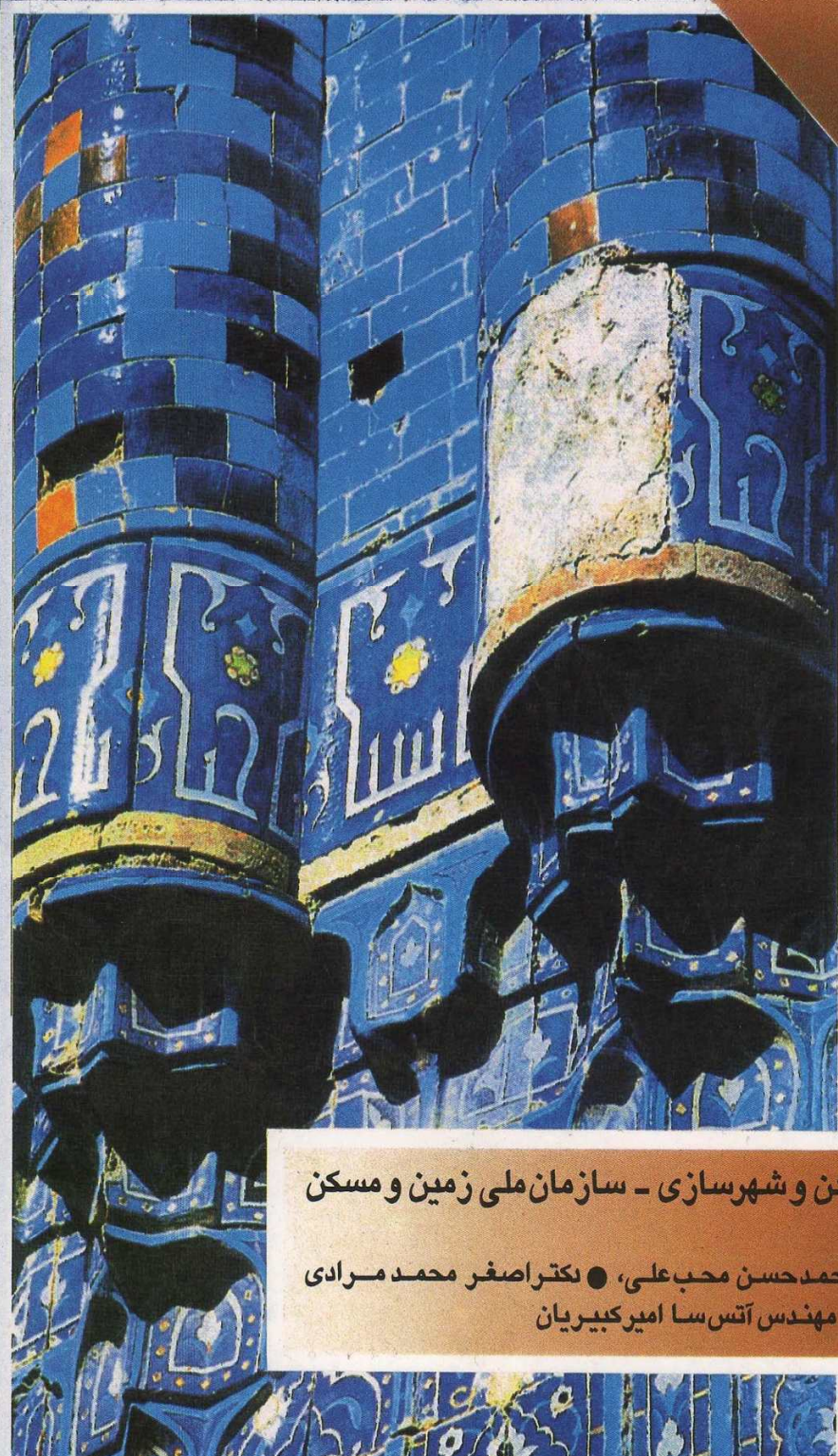


دوازده درس مرمت



وزارت مسکن و شهرسازی - سازمان ملی زمین و مسکن

● مهندس محمد حسن محب علی، ● دکتر اصغر محمد مرادی
● با همکاری مهندس آتس سا امیر کبیریان



وزارت مسکن و شهرسازی
سازمان ملی زمین و مسکن

دوازده درس مرمت

مهندس محمد حسن محب علی، دکتر اصغر محمد مرادی
با همکاری
مهندس آتس سا امیر کبیریان

۷۱۱ دوازده درس مرمت، محمد حسن محب علی، اصغر محمد مرادی؛ با همکاری:
۲۹۳۵ آتسا امیرکبیریان. - تهران: وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان ملی زمین و
مسکن، ۱۳۷۴. ۱۷۰ ص.: مصور، عکس.
ص.ع. به انگلیسی:

Mohammad Hassan Moheballi.

Asghar Mohammad Moradi.

with collaboration of Atssa Amirkabirian.

Twelve Lessons on Restoration.

۱. مرمت. ۲. معماری. الف. مرادی، اصغر محمد، نویسنده همکار. ب.
امیرکبیریان، آتسا، نویسنده همکار. ج. وزارت مسکن و شهرسازی. سازمان ملی
زمین و مسکن د. عنوان.

دوازده درس مرمت

مهندس محمد حسن محب علی، دکتر اصغر محمد مرادی
با همکاری مهندس آتسا امیرکبیریان

طرح جلد: پریسا وثوقی

صفحه آرایشی: شکوفه رهبر

لینوگرافی: افشار

چاپ و صحافی: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی

نیراژ: ۵۰۰۰

آماده سازی و امور فنی چاپ: انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران
حق چاپ برای سازمان ملی زمین و مسکن محفوظ است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
■ مقدمه	۱
■ درس اول مطالعه و شناخت بنا	۳
■ درس دوم نمونه‌هایی از سازه‌های معماری سنتی ایران	۱۹
■ درس سوم مراحل مختلف مرمت	۴۵
■ درس چهارم ابزارشناسی و به‌کارگیری فنون مرمت	۶۳
■ درس پنجم آسیب‌شناسی و عوامل تخریب انسانی و طبیعی	۷۳
■ درس ششم رطوبت در ابنیه تاریخی	۸۹
■ درس هفتم روشهای مختلف رطوبت زدایی در ابنیه	۹۷
■ درس هشتم انواع ترکها و نشستها در ابنیه	۱۲۱
■ درس نهم روشی برای شناسایی ترک و نشست در بنا	۱۳۱
■ درس دهم روشهای مهار قوسها و گنبدها در بناهای سنتی	۱۳۷
■ درس یازدهم حریمها و ضوابط حفاظتی بناهای ارزشمند فرهنگی - تاریخی	۱۴۹
■ درس دوازدهم احیا به‌عنوان مهمترین اصل در نگهداری ابنیه	۱۵۷
■ فهرست منابع	۱۶۳

مقدمه

حمد و سپاس خداوند سبحان را سزااست که ما را در سرزمینی با پیشینه فرهنگی - تاریخی و هنری بس غنی و ارزشمندی پرورش و آموزش داد. این گذشته علاوه بر قدمت، به دلیل ارتباط تنگاتنگ آن با اعتقادات، سنن، طبیعت، جامعه، اقتصاد و سایر ویژگیهای کشور نیز ارزش و اهمیت دارد. این واقعیت به بهترین صورت در معماری و شهرسازی گذشته ما تبلور عینی یافته است. حفظ، نگهداری و زندگی بخشی به این پیشینه غنی به عنوان ثروت ملی و میراثی گرانها، وظیفه ای خطیر بر دوش یکایک افراد جامعه گذاشته است و مشارکت و همگامی کلیه اقشار را طلب می کند.

چنانچه می دانیم، بازتاب زندگی ماشینی و توسعه بی وقفه و نابهنجار شهرها و روستاها در مرحله نخست متوجه بافتهای قدیم شهری و آثار و ابنیه تاریخی شد و آنها را مورد تهاجم قرار داد و به خطر انداخت، لذا افرادی که به جایگاه آثار و ابنیه پی برده بودند، به عنوان پیشگامان امر مرمت، با در نظر گرفتن کلیه ابعاد انسانی، فرهنگی، مذهبی، اجتماعی به دفاع از آنها پرداختند و مبانی نظری مرمت و احیای ابنیه و بافتهای قدیمی را تدوین کردند.

امروزه، با گسترش دامنه ارتباطات و تهدیدهای فرهنگی در جهان، بیش از هر زمان ضرورت پرداختن به مقوله شناخت معماری و شهرسازی گذشته کشور، مرمت، زندگی بخشی و استفاده مجدد از آنها در تمامی ابعاد از جمله بعد آموزشی و فرهنگی احساس می شود. پس از تدوین منشور آتن، فعالیتی جهانی در زمینه مرمت آغاز شد. این تلاش تجربه ای است که بیشترین نیروی خود را در ابعاد فرهنگی و آموزشی به کار برده و سعی داشته که آن را از مرتبه دانشگاهی و تخصصی به سطوح بسیار پایه ای یعنی مدارس بکشاند و از طریق آموزش و تقویت احساس هنرشناسی و حساس کردن نوجوانان نسبت به فراورده های هنری از همان آغاز، گونه ای قرابت بین آنها و آثار ایجاد کند. این برنامه از طریق ابزار مختلف دیداری و کلاسهای نظری و

نخستین آن تعمیم یابد.

پیشکسوتان ما سالهاست که همگام با تلاش فرهنگی، در زمینه اجرایی نیز این هدف را دنبال می کنند. در تداوم تعمیم و گسترش فرهنگ مرمت، این مختصر با عنوان «دوازده درس مرمت» تنها چکیده ای از مطالب را برگزیده است. انتخاب عنوان به قصد جمع آوری و خلاصه کردن مطالب در چارچوب دروسی خاص بوده و در گزینش عناوین این دروس سعی شده به موضوعاتی اشاره گردد که بیشتر جنبه همگانی دارد و کلیه علاقه مندان و دانش پژوهان، اعم از مسئولان اجرایی و سایر افراد بتوانند از مطالب آن بهره مند شوند. لذا این نوشتار نه با هدف صرف علمی بلکه به صورت مجموعه ای از دروس عمومی به منظور قابل استفاده بودن آن برای بیشتر اقشار جامعه به رشته تحریر درآمد.

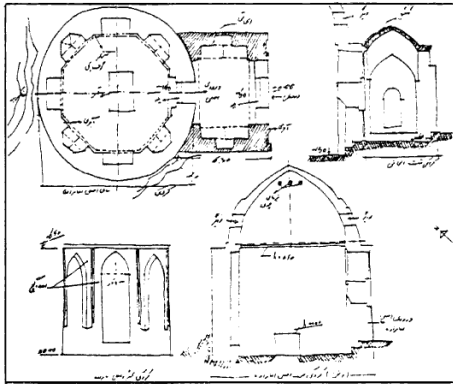
به یاری خداوند امید داریم که سایر متخصصان و همکاران در بهبود کیفی مطالب یاری رسان ما شوند.

مؤلفان

بازدیدهای محلی منظم از بنا انجام می شود.

هدف از این روش بنیادین مأنوس کردن تمامی اقشار جامعه از اوان کودکی با گونه ای احساس مسئولیت، احترام و تعلق خاطر نسبت به پیشینه تاریخی - هنری خویش است؛ متأسفانه در کشور ما این کار منحصر به دانشگاه بوده است و تنها به فعالیتی بسیار محدود در حد چند واحد درسی خلاصه می شود. بدین ترتیب، این امر خطیر همواره با مشکلی فرهنگی مواجه خواهد بود و لاجرم افراد کارشناس را در اغلب مواقع با مشکلات عدیده فرهنگی روبه رو خواهد کرد. خوشبختانه در چند سال اخیر گامهای مثبتی در این جهت برداشته شده است، از جمله تأسیس مؤسسات تخصصی به عنوان دانشکده های مرمت که فعالیت خود را در این زمینه با ابعاد گسترده آن آغاز کرده اند. این امر باید تداوم یابد و تقویت شود. اساساً ورود به مقوله معماری و شهرسازی معاصر ما نیز نمی تواند بدون توجه به آثار معماری و شهرسازی گذشته به عنوان یک پیش زمینه امکان پذیر گردد. برقراری پیوند دوباره با گذشته با شناخت ارزشهای آن در ابعاد گوناگون امکان پذیر است و مستحکمر کردن پایه های نظری مرمت با توجه به این نکته حساس میسر است.

از بعد اقتصادی نیز قضیه قابل بررسی و تعمق است. بهره وری از آثار تاریخی ویزه در مکانهای خاص، در راستای اهداف اقتصادی به منظور ایجاد قطبهای جاذب، از سیاستهایی است که سالها در کشورهای پیشرفته دنیا مورد آزمایش قرار گرفته است. در میهن ما نیز تلفیق ابنیه و آثار هنری و تاریخی با طبیعت غنی کشور این امکان را صدچندان کرده است و برنامه ریزیهای دقیق اقتصادی در مقیاس منطقه ای و ملی در زمینه جلب سیاحان از موضوعات قابل توجه است. به هر حال، هرچند مرمت آثار و ابنیه تاریخی مقوله ای تخصصی است، استفاده بهینه از آن آثار در جهات فرهنگی و اقتصادی مسئله ای ملی محسوب می گردد. بنابراین، ضروری است که فرهنگ استفاده از ابزار و اصول



درس اول

مطالعه و شناخت بنا

قدیمی و باستانی کمک کنند.

۹. گراوردها و عکسها نیز اطلاعاتی در اختیار قرار می‌دهند، ولی استفاده از آنها مستلزم تخصص است.

۱۰. توجه به ویژگیهای معماری بومی منطقه نیز ضروری است، زیرا معماریهای کهن در غالب معماریهای بومی مناطق مختلف تداوم یافته است.

به‌طور کلی، باید گفت اسناد و مدارکی که از طریق حفاری یافت می‌شود در مورد شناخت بنا ما را یاری می‌دهد، اما باید توجه داشت که حفاری مربوط به کار تعمیر و مرمت با حفاری به‌طور عمومی متفاوت است. برای مثال، حفاری در پیرامون بنا و در خود بنا - یعنی بررسی پوشش آن - می‌تواند اطلاعاتی در مورد مراحل مختلف ساختمانی و یا تغییراتی که در دوره‌های مختلف حاصل شده، عملکرد بنا و تغییرات عملکرد آن در اختیارمان بگذارد. حفاری در کف و در داخل بنا بیشتر برای شناخت واحدهای قدیمی‌تر و تغییر در وضع بنا صورت می‌گیرد. برای مثال، بیشتر بناهای مذهبی بر فراز ستایشگاهها و معابد کهنتر ساخته شده‌اند و خاکبرداری در کف بنا بسیاری از مطالب را برای ما روشن می‌کند. سونداز و حفاری در بام، شناخت پوششها، نحوه کاربندی و یا تغییر پوششها را روشن می‌کند.

گمانه‌زنی و لایه‌برداری در سطوح داخلی و خارجی بنا به‌منظور شناختن پوششهای تزئینی و دوره‌های مختلف انجام می‌گیرد. برای مثال، در بنای سلطان حمزه شیراز، در زیر آئینه‌کاری دوره صفویه، گچ و معرق‌کاری دوره ایلخانی یافت شد و در حرم حضرت عبدالعظیم نیز، هنگام تعمیرات و حذف آجرهای لق شده یک سردر آجری، کتیبه آجری مربوط به دوره آل بویه ظاهر گشت.

به هر جهت، در مجموع باید گفت که در کار حفاری در بناهای مرمتی، مواردی باید مورد ارزیابی قرار گیرند که باستان‌شناس و مهندس معمار را در کار تعمیرات بنا راهنما باشند.

مطالعه و روند برنامه‌ریزی برای مرمت بناهای فرسوده

مطالعه و شناخت کلیه بناها در امر مرمت ضرورتی است اجتناب ناپذیر. این شناخت و مطالعه روشی دارد که اهم موارد آن به اختصار توضیح داده می‌شود.

۱. حفاری و خاکبرداری برای پی‌بردن به جنبه‌های ناشناخته بنا یا مجموعه؛ این عملیات می‌تواند در کف، سقف، نما و یا پیرامون بنا انجام گیرد.

۲. در برخی موارد، از نحوه پوشش و ویژگی نقوش برجسته و کنده‌کاریهای موجود به عنوان وسیله شناسایی و دستیابی به فرم کامل بعضی از بناها استفاده می‌شود.

۳. کتیبه‌های تاریخی و یا کتیبه‌هایی که بر اثر حفاری به دست می‌آید گاه حاوی دانسته‌هایی در مورد نحوه ساختمان‌سازی است و کتیبه‌های موجود در بنا نیز که در مورد تاریخ احداث بنا و تعمیرات انجام شده اطلاعاتی به دست می‌دهد، مفیدند.

۴. بررسی اشیاء به‌دست آمده در ضمن حفاری، از قبیل نقوش موجود در اشیاء فلزی، مهرها، سفالها و لوحه‌ها در زمینه‌های مختلف قابل استفاده خواهد بود.

۵. از بررسی مصالح مکشوف در حفاریها و از اجزاء بنا از قبیل آجرهای شکسته، قطعات گچ، کاشی، موزائیک، قطعات فلز، چوب و نظایر آن می‌توان جنبه‌های تزئینی بنا و مصالح به کار رفته را مورد مطالعه قرار داد.

۶. از آثار مصور مانند مینیاتورها، نقوش روی کاشی بعضی از بناها، قطعات برنز و نظایر آنها می‌توان در روشن کردن برخی مسائل یاری جست. در مجموع، کاشیها و نقاشیهای دیواری به شناخت معماری، جنبه‌های تزئینی و فرهنگ زمان احداث بنا کمک بسیاری می‌کند.

۷. کتابهای تاریخی، سفرنامه‌ها، کتب مذهبی و کتب جغرافیایی نیز ممکن است حاوی اطلاعات زیادی درباره بناها باشند؛ استفاده از این مدارک مستلزم دقت و نوعی تبحر است.

۸. افسانه‌های تاریخی ممکن است به شناخت ابنیه

به‌طور عام به شیوه زیر صورت می‌گیرد: در صورتی که مطالعات و بررسیهای اولیه مشخص کرد که یک بنا باید حفظ و مرمت شود، از آن لحظه بنا همانند بیماری تلقی می‌شود که تحت نظر مهندس معمار مرمت‌کار قرار گرفته است، لذا تشخیص بیماری از طریق آسیب‌شناسی به‌عنوان مرحله بعدی کار مطرح می‌شود. در این زمینه، شناخت وضع موجود و ویژگیهای گوناگون بنا یا مجموعه ضروری است و تنها پس از شناخت کافی از وضع موجود است که می‌توان مراحل بعدی مربوط به مرمت را آغاز کرد. با توجه به زمان و مکان شکل‌گیری بنا، هراتر معماری به‌عنوان محصول کار بشر دو بعد مشخص دارد:

الف) بعد ایستایی

ب) بعد تاریخی

در بعد ایستایی، ماده بنا را تجلی می‌بخشد و بدون آن یک اثر موجودیت خارجی نمی‌یابد. ماده در ایجاد اثر دو نقش عمده ایفا می‌کند: ۱) نقش سازه‌ای؛ ۲) نقش سیما. این دو، یعنی سازه و سیما، ارتباطی نزدیک دارند. لذا در مرمت یک اثر در وهله نخست و به‌ظاهر تنها ماده آن مورد مداخله است. در واقع هدف اولیه در مرمت یک بنا برپا داشتن و تثبیت وحدت و یگانگی هنری و تاریخی بالقوه اثر است بدون آنکه هویت آن خدشه‌دار شود.

با توجه به موارد فوق، برای تضمین تداوم و بقای اثر (باید: ۱) بنا و ۲) نحوه نگهداری آن را مطالعه کرد.

این مطالعات مستلزم اقدامات زیر است:

الف) بررسی در محل به‌طور مستقیم و دقت بر مشاهدات عینی.

ب) رولوه دقیق بنا و کلیه عناصر تشکیل دهنده اثر به موازات تهیه سایر مدارک.

ج) تهیه مدارک به‌طور غیرمستقیم شامل مطالعات تاریخی، هنری، باستان‌شناختی، اجتماعی، اقتصادی، جغرافیایی و غیره از طریق:

۱. جمع‌آوری منظم، تدوین و طبقه‌بندی؛ نقشه‌برداری و

ارائه تمام عناصر تشکیل دهنده بنا.

۲. تعیین روند تاریخی و شکل‌گیری اثر و همچنین تغییرات احتمالی آن بر اثر تغییرات کاربری در مقاطع مختلف زمانی و تعیین ارزشهای تاریخی، اقتصادی و عملکردی و

د) قضاوت و ارزشیابی از دیدگاه تاریخی، هنری، اجتماعی و اقتصادی.

ه) پیشنهاد برنامه کاری پس از قضاوت و ارزیابی که معیارهایی برای هدایت و شکل مداخلات و تعیین اولویتهای ارائه کند.

و) ارائه پروژه مرمتی.

۱.۱ برداشت و رولوه

رولوه یک بنای قدیمی و تاریخی به قصد ارائه یک طرح مرمتی چند هدف ویژه را دنبال می‌کند:

۱. معرفی پلان بنا (در کدهای مختلف)، پلان معکوس، نماها، برشها، جزئیات سازه‌ای، نوع آمود، جزئیات تزئینی، تغییرات حادث در بنا از قبیل الحاقات احتمالی؛ روزهایی که جدیداً احداث شده‌اند یا روزهایی که مسدود گشته‌اند و خلاصه کلیه تغییرات حادث در بنا ضمن شناسایی معرفی می‌گردند.

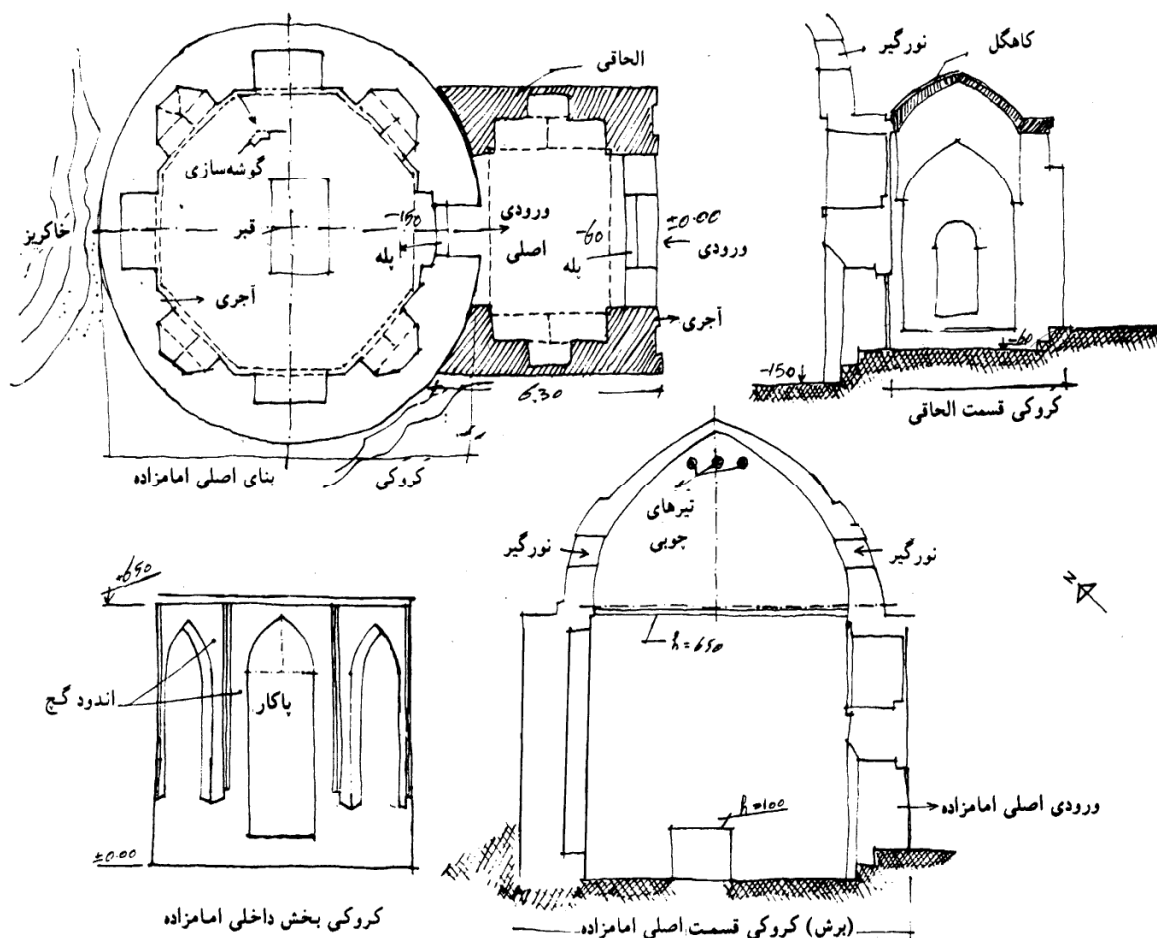
۲. شناخت و معرفی آسیبهای قابل رؤیت و ارائه این عارضه‌ها در برداشت نهایی. بنابراین، در این رولوه به ترکها، روند آنها، نشستها، آمود و کلیه تغییر شکلها، حتی وضعیت رطوبتهای احتمالی صعودی یا نزولی (رطوبتهای قابل رؤیت) با ذکر تاریخ توجه می‌گردد. لذا برداشت و رولوه ابزار خوبی برای آشنایی کامل با بنا، جزئیات مختلف آن و همچنین آگاهی از وضع فعلی بنا و عوارض موجود در آن می‌شود. به همین سبب، طرح مرمتی (از هنر نوع: استحقاقی، استحکامی یا جامع) باید توسط فردی که همکاری مستقیم در برداشت بنا داشته است تهیه گردد.

از محوطه کارگاه (تهیه کروکی).
 برداشت و رولو دقیق بنا و ترسیم آن در محل کارگاه.
 این دو روش با توجه به نیازهای مختلف و با دقت‌های متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنایی که به صورت شماتیک برداشت شده است در مقیاسهای بزرگ از قبیل ۱/۵۰ و ۱/۱۰۰ قابل ارائه نیست، زیرا این مقیاسها مستلزم انتقال بسیاری از جزئیات مدل حقیقی از قبیل قطر اندودها، ضخامت لایه‌های پوششی و یا جزئیات، آمود و غیره است که هیچ یک از آنها در یک برداشت شماتیک قابل ارائه نیست، ولی در صورتی که هدف نمایش شمای بلانیمتریکی بنا بدون نمایش ویژگیها و جزئیات آن باشد و یا امکان توقف زیاد در بنا وجود نداشته باشد، می‌توان به یک برداشت

یکی از شیوه‌های برداشت، روش رولو مستقیم است که با ابزار و وسایل دستی به روش سنتی انجام می‌گیرد. در روش دیگر از ابزارهای فنی از قبیل دستگاه فتوگرامتری و دوربین استفاده می‌شود. شایان تذکر است که برای استفاده بهینه از دستگاههای فنی در برداشت ضروری است که برداشت کننده در زمینه روشهای برداشت سنتی و دستی تجربه کافی و عملی داشته باشد. باید یادآور شد که پس از تحلیل کافی بنا و انتخاب مقیاس برای نمایش و ترسیم ابعاد بنا مرحله برداشت عملی آغاز می‌شود.

۱.۱.۱ روشهای برداشت دستی و سنتی

الف) اندازه‌گیری در محل و ترسیم نقشه بنا در مکانی خارج



شکل ۱ کروکی از پلان و برش امامزاده فضل بن سلیمان - ساوه (برداشت شماتیک).

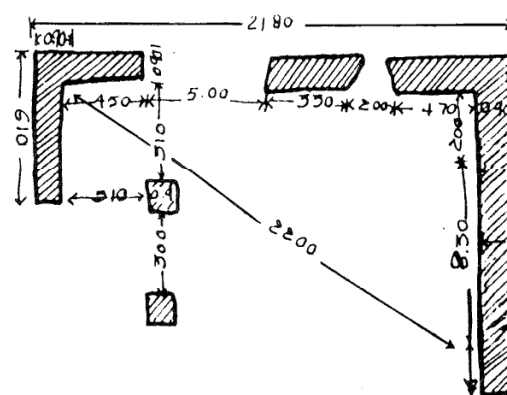
در شکل ۲، دقت اندازه‌ها نسبی است و در آن از مثلث‌بندی استفاده نشده است. در این روش دستیابی به یک نقشه دقیق و قابل قبول امکان‌پذیر نیست. از این روش تنها برای تهیه نقشه‌هایی در مقیاس بیش از ۱/۱۰۰ و یا تهیه نقشه‌ای که جنبه کروکی دارد می‌توان استفاده کرد.

ب) برداشت و رولوه دقیق بنا و ترسیم آن در محل کارگاه: در این روش مثلث‌بندی ضرورت می‌یابد که شیوه کاربرد آن در اینجا تشریح می‌شود.

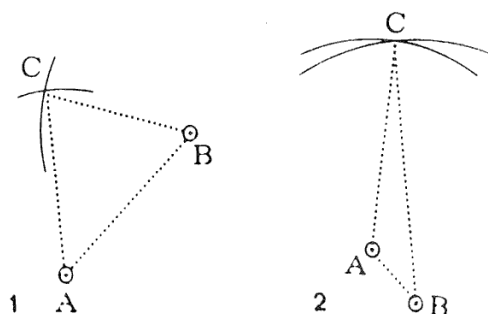
مثلث‌بندی: برای تشخیص دقیق نقاط مختلف یک بنا که در یک صفحه و در امتداد یکدیگر قرار دارند و برای برداشت و انتقال آنها در مقیاس مورد نظر بر روی کاغذ از مثلث‌بندی استفاده می‌شود. همانند شکل ۳، موقعیت نقاط A و B را به عنوان نقاط پایه تعیین می‌کنیم و در مکان، با اندازه‌گیری BC و AC و انتقال آنها توسط پرگار (به مرکز A و B) نقطه C را به دست می‌آوریم. با تثبیت نقطه C، حال سه خط پایه در اختیار داریم (AB و AC و BC) که برای سه ضلعی‌های بعدی مورد استفاده قرار می‌دهیم. از لحاظ نظری، موقعیت نقطه D را می‌توان با سه ضلعی‌های مختلف به دست آورد، اما این روش در عمل مشکلاتی دربر دارد از جمله اشتباه در خواندن و اشتباهی که ممکن است بر اثر کشیده نشدن متر به اندازه کافی یا شدت‌های مختلف کشیدگی متر در اندازه‌گیری‌های گوناگون و یا جابه‌جایی‌های کوچک نسبت به نقاط پایه بر اثر جابه‌جایی رولوه‌کنندگان رخ دهد. تمامی این اشتباهات ممکن است برای هر اندازه‌گیری واحد هم اتفاق بیفتند، ولی با توجه به شکل ۴ می‌توان دریافت که روش مطمئنتر برای یافتن نقطه D همانی است که در شکل ۳ نشان داده شده است، یعنی استفاده از پایه AB، با آگاهی از اینکه B و A نقاط اصلی پایه هستند. پس همواره بهتر است با انتخاب یک پایه اصلی از اندازه‌های کنترل استفاده کنیم. در عمل می‌توان از فاصله بین دو نقطه در امتداد هم در هر نقطه از بنا به عنوان پایه استفاده کرد مشروط بر آنکه آن نقطه قابل تشخیص باشد یا به کمک علائم رنگی به خوبی مشخص شده

شماتیک اندازه گرفته شده که بعداً ترسیم و تکمیل می‌گردد اکتفا کرد.

الف) اندازه‌گیری در محل و ترسیم نقشه بنا در مکانی خارج از محوطه کارگاه (تهیه کروکی): برای برآوردن این هدف، شمای کلی پلان و نما به کمک چشم و با استفاده از متر تناسبات و اندازه‌ها بر روی کاغذ منتقل می‌شود و اندازه‌گیری به صورت موازی و بدون استفاده از یک پایه مشترک ادامه می‌یابد و هریک از اندازه‌ها را به اندازه قبلی ارجاع می‌دهیم. این روش ناگزیر باعث بروز اشتباهاتی در اندازه‌های عمومی می‌گردد که فقط بعضی از اندازه‌های کلی به وسیله مثلث‌بندی قابل جبران است. این یک روش اضطراری برای برداشت یک بناست (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۲ اندازه‌گیری بدون استفاده از پایه مشترک و به‌طور موازی.



شکل ۳ نمونه مثلث‌بندی که در آن پایه AB و A و B نقاط پایه و مراکز قوسها هستند.

باشد.

