
آوردن پشت آنها و لاشه گذاری در ملات با پیوند  $\frac{1}{4}$  نصب می گردد.

**پخ سازی :** رعایت پخ سازی آجرها در محل تقاطع انجام می شود . بالاخره نصب رجهای بعدی با رعایت برگشت آنها به صورت مدور دور گلویی دنبال می شود .

بدیهی است بندهای افقی نباید از یک سانتیمتر تجاوز کند . چنانچه زیادتر از حد ذکر شده باشد ملاتخور پشت رجهها تا پنج سانتیمتر رسیده که وسیله لاشه گذاری و یا آجرهای کاردی ملاتخور این قسمت کم می شود .

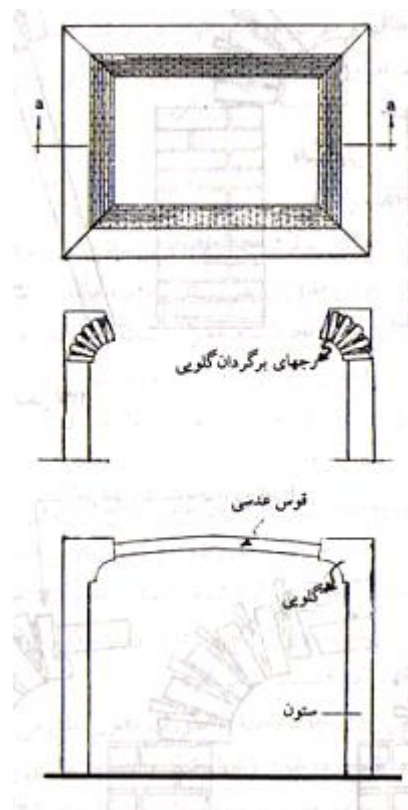
**توجه :** در گلویی سازی چون رجهها به صورت مدور معلق می باشد ، باید حتما در فاصله های لازم زیر آنها شمع زده شود تا خطر شکست و جداسازی پیش نیاید . پر کردن پشت گلویی با رعایت پیوند نیز مورد توجه می باشد .

**رج پس نشین :** پس از پایان گلویی سازی با رعایت پس نشین رچی به نام لانسب می گردد و آجرهای این رج از یک طرف به صورت پخ کامل تراشیده و نصب می شود . پخ کردن آجر جهت نشست و درگیری طاق می باشد چنانچه به جای آجر پخ از آجر قفلیاستفاده شود نشست و درگیری طاق با اطمینان در گلویی نگهداری می شود .



دو طاق این پوششها با دورهای مختلف انجام می شود مسلما هر چه دور اطاق زیادتر باشد عمل پله شدن در رجها بیشتر می شود. این نوع پوششها جهت زیبایی کار با دور عدسی بنایی می شود. مسلما دور قوس کم بوده و در اثر وارد شدن ضربه بر آن احتمال شکست را به وجود می آورد.

**توجه:** قبل از پوشش طاق، کونال سازی و پر کردن پشت گلوبی به طرز مطمئن انجام می شود.



**محاسبه پوشش طاق خفته راسته:** معمولا فضای پوشش مربع مستطیل می باشد که از محاسبه  $\frac{1}{4}$  از این

فضا و تکرار آن در  $\frac{3}{4}$  دیگر این پوشش با رعایت کلی در وسط به پایان می رسد. برای محاسبه نصف

طول و نصف عرض مشخص میگردد و با مداد بر روی رج پس نشین معلوم می شود. از یک گوشه

ضخامت آجر و ملات خور آن به شکل کلوک و سپس راسته « خوابیده » و بعد از آن آجر تمامی - سه

قدی - دو قدی - کلوک و مجددا راسته و بالاخره ضخامت آجرهای بعدی در خط وسط واقع می شود.

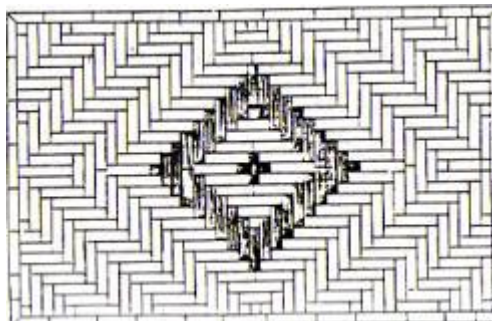
یعنی محور در وسط ضخامت آجر قرار می گیرد. بدین شکل در بعد دوم محاسبه تا ضخامت آجر در

محور بعدی تکرار می شود.

### بنایی طاق خفته راسته :

پوشش این طاق به استادی و مهارت سازنده بستگی کامل داشته معمولاً در وسط دهانه یک ریسمانکار کشیده می شود. در مواردی ریسمانکشی در تعداد بیشتر جهت رعایت غلت طاق انجام میگردد شروع کار از چهار گوشه با رعایت محاسبه به صورت آجرهای خفته و یا آجرهای راسته با رعایت دور طاق عمود بودن آجرها با یکدیگر به شکل مثلثی پوشش می گردد.

ادامه کار با پر کردن راس مثلث و حرکت پاتوپا آجرهای خفته و راست تا وسط دهانه خواهد بود. به ترتیبی که گفته شد عمل پوشش از ضلع مقابل نیز تکرار می گردد تا به وسط دهانه رسیده و بالاخره با رعایت رجهای پاتوپا به تیزه خواهیم رسید. تیزه بندی با رعایت به وجود آمدن گل سه و یا پنج رچی به پایان می رسد. قابل ذکر می باشد که عمل کف کش کردن سینه کار و آجر و کف سوز کردن ملات سبب نگهداری رجها می شود. ضمناً از وجود شمشه کردن آجرها در محورث که فاقد دور می باشد استفاده می گردد. بند آجرها با ملات ملایم نیز موقتا بندکشی شده تا در عمل دوغاب ریزی، دوغاب به زیر طاق اصطلاحاً شره نکند. پس از پایان پوشش دوغاب عسلی بر پشت طاق ریخته می شود تا یکپارچگی در کار پوشش بوجود آید.



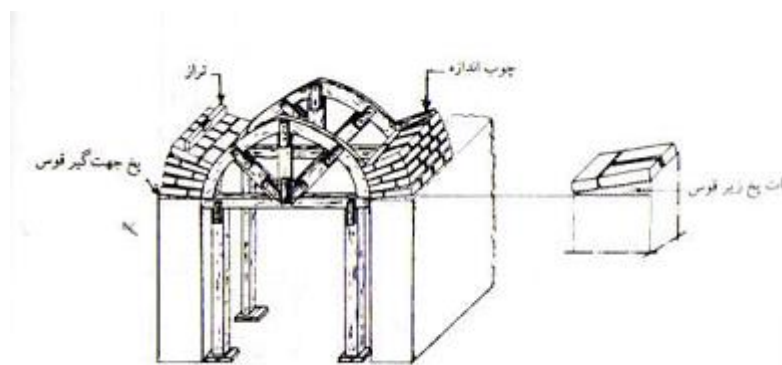
### پوشش های تزئینی :

به طوری که قبلاً اشاره شد از وجود انواع حصیری و جنافی و جهت پوشش طاقها استفاده می گردد. در این نوع طاقها محاسبه نیز وجود داشته و بنایی از یک طرف و یک گوشه شروع می شود و با رعایت

ریسمانکشی در طاق و نحوه عمود بودن قطعات آجر با یکدیگر نصب آجرها دنبال می شود .

### طاق رومی :

این طاق کمتر در منازل مسکونی مورد استفاده بوده و بیشتر در اماکن عمومی نظیر مدارس و مساجد و غیره مورد استفاده می باشد . پوشش این طاق به صورت ادامه رج چینی دیوارها تا تیزه می باشد . در این پوشش دور طاق در مایه قوسهای تیز بوده که دو قالب چوبی مقاوم و با اتصالات کافی به طوری که قبلا گفته شد ، ساخته شده و قالب مذکور بر روی کلاف بندی شمعها یکی در سمت جلو و دیگری در سمت عقب و همتراز یکدیگر نصب می شود و قالبها وسیله وادار نگهداری می گردد. ضمنا ستونهای زیر قالب وسیله وایند و چپ و راست با یکدیگر کلاف شده و طاق آماده پوشش می شود .



**بنایی طاق :** ضخامت رجها همراه با ملاتخور بر روی قالب خط شده. ضخامت ملات در ناحیه غلت دور کمتر از قسمت شانه محاسبه می شود که ملاتخور پشت طاق زیادنگردد . محاسبه رجها نیز تا تیزه طوری انجام می شود که در ناحیه تقاطع دو شانه نیم لانی به کار نرود . پس از خط کردن رجها بر روی قالب کار پوشش بدین شکل شروع می شود . کلوک آجری را به ریسمانکار حلقه زده به طوری که وزن کلوک باعث کش آوردن ریسمانکار شده و یا به وسیله میخ بر محل محاسبه رجها کوبیده شده بر میخ ریسمانکشی میگردد . ملات گچ بر روی رج زیرین کف کش شده و آجر با رعایت پیوند زیر به طوری که دقیقا در حرکت قوس و در راستای ریسمانکار واقع شود . یک رج از یک جهت و یک رج از جهت دیگر پوشش می شود تا فشار طاق از دو طرف بطور رجها بوجود می آید ملاتخور زیاد بوده که به

وسیله لاشه گذاری و کاربند کردن ضخامت ملات بین دو رج کم می گردد .