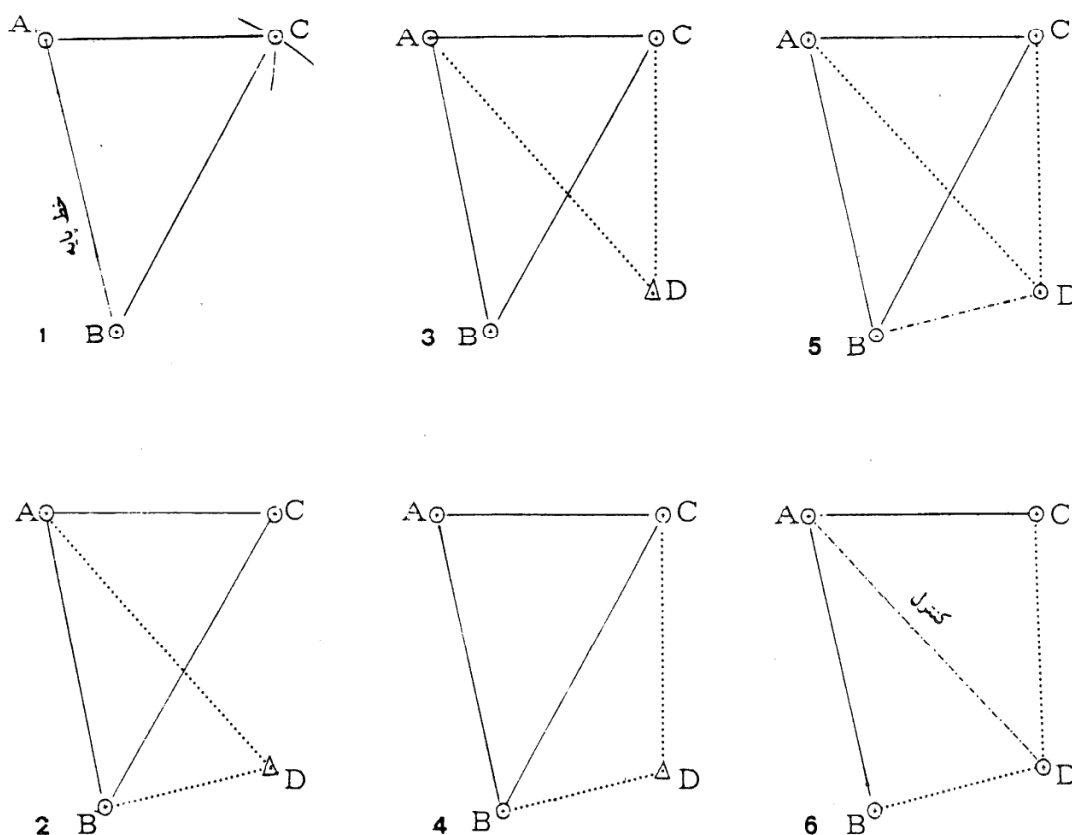
و خارج تعیین می‌گردد. چند ضلعی B-E-F-G-M-N-L-D را با توجه به عارضه و وضعیت زمین انتخاب و نقاط را در روی زمین میخ‌کوبی می‌کنیم. برای سهولت کار و اندازه‌گیری راحت‌تر و کوتاه‌تر می‌توان در روی اضلاع چند ضلعی فوق و خط مشترک ABC نقاط کمکی ۱ و ۲ و ۳ و ... را مطابق شکل ۶ انتخاب کرد. اکنون از نقاط اصلی و نقاط کمکی، طبق قانون مثلث‌بندی در داخل و خارج بنا برداشت را آغاز می‌کنیم. هرچه نقاط بیشتری از بنا اندازه‌گیری شود، دقت عمل بیشتر خواهد بود.

پلان ابنیه را می‌توان به روشهای مختلفی برداشت و پیاده کرد: یک پلانیمتری ساده که محدود به برش افقی و پلان معکوس تمام نقاط بر روی صفحه نقشه است. این پلانها در اشلهای خیلی بالا هستند (برای مثال، مقیاسهای ۱/۱۰۰ و ۱/۵۰ و ۱/۲۵).

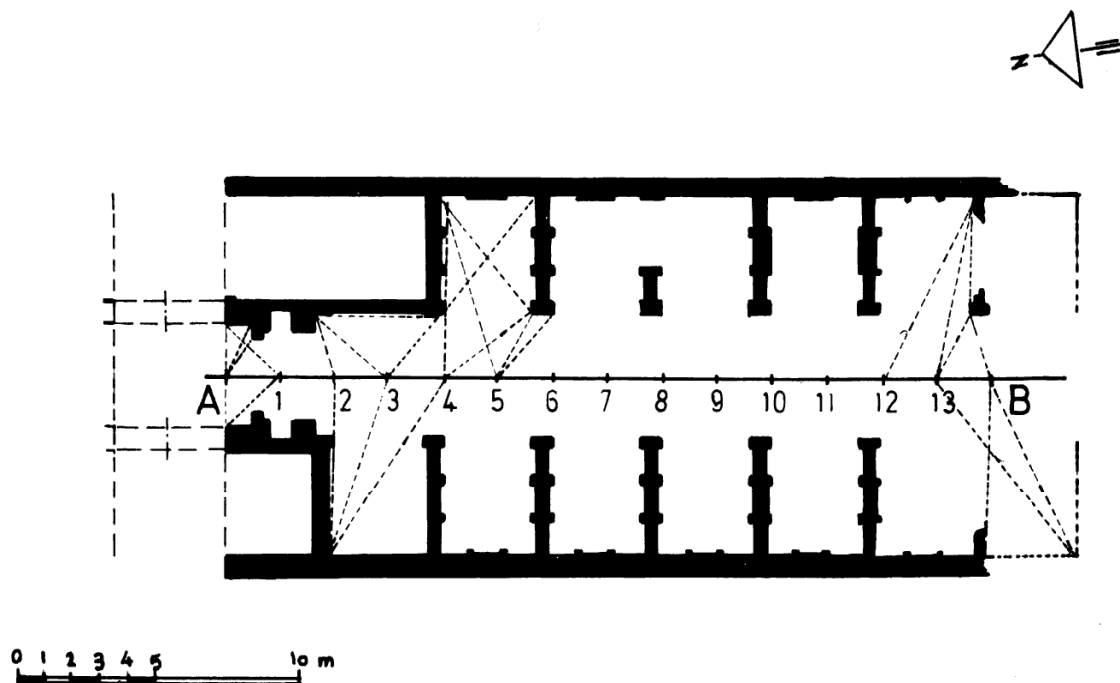
پلان تکمیل شده تمامی عناصر قابل رؤیت را که در

نقاط پایه را می‌توان از هر قطری و مستقل از بنا اختیار کرد. این نقاط به وسیله دو میخ بزرگ که توسط یک طناب به هم متصل‌اند و پایه را تشکیل می‌دهند شکل می‌گیرد. از آنجایی که هر مجموعه دارای خصوصیتی ویژه در برداشت و رولوه است، از مثالهای گرافیکی برای روشن شدن مطلب کمک می‌گیریم. در شکلهای ۵ و ۶ روش کار و دقتهای لازم برای انجام آن مشاهده می‌شود.

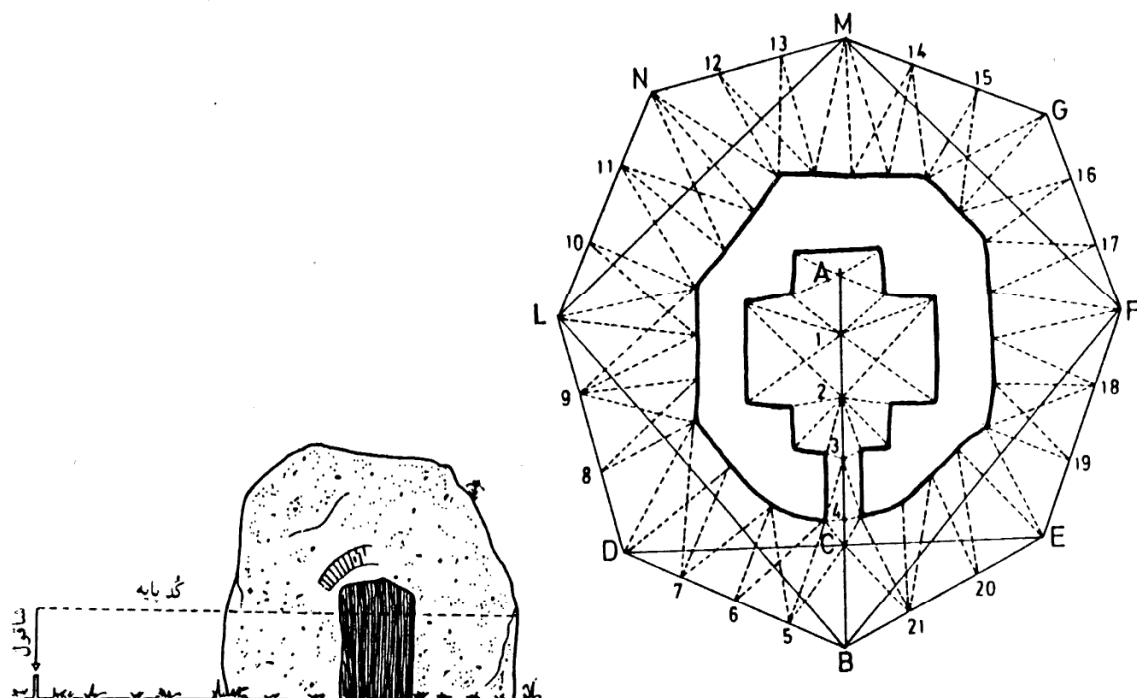
برای یافتن ابعاد فضای داخل بهتر است از پایه مشترک AB که از داخل بنا به خارج امتداد می‌یابد (که با توجه به فرم بنا اختیاری است) استفاده کنیم. در شکل ۶، نقاط D و E را با توجه به عارضه‌های زمین انتخاب می‌کنیم. این نقاط باید به گونه‌ای انتخاب شوند که مثلث BDE به راحتی بر روی زمین بسته شود. نقطه تقاطع AB و DE را نقطه C می‌نامیم. اکنون پایه CB به عنوان خط مشترک برای اندازه‌گیری داخل



شکل ۴ شیوه انتخاب یک پایه اصلی.

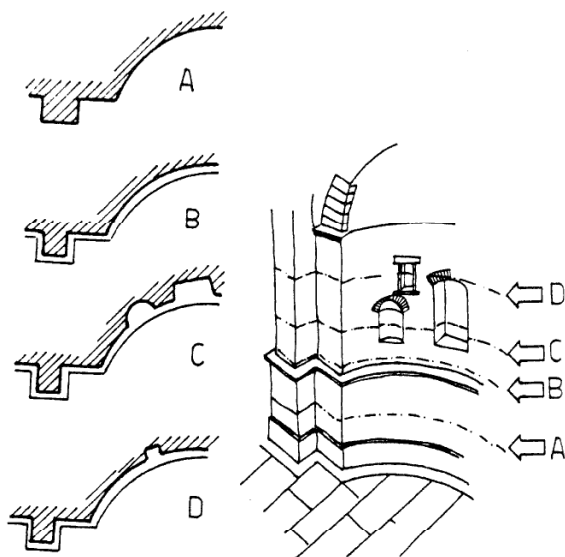


شکل ۵ ساوه بازارچه حاجی ملک.

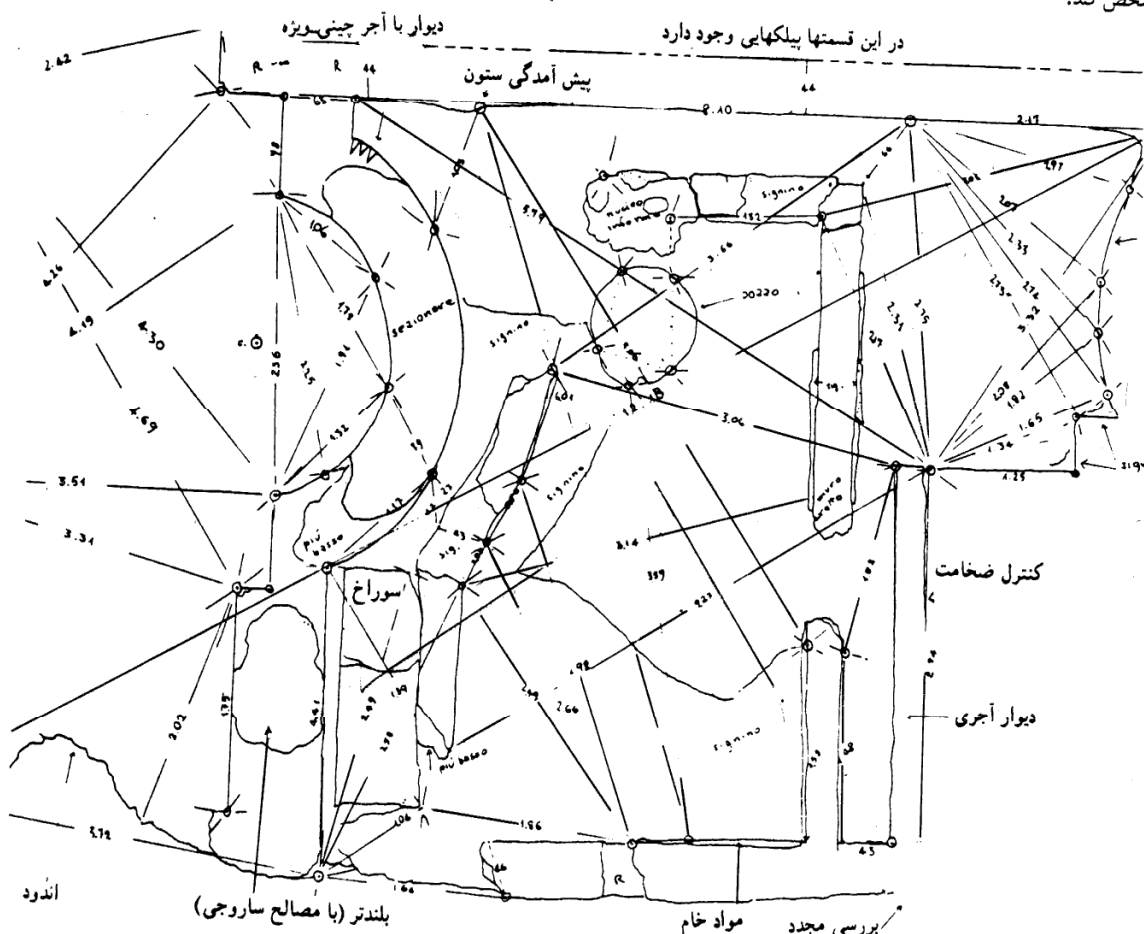


شکل ۶ انتخاب نقاط پایه به صورت مستقل: در این حالت مسئله عمده عبارت است از مرتبط کردن اندازه‌های فضای داخلی با اندازه‌های نمای بیرونی تا اینکه قطر دیوار به طور غیرمستقیم به دست آید.

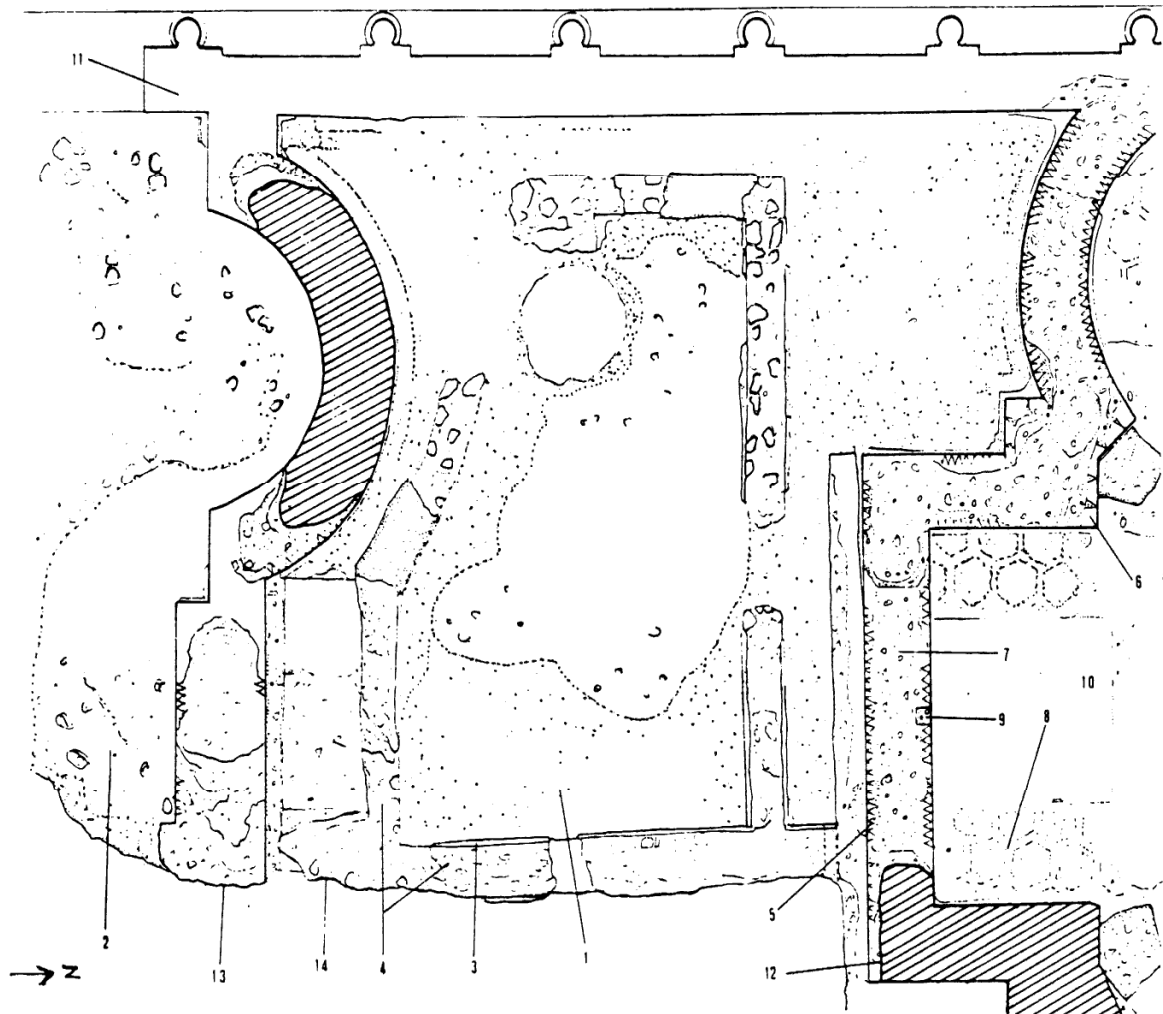
بخش زیرین خط برش هستند دربر می گیرند. در عمل، در چنین پلانی اگر فرض بر این باشد که دید و چشم ناظر در ارتفاع صفحه برش باشد و به پایین نظاره کند، تمامی جزئیات قابل مشاهده هستند و تمامی برآمدگیهای دیوارها، اندودها (اگر در بخش تحتانی و در زیر صفحه برش باشند)، کفسازی، تاقماهای شکسته و فرو ریخته، قسمتهای فرو رفته، یعنی هر آنچه در واقعیت موجود است ظاهر می شود. با خط چین های مختلف عناصر واقع در بالای صفحه برش (مثلاً پنجره های واقع در سطوح خیلی بالا، نورگیر و...) و یا عناصر واقع در زیر صفحه برش (مانند آبروهای کوچک و فاضلابها و...) را نیز نشان می دهیم. سازه های برش داده شده با خط ضخیمتر و جزئیات قابل رؤیت از بالا و همچنین خط چین ها با علامت نازکتر نمایش داده می شوند (شکل ۷).



شکل ۷ نمایش پلان از کدهای مختلف: پلانهای مختلف (A, B, C, D) از کدهای متفاوت برشهای افقی نمایش داده شده است. در انتخاب این برشها باید که مورد نظر از محلی انتخاب شود که بتواند تعداد بیشتری از عناصر را مشخص کند.



شکل ۸، بر داشت اصلی، مدادی که در محل تنظیم شده است.



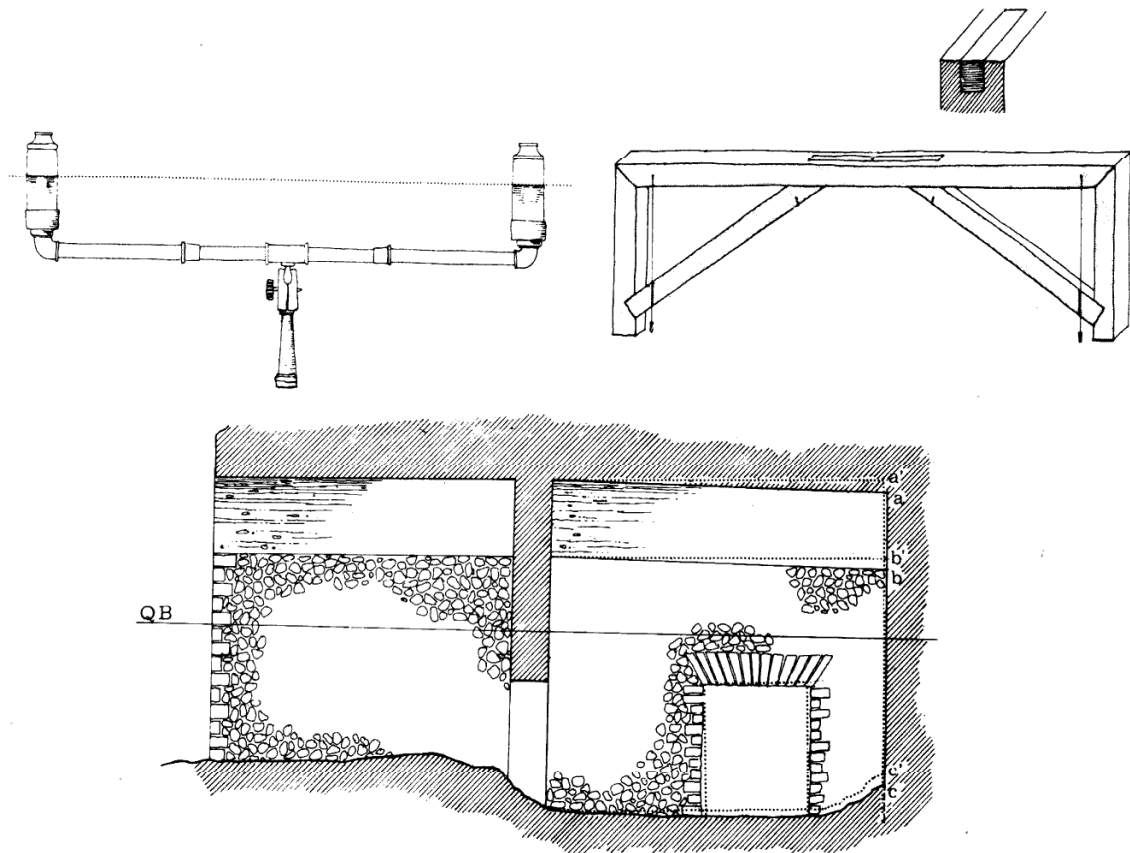
منتقل شده است و بهترین مکان برای پیاده کردن برداشت از بنا، محلی در مجاورت خود بناست.

برداشت نما: با انتقال تصویر نما بر روی یک صفحه عمودی، بخشهای عمودی (نما) بنا نمایش داده می‌شود. انتخاب یک گُذ پایه (Q.B) یا کد 0.00 ± 0.00 (Q) یعنی یک خط افقی که بتوان بخش عمده بنا را بدان عطف داد، برای برداشت نما ضروری است. این گُذ با استفاده از ترازهای مختلف از قبیل شلنگ تراز انتخاب می‌گردد (شکل ۱۰). می‌توان با استفاده از تراز بنایی و یک خط کش چوبی یا فلزی بلند و یک شاقول نیز این خط را تعیین کرد، ولی ترازهای آبی امکان دید وسیع را با ضریب اشتباه کمتر فراهم می‌کنند. در صورت عدم دسترسی به ابزارهای فوق می‌توان از تراز بنایی

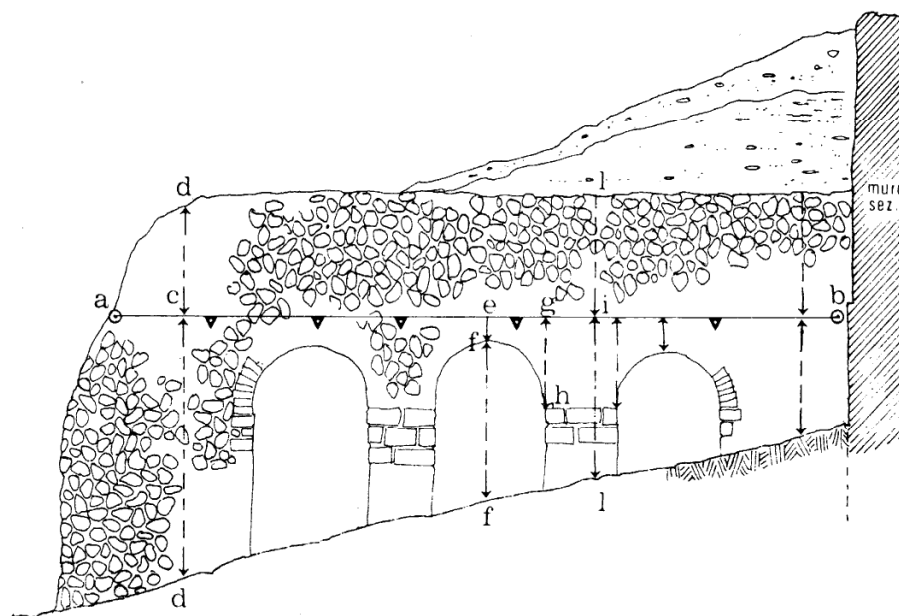
شکل ۹ برداشت اصلی مدادی با مشخص کردن مصالح به کار رفته * (۱). کف (رس پخته) ۲. زیرسازی کف ۳. قطران‌دود ۴. دیواری که در مرحله بعد به بنای اصلی ملحق شده است ۵. آمودی که مصالح آن به صورت لوزوی قرار دارند. ۶. آمود آجری ۷. دیوار ساروجی ۸. کفسازی با قطعات مرمری ۹. جاسازی کانال آب و غیره ۱۰. بقایای حوض آب در کف ۱۱. بخش مرمت شده ۱۲. خط برش ۱۳. مشخص کردن قسمتی که نیازمند برداشت ویژه است ۱۴. مشابه قبلی. * این نقشه جنبه شماتیک دارد و فاقد مقیاس است.

در ضمن برداشت باید با خطوط بسیار نازک امتداد اندازه‌های برداشت شده را مشخص کنیم؛ این خطوط بهتر است در خارج از دوائر کوچکی که شاخص نقاط پایه هستند متوقف گردند (شکلهای ۸ و ۹).

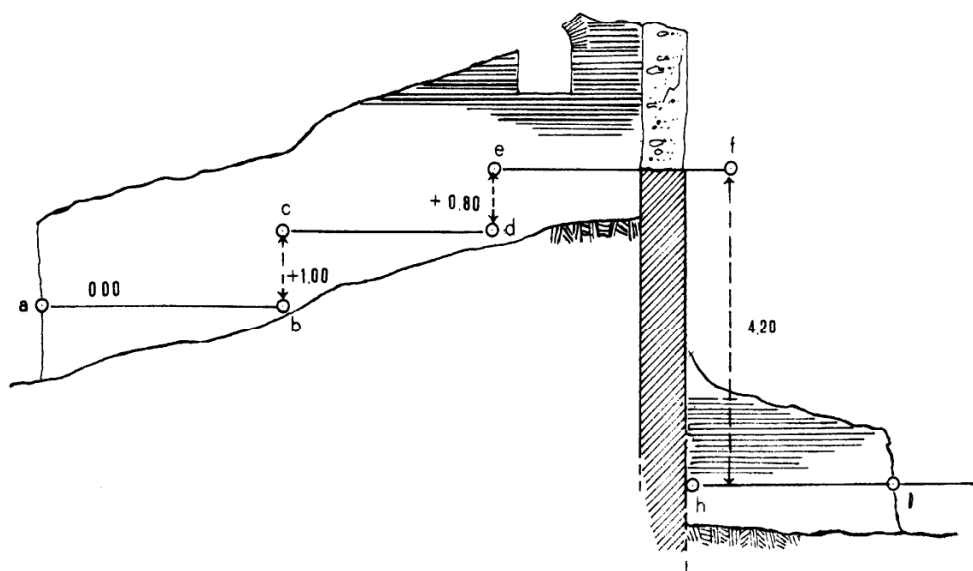
صفحه‌ای که در کارگاه تهیه می‌شود حکم یک دفترچه یادداشت را دارد که تمامی اطلاعات و اندازه‌ها روی آن



شکل ۱۰ برداشت نما.



شکل ۱۱ نمایش نما با استفاده از کدهای افقی.



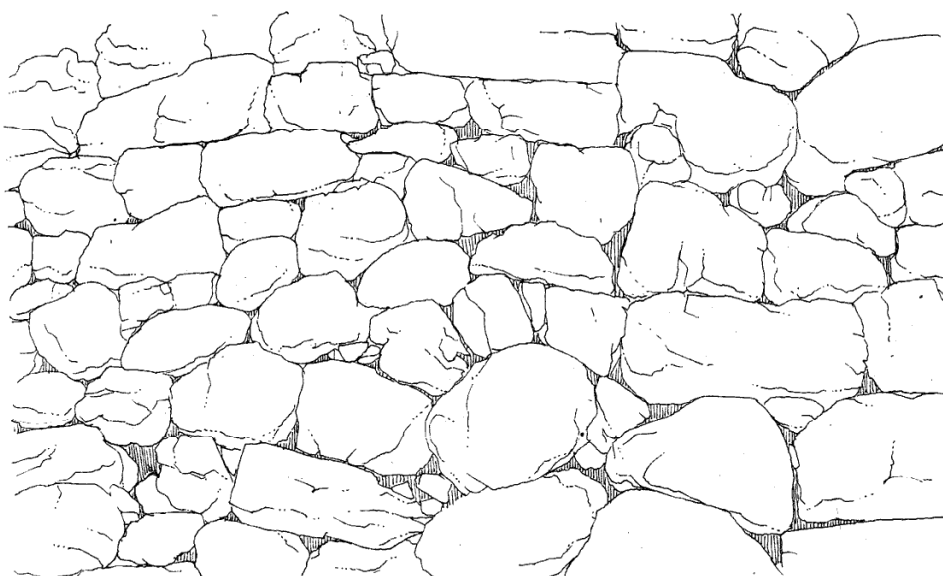
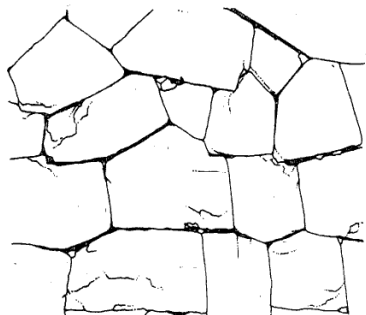
شکل ۱۲ نمایش برش یک بنای وسیع با استفاده از کدهای مختلف.

هرگز میسر نیست که بتوانیم از یک کد ثابت افقی استفاده کنیم. در چنین شرایطی از کدهای مختلف ارتفاع به صورت مثبت یا منفی در سطوح مختلف از بنا استفاده می شود مشروط بر اینکه خطوط افقی با هم موازی باشند. در شکل ۱۲ مراحل کار نمایش داده شده است. در این شکل، کد c.d از کد پایه $+0.100$ و کد $ef = +0.80$ از کد $cd = 180$ پس کد پایه (Q.B) و کد $h1 = -4/20$ از کد ef پس $(-4/20 + 1/80 = 2/40)$ از کد پایه است.