در این پوشش ملات طوری کشیده می شود که پس از فشار آوردن به آجر تا راستای ریسمانکار ملات به خارج از بندها اصطاحا شره نکند .

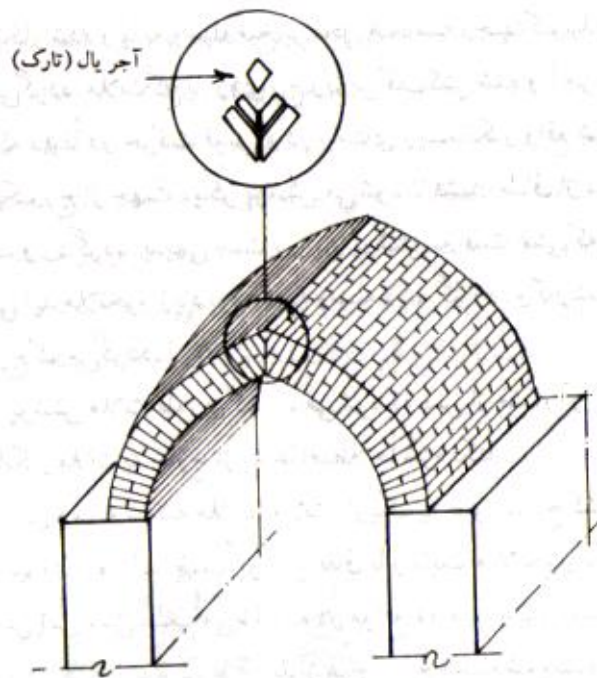
در مواردی وسیله شمشه ملات ، ملات باریک به صورت پخ کشیده می شود تا ملات رجها به بیرو راه نیابد . ضمنا پوشش طاق با رعایت ملاتخور یکنواخت انجام می گردد . محاسن این عمل سبب می شود که در مواقع دوغاب ریزی پشت طاق ، دوغابه به سطح طاق روان نگردد . پوشش طاق بعد از هر چند رج وسیله شمع بندی مهار می شود تا خطر جدا شدن طاق پیش نیاید . مسلما شمع زنی در فاصله های لازم تکرار میگردد . پوشش طاق رج به رج و به طور همگن تاتیزه دنبال شده و با رعایت رجهای پخ و سپس کاردی تیزه وسیله گچ مقاوم و عسلی و کاربند کردن به آخر می رسد .

**توجه ۱:** کاربند کردن پشت تمامی رجها از شروع تا پایان غلت دور به علت ملاتخور زیاد پشت رجها از مسائل مهم این پوشش می باشد .

**توجه ۲:** در موقع پوشش کف کش کردن گچ های اضافی به پشت طاق الزامی می باشد .

**توجه ۳:** پس از پایان کار دوغاب ریزی عسلی بر پشت طاق باعث یکپارچه شدن طاق می گردد .

**کونال سازی:** اطراف طاق به صورت رج چینی همتراز در دوشانه با پیوند چیده می شود و متن به دست آمده با مصالح سبک مانند کف جوشهای کوره ای آجر پزی و یا کف بادهای ممزوج زغال سنگ و یا خرده آجرها همراه با نخاله گچ و یا مصالح دیگر پر می شود . سپس فرش بالای آن بنایی شده . چنانچه سطح طاق پشت بام باشد . پس از عایق رطوبتی فرش آن انجام می گردد .



### چشمه و تویزه در بناهای آجری

در بناهای آجری و مسکونی از وجود تویزه و چشمه استفاده می شود. نحوه عمل نظیر پوششهای طاق و تویزه خشتی بوده با این تفاوت که در تویزه بندی از نوع مصالح خشتی، لنگه قالبها در داخل کار و پوشش باقی می ماند. اما در پوشش چشمه و تویزه سرپایه ها و قوس ساخته می شود و سپس چشمه طاق در آن پوشش می گردد که ذیلا به شرح آن می پردازیم:

**سرپایه سازی:** دیوار چینی به صورت اسپر همراه با کلاف سرپایه ها تا ارتفاع زیر پا کار چیده می شود.

معمولا سرپایه قطورتر از دیوار اسپر ساخته شده زیرا نیروهای فشار طاق را سرپایه ها تحمل می کنند.