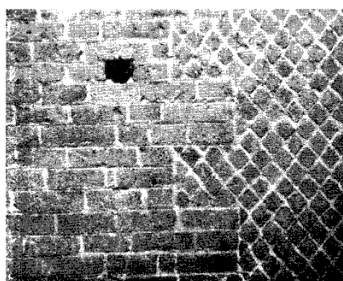
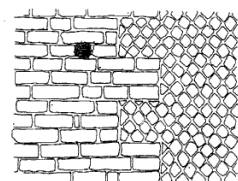
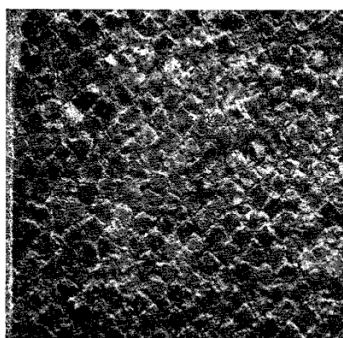
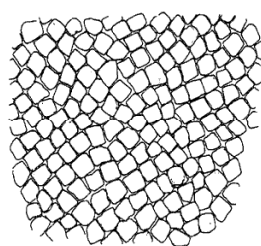
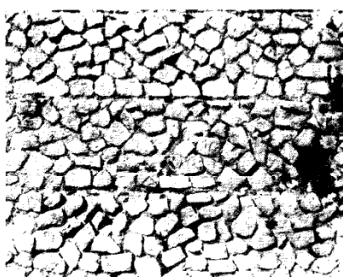
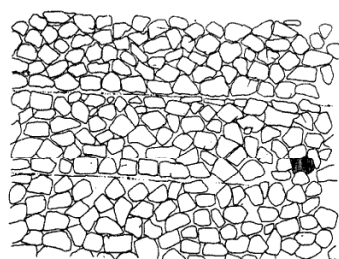
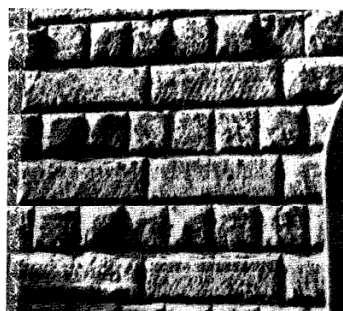
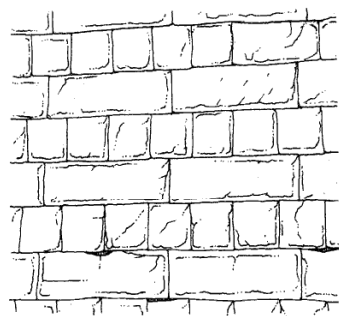
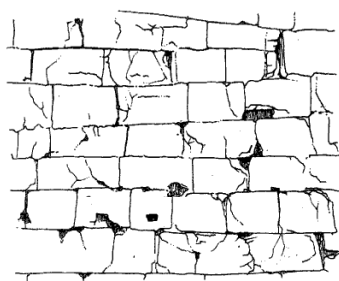
برای ارائه گرافیکی وضع موجود به این ترتیب عمل می شود که عین وضع موجود شامل مصالح، عوارض طبیعی، کلیه ترکها و نشستها و... نمایش داده می شود (شکلهای ۱۵ - ۱۳).

و خط کش بلند چوبی (ضمن کنترل دقت عمل) استفاده کرد.

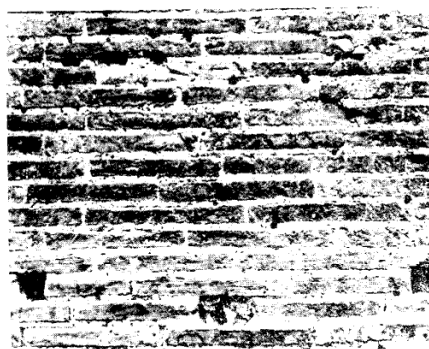
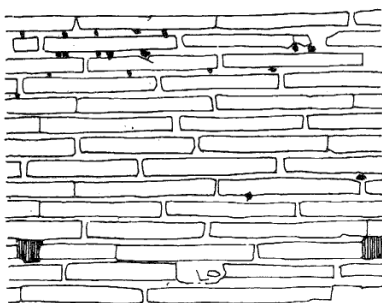
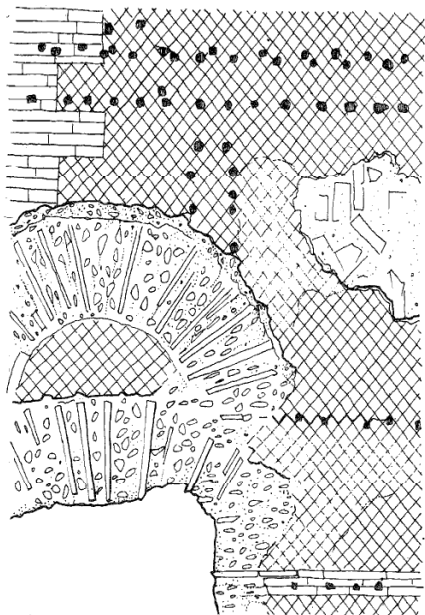
همان طور که در شکل ۱۱ ملاحظه می شود، از موقعیت یک برش علایم کد به وسیله فلشهای مثالی کوچکی مشخص شده اند و برای تثبیت یک خط افقی مستدام، یک نخ را بین دو علامت در دو انتها نصب می کنیم. ابعاد و اندازه ها در بخشهای فوقانی و تحتانی این خط افقی قرار گرفته اند، به نحوی که بتوانیم روند درست نماهای فوقانی و تحتانی را به دست آوریم. این عمل در واقع روش رولوه از طریق نقاط مشخص است. بدین ترتیب، هر نقطه ای نیازمند یک اندازه افقی و یک اندازه عمود بر آن است. برای مثال، نقطه D به وسیله ابعاد ac و cd (عمود برهم) مشخص می گردد. در هنگام مشخص کردن برش یک بنای وسیع تقریباً



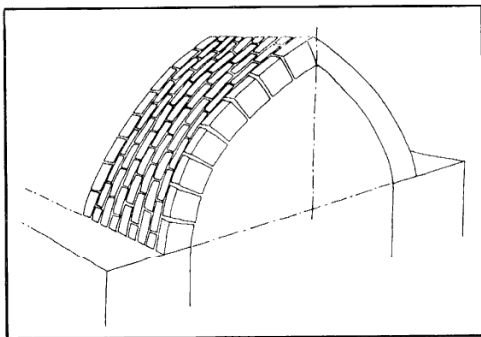
شکل ۱۳ نمایشهای گرافیکی (رولوه) از وضع موجود و ارائه آن.



شکل ۱۴ نمونه‌هایی از نمایش گرافیکی بخشهای رولوه شده بنا در وضع موجود.



شکل ۱۵ نمونه‌هایی از نمایش گرافیکی بخشهای رولوه شده وضع موجود بنا.



درس دوم

نمونه‌هایی از سازه‌های معماری سنتی ایران

ورقهای مونت موریلونیت بر روی هر دو سطح خود حامل گروههای اکسیدی (OH) و اغلب دارای بار منفی است و به همین دلیل است که یونهای مثبت (برای مثال، یونهای سدیم) می‌توانند در بین آنها محبوس شوند (شکل ۲).

مولکولهای آب که دارای بار الکتریکی مثبت و منفی (دوقطبی) اند جذب فضای بین ورقها می‌شوند و بین آنها فاصله می‌اندازند و همین موجب ایجاد تورمی کلی در رس می‌شود. در محیطهای خشک آب تبخیر می‌شود و باعث انقباض بیشتر رس می‌گردد (شکل ۳).

خاک رس سفید فقط در یک جانب از ورقهای خود دارای گروه اکسیدی است و به همین دلیل تورم آن کمتر از مونت موریلونیت است.

تمامی رسها هنگام مرطوب شدن شکل‌پذیر می‌شوند، زیرا که کریستالهای نازک آنها به سرعت و تحت فشاری نسبی بر روی یکدیگر می‌لغزند و اگر آب بیشتری به رس افزوده گردد، به‌طور کامل پراکنده خواهند شد (شکل ۴).

۲.۱.۲ خاک معمولی (زمین)

خاک معمولی دارای مواد معدنی رسی و سایر مواد معدنی از

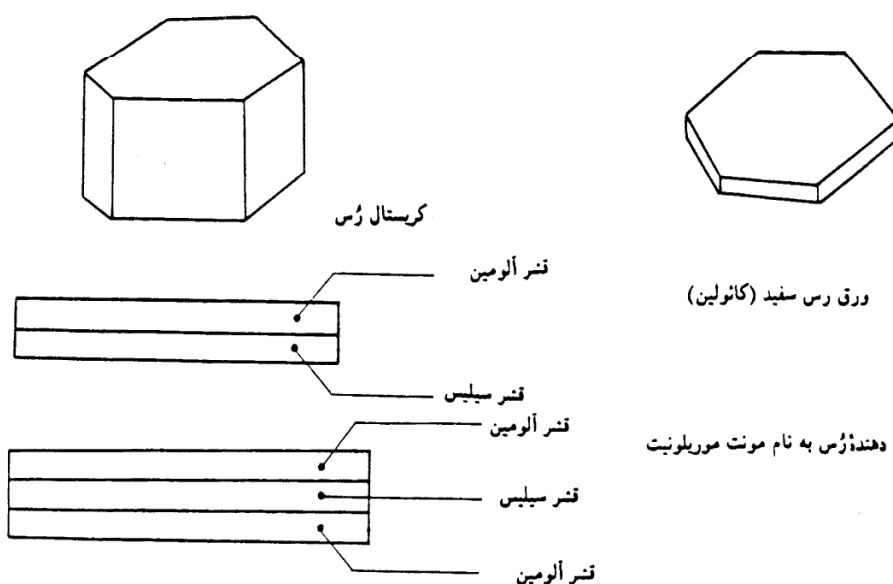
با توجه به اینکه مصالح اصلی بخش عمده‌ای از ابنیه قدیمی و سنتی ایران گل، خشت و آجر است، پیش از پرداختن به مبحث سازه‌ای معماری ایران، به بررسی ماهیت ماده اصلی این مصالح می‌پردازیم.

۱.۲ مصالح سنتی

۱.۱.۲ رس

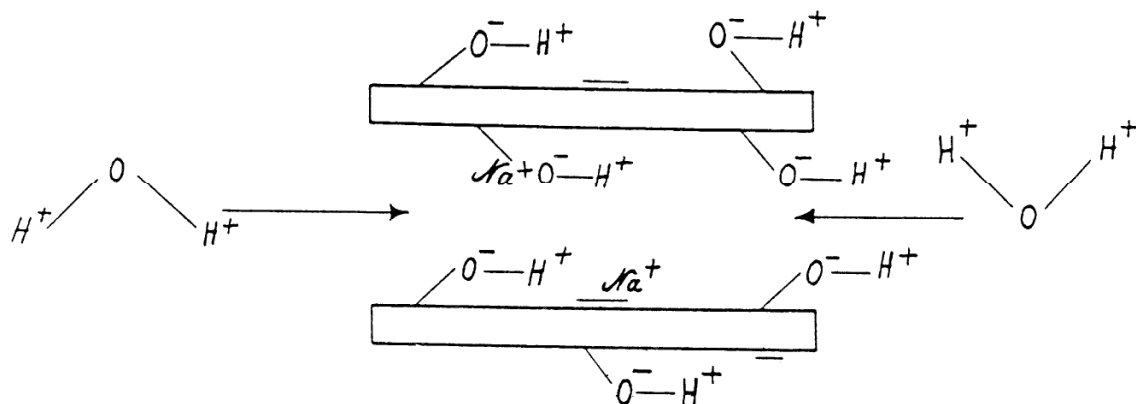
رس ماده‌ای است معدنی که با تلاشی و تجزیه سنگها بر اثر عوامل طبیعی حاصل می‌آید. عناصر تشکیل دهنده آن عبارت‌اند از: اکسید سیلیسیم (که معمولاً سیلیس نامیده می‌شود - SiO_2) و اکسید آلومینیم (که معمولاً آلومین نامیده می‌شود - Al_2O_3).

کریستالهای خاک رس بسیا و ریزند (کمتر از ۲ میکرون) و بیشتر دارای فرم شش ضلعی هستند. هر کریستال آن متشکل از حدود صدها عدد ورقه باریک است و هر کدام از این ورقه‌ها از ۲ یا ۳ قشر سیلیس و آلومین تشکیل شده‌اند (شکل ۱).

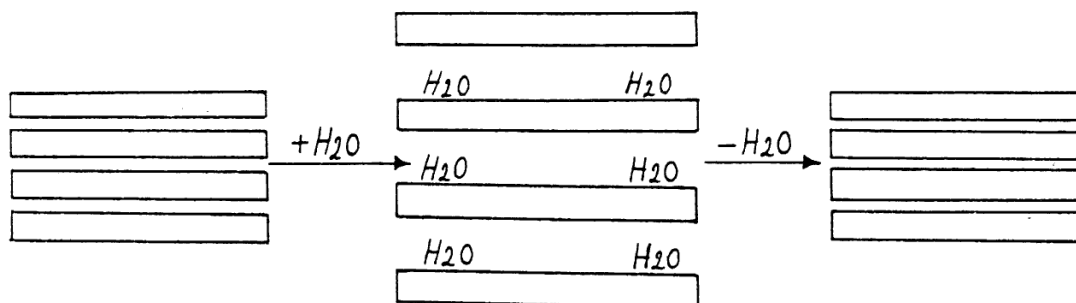


ورق یکی از کانی‌های تشکیل دهنده رُس به نام مونت موریلونیت

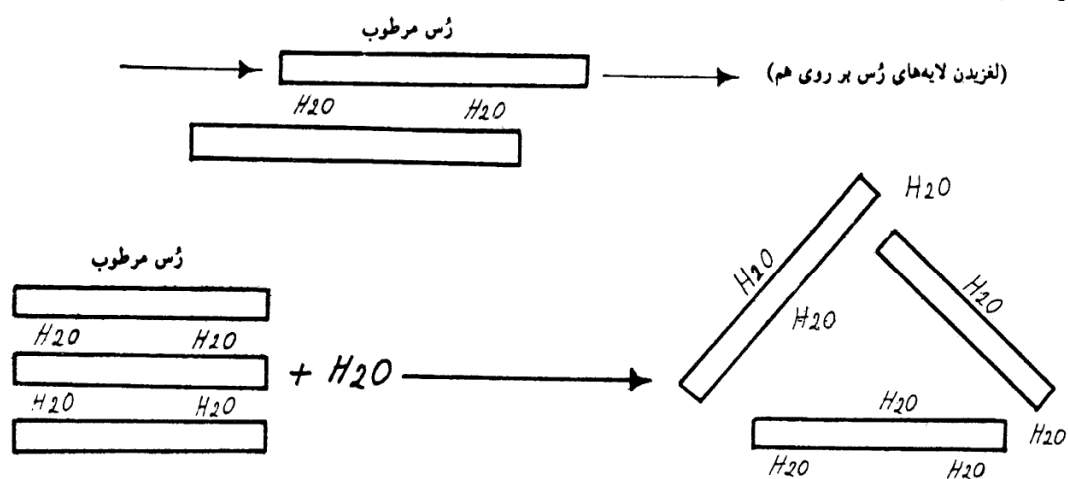
شکل ۱ نمایش کریستال رس و انواع رسها.



شکل ۲ محبوس شدن یونهای مثبت بین ورقهای مونت موریلونیت.



شکل ۳ تأثیر مولکولهای آب در رس.



شکل ۴ پراکنده شدن رُس بر اثر افزوده شدن آب.

برای مدتی در زیر آب، زیرا بدین ترتیب خاصیت شکل‌پذیری آن تقویت می‌شود. مواد و مصالح غیررسی موجود در زمین و خاک نیز به‌نوبه خود مفیدند، ولی بیشتر نقش مواد پرکننده‌ای را ایفا می‌کنند که به‌منظور کاهش جمع شدن‌ها و کم کردن ترک‌ها (بر اثر خشک شدن) به کار می‌روند. استفاده از ماسه و ریگ در خاکی که از نظر رس بسیار غنی است مفید به‌نظر می‌رسد. سایر موادی که می‌توان به آن افزود عبارت‌اند از:

الف) مواد و مصالح ارگانیک فیبردار (الیافی) مانند کاه، موی حیوانات، سبوس، لویی، و

ب) مواد و مصالح ارگانیک که نسبتاً چسبنده و کم خرج‌اند، مانند فضولات حیوانات.

مقاومت رس در برابر نیروهای کششی بسیار ضعیف است و این ضعف را با افزودن مواد الیافی می‌توان جبران کرد. در حالی که مقاومت آن در برابر نیروهای فشاری (گاه تا حدود $45-10 \text{ kg/m}^2$) مطلوب‌تر است.

مواد چسبنده ارگانیک با تقویت ارتباط میان ورق‌های مختلف رس بر مقاومت آن در برابر آب می‌افزایند و از پراکندگی و پخش شدن آن جلوگیری می‌کنند.

از رس برای ساختن خشته‌های گلی نیز استفاده می‌شود که با استفاده از قالب‌های بی‌ته در روی زمین انجام می‌گیرد. خشت از گذشته به شکل‌های گوناگون درست می‌شده است.

ملاتی شبیه به آنچه ذکر شد برای اتصال خشته‌ها و ساختن دیوارها در گذشته به کار می‌رفته است. شکل دیگر

جمله فلدسپات (مجموعه‌ای از مواد معدنی شامل سیلیکات‌های آلومینیم، پتاسیم، سدیم و آهک که مواد اصلی و اساسی سنگ‌های آتشفشانی هستند) و کربنات کلسیم، کوارتز و غیره است که معمولاً اجزاء بزرگتر رس را تشکیل می‌دهند. عناصر متشکله خاک معمولاً بر اساس اندازه آنها به شکل زیر قابل طبقه‌بندی است:

ذرات کوچکتر از ۲ میکرون: رس

ذرات ۲ تا ۵۰ میکرون: رسوب و گل و لای

ذرات ۵۰ میکرون تا ۰.۲ میلیمتر: ماسه

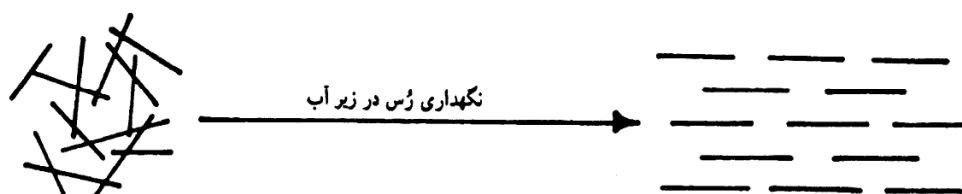
ذرات بزرگتر از ۰.۲ میلیمتر: شن

خاک غنی از رس معمولاً حالت شکل‌پذیر دارد و چسبنده است و به‌هنگام خشک شدن جمع می‌شود و ترک می‌خورد. اما خاک‌های غنی از شن و ریگ معمولاً حالت شکل‌پذیر ندارند و دانه دانه‌اند.

خاک رس و کاربرد آن به عنوان ماده ساختمانی:

خاک رس اصولاً ماده‌ای است که برای چسبانیدن به کار می‌رود، ولی در حالت طبیعی بیشتر کریستال‌های آن به‌صورت نامنظم و به‌شکل منجمد و لخته شده در هم می‌رود و چندان شکل‌پذیر نیست، در صورتی که اگر در زیر آب قرار گیرد، برای مدتی حالت لخته‌ای آن تغییر شکل می‌دهد و به‌صورت پراکنده درمی‌آید که حالت شکل‌پذیر دارد (شکل ۵).

به همین دلیل مناسب‌ترین شیوه برای تهیه رس خوب برای مصارف ساختمانی عبارت است از قرار دادن این ماده



کریستال‌های رس به صورت لخته و درهم

کریستال‌های رس در موقعیت پراکنده (با حالت شکل‌پذیری بیشتر)

شکل ۵ فرایند تغییر ورق‌های رس بر اثر جذب آب.

منطقی برای بررسی و مراقبت در چنین مواقعی کار آسانی نیست.

۲.۲ اشاره‌ای به سازه‌های معماری سنتی ایران (دیوارها و جداره‌ها)

دیوارها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

الف) دیوار باربر: ضخامت این دیوارها معمولاً از دیوارهای غیر باربر بیشتر است و بسته به نوع مصالح مورد استفاده برای دیوار، ضخامت آن متفاوت می‌شود. برای مثال، ضخامت دیوارهای باربر آجری حداقل ۳۵ سانتیمتر و ضخامت دیوارهای خشتی باربر حداقل ۸۰ سانتیمتر است. بار سقف معمولاً به دیوارهای باربر، و از طریق آن به پی و زمین انتقال می‌یابد.

ب) دیوار غیر باربر: این جداره‌ها که معمولاً به اسپر معروف‌اند، بسته به نوع مصالح، ضخامت‌های متفاوت می‌یابند؛ مانند دیوار آجری که حداقل ۱۱ سانتیمتر و در سطوح کوچکتر به ۵ سانتیمتر می‌رسد.

در دیوارهای سراسری باربر در فواصلی معین از جرز یا پایه استفاده می‌شود که مقاومت دیوار را بیشتر می‌کند. در مواردی برای ایجاد فضای وسیعتر، به جای دیوار باربر از ستون استفاده می‌شود و این ستونها دارای مقاطع مختلفی از قبیل مربع، دایره و مستطیل‌اند.

در اجرای دیوارها معمولاً جرز و پایه باربر را با اسپر یکجا نمی‌سازند، زیرا نشست پایه‌ها با دیوارها فرق دارد. ابتدا پایه اجرا می‌شود و پس از نشست لازم، اسپرها به توسط هشت و گیر به پایه یا دیوارهای باربر ساخته شده متصل می‌شوند (شکل ۶).

معمولاً در مواقعی که بارها یکنواخت بر دیوار وارد نمی‌شود، امکان ترک در فصل مشترک نقاط تحت فشار (بار) با سایر نقاط وجود دارد و برای رفع این مشکل دیوار را در قسمتهایی که بارگذاری نشده‌اند با تاقچه و رف سبک می‌کنند.

مورد استفاده از این ماده به شکل شبه کره بوده است که برای مدتی به صورت مرطوب نگهداری می‌شده و سپس در ساختن ابنیه به کار می‌رفته است.

در ساختن ابنیه خشتی معمولاً خشتهای گلی به همراه مصالح دیگری به کار می‌روند تا به این ترتیب نقاط ضعف خاص این مصالح برطرف شود. از جمله این مواد و مصالح می‌توان به مواد زیر اشاره کرد:

الف) چوب: این ماده زمانی در ابنیه خشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که مقاومت خوب در مقابل نیروهای کششی و خمشی لازم باشد.

ب) حصیر: افزودن حصیرهایی که از برگ درخت خرما ساخته شده‌اند به این ماده در پخش و تقسیم نیروهای فشاری در سازه‌های سنگین بسیار مؤثر است.

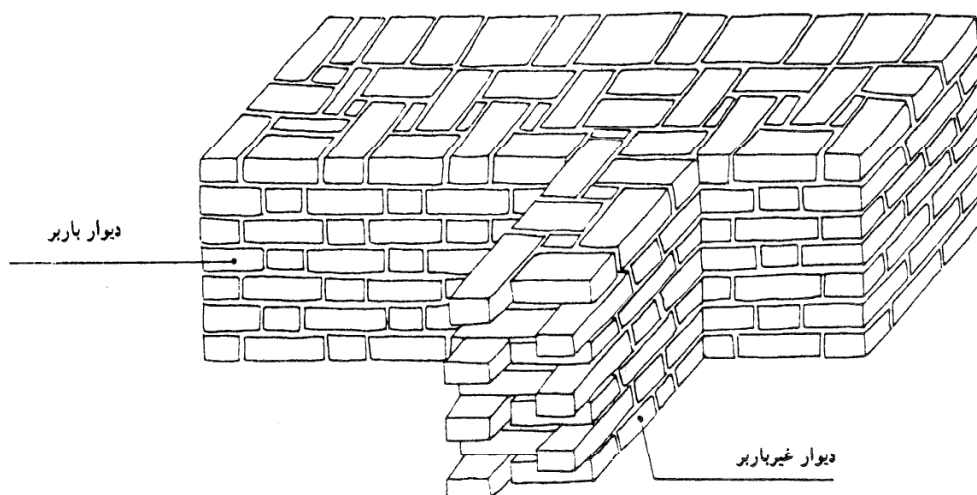
پ) تسمه‌های نی: از تسمه‌های نی به صورت زنجیر در داخل سازه استفاده می‌شود که مهار داخلی سازه را بر عهده می‌گیرند.

ت) خشت پخته: معمولاً در پوسته خارجی بنا برای حفاظت آن از باد و باران مورد استفاده واقع می‌شود.

ث) سنگ: در پی و در قرنیزهایی که باید در برابر آب مقاوم باشند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

معمولاً از اندودی از گل، که از نظر مواد الیافی بسیار غنی است، در تزیین سطحی دیوارهای خشت خام استفاده شده است؛ از جمله این مواد الیافی می‌توان کاه و پشم شتر و سبوس برنج را نام برد. این اندود غالباً به سرعت فرسایش می‌یابد و باید به صورت مدام ترمیم شود.

به هر صورت، در این ابنیه از اندودهای مقاومتر مانند گچ و آهک نیز به صورت اندود استفاده شده است، ولی استفاده از این مواد برای اندود بنا، ممکن است عواقبی در پی داشته باشد، از جمله اینکه امکان دارد مواد و مصالح بخش داخلی دیوارها از طریق درزهای اجتناب‌ناپذیر مورد تهاجم عوامل فرساینده قرار گرفته باشند، بی‌آنکه در قشر مقاوم خارجی عارضه‌ای به چشم آید. به هر صورت، ارائه روشی



شکل ۶ اتصال دیوار غیر باربر به توسط هشت و گیر به دیوار باربر.

۳.۲ نمونه‌هایی از پوششهای معماری سنتی

سانتیمتر است. سپس خاک آوار برای شیب بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

لایه بعدی متشکل از یک قشر ۵ سانتیمتری ملات کاهگل است که باید به مدت پانزده روز همراه با ورز دادن نگهداری شود تا به خوبی عمل آید و سپس یک قشر از شیرۀ سوخته انگور یا خرما بر روی کاهگل فوق به کار می‌رود و مجدداً ۲ سانتیمتر کاهگل مالی نهایی انجام می‌گیرد. در مرحله آخر یک لایه نمک روی آن پاشیده می‌شود (شکل ۸).

شایان ذکر است که مهمترین اصل در مورد سقفهای مسطح سنتی که به این ترتیب اجرا می‌شوند، نگهداری و مراقبت مداوم از آنهاست، از جمله سنگ زدن پیوسته کاهگل. با توجه به اینکه قدرت پوشش چوب بین ۳ تا ۴ گز (۳۰ تا ۳۷ متر) است، طراحان بنا با تقسیم‌بندیهای تیرریزی در جهات مختلف (مطابق شکل ۸) تا حد امکان دهانه‌ها را بزرگتر انتخاب کرده‌اند و فقط یک نوع چوب (کنار) قدرت پوشش دهانه‌های در حد ۶ متر را دارد. برای حفاظت بیشتر از سقفهای چوبی تلاش می‌شود تا از چوبهایی استفاده کنند که کمتر مورد تهاجم موربانه باشد، زیرا در بخش اعظم شهرهای ایران انواع مختلفی از موربانه‌ها موجود

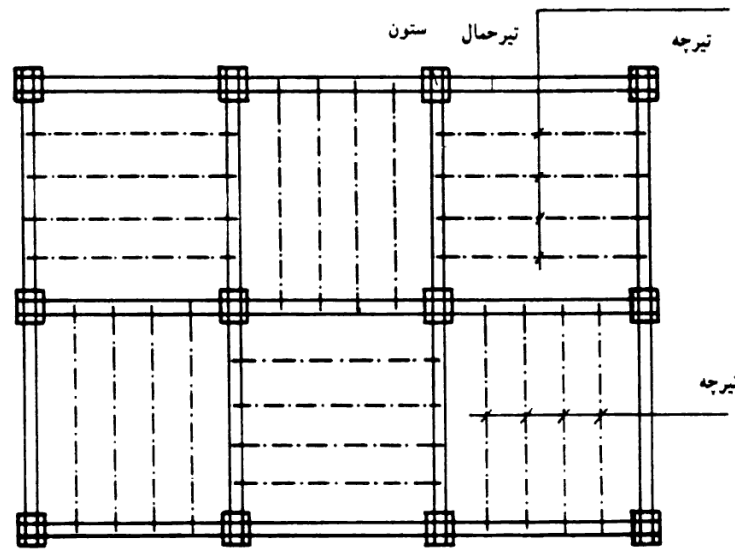
پوشش در معماری سنتی ایران با توجه به آب و هوا و اقلیمهای مختلف، معمولاً در دو نوع مسطح و منحنی اجرا می‌گردد.

۱۰.۳.۲ پوشش مسطح

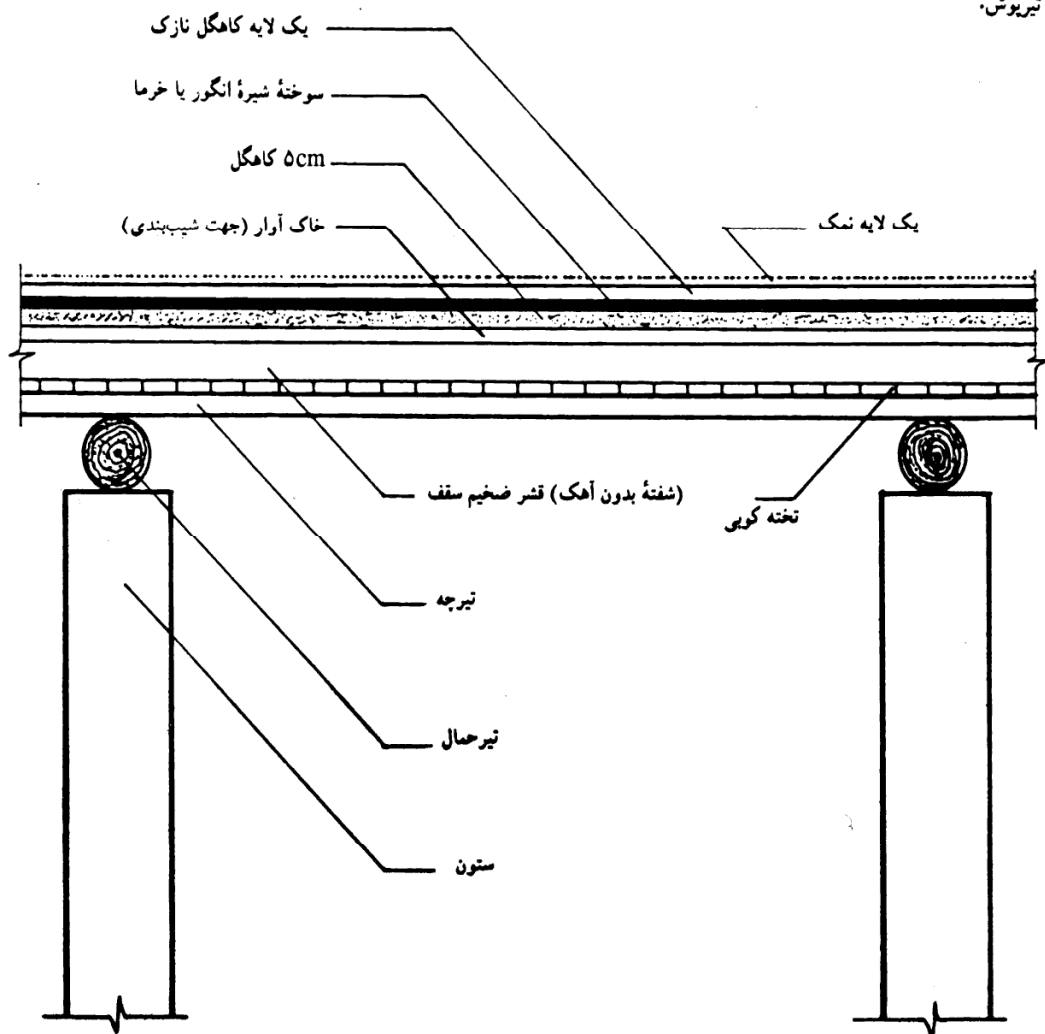
این نوع پوشش، که به پوشش آسمانه نیز موسوم است، خود در دو نوع متداول بوده است:

تیرپوش: در سقفهای صاف از دو نوع تیرچوبی استفاده می‌شده است، تیرهای حمال، و تیر و تیرچه (شکل ۷).

پس از گذاشتن تیرهای حمال و تیرچه‌ها، با تخته و یا دستک روی تیرچه‌ها را می‌پوشانند و سپس تخته را از برگ و شاخه‌های گیاهی می‌پوشانند تا بین گل و تخته فاصله ایجاد کنند. سپس روی این جداره قشر ضخیم گل سقف به کار می‌رود. این گل در اصطلاح معماری سنتی به شفته بدون آهک یا غوره گل معروف است (ماسه + سنگریزه + گل رس + ورز دادن). ضخامت این قشر در حدود ۵



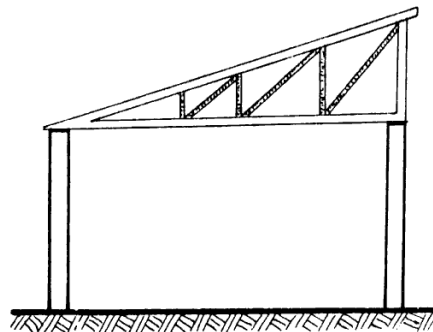
شکل ۷ تیروش.