**پوشش قوسهای سرپایه:** به علت دهنه زیاد قالبها این قوسها از چوب ساخته می شود تا تحمل وزن قوس

را داشته باشد. معمولا عرض سرپایه بیشتر از ۵۰ سانتیمتر می باشد و ضخامت آن به اندازه ۱/۵ تا ۲ آجر و

در مواردی بیشتر از این حد نیز می باشد. پس از محاسبه رجها بر روی قالب، پوشش ازدو شانه بدین

شکل بنایی می گردد. آجر دو نبش ستون بر روی دو بدنه قالب نصب شده و با شمشه کوچک همیاد

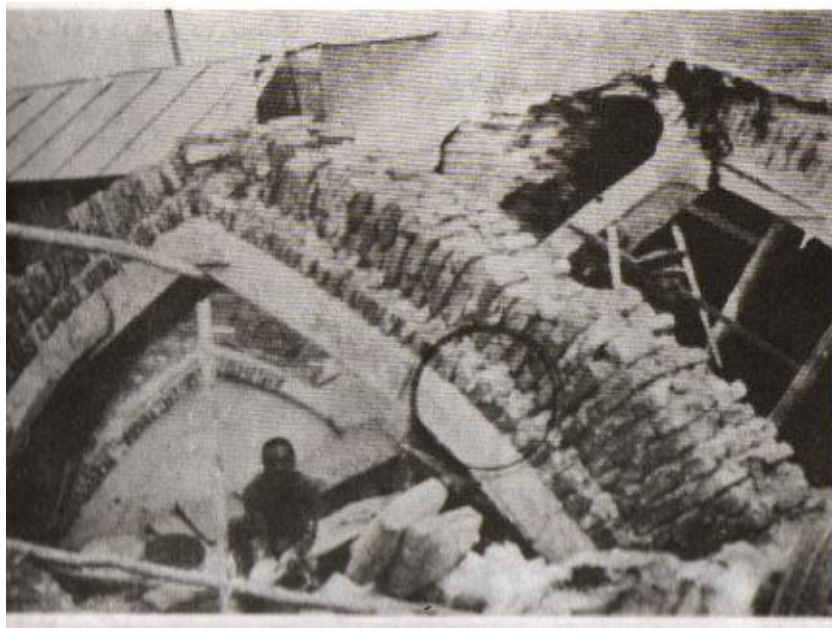
می شود. آجرهای متن در راستای آجرهای دو نبش از جهت زیر و سطح بالا همباد و تراز می شود.



به علت نشست طاق در سرپایه یک نیمه از سر پایه جهت نما باقی می ماند. یعنی بقیه قوس پخ شده و پاکار جهت پوشش چشمه در نظر گرفته می شود.

به طوری که گفته شد ، نصب رجها ازدو طرف تا تیزه بنایی شده و پوشش سرپایه به پایان می رسد . بدیهی است سرپایه مشابه به فاصله ۱/۵ تا ۴ متر در راستای سر پایه اولیه ساخته می شود . مسلما هرچه فاصله دو سر پایه از یکدیگر دور باشد پوش طاق به شکل گنبدی وپله در می آید که این حالت آنرا باربر می سازد .

**توجه :** چنانچه از پوشش چشمه باربری نیرو خواسته نشود می توان آنرا با ارتفاع کم پوشش کرد .



### پوشش چشمه

پوشش طاق به ضخامت یک آجر با رعایت غلت از وسط دهنه به طرف دوستون به شکل پخ و یا پس نشین ساخته می شود . چنانچه فاصله دهنه کم باشد پوشش با دور کم و به صورت رجهای افقی می باشد چنانچه دهنه زیادی باشد پوشش طاق به شکل پاتوپا و در فرم ساده و در مواردی به شکل حصیری ویا

خفته راسته بنایی شده که این پوشش چه در حالت معمولی و چه در حالت تزئینی بدون قالب انجام می شود و به مهارت استادکار طاق پوش بستگی دارد .

در مواردی که دهنه طاقها زیاد باشد و نتوانیم از قسمتهای میانی جهت روشنایی فضا استفاده کنیم در طاق سوراخی جهت نورگیر خالی گذارده می شود .

پس از پایان پوشش دوغاب ریزی بر سطح پشت طاق و سرپایه ها انجام شده و کوتال سازی می شود چنانچه دهنه طاق طویل باشد از « کنو » سازی و اگر کم باشد کرده های طاق وسیله مصالح سبک و پر حجم پر شده سپس مرحله عایق رطوبتی و اندود کاهگل انجام می شود . در مواردی با موزاییک و یا از آجرهای سبز و زرد فرش شده و بند آجرها وسیله ملات ماسه آهنک و یا ملات مقام دیگری بندکشی می گردد . بدیهی است قسمتهای داخلی وسیله بند کشی مسطح و یا تزئینی به شکل فتیله برجسته می شود . در مواردی نیز بر سطوح آجرکاری اندود گچ شده و مورد استفاده واقع میگردد .

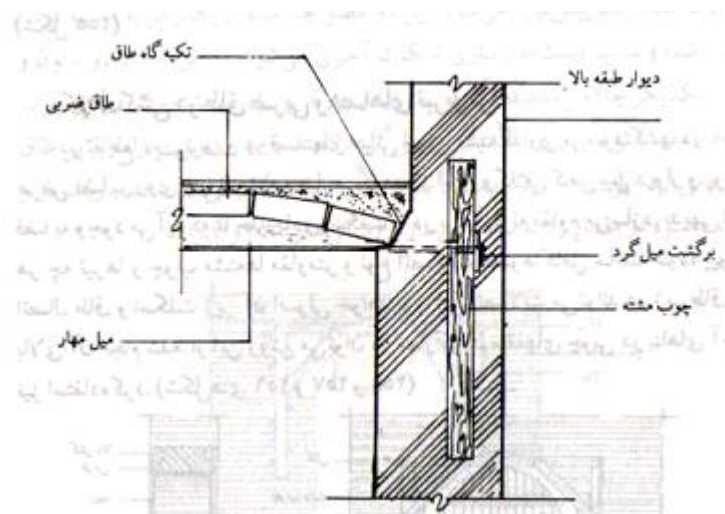


### مبانی طراحی ضد زلزله در بناهای آجری طاقی و چوب پوش

در گذشته ملات ساختمانهای آجری از گچ بوده و امروزه از ماسه آهک و یاملات با تارد و یا ملات مقاوم ماسه سیمان استفاده می شود که دارای پیوند بسیار خوبی با اجزا آجرها و رجها داشته و این دسته از ملاتها در سوراخهای ریز پشت آجر اثر می کند .

آجرهایی که از خاک خوب و ترکیب متناسب تهیه شده و در حرارت لازم پخته شده دارای مقاومت مرغوب می باشد. چنانچه این آجر در موقع کار با رعایت آبخور شدن با ملات غوطه وری ممزوج بکار رود پس از خودگیری درمواردی جداسازی این دو عضو از یکدیگر با زحمت و یا به وسیله خردشدن اسکلت پارچه ای استخوانبندی آجرکاری انجام می گیرد.

مسئله این چنین مقاومتی در آجرکاری اجزا را در مقابل حرکات زمین و زمین لرزه پایداری می کند.



**کلاف بندی در پوشش نعل درگاه :** در و پنجره فضایی می باشد که بین دو دیوار و یا دو ستون جدا از هم پیش بینی می شود. این دو عضو جدا شده از یکدیگر به وسیله قوس پوشش شده و سبب دست اندازی اسکلت آجری می شود. در این حالت دو ستون و طاق از یکدیگر جدایی باشد که اگر در ستونهای زیر قوس چوب مشته به کار رود و چوب مشته ها وسیله کش و چپی به یکدیگر متصل گردد اتصال و مهارت بین اجزاء زیرین طاق بوجود می آید. این روش دیواره های آجری را با رعایت مکانهایی باز بمانند در بند، در و پنجره و غیره در مقابل زلزله مقاوم می سازد.

**نعل درگاه سازی :** چنانچه خواسته شود قوس در محل در و پنجره و یا دربند دیده نشود و سطحی صاف بوجود آید از وجود کش گذاری مجدد در محل پا کار قوس بر روی ستونهای آجری استفاده می گردد. زیر دو کش در طرفین توفال کوبیده می شود و روی کشها تا زیر طاق تیغه شده و با اندک سطح صافی

بدست می آید .

بدیهی است اگر این چوبها به چوب رشته متصل و میخ گردد ، اتصالات کلاف بندی چوبی را دو چندان ساخته و مقاومت اجزا ستون و قوس رامقابل زلزله اضافه میکند .