شکل ۸ اجرای پوشش سطح.

است.

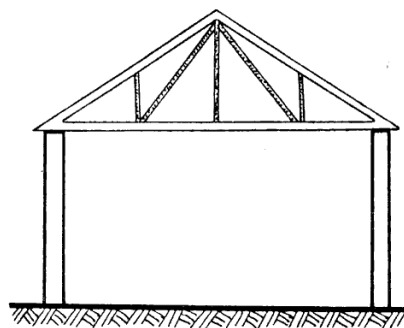
خرپشته یا شیروانی: نوع دیگری از پوشش مسطح، پوشش شبیدار به صورت خرپشته و واریخته است که این نوع پوشش در مناطق شمالی ایران و مکانهایی که چوب کافی و بارندگی بیشتر است، مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۹). برای پوشاندن این نوع سقفها از خربای چوبی استفاده می‌گردد که لایه بیرونی آن با مصالح عایق مانند سفال پوشانده می‌شده که اخیراً از ورقه‌های آهن گالوانیزه یا مصالحی مانند ایرانیت و غیره استفاده می‌شود (شکل ۱۰).



پوشش واریخته

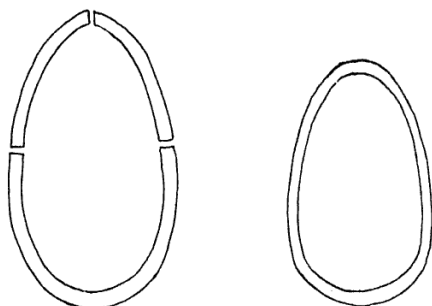
۲.۳.۲ پوشش منحنی (سغ)

این نوع پوشش به علت کمبود مصالح چوبی و امکان دسترسی به خشت و گل در اکثر نقاط کشور ما متداول شده است. با توجه به اینکه قدرت ایستایی پوششهای منحنی بسیار قابل توجه است و پوشاندن دهانه‌های بزرگ با آنها میسر است، این نوع پوشش همواره مورد توجه بوده است. برای مثال، می‌توان قدرت لایه‌های منحنی را در کفل قناتها مشاهده کرد که ضمن تحمل وزن بسیار زیاد خاک، وظیفه مورد نظر خود را نیز انجام می‌دهند (شکل ۱۱). همچنین در سیلوها به منظور تحمل فشار بار انبار غله از پوشش منحنی استفاده می‌شود (شکل ۱۲). در پوششهای خاکی یا تخم‌مرغی (شکل ۱۳) از قسمت (۱) برای پوشش دهانه‌های وسیع و از قسمت (۲) برای پوشش دهانه‌های



پوشش خرپشته

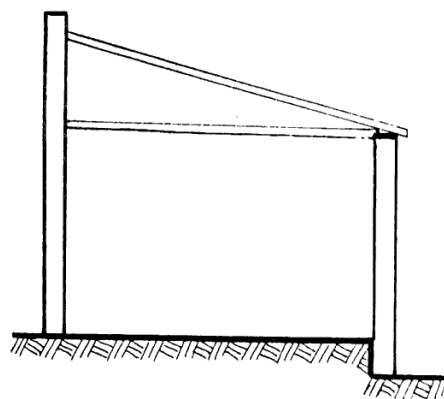
شکل ۹ انواع پوششهای شبیدار.



کفل در قناتهای ایستاده از سه بخش تشکیل می‌شود.

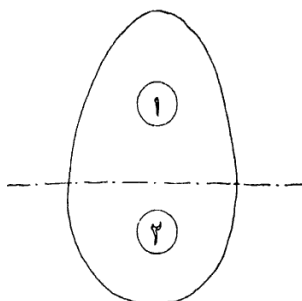
کفل در قناتهای دولرو یک تکه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۱۱ استفاده از لایه‌های منحنی در قناتها.

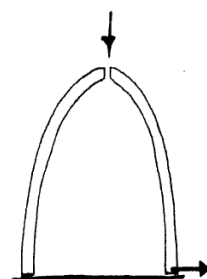


لایه‌کوبی (نوفال کوبی)

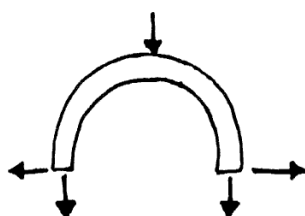
شکل ۱۰ سقف کاذب زیرپوشش اصلی بام.



شکل ۱۳ پوشش خاکی (تخم مرغی)

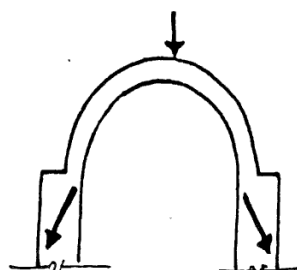


شکل ۱۲ استفاده از پوشش منحنی در انبار غله.



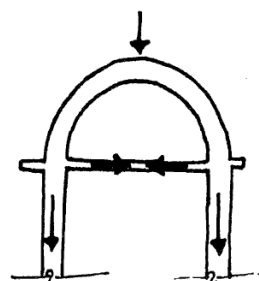
شکل ۱۴ نمایش توزیع نیروها.

* مأخذ: مهدی فرشاد، تاریخ مهندسی در ایران تهران، گویش، ؟.



شکل ۱۵ سنگین کردن تکیه گاه قوس.

* مأخذ: مهدی فرشاد، تاریخ مهندسی در ایران تهران، گویش، ؟.



شکل ۱۶ استفاده از مهار چوبی.

* مأخذ: مهدی فرشاد، تاریخ مهندسی در ایران تهران، گویش، ؟.

کوچک (مانند درگاهی) استفاده می شود.

سه نوع پوشش منحنی در معماری سنتی ایران قابل مشاهده است: ۱. چفد (قوس)؛ ۲. تاق؛ ۳. گنبد.

چفد (قوس): این پوشش در نقاط مختلف کشور نامهای متفاوتی دارد؛ در مناطقی به چفد و یا سفد موسوم است و به زبان لاتین آرک یا آرگ نامیده می شود.

چفد یا قوس باریکه ای است که بین دو پایه یا دو دیوار اجرا می شود و مانند تیر حمال (باربر) وزن تاق و سقف را به پایه ها منتقل می کند. معمولاً در محل تکیه گاه های قوس رانش ایجاد می شود (شکل ۱۴)؛ در معماری ایران، برای تضمین تعادل قوس و خنثی کردن رانش آن از روش های زیر استفاده شده است:

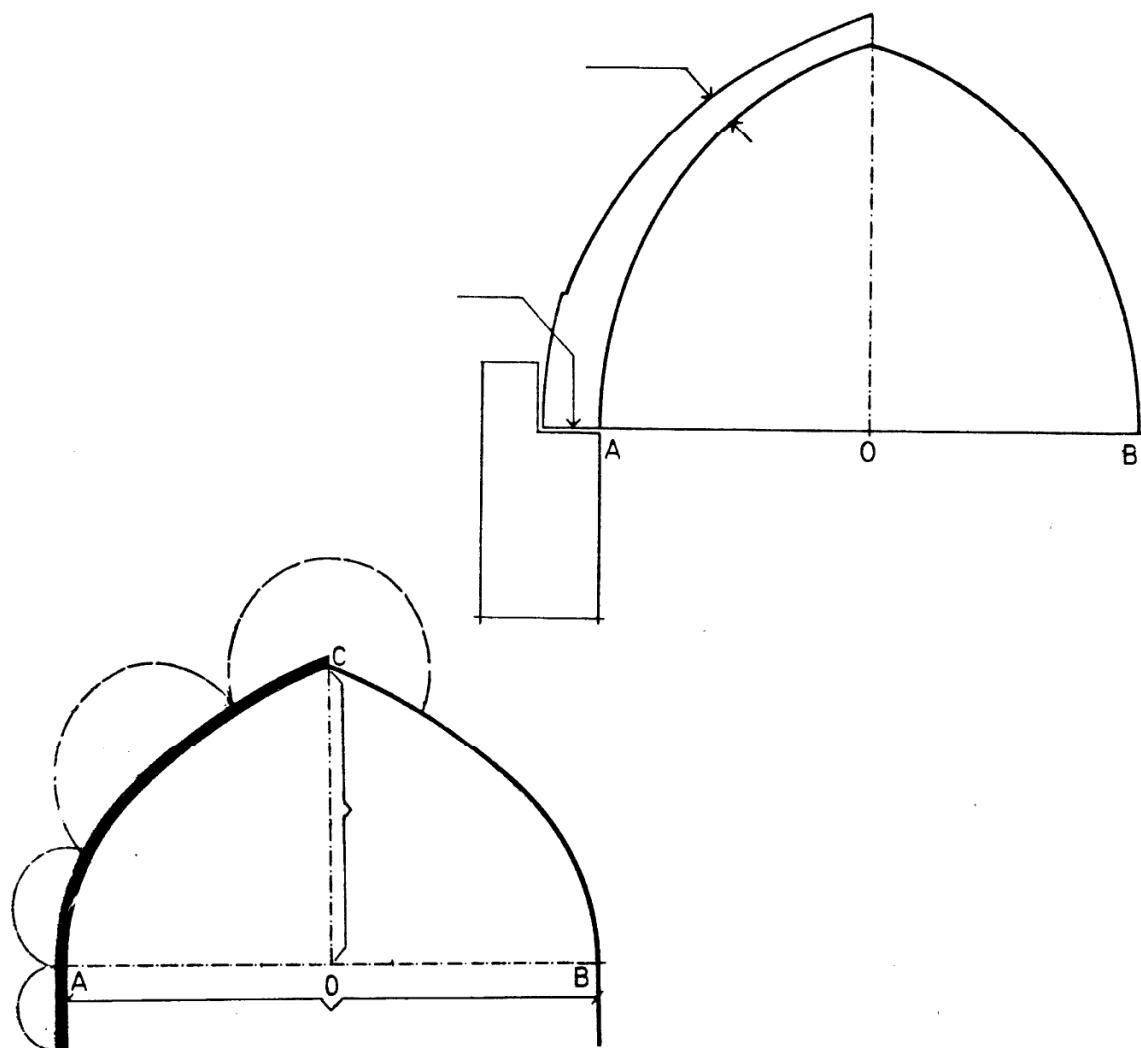
الف) سنگین کردن تکیه گاه قوس (ایجاد ضخامت بیشتر در پایه جرز) (شکل ۱۵).

ب) استفاده از مهار چوبی (شکل ۱۶).

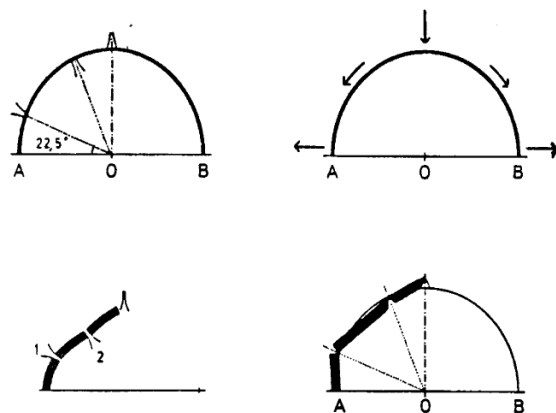
پ) استفاده از پشته بند.

گاه نیز از ترکیب این روش ها استفاده می شود.

چفد (قوس) دارای انواع گوناگونی است و از نظر اجرا نیز متفاوت است. به طور کلی، بار وارد بر قوس سبب فعل و انفعالاتی در آن می شود که با توجه به آنها، نوع منحنی و طریقه اجرا نیز متفاوت می شود. اکنون برای آشنایی با قوس،

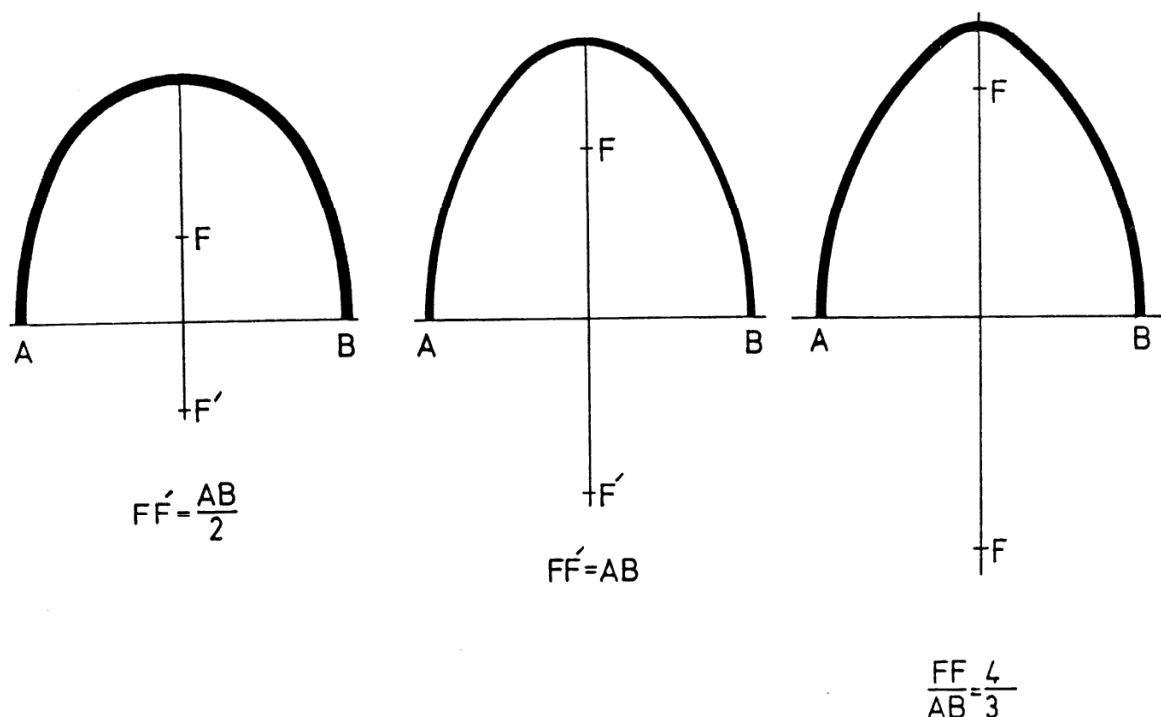


شکل ۱۷ بخشهای مختلف قوس.



شکل ۱۸ عکس‌العمل قوس در مقابل بارگذاری.

به معرفی قسمتهای مختلف آن (شکل ۱۷) و تأثیرات بارگذاری و تقویت نقاط ضعف آن می‌پردازیم. هر قوس از قسمتهای مختلف شامل دهانه، افراز، شلال یا راستین قوس، پاکار، شانه و تیزه تشکیل می‌شود. تاق شامل ضخامت، کیز یا نشیمنگاه قوس است. بخشهای مختلف قوس نیم‌دایره بر اثر بارگذاری عکس‌العملهای مختلفی از خود نشان می‌دهند. مثلاً در شکرگاه (5۲.۲°)، قوس چاکیده به بیرون، در اوارگاه



شکل ۱۹ نمونه‌هایی از قوسهای قل از اسلام.

نوع قوس را در بناهای دوره ساسانی از جمله در فیروزآباد، سروستان و تخت سلیمان می‌توان مشاهده کرد.

در دوره بعد از اسلام، به علت وجود ارتفاع زیاد قوسهای بیضوی، برای پرهیز از عظمت‌گرایی، تلاش در جهت کاهش قوسها به عمل آمد و بدین منظور از دو بیضی متداخل استفاده شد (شکل ۲۰). قوس حاصل به قوس تیزه‌دار معروف شد.

نمونه‌ای از قوسهای تیزه‌دار و روش ترسیم آن: قوسهای تیزه‌دار در انواع مختلف اجرا می‌شوند که در اینجا روش ترسیم یکی از آنها به نام قوس پنج اوهفت معرفی می‌شود.

در اصطلاح پنج اوهفت، پنج به معنی روزنه، سوراخ و پنجره و اوهفت به مفهوم پوشانیدن و پوشش است. بنابراین معنای لغوی پنج اوهفت، پوشش درگاه و روزنه است. این قوس در سه نوع اجرا می‌گردد. نوع تند، نوع کند و نوع خفته یا افتاده. در اینجا برای نمونه به توصیف شیوه ترسیم یک قوس پنج اوهفت به طریق چهار پرگاری می‌پردازیم

چاکیده به درون و در نوک قوس کلکن می‌شود (شکل ۱۸).

در قوسهای ایرانی، برای رفع این مشکل سعی شده منحنی قوس را به منحنی رانش نزدیک کنند و به همین دلیل (ضعف در باربری)، در کشور ما هیچ‌گاه از قوس دایره استفاده نشده است، چرا که میزان بارگذاری در تمام قوس یکنواخت نیست؛ حتی در قسمتهای ضعیفتر با افزایش و با کاهش بار به ایستایی قوس کمک می‌کنند. برای مثال، در بخشی از قوس با زاویه ۲۲٫۵ (شکرگاه) با افزودن بار اضافی یا کنال پوشش (کانه پوش) از شکستن قوس جلوگیری می‌شود.

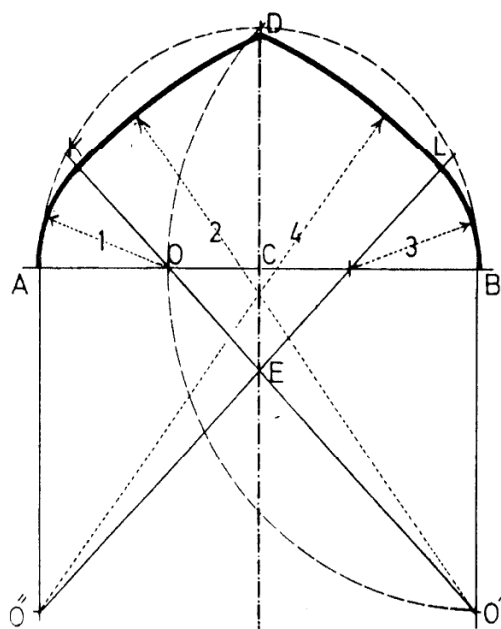
قوسهای بیضوی: پیش از اسلام در ایران از قوسهای بیضی شکل استفاده می‌شده و با توجه به دهانه‌های مختلف، نوع منحنی بیضی متفاوت بوده است (شکل ۱۹). در دهانه‌های وسیع فاصله کانونی بیش از دهانه است، در دهانه‌های متوسط فاصله کانونی تقریباً برابر دهانه است و در دهانه‌های کوچک فاصله کانونی نصف دهانه است. نمونه این

(به دلیل وجود چهار مرکز O_1, O_2, O_3 و O_4 ، این روش رسم را چهار پرگاری می‌نامند.)

قوسهای دیگری که معمولاً در معماری ایران یافت می‌شوند عبارت‌اند از قوس دولنگه، قوس پاتوپا، قوس شبدری، قوس سه‌بخشی، قوس شاخ بزی و انواع قوسهای کلیل.

روش اجرای قوسها: قوسها به سه روش قابل اجرا هستند. روشی رومی، روش ضربی یا پَر و روش لاپوش یا تیغه‌ای.

اجرای قوس به روش رومی: در اجرای قوس به این روش آجرها در مقطع عمودی به صورت نره و در مقطع افقی به شکل صفحه کامل دیده می‌شوند (شکل ۲۲). این روش در ایران پیش از اسلام معمول بوده است و در چغازنبیل نمونه‌ای از تاقهای آجری با اجرای رومی برجای مانده است. به هیچ وجه نباید تصور کرد که خاستگاه این قوس روم باستان بوده است؛ این روش منسوب به اروم (ناحیه‌ای در غرب ایران) است. این قوس دارای مقاومت بسیار خوب است ولی مستلزم دقت عمل در اجراست.



شکل ۲۱ ترسیم قوس پنج اوهفت به طریقه چهار پرگاری.

(شکل ۲۱). شیوه‌های دیگر را می‌توان در کتب مرجع جستجو کرد.

$$CD = CB$$

$$O_1 B = BD$$

$$O_1 C = CE$$

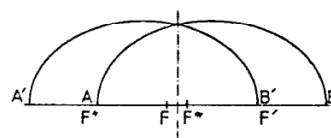
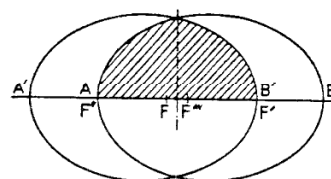
دایره‌ای به مرکز O_1 و شعاع $O_1 A$

دایره‌ای به مرکز O_2 و شعاع $O_2 A + O_1 A$

دایره به مرکز O_3 و شعاع $O_3 O + O_2 B$

طریقه ترسیم قوس پنج اوهفت: در شکل ۲۱

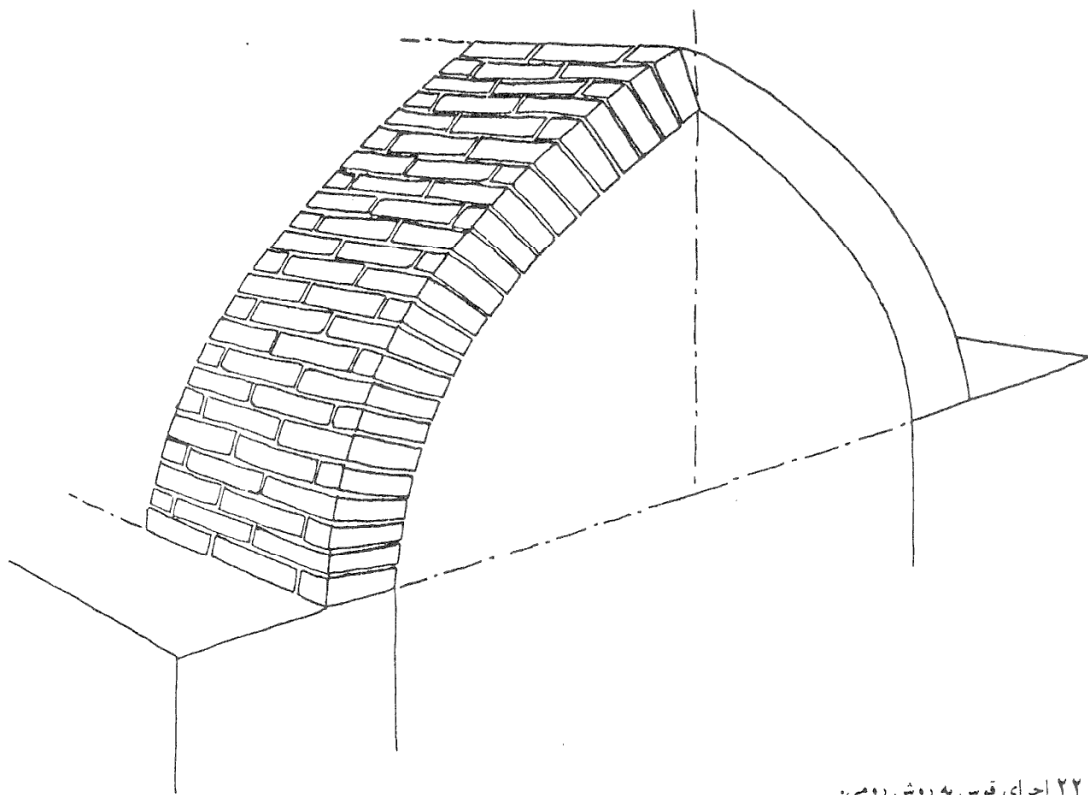
دهانه AB موجود است. برای رسم قوس پنج اوهفت تند، دهانه AB را نصف و عمود منصف CD را از مرکز دهانه (C) رسم می‌کنیم. به مرکز B و شعاع BD دایره‌ای رسم می‌کنیم تا دهانه AB را در نقطه O_1 قطع کند. این نقطه (O_1) مرکز پاکار قوس (شکرگاه) است. از نقطه B خطی عمود بر خط AB (دهانه) رسم می‌کنیم، روی این خط به اندازه BD جدا می‌کنیم تا نقطه O به دست آید. به مرکز O و شعاع $O_1 A$ - $O_1 O$ بقیه قوس را رسم می‌کنیم. طرف دیگر قوس را نیز به همین صورت ترسیم می‌کنیم و قوس کامل می‌شود.



شکل ۲۰ نمونه‌ای از قوسهای بعد از اسلام.



تصویر ۱ اشتهاورد - امامزاده، اجرای قوس رومی با استفاده از قالب دید.



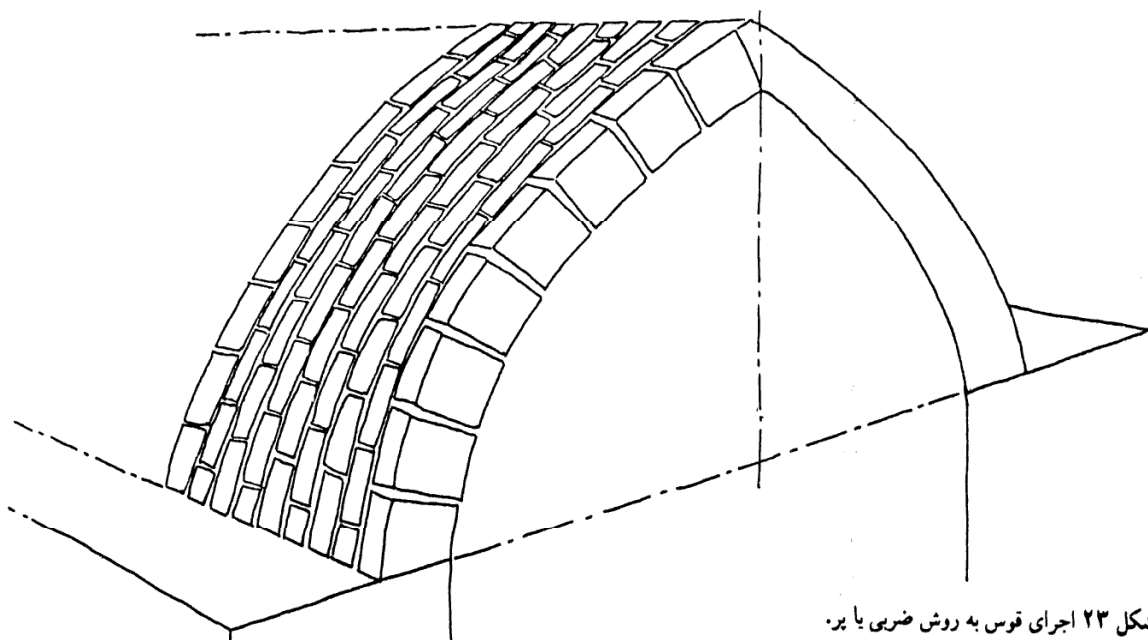
شکل ۲۲ اجرای قوس به روش رومی.



تصویر ۲ اشتهارد - امامزاده، بازسازی و اجرای قوس رومی و تقویت سازه با استفاده از کلاف بتونی در مغز کار.



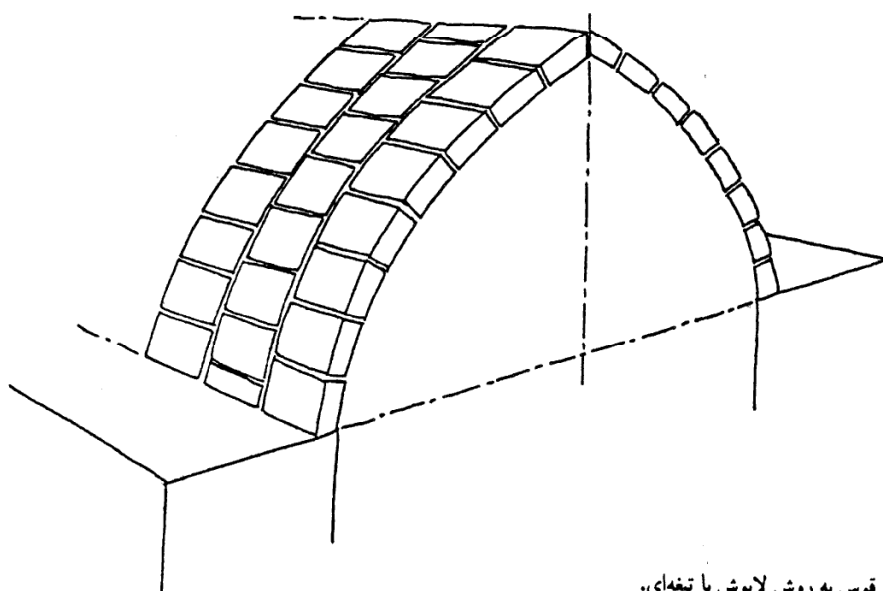
تصویر ۳ ورامین - مسجد جامع، بازسازی شبستان غربی.



شکل ۲۳ اجرای قوس به روش ضربی یا پر.

اجرای قوس به روش ضربی یا پر: در این روش، آجرها از بخش زیرین به صورت نره و از پهلوی به صورت صفحه کامل قابل مشاهده هستند. در آن یک لایه آجر را به قاب می‌چسبانند و پس از اجرای این ردیف، رجهای بعدی را اضافه می‌کنند، به صورتی که درز آجرها روبه روی هم قرار نگیرند (شکل ۲۳). این نوع قوس نیز در ایران دارای ریشه تاریخی است. اجرای آن بسیار آسان است، ولی دوام آن از شیوه رومی کمتر است، زیرا امکان در رفتن آجر از کناره‌ها بیشتر است. به همین دلیل از این روش بیشتر در بخش وسط سازه‌های قوسی استفاده می‌شود و اطراف آن را به شیوه رومی می‌بندند.

اجرای قوس به روش لاپوش یا تیغه‌ای: در این روش آجرها به صورت تیغه‌ای به کار می‌روند و ضخامت آجر، ضخامت قوس را تشکیل می‌دهد و آجرها از قسمت بالا و همچنین پایین به طور کامل دیده می‌شوند (شکل ۲۴).
 تاق: پوششی منحنی است متشکل از لنگه قوسهایی



شکل ۲۴ اجرای قوس به روش لاپوش یا تیغه‌ای.

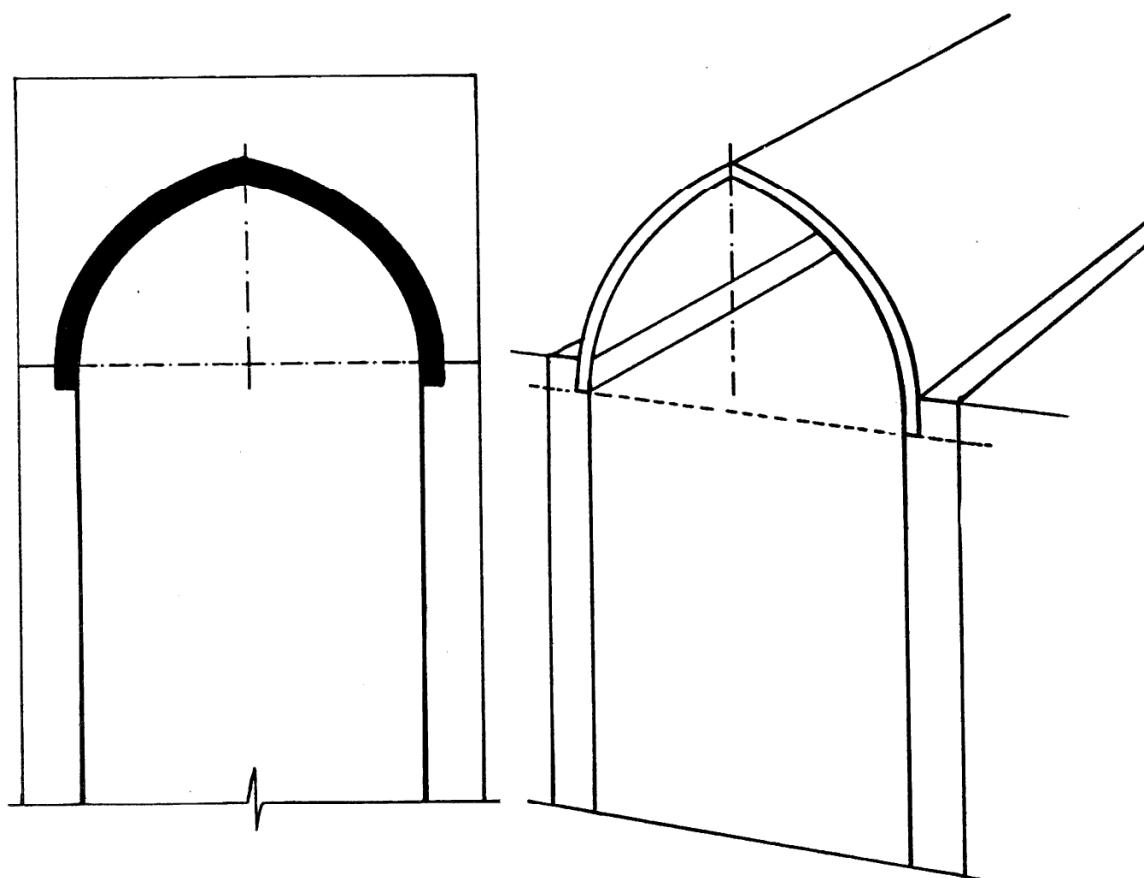
توضیح داده شد) اجرا می‌شده است (شکل ۲۵). در هفت تپه کوره‌ای موجود است با تاق آهنگ در حدود دو هزار سال قبل از میلاد به روش ضربی اجرا شده است و همچنین سردابه‌ای در چغازنبیل مربوط به ۱۲۵۰ ق.م با تاق آهنگ که به روش رومی اجرا شده است. شایان ذکر است که تاق آهنگ که معمولاً بر روی دهانه‌های وسیع اجرا می‌شده است.