### کلاف کشی در طاق ضربی و فضاهای تیرپوش

در تقاطع دیوارها و در قسمتهای میانی چوبی رشته گذاری می شود . کشها در طول و عرض فضا بر روی چوب رشته وصل میگردد. از این رو کلافی کامل بین دیوار و پوشش فضا بوجود می آید که تا حد زیادی اسکلت را در برابر زلزله مقاوم می سازد. بدیهی است هرچه تیرها و چوب رشته ها مقاومتر و نوع اتصالات عضوها کامل ساخته شود ، پیوند و اتصال طاق واسکلت زیر آن اصولی خواهد بود . این اتصالات میتواند در زیر طاق و یا بالای آن انجام شده از این روش می توان در مهار کردن سقفهای چوبی در بناهای آجری نیز استفاده کرد .

**کلاف بندی طاقها پاتوپا :** به طور اختصار گفته شد که از روش کشیدن ستونهای باربر در طاقهای پاتوپا در ناحیه پطاقها و از کف وسیله شناژهای آجری ستونها باربر کاملا مهار شده ودر مقابل زلزله مقاومت می کند . اضافه می گردد که در تله بست بناهای آجری که به وسیله چوب انجام می شود اجرای اتصالات تاحدی ضد زلزله می باشد که شرح آن را بررسی می کنیم .



### ساختمانهای آجری تیر پوش

در بناهای آجری تیرپوش ، سقف مسطح و نعل در گاهها اکثرا نیز به شکل تخت و از چوب استفاده می شود. در این بناها امکان تخت نشان دادن زیر قوسهای باربر در محل درها و پنجره ها و دربندها نیز ممکن می باشد. ضمنا اگر در نمای این بناها قوس آجری بکار رود اجرای آن بصورت تخت می باشد. بطور کلی در این بناها اجرای قوس بطور مسطح انجام شده که تکاملی است در بناهای چوب پوش .

**قوس تخت :** کاربرد این قوس در نمای آجری و برای دهنه حدود  $1/5$  متر می باشد . وسط دهنه به اندازه  $2$  تا  $3$  سانتیمتر خیز در نظر گرفته می شود که به علت ناچیز بودن آن بدان قوس تخت می گویند .

بنائی قوس تخت : ابعاد این قوس معمولا به ارتفاع  $1/5$  تا  $2$  آجر و به اندازه عرض دیوار که نباید کمتر از  $1/5$  آجر باشد ساخته می شود. در وسط قوس تیر مقاوم چوبی با گیرلازم به اندازه  $50$  سانتی متر از هر طرف بر روی دو سر پایه نصب می گردد.

جهت نگهداری قوس تخت ، شمشه ای همتراز دوسر پایه نصب شده و وسط آن با ملات گچ به اندازه  $2$  تا  $3$  سانتیمتر دور داده می شود آنگاه نمای کار ریسمانکشی می گردد . محاسبه رجهای قوس انجام شده و بنایی قوس با رعایت همگن از دو جهت وسیله ملات گچ مقاوم و آجر آبخوربا اصول پیوند وعمودی

رجها و چرخش آجرها در اطراف تیر مقاوم چوبی انجام میگردد. در این پوشش وزن قوس تخت وسیله تیر چوبی تحمل میگردد.

**قوس مخفی (دزد):** زمانی که دست انداز بالای قوس تخت زیاد باشد بر روی قوس تخت قوس مخفی با دورکافی ساخته می شود. پای این قوس روی ستون آجری می باشد. از این رو نیروهای وارده از قوس مخفی به ستون منتقل شده و بر قوس تخت اثر نمی کند.

این قوس وسیله ملات مقاوم و آجر آبخوارسبز وزرد بنایی میشود. عرض قوس مخفی یک کلوک کمتر از عرض دیوار و ستونهای آجری می باشد. یک کلوک جهت آجرهای قلمدانی نما تا ارتفاع قوس مخفی خواهد بود.

### نعل درگاه چوبی و پالونه سازی

به طوری که در نعل درگاه سازی بناهای خشتی ملاحظه گردید با روش نعل درگاه سازی و پالونه سازی می توان روی دربندها را پوشش باربر تخت ساخته که از ذکر و ترسیم آن خودداری می شود.

### تخت سازی زیر قوس های باربر

به طوری که قبلا اشاره شد زمانی که سر تیرهای پوشش بر روی نعل درگاهها باشد و یانیروی فشاری بیش از حد بر نعل درگاه وارد شود محل درگاه و دربند و در ورودی با قوس باربر و یا دایره پوشش می شود. سپس دونبش زیر قوس به اندازه ۵ سانتیمتر خالی شده و دو تیرگرد وسیله ملات گچ جاسازی می گردد. زیر دو تیر نعل درگاه پرواز توفال و با رعایت فاصله کوبیده می شود. نمای جانبی دو طرف بر روی تیرها تیغه شده و سطح توفال و تیغه اندود میگردد.

### تیر ریزی:

به طوری که در بحث بناهای خشتی گفته شد پس ازدست انداز سازی سطح دیوار جهت تیر ریزی سقف تخت می گردد. برای اتصال سقف به اسکلت آجری بهتر است در تقاطع دیوارها چوب مشته

گذاری شود و کشهای طولی به چوب مشته ها میخ شده و تیرهای باربر به قطر حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر با رعایت اصطلاحا نعل برداری برکشها به شکل سر و ته متصل شود .

دیوارهای اطراف تا سطح تیرهای پوشش چیده شده و آماده پرواز ریزی می گردد .



### پرواز ریزی :

پرواز ورقه های تخت به طول ۵۰ سانتی متر و به عرض تقریبی ۱۰ سانتی متر و به ضخامت ۱/۵ سانتیمتر می باشد که از چوبهای گرد متوسط به دست می آید. که ابتدا سرشاخه های آن گرفته شده به وسیله تیشه نجاری لاپه و سپس به صورت ورقه های ۱/۵ سانتیمتری در آمده و با تیشه تیز تسطیح میگردد. ورقهای پرواز بر روی تیرها چیده شده و سر آنها یک در میان وسیله میخ سنجاقی به تیرها کوبیده میشود. پوشش سقف: پس از حصیر ویانی ریزی بر سطح پرواز حدود و دوازده سانتیمتر غوره گل ریزی شده و گل لگد و همسطح می گردد . شیب بندی وسیله خاک کشی انجام شده با قراردادن کف خواب ، ناودانی ، سطح پشت بام اندود کاهگل می شود .

### سقف توفال و مهارسازی آن

**تیر شلاقی :** رطوبت ناشی از بخارهایی که در فصول سرد از ظروف آب روی چراغ و بخاری در فضا جمع می شود بر سقف کاذب توفال یعنی به پرواز توفال و تیر توفال پوشش اثر میکند . و عمل افت و کمانش د راینگونه سقفها را سبب میگردد، که اصطلاحا گفته می شود سقف کاذب خودش را انداخته است .

مسئله بعد از قطع رطوبت و خشک شدن تدریجی در این پوشش عمل منقبض شدن در آن به وجود می آید که دقیقاً اثر افت خمش که اصطلاحاً به آن سینه شدن پوشش گفته می شود می باشد. اینگونه فعل و انفعالات ( انبساط در فصل گرم ، انقباض در فصل سرد ) سبب ترک برداشتن سطوح اندود که اکثراً از ملات کاهگل و رویه گچ می باشد می گردد که در بعضی موارد به علت ترکهای عمیق خطر ریزش اندود با جدا شدن پرواز توفال از تیرهای آن وجود دارد . برای پیشگیری از این امر مواردی به شرح زیر اتخاذ می شود .

### روش اجرا:

۱- دو تیر یکنواخت ، مقاوم به قطر حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر در طول اقطار فضا با گیری کافی برای نشست در دیوار از هر طرف حدود ۳۰ سانتیمتر آماده می شود. این دو تیر در دل یکدیگر به شکل اصطلاحاً « زین اسبی » نشست میکنند که دقیقاً محل برخورد و نشست دو تیر به اندازه زین اسبی می گردد و دو تیر با کلاف در یکدیگر هم سطح می شود.

۲- محل نشست تیر بر روی دیوار و پایین تر از تیرهای باربر اصلی به اندازه ۵ تا ۱۰ سانتی متر که اصطلاحاً به آن تیر کشی شلاقی گفته می شود در دیوار کار گذاری شده و اطراف آن به وسیله ملات گچ و آجر آبخور ، بنایی می گردد . این فاصله خاصیت آلاستیسیته تیرهای پوشش را بر تیر شلاقی خنثی می سازد .

۳- در محل تقاطع دو تیر بر روی یکدیگر بامیخ بلند اتصال به وجود می آید. چنانچه این دو تیر باتسمه کشی فلزی با یکدیگر کاملاً درگیر شوند از جهات مختلف اصولی خواهد بود .