پوشش کلنبو: این نوع تاق در مناطق زلزله‌خیز و زمینهای سست مورد استفاده قرار گرفته است. این پوشش بر روی چهار دیوار بنا می‌شود که معمولاً بر پلان مربع یا

که بر روی دو دیوار موازی باربر اجرا می‌گردد. این پوشش در معماری ایران دارای پیشینه‌ای طولانی است، مانند تاقهای زیگورات چغازنبیل، هفت تپه و تاقهای موجود در خانه‌های سنتی یزد و

برخی از انواع تاقها به شکل زیر قابل تقسیم‌بندی است: ۱. تاق آهنگ (گهواره‌ای)؛ ۲. کلنبو؛ ۳. چهاربخشی (چادری)؛ ۴. تاق و توپزه (باریکه یا تاق لنگه)؛ ۵. چهارتاقی؛ ۶. تاق چشمه.

تاق آهنگ: این پوشش از قدیمی‌ترین انواع پوشش منحنی در ایران است و به روش ضربی یا پَر (که بیشتر



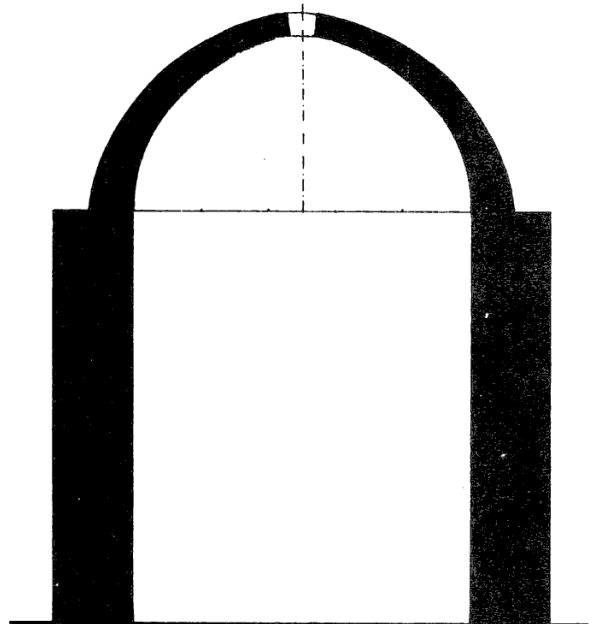
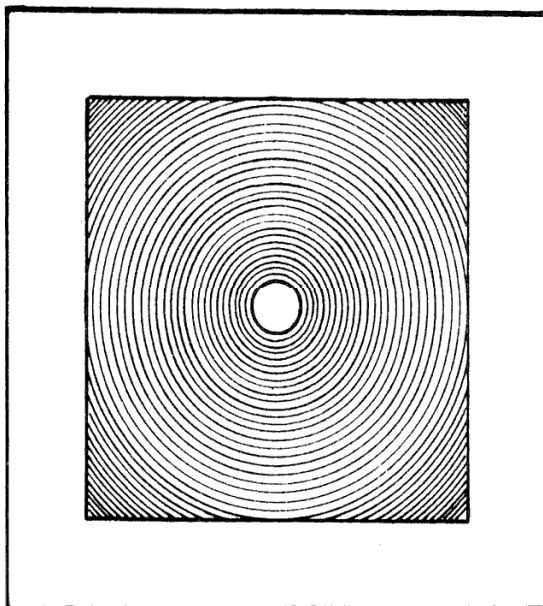
شکل ۲۵ تاق آهنگ.

چهار طرف ادامه می‌یابند و در افطار زمینه یکدیگر را قطع می‌کنند (شکل ۲۷). در نهایت تیزه تاق و تیزه قوس باربر در حدود ۵cm اختلاف سطح پیدا می‌کنند که برای ایجاد شیب مناسب لازم است و مسئله‌ای است سازه‌ای. در اجرای آن این مراحل طی می‌شود: یک قالب به قطر زمینه کار ساخته و کارگذاری می‌شود و سپس دوطرف قالب را با آجر دربر می‌گیرند و پس از آن قالب را برمی‌دارند و در سوی دیگر کار می‌گذارند و فاصله آنها را پر می‌کنند، بدین ترتیب تاق کامل می‌شود.

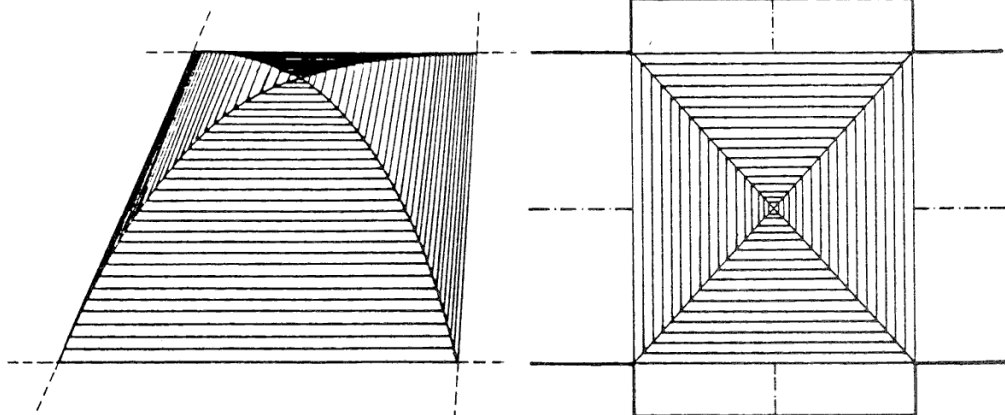
تاق و تویزه (تاق باریکه یا تاق لنگه): این نوع

مستطیل مستقر هستند و در عمل، آجرهای چیده شده در جرزهای دیواری ادامه می‌یابند و به تدریج تاق را تشکیل می‌دهند و کل پوشش حاصل، در واقع سازه‌ای یکپارچه است بین دیوار و قوس (بدون مفصل) و به دلیل همین یکپارچگی، در مقابل زلزله مقاوم است (شکل ۲۶).

پوشش چهاربخشی یا چادری: این تاق یکی از پوششهای خوش تناسب اکثر شبستانهای مساجد است که به دلیل کمی ارتفاع زیاتر از تاقهای دیگر است و همین مزیت عمده آن نسبت به سایر تاقها محسوب می‌شود. روش اجرای این تاق به نحوی است که آجرهای قوس باربر از



شکل ۲۶ پوشش کلبه.



شکل ۲۷ پوشش چهاربخشی.

پ) اجرای کجاوه‌ای یا کژاوه: این تاق از دو طرف دارای شبیه و قوس منحنی است که شبیه به چادر است (شکل ۳۰).

چهار تاقی: این پوشش از معروفترین پوششهای قبل از اسلام است و به صورت چهارپایه و چهار تاق در چهار طرف با اجرای عرقچین مرکزی شکل می‌گیرد. نمونه‌هایی از آن را می‌توان در آتشکده‌های ساسانی مانند آتشکده نیاسر مشاهده کرد (شکل ۳۱).

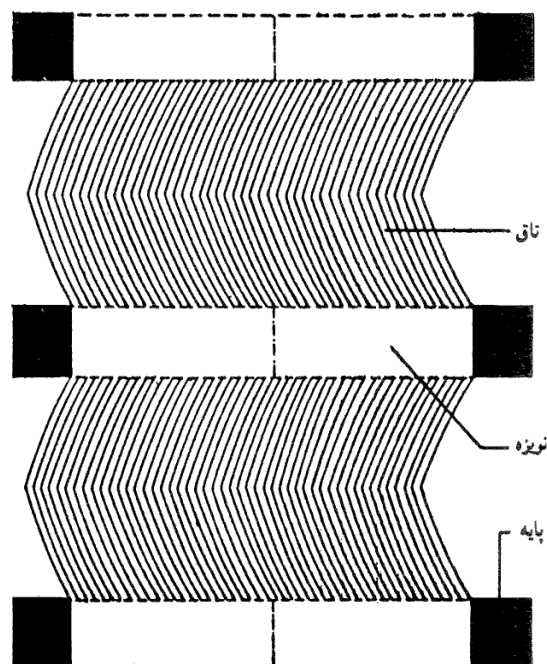
تاق چشمه: این پوشش از اجتماع چهار تاقی‌ها در جوار یکدیگر شکل می‌گیرد (مانند انواع شبستانهای مساجد). قوسهای باربر در روی پایه‌ها ساخته می‌شود و بین قوسها از عرقچین (به روشهای مختلف پوشش تاقها) به عنوان پرکننده استفاده می‌شود (شکل ۳۲).

گنبد: پوششی است که معمولاً بر روی چهار دیوار مستقر می‌شود. به عبارتی، همانند جام واژگونه‌ای است که بر روی بنا قرار می‌گیرد.^۲ شکل گنبدی از دوران منحنی حول محورش حاصل می‌گردد. از دیدگاه ایستایی، کلیه فرمهای قوسی اعم از گنبد و تاق فرمهایی هستند که در آنها انتقال نیروی وزن و سایر نیروها با مکانیسم نیروی غشایی (واندکی نیروی خمشی) انجام می‌گیرد. از این رو، فرمهای قوسی شکل فنی‌تر و به منحنی نیروها، که منحنی کامل فرم ساختمانی است، نزدیکتر و بر فرمهای قابی ارجح‌اند. زمینه گنبد معمولاً مربع، مستطیل نزدیک به مربع، شش ضلعی و یا دایره است. این نوع پوشش برای دهانه‌های بیش از ۱۰ متر مورد استفاده قرار می‌گیرد (البته از تاق نیز در مواردی بر روی دهانه‌های بیش از ۱۰ متر استفاده می‌شود).

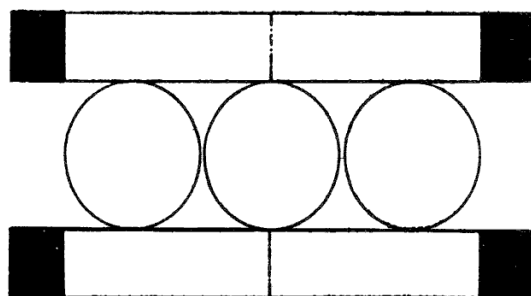
کاربرد گنبد در ایران، به علت کمبود چوبهای استوار و کشیده، سابقه بسیار دارد و در دهانه‌های وسیع جایگزین دهانه‌هایی با پوشش تخت شده است. در دوران هخامنشی معماری درخشانی با پوشش مسطح و مرتفع در اوج قدرت

پوشش از ترکیب پایه، قوس و تاق تشکیل می‌شود (شکل ۲۸) که اجرای آن در دوران ایلخانیان به اوج شکوفایی خود رسید. نمونه‌هایی از آن را در مسجد جامع یزد و مسجد جامع ساوه می‌توان یافت. این نوع تاق به روشهای زیر اجرا می‌شود:

الف) به شکل آهنگ که بین دو قوس اجرا می‌شود.
ب) خوانچه پوش: که بخش اجرایی تاق به توسط عرقچینهای مختلف و در ارتفاعات گوناگون (مطابق شکل ۲۹) اجرا می‌شود.

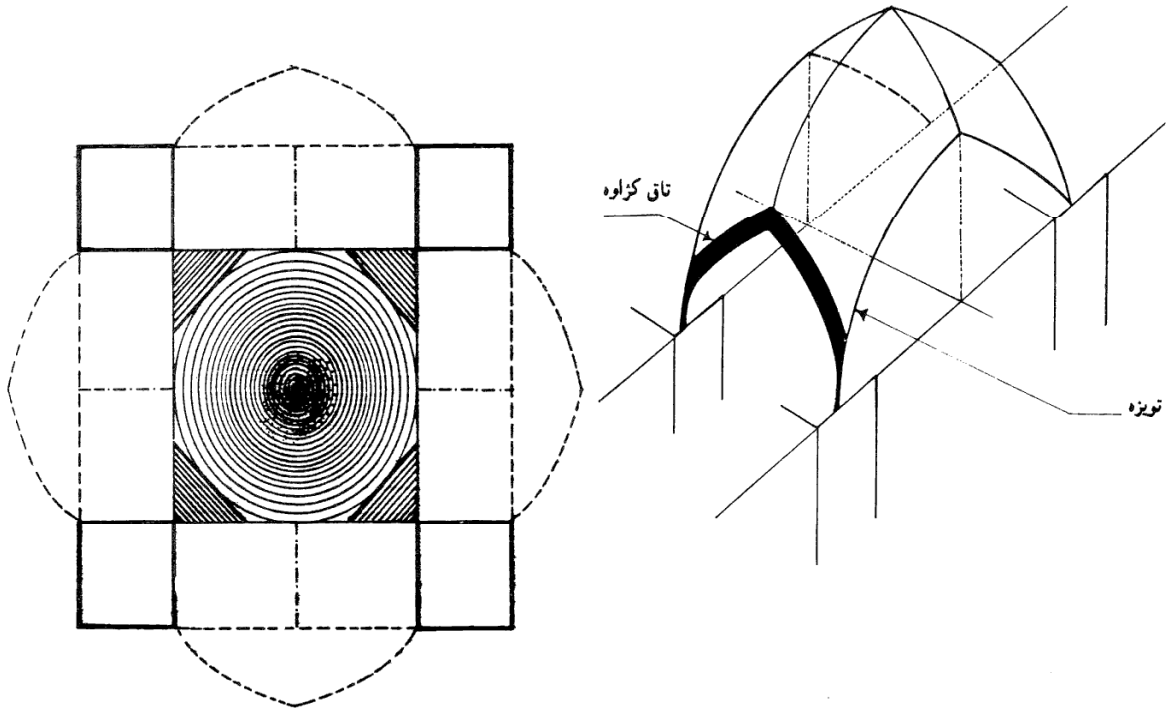


شکل ۲۸ تاق و نویزه.



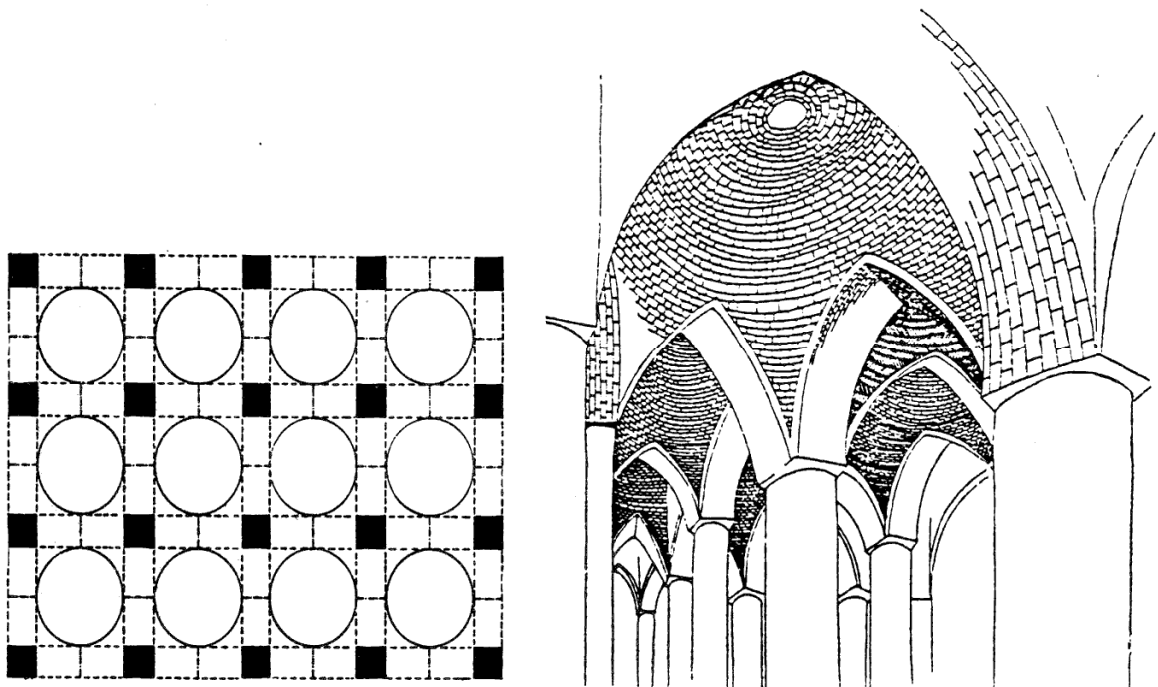
شکل ۲۹ پلان خوانچه پوش.

۲. تعبیر از استاد دکتر محمد کریم پیرنیاست.

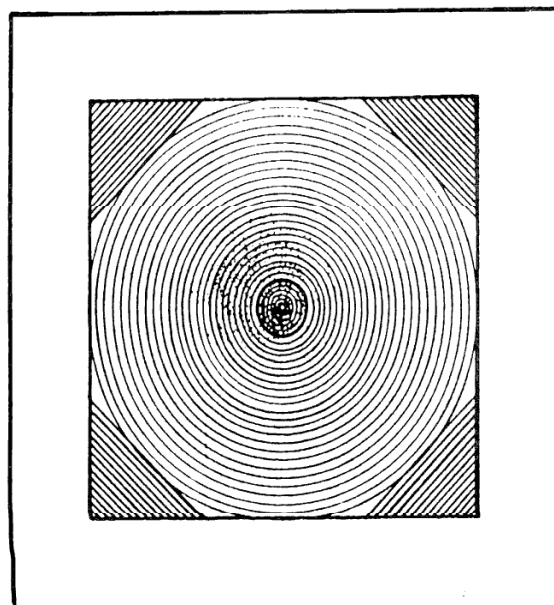
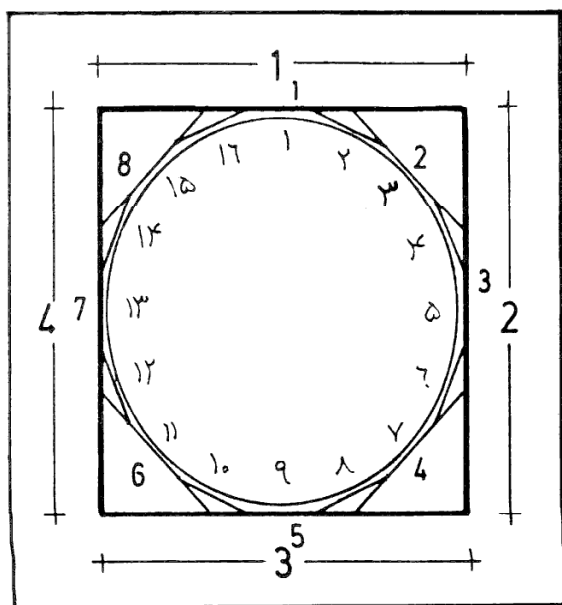


شکل ۳۰ اجرای کجاوه‌ای.

شکل ۳۱ چهارتاقی.



شکل ۳۲ تاق چشمه.

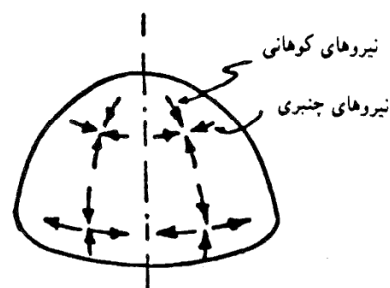
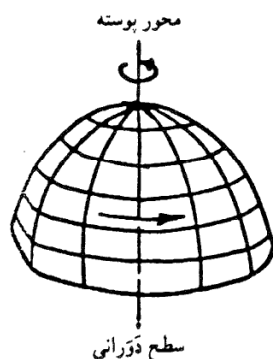


شکل ۳۴ تقسیم مربع به n ضلعی.

مخترعان اصلی گنبد با دهانه‌های وسیع ساسانیان بوده‌اند. گوشه‌سازی در گنبد: بیشتر، با استفاده از چوب، در گوشه‌ها مربع به هشت ضلعی تبدیل می‌شد (شکل ۳۳). ولی به دلیل محدود بودن قدرت باربری چوب در گوشه‌سازی، اجرای گنبدهای بزرگ با دهانه‌های وسیع امکانپذیر نبود. بنابراین، در دوره ساسانی با اختراع گوشه‌سازی تحولی اساسی در پوشش فضاهای وسیع ایجاد شد و اختراع گوشه‌سازی این امکان را فراهم آورد که با استفاده از تاق و کاربندی، مربع به زمینه دایره تبدیل شود. در این روش مربع به ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ و بالاخره به n ضلعی

شکل ۳۳ گوشه‌سازی با چوب.

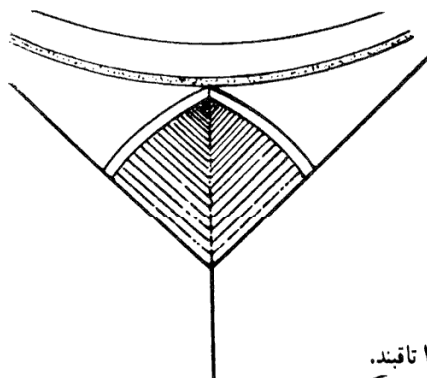
و کارایی بود، ولی پیش و پس از آن نیز به علت کمبود چوب در جلگه‌ها و جنگلهای ایران و دشواری فراهم کردن چوب از سایر نقاط، پوششهای منحنی جایگاه اصلی خود را در معماری ایران یافتند. کهنترین پوششهای گنبدی عظیم باقیمانده و قابل اشاره مربوط به دوره اشکانی و اوایل دوره ساسانی است. گنبد موجود در شهر فیروزآباد فارس با دهانه ۱۶۱۰ متر هم اکنون پابرجاست. در دوره ساسانی، گنبد به عنوان عنصر عمده معماری ایران به فراوانی مورد استفاده بوده و در طول تاریخ معماری ایران تا امروز مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. می‌توان اذعان کرد که



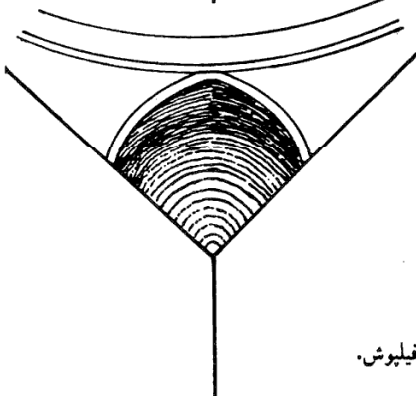
چگونگی میدان نیرو در گنبدها (بار متقارن)

• مهدی فرشاد، تاریخ مهندسی در ایران، تهران، گویش، ۹۹.

شکل ۳۵ سیستم انتقال نیرو در گنبد. *



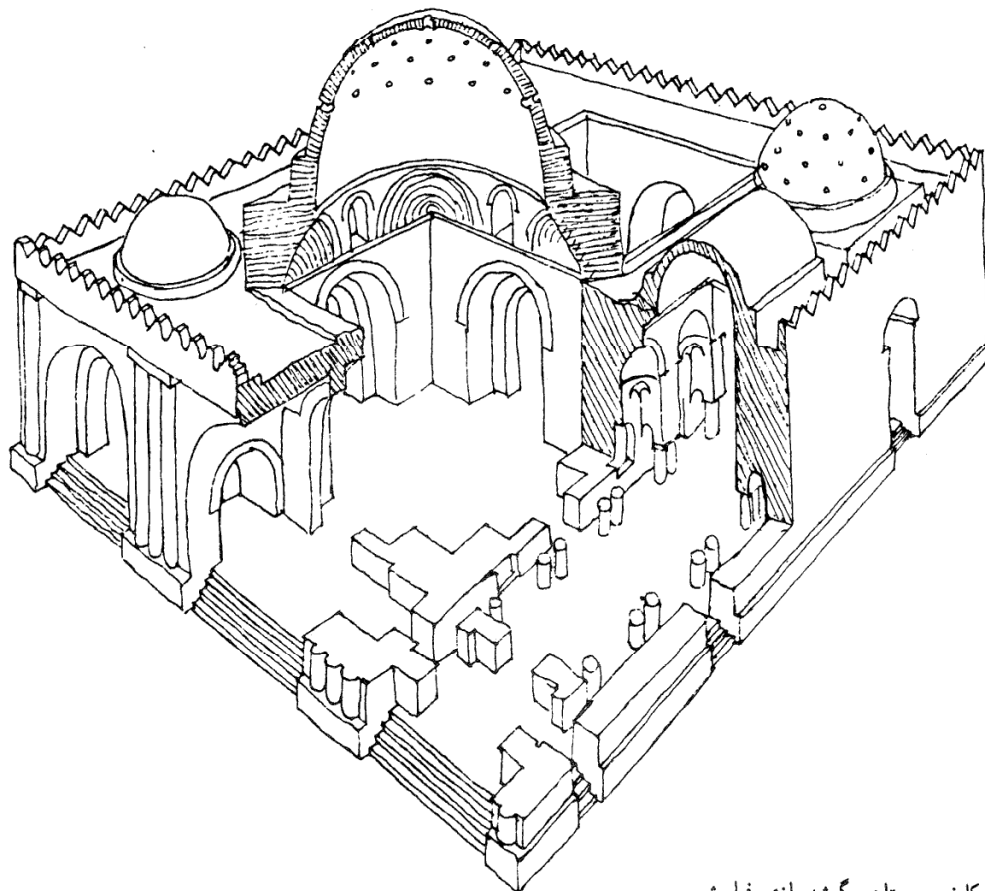
شکل ۳۶ تا قبند.



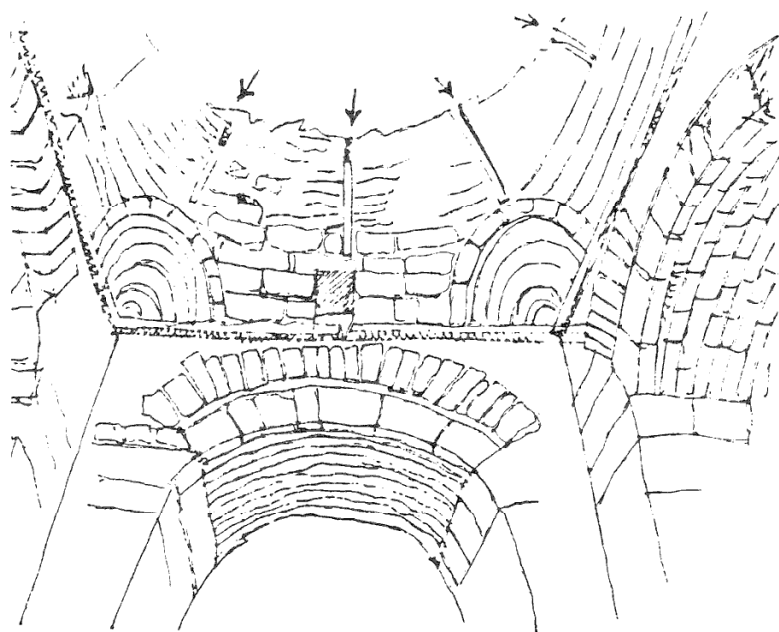
شکل ۳۷ فیلیپوش.

(نزدیک به دایره) تبدیل می‌شود (شکل ۳۴) تا گنبد روی آن قرار گیرد و در پلانهای مستطیل به ۶ و ۱۲ و در نهایت بیضی زمینه‌سازی می‌گردد (شکل ۳۵).

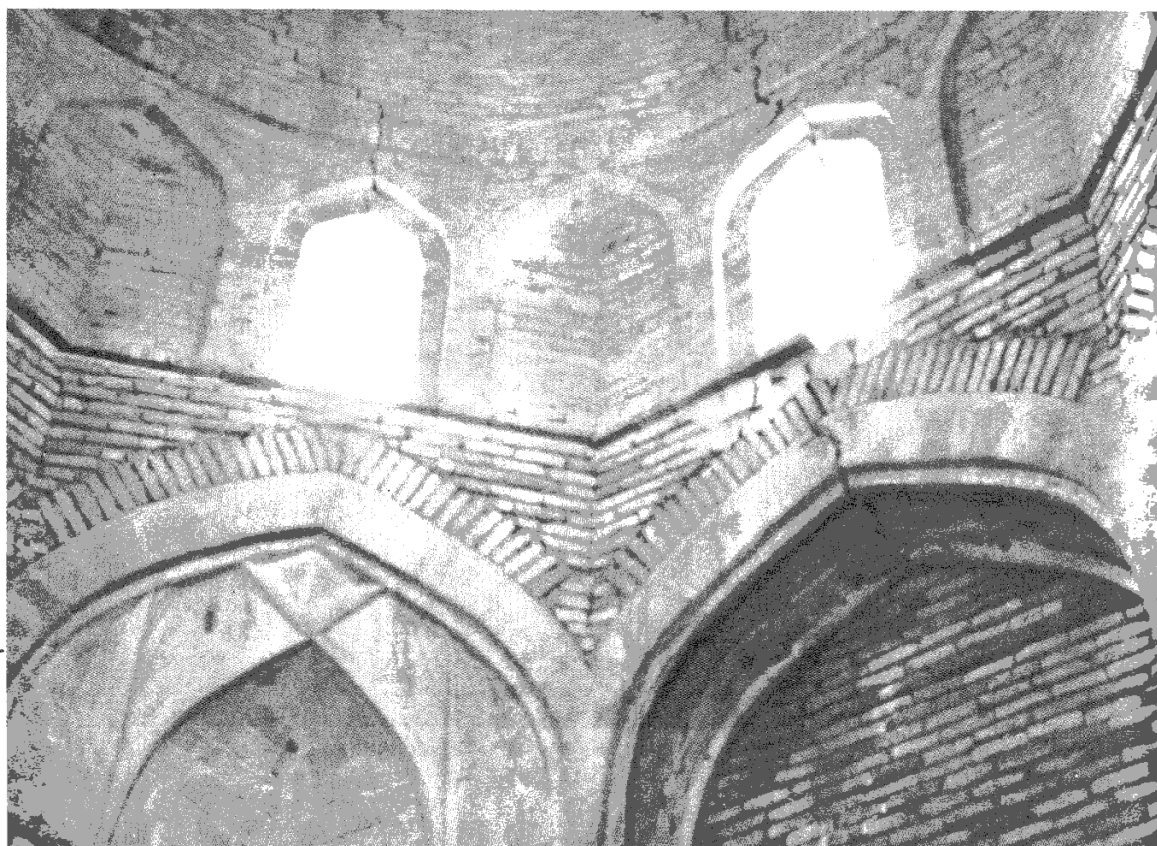
در اینجا چند نوع گوشه‌سازی رایج در ایران معرفی می‌گردد: ۱. سکنج یا ترنبه که کنجی پیش آمده است؛ ۲. تا قبند: در این نوع گوشه‌سازی از دو تا ق اریب که یکدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند استفاده می‌شود (شکل ۳۶)؛ ۳. فیلیپوش: در این نوع گوشه‌سازی از اجرای تا قهای متحدالمرکز استفاده می‌شود تا تقسیم‌بندی لازم صورت گیرد (شکل‌های ۳۷، ۳۸ و ۳۹)؛ ۴. پتگین یا پتگانه: از اجرای تا قچه‌ها بر روی یکدیگر استفاده می‌شود تا به سطح مورد نظر دست یابیم (شکل ۴۰).



شکل ۳۸ کاخ سروستان - گوشه‌سازی، فیلیپوش.



شکل ۳۹ - نیا سر - گوشه سازی، فیلیوش.

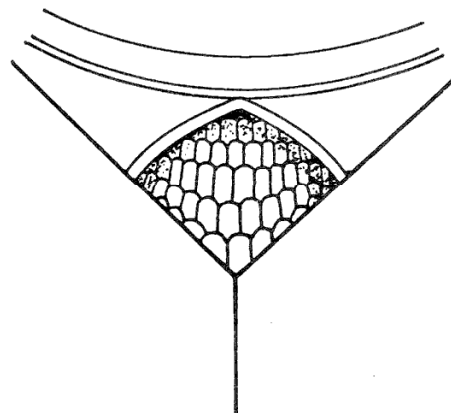


تصویر ۴ - بوئین زهرا - جاده اشتهارد - پلنگ آباد، گوشه سازی در گنبد (بنگین)، امامزاده زید رحمان.

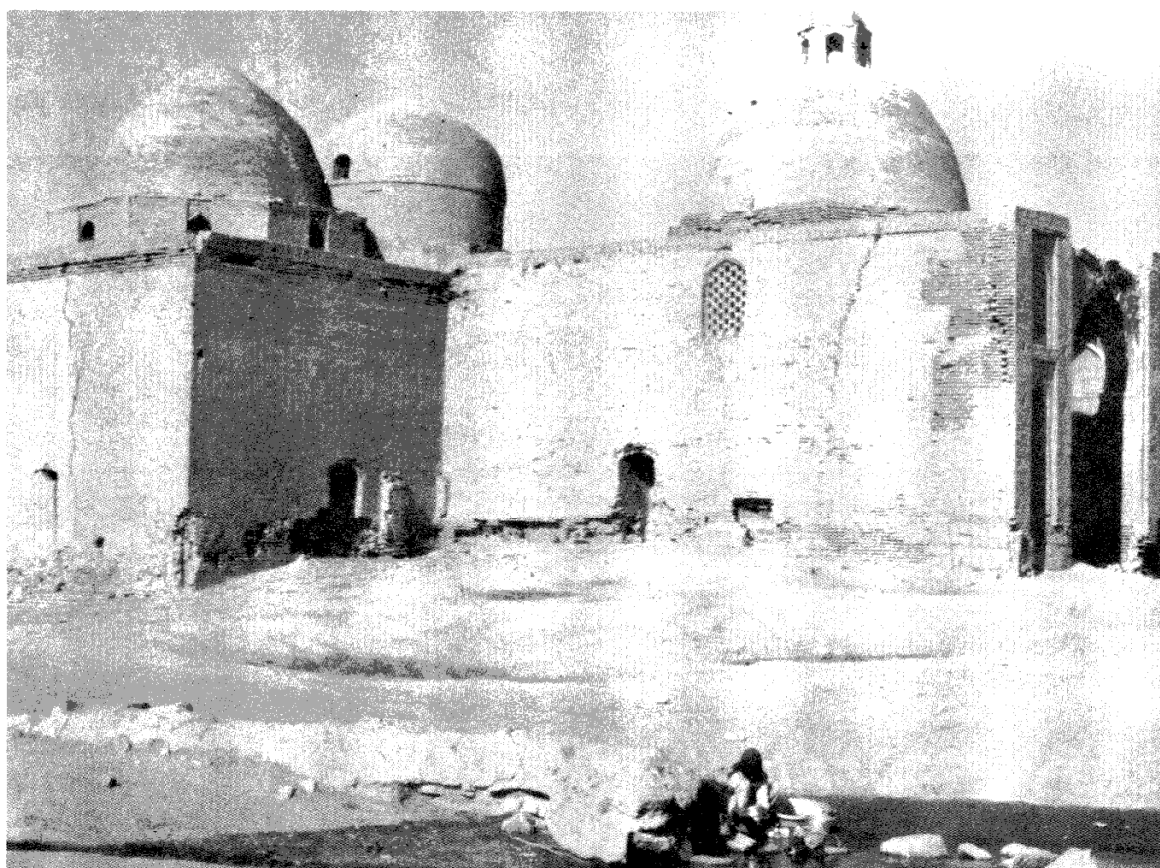
انواع گنبدها: گنبدها را می‌توان به رُک (مانند گنبد قابوس)، ناری (مانند گنبد سلطانیه)، و هلوچین (مانند گنبد فیروزآباد فارس) تقسیم کرد.

۳.۳.۲ طریقه رسم گنبد

در شکل ۴۱، نمونه‌ای از گنبد را می‌بینیم که در آن خیز = ۱ = افراز = دهانه. دهانه AB را داریم، به اندازه آن روی عمود منصف (خط عمود بر نقطه D) جدا می‌کنیم تا نقطه C به دست آید. دهانه AB را به چهار قسمت مساوی تقسیم و به اندازه $\frac{1}{4}$ آن روی عمود منصف CD جدا می‌کنیم تا نقطه O

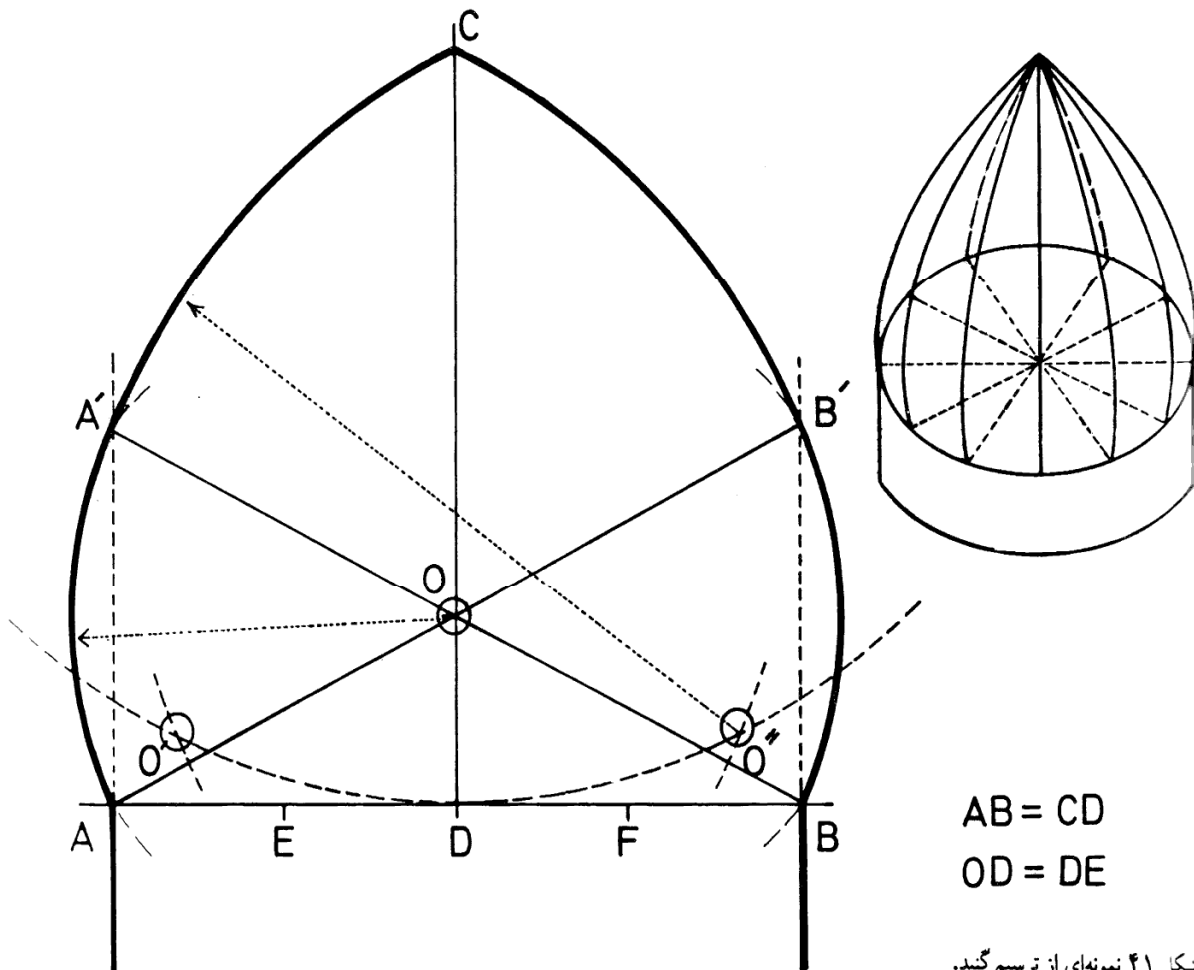


شکل ۴۰ بتگین.

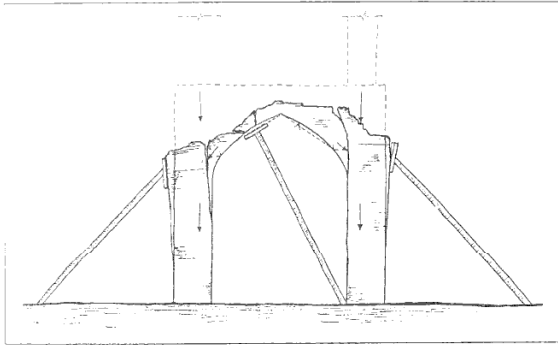


تصویر ۵ پلنگ آباد.

به دست آید. این نقطه (O) مرکز خاک‌انداز گنبد است. سپس به مرکز O و شعاع دهانه (AB) دایره‌ای رسم می‌کنیم، آن‌گاه A را به O وصل می‌کنیم و امتداد می‌دهیم تا خط عمود بر نقطه B را در نقطه B' قطع کند. به همین صورت، از B به O وصل می‌کنیم تا خط عمود بر نقطه A را در نقطه A' قطع کند. سپس به مرکز A' و B' دو دایره به شعاع دهانه رسم می‌کنیم تا دایره اول را در نقاط O' و O'' قطع کند. دو نقطه O' و O'' مراکز بقیه قوس گنبد خواهند بود. از این مراکز به شعاعهای O'A' و O''A' دو دایره رسم می‌شود که در نقطه C تلاقی کنند، این نقطه رأس گنبد خواهد بود.



شکل ۴۱ نمونه‌ای از ترسیم گنبد.



درس سوم

مراحل مختلف مرمت

ضروری است که منشأ خطر به طور کامل از نظر کاربری تعطیل شود و در صورت لزوم عدم امکان استفاده از کل بنای تاریخی به طور مقطعی توصیه می شود. برای مثال، چنانچه سرویس بهداشتی بنا باعث نفوذ آب به پی و دیوارهای بنا گردد، باید استفاده از آن موقتاً متوقف شود. همچنین اگر ایستایی بنا از نظر تحمل بار زنده در خطر باشد، ضروری است که استفاده از آن موقتاً خاتمه یابد.

(ب) شناسایی کامل و دقیق بخشهای فرسوده و خطرناک.

(پ) شناسایی و بررسی مواد و مصالحی که می توانند با توجه به نوع خطر سریعاً مورد استفاده قرار گیرند.
(ت) شناسایی و بررسی روش، فن و تکنیکی که با استفاده از آن، عمل رفع خطر در اسرع وقت انجام پذیرد.
(ث) ضمن عملیات رفع خطر موقت، عدم استفاده از بخشها یا کل بنا توصیه می شود.

(ج) در عملیات رفع خطر، در یک زمان محدود نباید

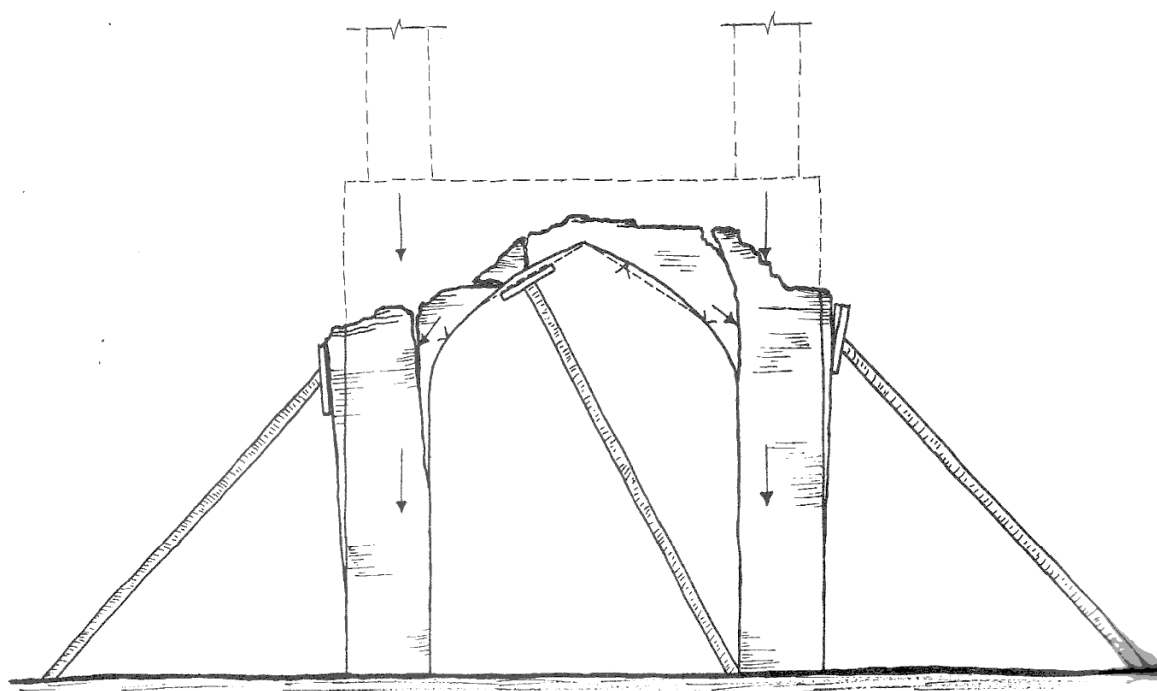
مراحل مختلف حفاظت و تضمین ادامه حیات یک بنای تاریخی از لحاظ فنی شامل مراحل زیر است:

۱. رفع خطر از بنا
۲. مرمت استحفاظی و استحکامی
۳. مرمت کامل (جامع)

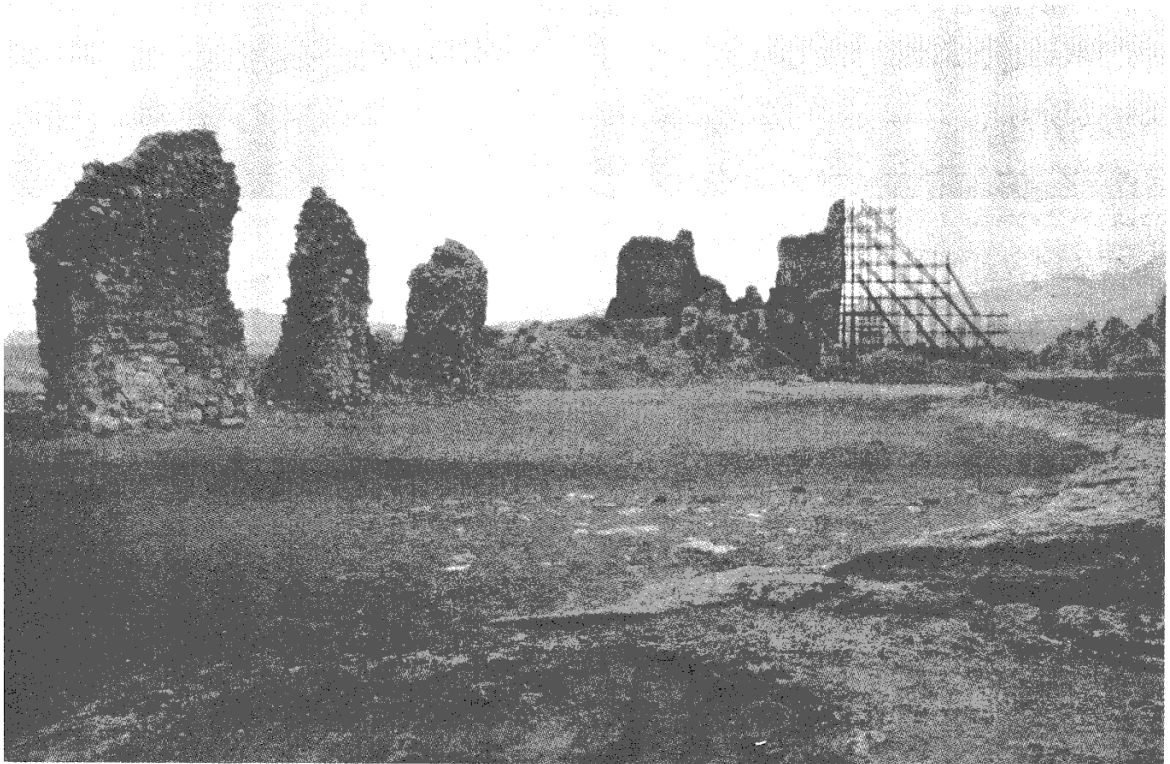
۱.۳ رفع خطر

این عمل به منظور تضمین حیات بنا (پا برجا نگه داشتن آن) و به دلایل فنی مقطعی، حفظ و ایمنی انجام می پذیرد (شکل ۱). این اقدام به طور مقطعی نگرانی از دست دادن شالوده اصلی بنا را رفع و امکان مطالعه و پژوهش را در مدت زمان کافی برای تهیه طرحهای مراحل بعد فراهم می کند. برای رفع خطر باید موارد زیر را مد نظر داشت:

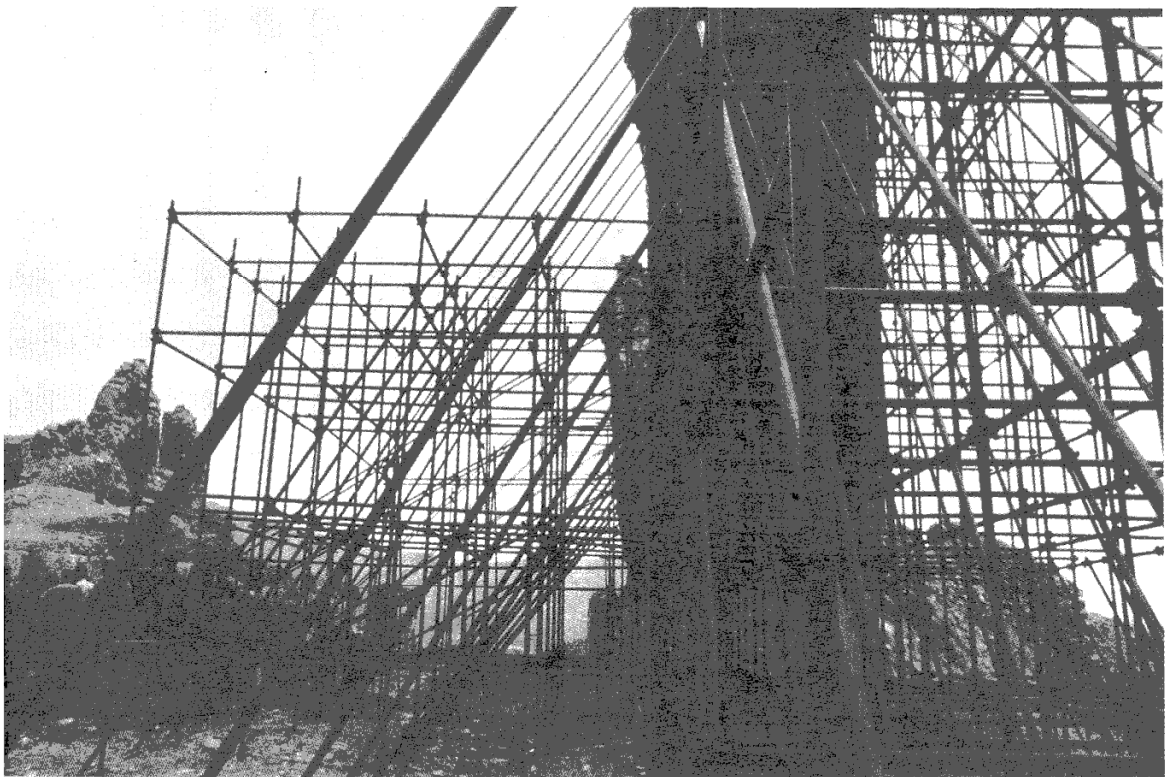
(الف) تشخیص ضرورت رفع خطر: در مواردی



شکل ۱ شمعدندی (رفع خطر).



تصویر ۱ تخت سلیمان - ایوان، عملیات رفع خطر.



تصویر ۲ تخت سلیمان - ایوان، عملیات رفع خطر.

استخوانبندی بنا تقویت می‌گردد. به عبارت دیگر، ظاهر بنا پس از مرمت حفاظتی و استحکامی تغییر چندان محسوسی نخواهد کرد.

در این نوع مرمت طی مراحل زیر ضروری است:
الف) بررسی و شناخت عواملی که در تغییر شرایط متعادل بنا مؤثر بوده است (آسیب‌شناسی).

ب) پژوهش در مورد مرمت‌های استحکامی و فنون وابسته به آن در تجارب مرمتی دنیا که به گونه‌ای دارای شرایط همسان با بنای مورد نظر باشند و بتوان از پیشرفته‌ترین آن تجربیات از نظر نوع مصالح، تکنیک و غیره بهره جست (شکل ۲).

پ) بررسی گزینه‌های مختلف برای مرمت حفاظتی و استحکامی و انتخاب روش بهینه.

ت) انجام محاسبات فنی در امر مرمت استحکامی توسط مهندس محاسب.

ث) با توجه به اینکه در ضمن هدف اصلی (مرمت

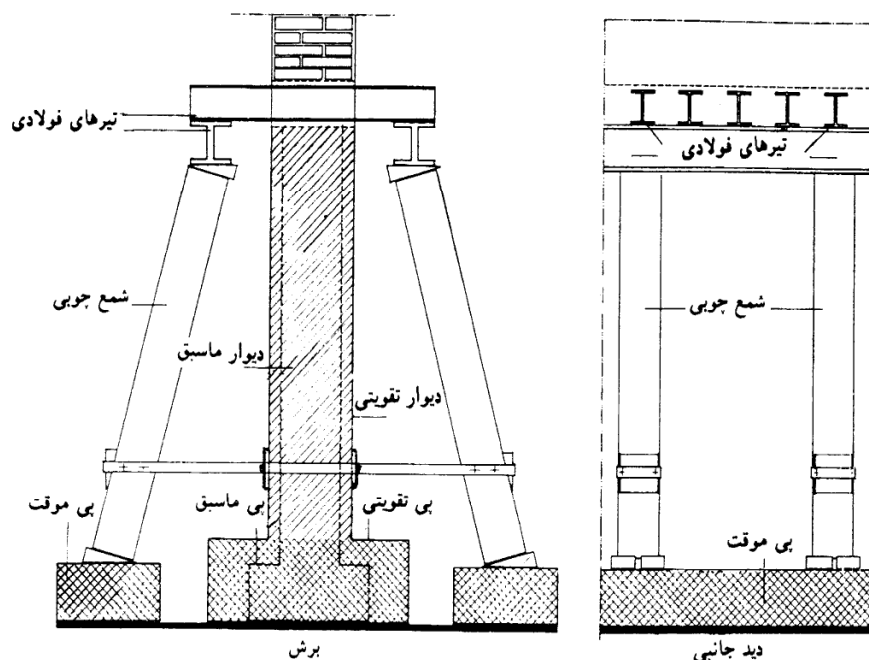
شیوه و تکنیکی برگزیده شود که باعث ممانعت از سایر مطالعات پژوهشی و یا شناسایی منبع خطر گردد.

ج) در مواقعی که مشکل پیچیده است و لزوم دخالت مهندس محاسب برای محاسبات فنی عملیات رفع خطر ضروری است، می‌توان از این همکاری بهره جست.

ح) تمامی مراحل فوق به عنوان الحاقی موقت تلقی می‌شوند و مرمتگر باید پس از مطالعه روشی جامع و کامل برای مرمت بنا، امکان حذف این مرمت مقطعی را مدنظر داشته باشد، بدون آنکه این حذف پیامدهای منفی برای بنا داشته باشد.

۲.۳ مرمت استحفاظی و استحکامی

هدف اصلی از این نوع مرمت تثبیت وضع موجود بنا و حفظ لورزشهای باقیمانده از آثار تاریخی است. در این مرمت، عمل فوق‌العاده‌ای از لحاظ هنری و کاربردی انجام نمی‌شود، ولی



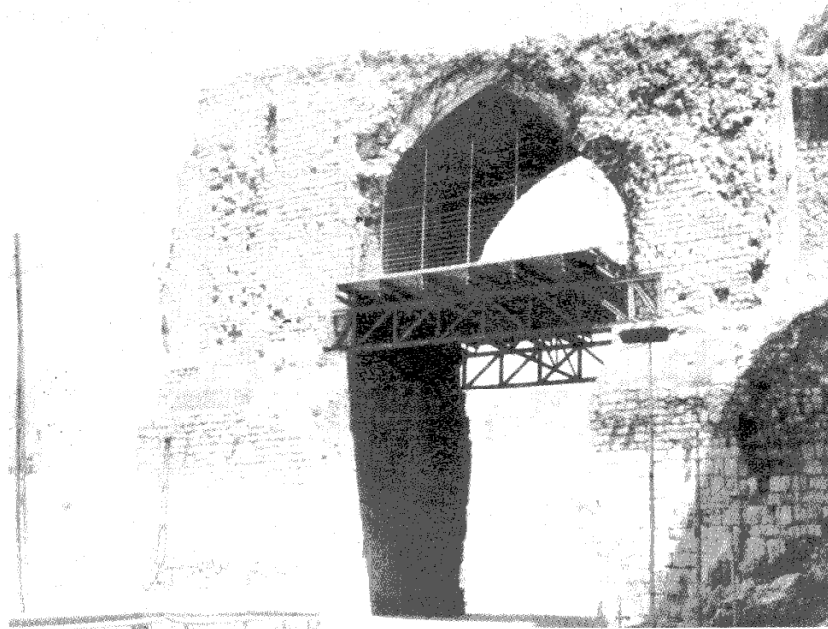
شکل ۲ یک شیوه برای انجام عملیات استحکامی در پیها - استفاده از شمع‌بندی موقت برای نگه‌داشتن بار وارده.



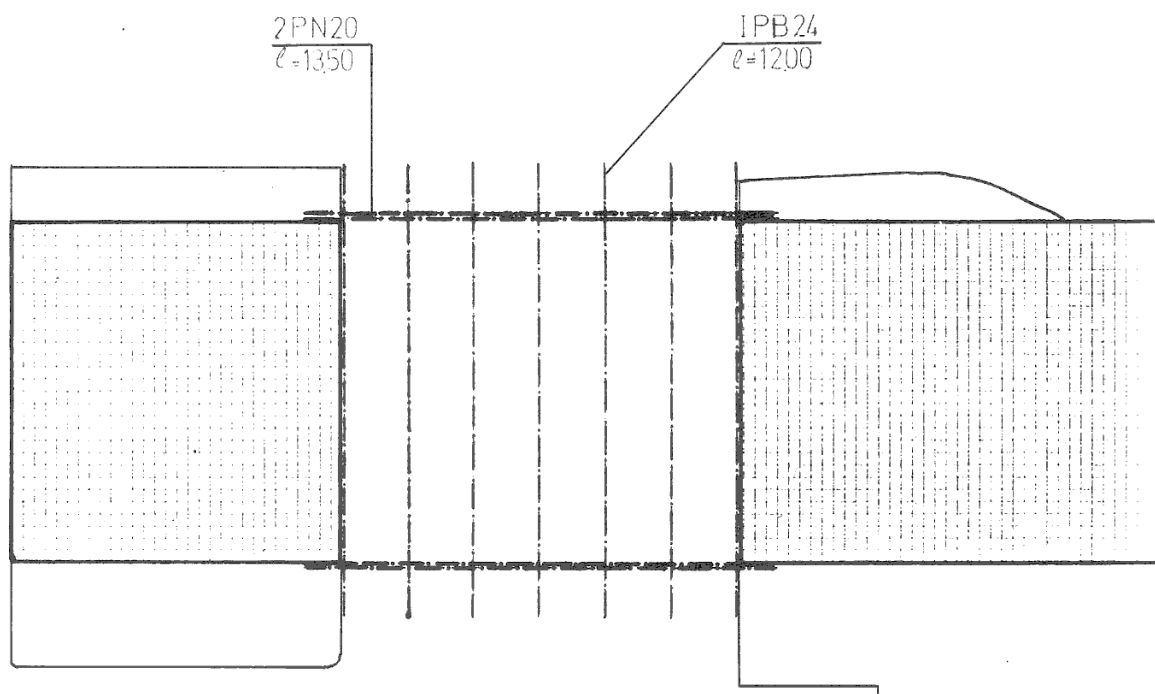
تصویر ۳ ارومیه - مسجد جامع، شمع‌بندی و عملیات رفع خطر.



تصویر ۴ ارومیه - مسجد جامع، شمع‌بندی و عملیات رفع خطر.



تصویر ۵ خوزستان - پل دختر، سقف حفاظتی و رفع خطر.



تصویر ۶ خوزستان - پل دختر، پلان تیرریزی.

استحکامی) باید به اقدامات فنی از جمله شکافتن بخشهایی برای تقویت و یا کلاف‌کشی و یا پیوند متوسل شد، لازم است باستان‌شناسان و کارشناسان ذی‌ربط در محل حاضر شوند و مطالعات و پژوهشهای ضروری را انجام دهند.

ج) به موازات انجام عملیات مرمت استحکامی، باید به ایجاد شرایط مناسب برای تکمیل خطوط اصلی و بازسازی کامل بنا توجه داشت.

چ) با بررسی کارشناسانه، مواردی پیش می‌آید که ما را به اقدامی که ممکن است در موارد دیگر غیرعملی باشد مجاز می‌سازد. در این صورت، اقدامات کارشناس باید به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گیرد:

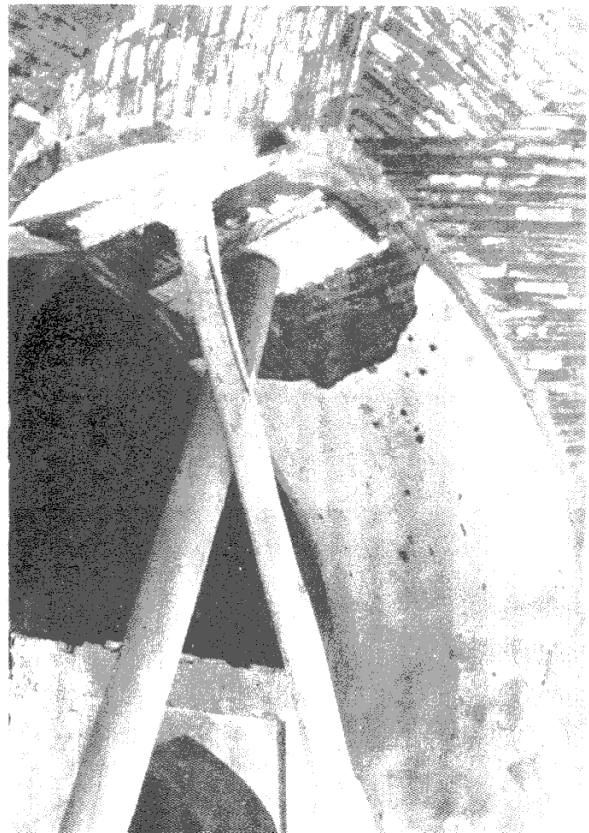
۱. در صورت افزودن بخش جدید به بخش قدیم از نظر استحکامی، رفع نیاز عملکردی ضمن توجه به مسئله زیبایی‌شناسی ضروری است.

۲. بازسازی و تکمیل خطوط از بین رفته بنا به علت زمان‌مندی که بر آن سپری شده در مواردی که ایستایی بنا یا بقای آن را تضمین کند مجاز است (مرمت تکمیلی).