۴- تیرهای شلاقی کشی باید در حالتی کاملاً تراز قرار گیرند. تیرهای توفال مستقر شده در محل خود در تقاطع با این تیرها تماس خواهند داشت که با میخ کردن تیرهای توفال به تیرهای شلاقی و بخصوص به وسیله تسمه کشی عمل مهارسازی در سقف کاذب به وجود می آید. این اجرا خطر



انقباض و انبساط را در سقفهای توفال خنثی می سازد .

**توجه :** استقرار کلاف کشی مذکور را می توان قبل و یا بعد از تیر ریزی اصلی و خارجی انجام داد .  
کارگذاری تیرهای مذکور تیرهای مذکور در سفت کاری قبل از تیرهای پوشش اصلی ، بهتر و اصولی تر خواهد بود .

### اجرای سقف توفال

پوشش سقف توفال به اندازه ۳۰ تا ۳۵ سانتی متر پایین تر از پوشش سقف اصلی و خارجی بدین شکل انجام می شود .

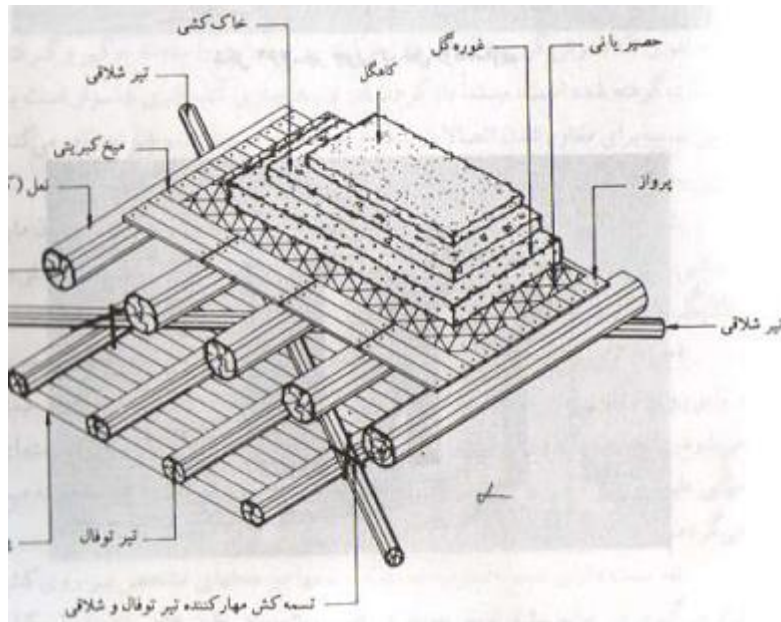
۱- به اندازه عرض فضا با گیر بیشتر از ۱۰ سانتیمتر از هر طرف ، تیرهای مقاوم و یکنواخت که زائده های آن گرفته شده باشد و به قطر ۱۲ تا ۱۵ سانتیمتر نسبت به فاصله دهانه فضا و در تعداد لازم آماده می شود .

۲- بر سطح دیوار خط تراز کشیده می شود . با استفاده از خط تراز محل نشست تیر توفال ، بر دیوار و در راستای سطح زیرین تیرهای شلاقی به فاصله محور تا محور ۵۰ سانتی متر انجام می شود .

**توجه :** سوراخهای محل نشست تیر توفال از یک طرف حدود ۱۲ سانتیمتر و از طرف دیگر ۲۰ سانتیمتر خواهد بود که در قسمت میانی زیرین زیر تیرهای پوشش خارجی انجام میگردد . به طوری که گفته شد ، گیر تیر با اضافه طول دهانه از هر طرف ۱۰ سانتیمتر در محل خود به وسیله ملات گچ مستحکم می شود .  
مرحله بعد کوبیدن پرواز توفال توسط میخ سنجاقی بر سطح تیرهای توفال و با رعایت فاصله می باشد .

سپس اندود و موارد دیگر آن انجام می گردد.





**توجه:** به طوری که قبلا اشاره شد در ساختمانهای خشتی و آجری با سقف چوب پوش ، نعل درگاه سازی نیز باتیرهای باربر اجرا می شود . پس از اجرای مراحل تیر ریزی سقف ، مرحله ناودان گذاری و سپس اندود کاهگل انجام میگردد .

تیر چوبی در نعل درگاه سازی



ناودان گذاری افقی در بناهای خشتی و آجری



**منابع :**

- ۱- سایت دانشگاه صنعتی اصفهان
- ۲- WWW.omran.com
- ۳- کتاب اصول فنی ساختمان
- ۴- کتاب بررسی معماری سنتی ایران