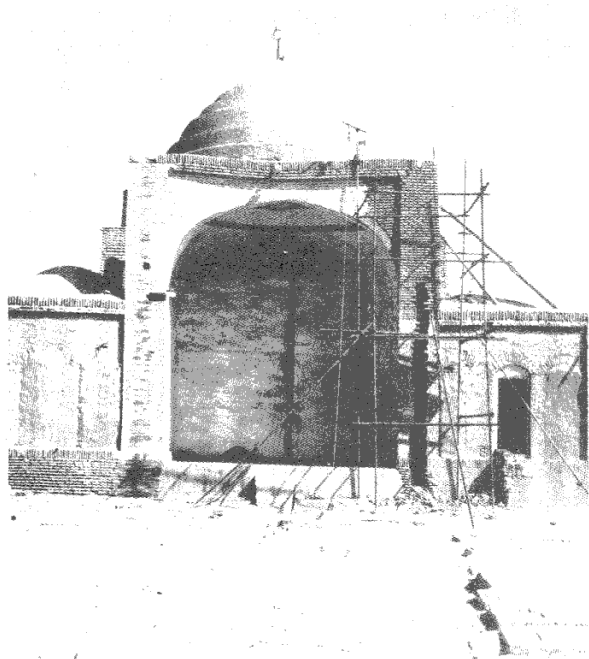
ح) پیش‌بینی حرایم حفاظتی لازم (حرایم فنی) در مقابل لرزش حاصل از عواملی همچون حرکت انواع وسایل نقلیه و وجود کارخانه‌ها و یا مواردی از قبیل حرایم رطوبت و عوامل بیولوژیکی، دود، صدا و غیره ضروری است.

۳.۳ مرمت جامع یا کامل (طرح جامع مرمتی)

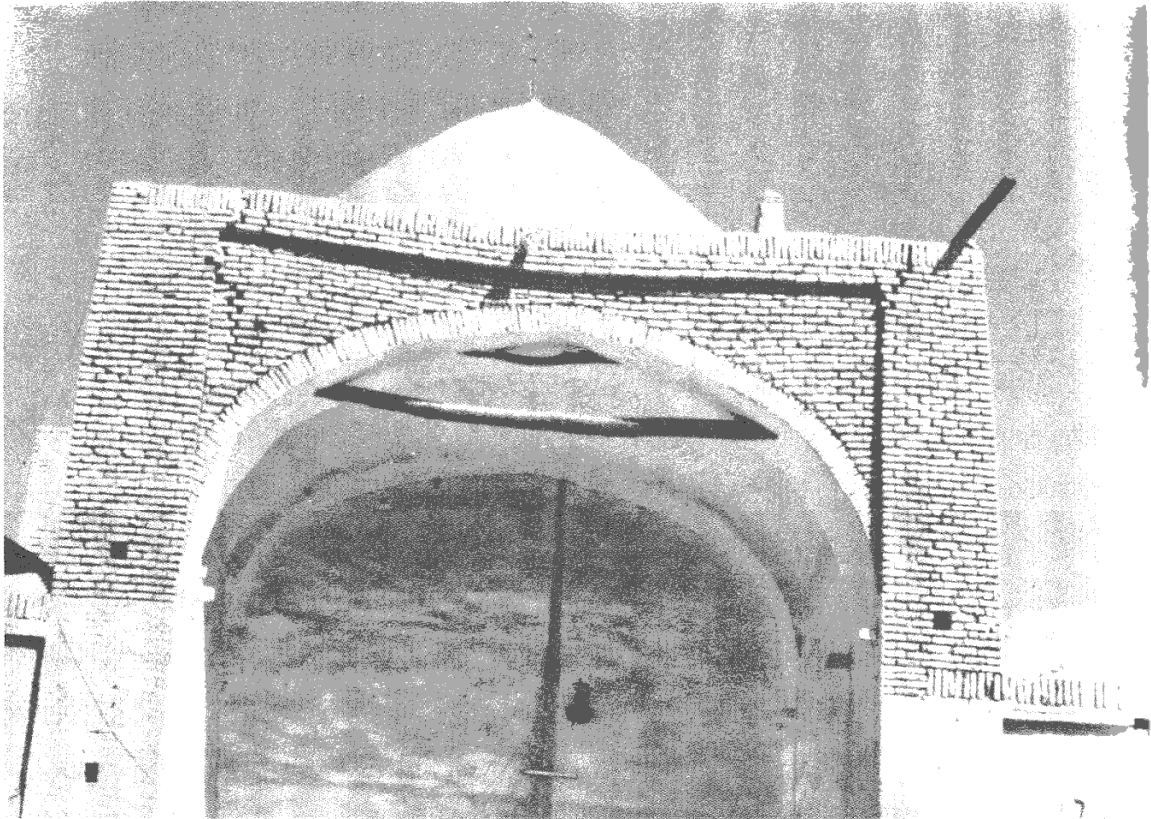
با توجه به اینکه هر بنای تاریخی در یک بستر خاص اجتماعی، فرهنگی و اقلیمی جای دارد، لذا مرمت آن مستلزم دقت و شناختی همه‌جانبه است. این عوامل از بافت شهری (مکان طبیعی استقرار بنا) تا سایر جوانب تاریخی، اجتماعی، فرهنگی، مذهبی، اقتصادی، سیاسی و غیره را شامل می‌گردد.



تصویر ۷ شم‌بندی (رفع خطر).



تصویر ۸ ورامین - امامزاده یحیی، پیش از مرمت استحکامی؛ تغییر شکل ظهور ترک و پیدایش نیروهای رانشی - جاسازی برای آهن‌کشی.



۱۰.۳.۳ شناخت تاریخی

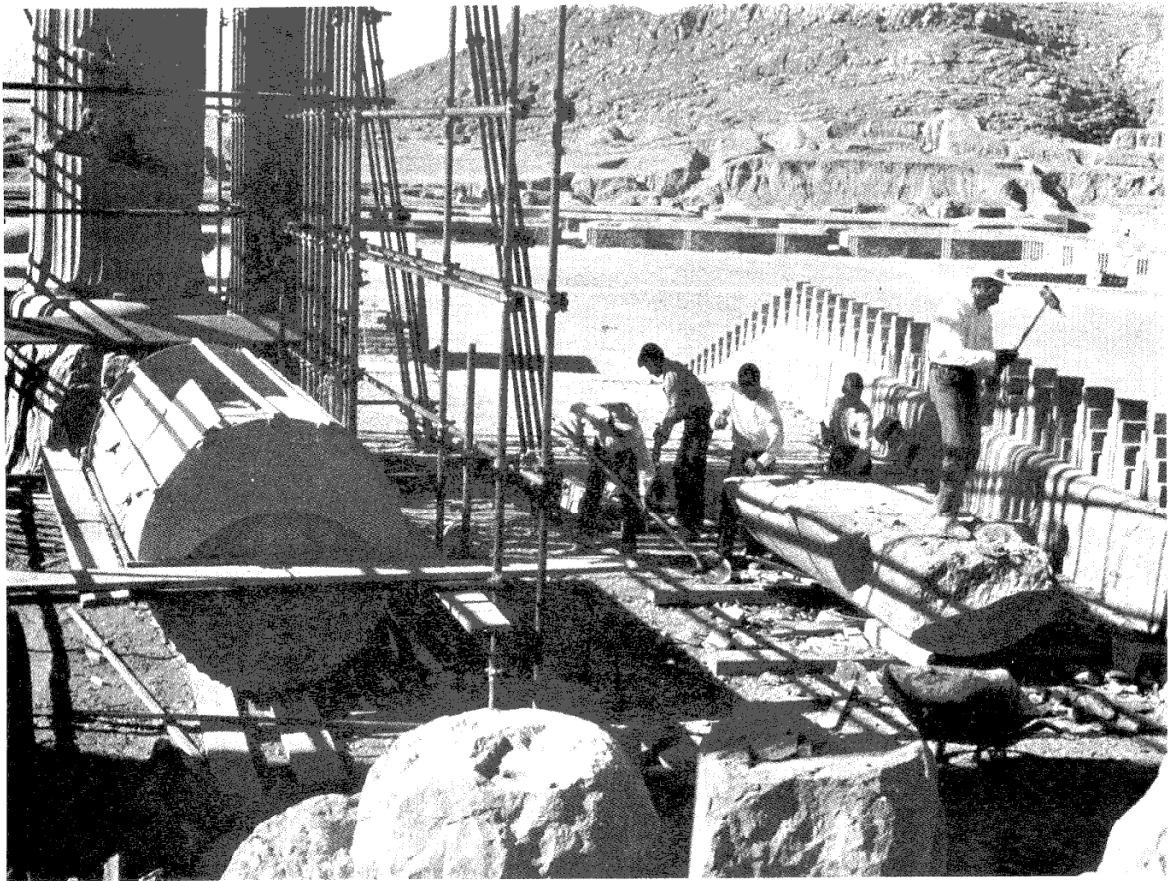
شامل شیوه‌های ساخت و ساز، فنون و مصالح مورد استفاده در گذشته یک بنا به عنوان یادگار تاریخی نیاکان و حامل پیام دوره‌ای خاص از تاریخ می‌گردد:

یافتن خطوط اصلی بنا: برای شناخت ارزش واقعی اثر لازم است که در ذهن طراح خطوط اصلی بنا مجسم و ترسیم شود. به این منظور، باید مطالعات مقاطعی که اثر در آن زمان شکل گرفته مورد بررسی قرار گیرد و با استعانت از روشها و شیوه‌های متداول در آن مقطع خاص زمانی، وجوه تشابه آثار شناسایی شود و اثر در کمال سلامت خود به طور تجسمی ترسیم گردد. این بررسی در واقع بخش مطالعات تطبیقی و شبیه‌سازی برای دستیابی به شیوه ساخت بناست و همراه با مطالعات متون مربوط به اثر تاریخی، خطوط اصلی معماری را از تمامی جهات بر ما روشن می‌دارد. این شناسایی و تجسم کمک شایان توجهی به بناست، زیرا مداخلات احتمالی ما در آن صورت شخصی و اختیاری

تصویر ۹ ورامین - امامزاده یحیی، پیش از مرمت؛ ضرورت پرداختن به مرمت استحکامی با انجام عمل آهن‌کشی به منظور تقویت و تثبیت وضعیت بنا.



تصویر ۱۰ ورامین - امامزاده یحیی، پس از مرمت استحکامی.



تصویر ۱۱ تخت جمشید، آناسیلوزی و تکمیل خطوط اصلی.

مدون مرمت را با در نظر گرفتن زمان تاریخی و امکانات امروزی انتخاب می‌کنیم.

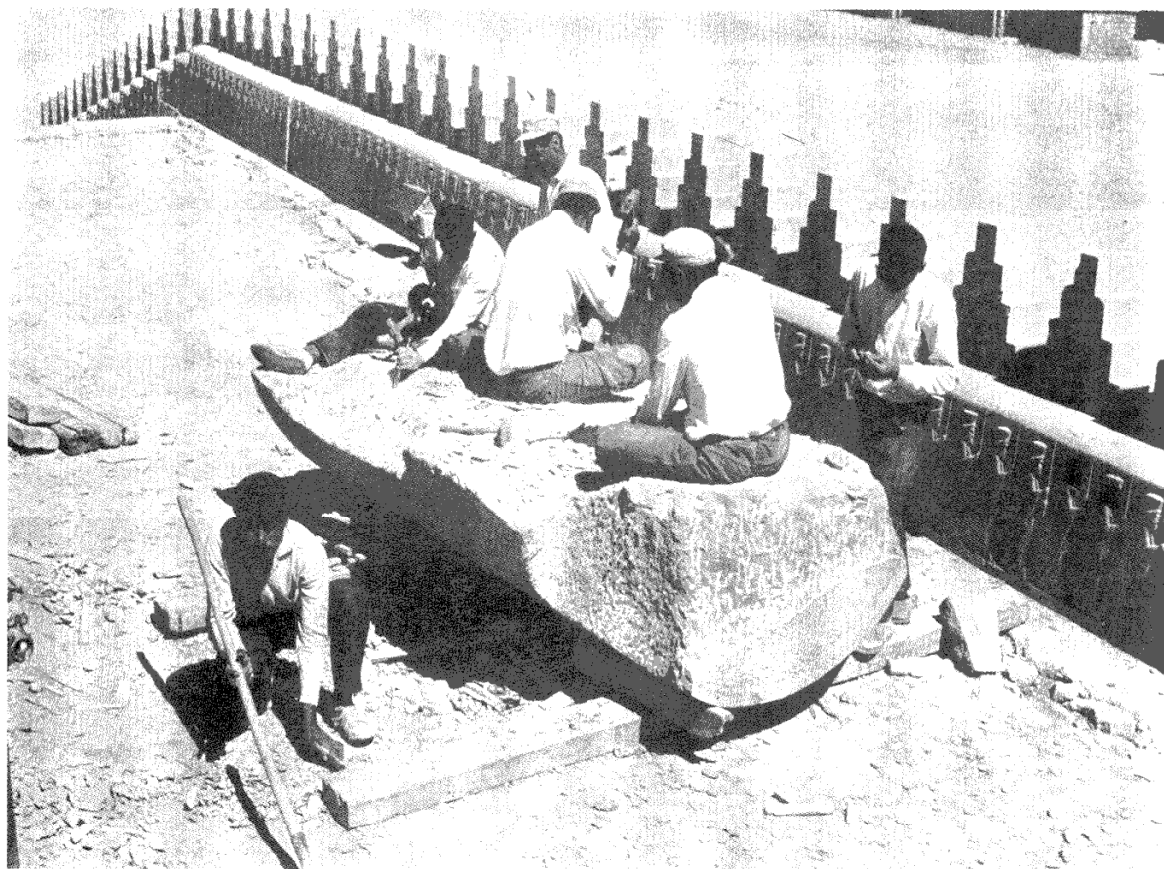
طبیعی است که فقدان بخشهایی از بنا در طول زمان به تنشهایی دامن می‌زند که به ناچار بازسازی بخشهای گم شده بنا را الزامی می‌دارد. چنانچه در پیش اشاره شد، خطوط اصلی بنا بخشی از حیات فیزیکی بنا و کاربرد معنوی و اجتماعی آن را در زمان خود دربر می‌گیرد، لذا این مطالعات طیف گسترده‌ای از اطلاعات و پیامهای اجتماعی، فرهنگی و

نمی‌گیرد و جهتی مستند و تاریخی پیدا می‌کند؛ این مطالعات از دو جنبه معمار مرمتگر را یاری می‌دهد:

۱. شناخت کامل تمام مسائل مربوط به سازه و سیمای یک بنا در زمان احداث آن.

۲. استفاده از آن شناخت برای احیا و تعمیر بنا.

فقدان بخشی از بنا در مواقعی ما را در مقابل راه‌های مختلف برای مرمت و احیای آن قرار می‌دهد. بنابراین، با توجه به مراحل فوق‌الذکر، خط و شیوه علمی و

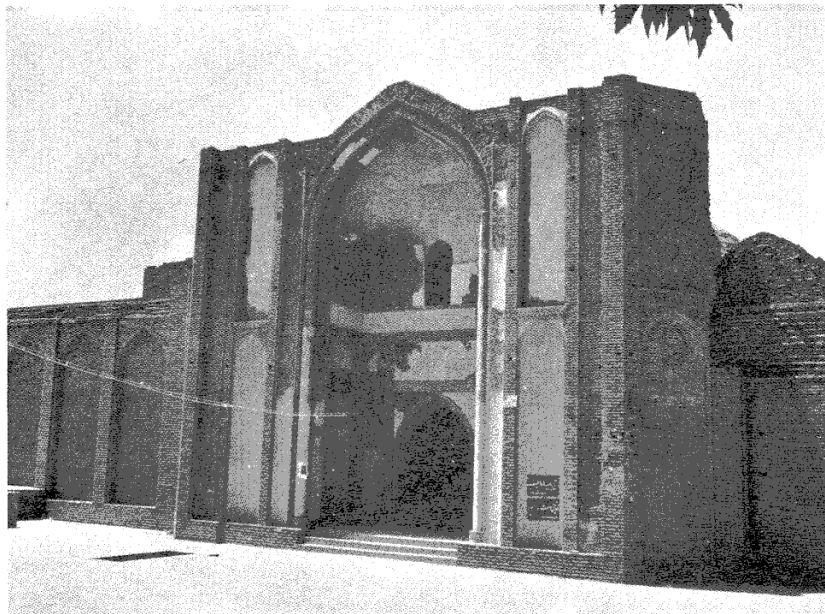


تصویر ۱۲ تخت جمشید، آناسیلولزی و تکمیل خطوط اصلی.

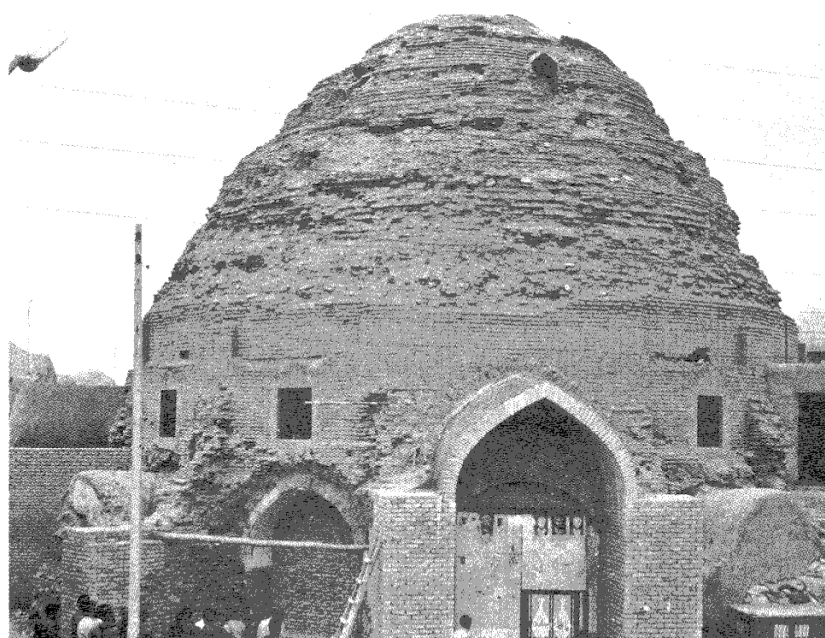
بنا در زمان تاریخی همواره زنده است و آیندگان می‌توانند برداشتهای جدید و دریافتهای نواز آن داشته باشند. بنابراین لازم است با توجه به ظرافت موضوع، به فراخور مکان و زمان حریمی را برای حفاظت از اثر و یا بنا قائل شویم. (طراحی و پیشنهاد این حریم مستلزم مطالعات دقیق باستان‌شناسی و گمانه‌زنی پیرامون اثر است.) از سوی دیگر، موضوع بسیار حساس تطابق، تلفیق و همزیستی بنا با کلیه ویژگیهای خود با زمان حاضر است که لاجرم وجود این

غیره را روشن می‌کند که جوانب مختلف مربوط به استفاده از اثر را به درستی منعکس می‌سازد و این به تصمیم‌گیری ما برای احیای بنا کمک شایان توجهی می‌کند.

با توجه به تمامی ارزشهایی که قبلاً مطرح شد، باید در نظر داشت که امروز بنایی در دست ماست که هرآن مورد تهاجم ناشی از رشد و گسترش لجام گسیخته شهر و روستا و منطقه جدید است و ما وظیفه حفظ و حراست از بنا و انتقال آن به آیندگان را برعهده داریم.



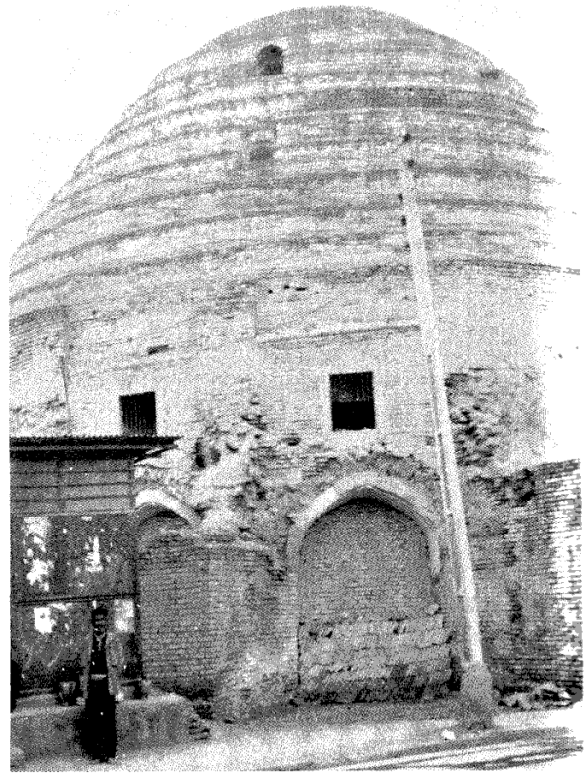
تصویر ۱۳ ورامین - مسجد جامع، سر در ورودی.



تصویر ۱۴ ساوه - چهارسوق، پیش از مرمت.

حریم برای برقراری آن پیوند ظریف و حساس ضروری است. این حریم، به عنوان یک فیلتر، نقش مبدل را در پیوند جدید و قدیم برای تضمین ادامه حیات و حفاظت از بنا ایفا می‌کند.

استفاده از بنا به منظور تضمین حیات آن: واضح است آنچه متضمن ادامه زندگی یک بناست در وهله نخست ایجاد شرايطی است که بتواند به نوعی تداعی کننده بستر طبیعی زایش بنا یا اثر باشد. بدین مفهوم که بنا در ابتدا ریشه در زمان و مکانی تاریخی داشته و اکنون لازم است بررسیها و مطالعات ضروری و جامعی انجام گیرد تا این ریشه‌های اجتماعی که به نوعی مورد تهاجم واقع شده‌اند، بازسازی شوند. این بازسازی، همانند به رشته کشیدن دانه‌های تسبیحی است که نخ ارتباطی آنها گسسته شده، دانه‌ها پراکنده گشته و تک دانه‌ها فاقد آن بیان و حیات خاص شده‌اند، در حالی که مفهوم اصلی آنها در پیوند و ارتباط واقعی آن دانه‌ها بوده است.



تصویر ۱۵ سازه - چهارسوق، پس از مرمت.



ناپذیر بوده است که بر اثر عدم پرداختن بدان پل فوق به کلی منهدم شده است و اکنون دیگر اثری از آن باقی نیست.

تصویر ۱۶ پل رودخانه شور - کرج؛ چنانچه مشاهده می‌شود، انجام مرمت استحکامی و استحقاظی و تکمیل خطوط اصلی بنا ضرورتی اجتناب



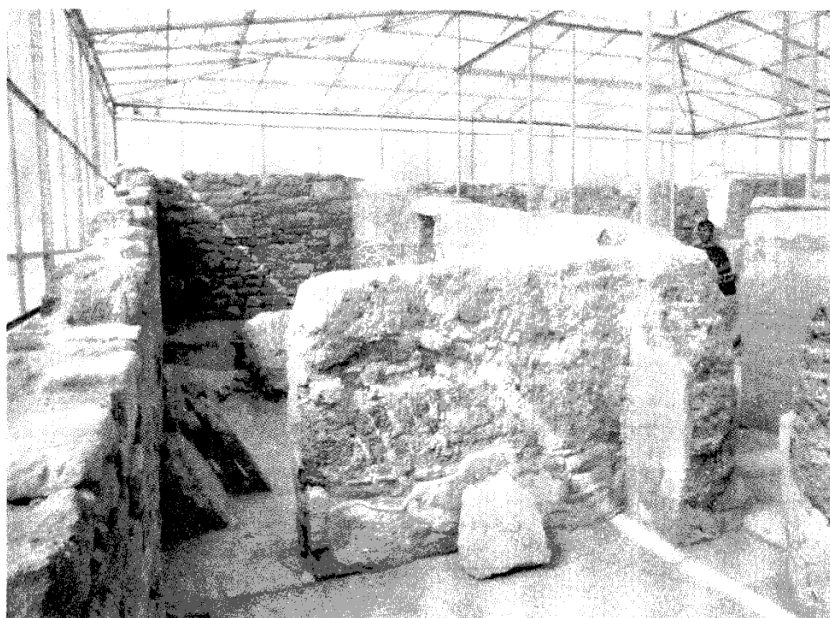
تصویر ۱۷ پل رودخانه شور - کرج؛ ضایعات در پایه.



تصویر ۱۸ کرمان - حمام وکیل، تغییر کاربری به چایخانه سنتی.



شماره ۱۹ مجموعه فرح آباد ساری، پس از یافتن خطوط اصلی بنا برای حفظ نگرانی پوششی آن، براساس خطوط موجود و به همان شیوه اقدام به ترمیمی شده است.



شماره ۲۰ جنوب ایتالیا - اراکلتا، پوشش حفاظتی.

روشن است که امکان احیای واقعه تاریخی وجود ندارد، لذا تنها اثر، به عنوان موردی برای مطالعات جامعه‌شناسی و تاریخی، دارای بیان و پیام اصیل است. این پیام زمانی بیان می‌گردد و پیغامی را القا می‌کند که بتواند پیوندی با زندگی امروزی بیابد و تحقق آن منوط به مجموعه‌ای از عوامل از قبیل عوامل اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، اعتقادی و غیره است. نقش معمار شهرساز فقط بخشی از نقشهایی است که باید برای فراهم آمدن شرایط مناسب برای زندگی بخشی به اثر و پیوند آن با شهر و منطقه و زندگی امروزی ایفا شود.

● پوشاندن سردیوار و تعمیرات سازه‌ای با استفاده از کاهگل و مصالح بومی و یا خاک سیمان^۱ شامل خاک رس: ۸ قسمت؛ ماسه: ۱ قسمت؛ سیمان: ۱ قسمت؛ کاه: به صورت کوتاه؛ و آب: به قدر کافی. برای تهیه خاک سیمان، خاک رس باید پیش از استفاده به مدت چند روز در زیر آب باقی بماند و سپس سایر مواد به آن افزوده و بسیار خوب مخلوط شود. اگر از خاک سیمان به صورت خشت استفاده شود، باید از قالبهای ته باز برای ساختن آنها استفاده کرد و سپس خشتها را به مدت یک هفته مرطوب نگه‌داشت تا سیمان به خوبی بگیرد. سپس خشتها را در مقابل آفتاب خشک کرد (شکل ۳).

۲.۳.۳ حفاظت و حراست از ابنیه با مصالح خام

ابنیه یافت شده بر اثر حفاریهای باستان شناسی: اصولاً ابنیه با مصالح خام در زیر خاک محفوظ ترند و فرسایش آنها با قرار گرفتن در هوای آزاد تسریع می‌شود. بنابراین، این گونه بناها بلافاصله پس از حفاری مورد حراست قرار گیرند:

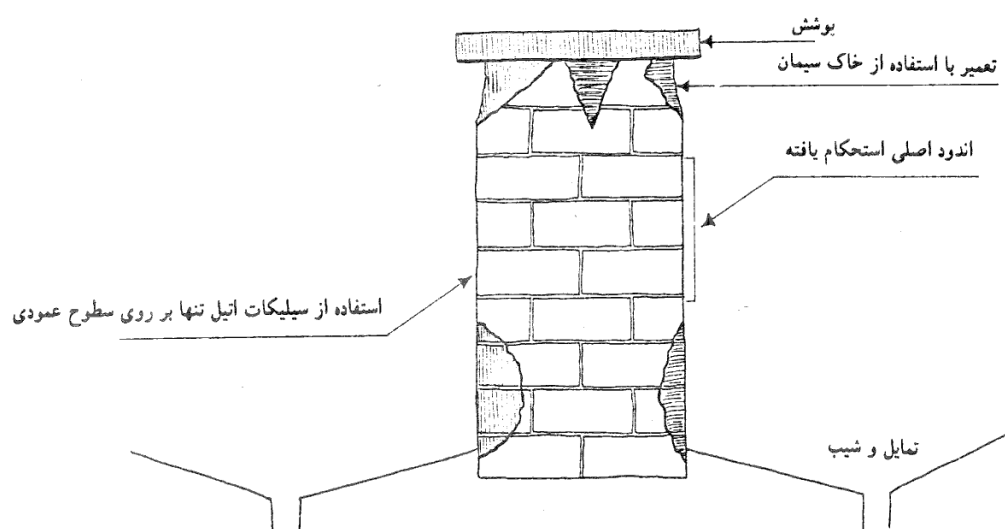
۱. حفاظت کامل با استفاده از پوشش (تصویر ۱۹).

۲. حفاظت کامل (دفن مجدد بنا).

۳. حفاظت نسبی.

● استحکام بخشیدن به اندوذهای باقی مانده با استفاده از مواد چسبنده مناسب؛

● ایجاد سیستم متناسب برای دفع آب باران؛ باید به طور جدی از تشکیل گودالهای آب در نزدیکی این ابنیه جلوگیری کرد و برای این منظور می‌توان با ایجاد شیب در زمین پیرامون، سیستمهای متناسبی را برای دفع آب باران پیش‌بینی کرد. تخلیه و هدایت آب باران باید به دقت مورد توجه قرار گیرد و تمامی عملیات



۱. این روش و ترکیب فوق از جزوه TORRAGA، چاپ مؤسسه ICCROM

اقتباس شده است و توصیه می‌شود ترکیب فوق در ایران مورد آزمایش قرار گیرد.

شکل ۳ نحوه حفاظت دیوارهای خشتی.

برابر نیروهای کششی باعث ایجاد درزها و ترک‌هایی بر اثر نیروهای برشی حاصل از جابه‌جاییهای استاتیکی می‌گردد. اگر آب باران به داخل این ترکها نفوذ کند، پیامدهای بسیار وخیم خواهد داشت و تعمیری فوری را ایجاب می‌کند.

۴.۳.۳ پی‌بندی و تقویت پایه‌های ابنیه سنتی

چنانچه می‌دانیم پیرها در ساختمانهای قدیمی به‌صورت ماسونری و اتکای بنا در سطح مقطع وسیع از پایه اجرا شده‌اند و این یکی از عناصر اصلی ایستایی این ابنیه محسوب می‌گردد.

از آنجایی که تمام بار وارد بر عناصر باربر ساختمان از همین سطح مقطع وسیع به زمین منتقل می‌گردد، تا زمانی که این انتقال نیرو به‌صورت قائم از مرکز ثقل پی به زمین منتقل شود، ضایعه عمده‌ای در ساختمان پدید نخواهد آمد، اما با گذشت زمان و مداخله‌های مختلف در بنا و یا پیرامون آن و همچنین دخل و تصرف در داخل بنا ممکن است نیروهای اصلی تعادل خود را از دست بدهند و باعث ایجاد انحراف برآیند نیروهای قائم شوند. این موضوع در بعضی از ابنیه تاریخی مشاهده شده که پس از سالها تعادل ایستایی، ناگهان رانشها و یا نشستهایی در ساختمان بروز می‌کند. در مرمت ابنیه ضروری است که در وهله نخست ضایعات پی را شناسایی و طرح‌هایی برای تقویت و پیشگیری از این ضایعات تهیه کنیم. در حال حاضر، با توجه به تکنیکها و مصالح جدید، طراح و یا مرم‌تکار با استفاده از این امکانات می‌تواند اقدام به تقویت پی‌ها و پی‌بندی کند. این امکانات امروزی از قبیل وسایل شناسایی مقاومت خاک و لایه‌های زیرین و مصالحی مانند بتون آرمه در اختیار مرم‌تگر قرار دارد تا با استفاده از آنها در رفع کشش، رانش و نشست اقدام کند.

تقویت پیرها قبل از اقدامات دیگر از قبیل کانال‌کشی و

اولیه مانند ناودان و ایجاد سطوح متمایل و شیب‌دار و زهکشی‌ها باید انجام پذیرند.

● استفاده از مواد شیمیایی از جمله سیلیکات اتیل بر روی سطوح عمودی؛ سیلیکات اتیل $Si(OCH_3)_4$ - بر اثر آب و با وجود یک کاتالیزور (یک اسید) هیدرولیزه می‌شود و هیدرات سیلیسیم $Si(OH)_4$ - تشکیل می‌دهد که به نوبه خود قدرت ایجاد ارتباط بین ورقه‌های رس را دارد و ساختمان رس با استفاده از این رابطه ضربدری^۴ در آب پخش و پراکنده نخواهد شد (شکل ۴).

۳.۳.۳ ابنیه‌ای که بر اثر حفاری یافت نشده بلکه در

سطح زمین موجودند

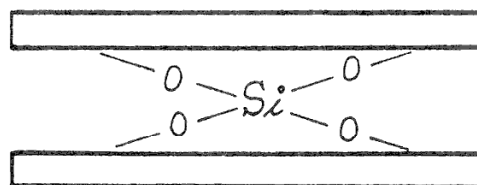
ابنیه با مصالح خام تنها با مراقبتهای مداوم می‌توانند سالم باقی بمانند و مسائل حساسی که باید مورد توجه قرار گیرند به شرح زیرند:

۱. سقفها

۲. سیستم دفع آب باران

۳. اندودها (که باید به‌طور پیاپی تعویض شوند)

۴. پایه‌های دیوارها؛ مقاومت ضعیف این دیوارها در



شکل ۴ رابطه ضربدری بین ورقه‌های رُس.

اساسی در مصالح نما نیستیم و حتی سطوح وسیع تعمیرات بدنه را با نشانه‌های ویژه و یا با تغییر سطوح بدنه مشخص می‌کنیم. در حالی که در ابنیه غیر ویژه و عمومی‌تر این اقدام با توجه به نوع مصالح و همخوانی و همسانی و هماهنگی و رعایت شیوه‌های معماری برای بهتر استفاده کردن از بنا انجام می‌شود. در مورد درها و پنجره‌های بناهای سنتی، که شاید بیشترین نقش را در نمای بنا دارند، باید از نوع مصالح موجود به کار رفته در نمای بنا، ضمن تکرار الگوهای موجود، استفاده کرد.

۶.۳.۳ محوطه و کف‌سازی

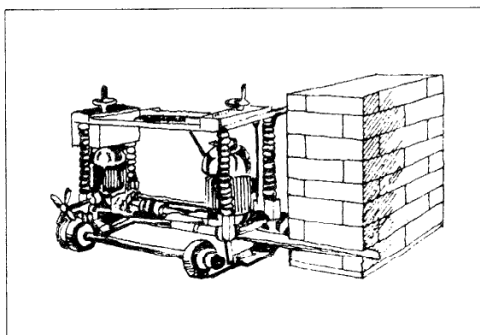
در بناهای تاریخی، فضای باز و ساخته شده همواره مکمل یکدیگر و دارای تناسبات سنجیده بوده‌اند و فضای باز جزء لاینفک فضای فیزیکی محسوب می‌شده است. در زمان طراحی مجدد و تعمیر بنا باید به این نکته توجه شود. محوطه‌سازی ابنیه قدیمی در هر اقلیمی الگوهای ویژه خود را دارد و امروز نیز ضروری است که از همان الگوهای قدیمی و سنتی در محوطه‌سازی و کف‌سازی استفاده شود تا ارتباط بین فضای گذر و فضای سبز و آب، به عنوان مکمل فضای زیستی، حفظ گردد.

تعمیرات بدنه و محوطه‌سازی ضروری است. تزریق بتون در زیر پی‌ها و یا احداث چاههای تقویتی در کنار پی و پر کردن این چاهها از بتون، از جمله اقداماتی است که می‌توان در راستای تقویت پيها انجام داد.

قبل از این اقدام، لازم است بار وارد بر پی کاملاً بر روی چوب انتقال یابد و شمع‌بندیهای لازم پیش از هر اقدام اجرایی انجام شود. پس از این اقدامات حفاظتی، با احتیاط خالی کردن کناره‌های پی و زیر آن را شروع می‌کنیم. این تزریق باید به دقت و با بستن و قالب گرفتن پی انجام شود تا بتون تزریقی به‌طور کامل با مصالح قبلی پیوند خورد و یکپارچه شود تا پس از باز کردن شمع‌بندی و قالب و انتقال بار مجدد ساختمان بر پی هیچ‌گونه ترک و نشست در دیواره‌ها ایجاد نشود. در بیشتر مواقع، با توجه به وزن (ماسونری) بودن ساختمان قدیمی و سنگینی بار وارده و سطح مقطع پيها، لازم است که این تزریق در چند مرحله انجام گیرد. تقسیم‌بندی آن بستگی به سطح پی و بار وارده دارد که در بناهای مختلف با توجه به نوع ساختمان انجام می‌گیرد. در مواقع لزوم که برای تقویت کناره‌های پی کانال‌کشی و یا سایر اقدامات ضروری است، با رعایت مسائل ایمنی و حفاظتی اطراف و حواشی پيها تقویت می‌گردد.

۵.۳.۳ مرمت بدنه: تعمیرات ماسونری، در، پنجره، رُخبام

نمای ساختمانهای سنتی و قدیمی نیز به مرور زمان دستخوش فرسایش می‌شود و پوسیدگیهایی در بدنه‌سازی و روزنه‌ها، از قبیل در، پنجره، رخبام، پدید می‌آید. از آنجا که وحدت کامل بنا بسته به این وحدت اجزاء است، تعمیر و باز گرداندن وضع گذشته بنا با مطالعه و پژوهش کافی، تا حدی که اصالت واقعی بنا و خطوط اصلی آن گم نشود، ضروری است. این تعمیرات در ابنیه استثنایی و تک بناهای خاص با دقت بسیاری انجام می‌گیرد، به این معنی که ما مجاز به تغییر



درس چهارم

ابزارشناسی و به کارگیری فنون مرمت

سازه ضروری است.

نتایج حفاری می‌تواند مبنای مطالعات ارزشمند توسط باستان‌شناسان باشد. کارشناسان این رشته با تکیه بر علوم پایه و تجارب آزمایشگاهی و نظریات عملی، آثار یافت شده را تحلیل می‌کنند. نتیجه کار آنان از سویی ما را در مرمت یاری می‌دهد و از طرفی آگاهی ما را در مورد آثار بیشتر می‌گرداند. گفتنی است که استفاده از دانش باستان‌شناسی در تشخیص و شناسایی ضروری است.

۱.۴ تقسیم‌بندی ابزارها براساس مراحل مختلف کار

۱.۱.۴ مرحله برداشت و رولوه

(الف) رولوه دستی: در این مرحله ابزار مورد نیاز عبارت‌اند از: متر، شاقول، شلنگ تراز، تراز بنایی، طناب و ریسمان، میخ شمشه، تراز دستی، دستگاههای فتوگرامتری، استفاده از اشعه مادون قرمز، وسایل متحرک بالا رونده برای اندازه‌گیریهای دقیق، خط کش چوبی، دستگاههای نقشه‌کشی، نقشه‌برداری، عکاسی، فیلمبرداری، پروژکتور اسلاید، ویدئو و چاپ.

(ب) رولوه با استفاده از دستگاههای ویژه: در این مرحله دستگاههای مختلفی به کار می‌رود.

فتوگرامتری ابزاری برای شناخت و برداشت آثار و ابنیه تاریخی: اندازه‌گیری قدمتی به اندازه تمدن بشر دارد. این روش برای سهولت در فعالیتهای مختلف تجاری و کشاورزی به وجود آمده است و همواره انگیزه‌ای در راه پیشرفت آگاهیهای علمی و تکامل فرهنگی و اجتماعی بوده است. در مدرن‌ترین و پیچیده‌ترین ابزارها و دستگاههای ثبت و اندازه‌گیری هم از اصول مقدماتی هندسه اقلیدسی استفاده

چنانچه در بخش آهن‌کشی و کلاف‌کشی توضیح داده خواهد شد، به کارگیری فنون مرمت مستلزم ابزارهای ویژه‌ای است. حفاظت و مرمت نیز به تخصص و فنی خاص به شرح زیر نیاز دارد:

(الف) شناخت عوامل تخریب

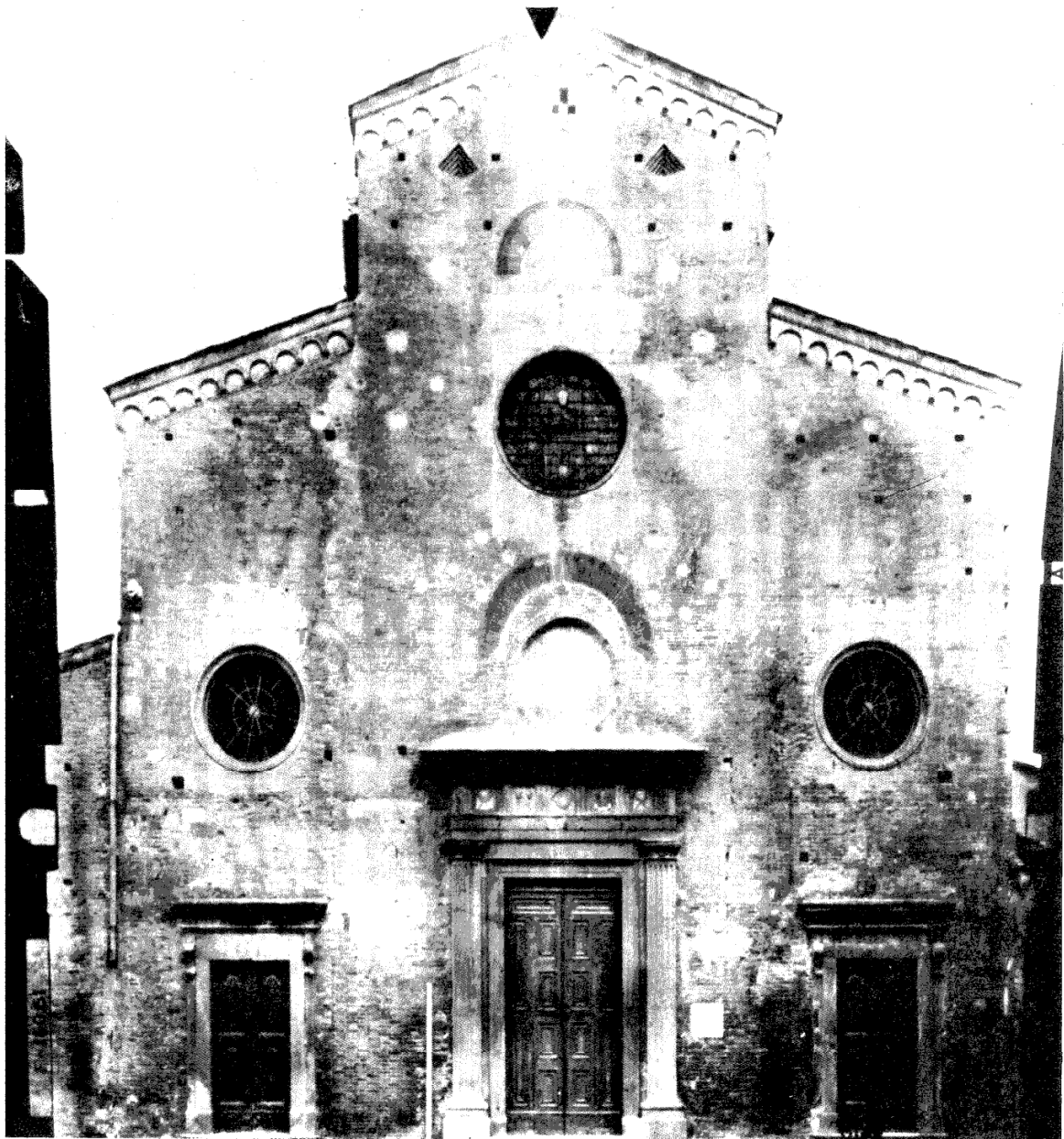
(ب) مراقبت از بنا و جلوگیری از پیشرفت عوامل تخریب

به منظور تحقق موارد فوق، طرح حفاظت از کارگاه با مدنظر داشتن موارد زیر انجام می‌گیرد:

۱. انتظام بخشی و پاکیزه کردن محوطه کارگاه؛ ۲.
- حفاظت کارگاه از عوامل انسانی، حیوانی و غیره؛ ۳.
- استفاده از شاهد گچی یا شیشه‌ای؛ ۴. خنثی کردن نیروهای فشاری و کششی؛ ۵. برداشتن بارهای اضافی؛ ۶. ایزولاسیون موقت؛ ۷. کلاف‌کشی؛ ۸.
- آهن‌کشی؛ ۹. شمع‌بندی

در امر حفاظت و مرمت آثار باستانی، عمل ما رابطه تنگاتنگی با باستان‌شناسی دارد. بنابراین، آگاهی از فن حفاری نیز برای معمار ضروری است، چراکه یافتن یک شیء کوچک می‌تواند با کمک باستان‌شناسان ما را در پی بردن به واقعیات مهم تاریخی یاری رساند. همچنین، حفاری مجموعه‌ای پلانیمتریک که مدفون است به روشی خاص نیاز دارد.

در اقدام به حفاری ابتدا باید شیوه شطرنجی را به کاربرد و در ضمن شناسنامه‌ای برای هر یک از قطعات تهیه کرد. در این حفاری باید خاک را لایه لایه و با دقت و ظرافت ویژه‌ای کنار زد و به اطراف منتقل کرد و این کار را تا جایی ادامه داد که اطلاعات حاصله راهگشا باشد. در هیچ شرایطی نباید بنا را در معرض عوارض طبیعی (خارجی) قرار داد، زیرا این عمل ممکن است یکباره بنا را در معرض خطر و تهدید کلی قرار دهد. نباید عمل حفاری را شتابزده و به صورت حفره‌ای انجام داد، مگر در مواردی که سونداژ برای



تصویر ۱ تک عکس مربوط به یک کلیسای قدیمی در ایتالیا که به وسیله دوربین فتوگرامتری زمینی برداشته شده است.

گرفته است همان اصول هندسی پرسپکتیو است و با استفاده می شود

فتوگرامتری یکی از ابزارهای اندازه گیری و ارائه نقشه زمین و یا اشیاء است که در آن دو عکس از یک شیء یا

قطعه زمین از دو نقطه دید متفاوت گرفته می شود. این روش بر همان اصول دید انسان به وسیله دو چشم پایه گذاری شده و

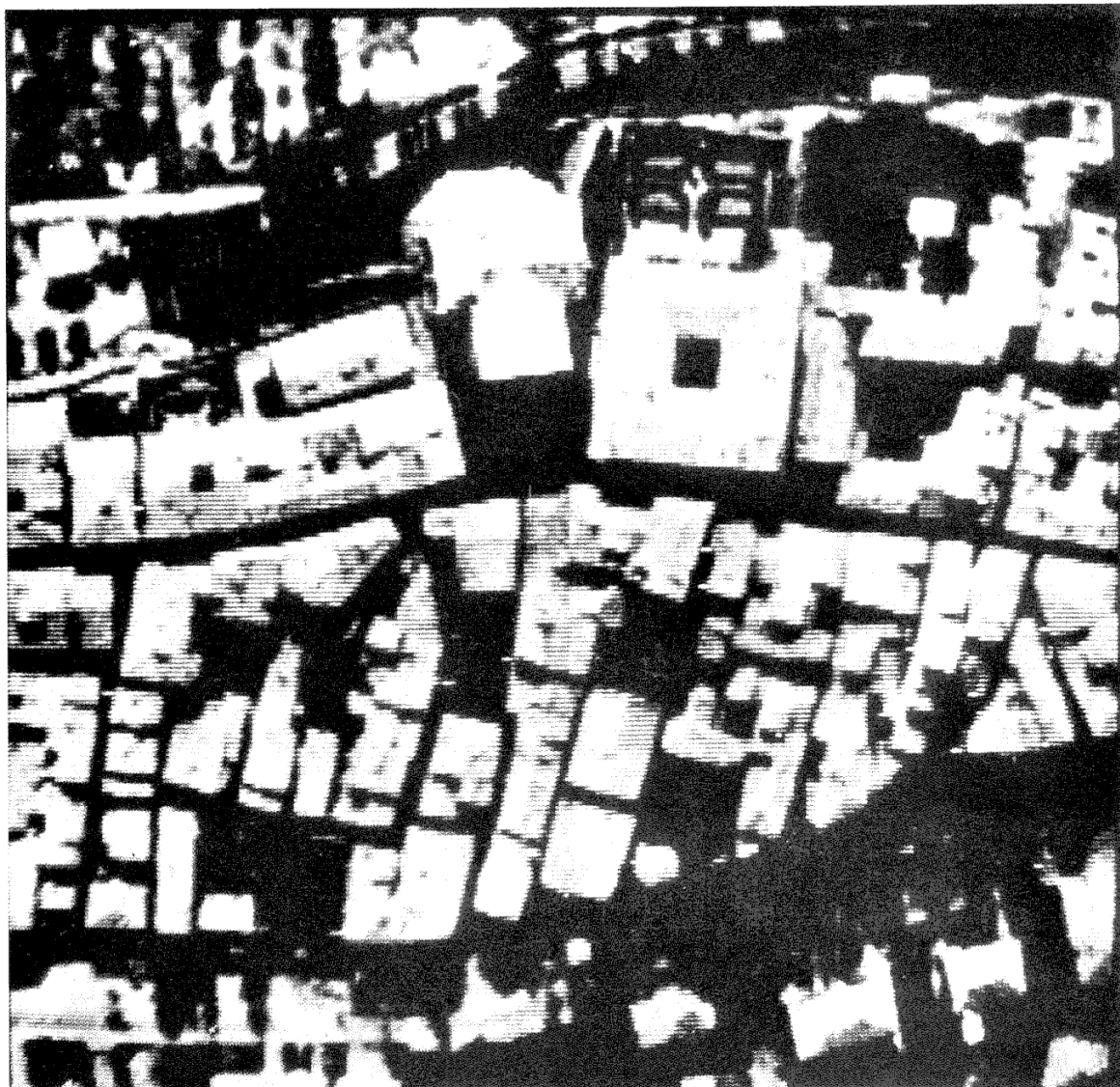
ارائه ترسیمی و یا عددی بسیار جالبی از اشیاء و زمین در اختیار می گذارد.

استفاده از روش فتوگرامتری برای رولوه و مطالعه آثار، ابنیه و مکانهای تاریخی اخیراً مورد توجه بسیاری از

سازمانهای جهانی میراث فرهنگی و دانشگاهها قرار گرفته است. محققان و کارخانه های سازنده دستگاهها و ابزار

فتوگرامتری، با مدرن کردن این دستگاهها، گامی بسیار

اصول هندسی که مبنای نظری روش فتوگرامتری قرار



تصویر ۲ ترسیم و ارائه گرافیکی بنا از طریق فتوگرامتری (دستگاه رسام).

آموزش پژوهشگران و علاقه‌مندان در بخش حفاظت آثار و ابنیه تاریخی، در زمینه فتوگرامتری زمینی و هوایی با اهداف زیر صورت می‌گیرد:

- آگاهی از اصول فتوگرامتری اعم از فتوگرامتری با تک عکس یا عکسهای استروسکوپ.
- عادت کردن به مشاهده عکسهای استروسکوپ یا سه بعدی.

ارزشمند در جهت ثبت و مرمت میراث فرهنگی جهان برداشته‌اند، به طوری که با تأیید کمیته بین‌المللی فتوگرامتری معماری، در زمینه مقایسه رولو مستقیم و رولو فتوگرامتریک، طرحی برای آموزش روش فتوگرامتری در نظام آموزش دانشگاهی پیشبینی شده است. بدون شک این روش گامی بسیار مثبت در برانگیختن علایق فرهنگی تازه و تشویق علاقه‌مندان و دست‌اندرکاران این روش مدرن خواهد بود.



تصویر ۳ نمونه‌ای از عکسبرداری هوایی از بافت قدیمی شهر پینزا در ایتالیا که با استفاده از روش کامپیوتری تفسیر و به نمونه‌های ترسیمی در مقیاس مورد نیاز تبدیل می‌شود.

در آموزش روش فتوگرامتری در رولوه معماری، مهارت در تحلیل و بازنمایی آثار معماری بسیار اهمیت دارد. عکسبرداری هوایی: روش دیگری که در مطالعه و تحلیل ابنیه، آثار تاریخی و استخراج اطلاعات کیفی و کمی درباره زمین در مقیاس بزرگتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، فتوگرامتری هوایی و تفسیر عکسهای هوایی است. با تفسیر

– کسب مهارت برای طرح و اجرای عکسبرداری فتوگرامتری.
– آگاهی از روشهای هندسی و گرافیکی برای استفاده از نک عکس یا عکسهای استریوگرام.
– آگاهی از روشهای استفاده از ابزارآلات و دستگاهها، اعم از تحلیلی یا عددی.



تصویر ۴ نمونه‌ای از ارائه گرافیکی تک عکس هوایی مربوط به بافت قدیم شهر ییز، با استفاده از این روش می‌توان اطلاعات بسیاری را استخراج و ارائه کرد، از جمله قدمت ابنیه، تراکم طبقات، نوع مصالح، نسبت فضاهای پر و خالی، نوع پوششها، درصد شیپها، به‌طور کلی، هرگونه تحلیل عینی از این طریق میسر است.

عکسهای هوایی و اطلاعات کسب شده از طریق توپوگرافی، زمین‌شناسی، تاریخ، باستان‌شناسی و ... می‌توان نقشه‌های کاربردی اراضی را تهیه کرد. عوامل اصلی که با فتوگرامتری و تفسیر عکسهای هوایی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:

— کلیه محوطه‌های زیستی انسانی اعم از بافتهای

عکسهای هوایی می‌توان اطلاعات فوری را هم از طریق مشاهده عکسهای هوایی و هم از طریق مقایسه تغییرات با وضع گذشته آن به دست آورد. بدیهی است تجربه و مهارت شخص و همچنین قدرت تحلیل و حساسیت و تشخیص پژوهشگر در این روش نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. با ادغام اطلاعات به‌دست آمده از تعبیر و تفسیر

گیاهی و غیره)، انواع بیلها، کلنگ، چمچه، کاردک، استانبولی، فرغون، انواع مته‌ها، بالابر، ابزارهای مربوط به تعمیرات بدنه، دستگاههای رطوبت سنج، دستگاههای سنجش مقاومت مصالح سنتی، و ابزارهای ضد عوامل بیولوژیک از قبیل نمک و داروهای سمی.

ابزار و فنون توأمان در اجرای طرح مرمتی ضروری هستند، مانند استفاده از کلافهای بتون آرمه برای پیشگیری از رانش و جلوگیری از عوامل بیرونی (مانند زلزله)؛ استفاده از ستونها (شمعها)ی ثابت و متحرک؛ سقفهای پوسته‌ای حفاظتی (از بتون آرمه یا غیره)؛ تعویض ملاتنها؛ دوخت و دوز ترکها؛ کاربندیها و یزدی بندیها و اتصال آنها به اسکلت اصلی بنا؛ تقویت پیهها، کف‌سازی، دیوارهای تزئینی جدا از اسکلت، نقاشی، آئینه‌کاری، نجاری، کاشیکاری.

۳.۱.۴ مرحله حفاظت حریمی

وسایل الکترونیک و هشدار دهنده برای محوطه‌ها و موزه‌ها، انواع چراغهای ویژه‌ای که ضمن ورود به حریم بنای تاریخی یا شیء تاریخی به‌صورت نورافکن به دستگاههای هشدار دهنده متصل‌اند.

تاریخی، ابنیه و آثار منحصر به فرد

– مناظر طبیعی

– بافت و شکل زمین

– مسیر آنها

– جابه‌جایی سطوح زمین توسط عناصر طبیعی

– تجمع و تنوع گیاهان

استفاده از انواع و اقسام فیلمهای حساس مانند پانکروماتیک، ارتوکروماتیک و بخصوص مادون قرمز، سیاه و سفید یا رنگی در عکسبرداریهای هوایی، امکان دسترسی به اطلاعات وسیعتری را فراهم می‌آورد.

رادیوگرافی: از روشهای مهم دیگری که در بررسی و مرمت آثار هنری می‌توان به کار برد رادیوگرافی با اشعه ایکس یا اشعه گاما است که به علت نفوذ زیاد اشعه گاما در آثار هنری با ضخامت زیاد، از گاماگرافی استفاده می‌شود.

سنجش از دور: استفاده از کلیه روشهای سنجش از دور – برای مثال، ترموویزیون – در بررسی و مرمت آثار و ابنیه تاریخی و همچنین بازشناسی آنها بسیار متداول شده، زیرا در این روشها می‌توان بدون دست زدن به آثار هنری حتی سطوح نامرئی بنا و اثر را مطالعه و بررسی کرد.

۲.۱.۴ مرحله رفع خطر و مرمت‌های حفاظتی

ابزارهای مورد نیاز در یک کارگاه مرمتی عبارت‌اند از: داربست‌ها، انترپوزها (شامل لوله‌های داربست، داربستهای پیش ساخته متحرک، جکهای چوبی دستی، جکهای هیدرولیکی مغزی، پایه، بست و غیره)، پشتبندها، شمعهای چوبی و فلزی (شمع‌بندی ساده، شمع‌بندی مرکب)، زهکشی، کابل کشی و مهارکشی، مهارکشی به روش سنتی و یا با استفاده از وسایلی از قبیل دریل‌ها، چکش کمپرسور، کاروتاژ، کمپرسور هوا، انژکتور دستی و مکانیکی (دستگاه انژکسیون)، جرثقیل دستی، قالب دبه، قالب دوار (شاهنگ و آهنگ)، قالب چوبی، قالب گچی، تخته روسی، ابر، کوره‌های ساخت مصالح سنتی (آجر، گچهای ویژه، کاشی، رنگهای

۲.۴ ابزار لازم در کارگاه مرمت سنگ

در کارگاه مرمت سنگ ابزار مختلفی مورد نیاز است.

۱.۲.۴ ابزار کوه‌بری در معادن سنگ

کمپرسور باد دیزلی، دریل ضربه‌ای بادی (چکش بادی با مته به قطر ۳۰ الی ۵۰ میلیمتر به طولهای مختلف)، گازهای فلزی (برای ایجاد فشار یکنواخت به منظور استخراج قطعه مورد نظر از صخره)، دستگاه سیم برش کوه‌بری، دریل برقی بزرگ ثابت سرماسه‌آبی، پتک، پتک قلمی، کنر، جکهای دستی به توان ۵ الی ۱۰ تن، اهرم یا دیلمهای مختلف، عینک ایمنی، ضربه گیرهای گوشی، جکهای هیدرولیک ۱۰۰ تنی،

۶.۲.۴ ابزارهای مورد نیاز لابراتوار و استحکام سنگ، سفال و سرامیک

دستگاه ویراتور دستی، دستگاه فرز پدالی، ترازوی دیجیتالی، کولیس، پنس، گیره دستی، بشر شیشه‌ای و پلاستیکی، لوله آزمایشگاه، پیستوری، اسپانول، چراغ گازی، پیست، دستگاه پی، اچ متر، دستگاه ایربریزو، دستگاه دما و رطوبت سنج، میکروسکوپ الکترونی، دستگاه لیزر.

۳.۴ وسایل و مواد لازم برای تعمیرات نقاشی بدنه (فرسک)

۱. مقار و چکش در اندازه‌های مختلف برای لایه‌برداری
۲. کاردک‌های مختلف برای لایه‌برداری
۳. انواع سرنگ برای تزریق پشت نقاشیها
۴. انواع قلم مویی برای تمیز کردن و تعمیرات نهایی نقاشیها
۵. انواع رنگهای مرغوب (پودر و آب رنگ و رنگ روغن) برای تعمیرات و بازسازی نقاشیها
۶. انواع چسبها برای بست رنگها (پریال، کتیرا، و...)
۷. انواع مواد تثبیت کننده روی نقاشیها (پریال، پارالوئید، کتیرا، روغن کمان، ویناویل و...)
۸. انواع مواد شیمیایی پاک کننده (آب مقطر، تینر، الکل صنعتی، آمونیاک، دی‌متیل و...)
۹. انواع مواد پرکننده برای پشت نقاشیها (در جاهای مختلف، نوع مواد مورد احتیاج باید تهیه شود)
۱۰. مواد شیمیایی برای تثبیت نهایی (پریال، پارالوئید، روغن کمان، کتیرا و...)
۱۱. انواع چسبها برای جابه‌جایی نقاشی (سریشم، سریش، پارالوئید، ویناویل، جلولت و...)
۱۲. انواع پارچه و گونی ظریف بافت برای چسباندن

دریل واگون، دستگاههای سیم برش با زنجیره‌ای الماسه هیدرولیکی.

۲.۲.۴ ابزارهای حجاری سنگ (دستی - ماشینی)
پتک، پتک قلمی، کنر، چکش، چکش دندانهای، چکش بادی (پلی مات)، قلمهای مختلف موج و پهن، تیشه با دندانهای مختلف، قلمهای مختلف دندانهای، فلکس (فرز با دیسکهای مختلف)، شمشه، گونیا، سنگ سابهای مختلف، ماسک، عینک ایمنی، شابلون، دستگاه تراش سنگ بونتی گراف.

۳.۲.۴ ابزار حمل و نقل سنگ

گردال، جک دستی، اهرم یا دیلم، ریل واگون، الوار، تخته، صابون، تیغور، وینچ گریپکس یا ژنراتور، جرثقیل، بکسل، کربی.

۴.۲.۴ ابزار تعمیرات سبک و سنگین سنگ
جک به توان ۵ الی ۱۰ تن، دریل برقی ضربه‌ای تنظیمی، دریل بادی متحرک، دریل برقی ثابت آبی با مته‌های مختلف مربوطه، بکسل، کربی (کلمس یا بست) با توانهای مختلف، مهارکشهای مختلف (تعمیرات)، لوله انتریوز، بست انتریوز ثابت و گردان، آچار رینگگی مخصوص، انتریوز، کفی لوله، تراز، گونیا، شمشه، کلاه ایمنی، کمر بند ایمنی، عینک ایمنی، کفش ایمنی، اهرمهای مختلف فلزی، لوله بر، قرقره فلزی، طناب، دستکش چرمی و لاستیکی، بتونیر ثابت، دستگاه پمپاژ بتون با سری‌های مختلف تزریق، دستگاه بالابر برقی.

۵.۲.۴ ابزار و مصالح سنگ

میز، گیره، برس سیمی و نایلونی، انواع پیستوری، انواع کاردک، مهارکش‌های مختلف، چکش، قلم موج، دریل برقی ضربه‌ای تنظیمی، خمیر مجسمه‌سازی.

روی نقاشی و پشت نقاشی

۱۳. انواع ظروف برای ریختن مواد و ساختن مواد لازم برای کار روی نقاشی و برداشتن نقاشی (پارچه، میخهای مختلف، گونی ظریف، انواع چسبهای محلول در آب و در مواد شیمیایی، انواع اره‌های ظریف و ضخیم، انواع کاردک، قلم مویی)

۱۴. بوم‌سازی برای انتقال نقاشی دیواری

۴.۴ برخی ابزار و مواد مورد نیاز برای مرمت نقاشی (تابلو و ...)

این مواد عبارت‌اند از: پارالوئید، پریمال، ویناویل، بونکس، اکسیلامون، دی‌میتل، بوتیل آمین، استات آمینه پریدن، آمونیاک، استن، تینر، الکل، کرمانتین، استارن.

ابزار لازم برای این کار عبارت‌اند از: مقار، چکش، تیغه پیستوری، دسته پیستوری، ماسک، ذره‌بین، میکروسکوپ رومیزی، انواع قلم‌مو، گونی مخصوص آستر، آالدیت، توری سیمی، خانه زنبوری، لوازم آزمایشگاهی، پتریدش، آگار آگار، لام و لامل، صمغ کانادا، کوره برقی معمولی، پودرهای رنگی (از هر نمونه معادل با اصل آن)، تخته شاسی، لوازم سه پایه، انواع لوازم کرسی پا و داربست، دوربین عکاسی، لوازم التحریر، فضای لابراتوار و انجام عملیات، مصالح سنتی، انواع کاردک، شیشه‌های دردار برای ترکیبات، قفسه‌های مورد نیاز برای نگهداری، کالک، کاغذ مومی و پوستی

درس چهارم

اهداف حفاظت و برنامه‌ریزی در مرمت

۱۱.۴ اهداف نگهداری و حفاظت

با هدف حفاظت، یک اصل کلی در نظام برنامه ریزی کشور قلمداد می‌گردد. برای تحقق اهداف فوق سازماندهی تشکیلات اداری و حقوقی ضروری است که خوشبختانه در کشور ما این امر بالاخص پس از انقلاب اسلامی با تشکیلات و اسانامه‌ای معین کار خود را آغاز نموده است. تحقیق و پژوهش در زمینه میراث فرهنگی و تدوین روش‌های علمی و عملی که بتواند خطرهای ناشی از توسعه و تغییرات طبیعی و مصنوع را کنترل و جهت دهی نموده و تهدیدهای احتمالی را به امکان تبدیل نماید نیز لازم است. از سوی دیگر توجه لازم برای تقویت مراکز آموزشی مرتبط با امر حفاظت از میراث طبیعی و تاریخی فرهنگی کشور از ضرورت‌های اساسی می‌باشد.

۲.۴ تهیه برنامه و گزارش در امر مرمت

تدوین سیاست‌های حفاظتی در گرو مستند سازی و جمع آوری مدارک و اطلاعات است که این اطلاعات بایستی با تحلیل و نقد ارزش‌های نهفته و آشکار موجود در آثار توأم باشد. ارزش‌های فوق را می‌توان در دو رده شامل فرهنگی تاریخی و اقتصادی بررسی کرد ولی به طور کلی حفاظت از میراث امری فرهنگی است و مرمت با یک نسخه معین و از پیش تعیین شده عملی نیست بلکه انجام آن مشروط به شناخت، درک و فهم کامل از ارزش‌های موجود در موضوع میراثی است. تصمیم‌گیری بر درمان محوطه‌ها و آثار بایستی بر اساس قضاوتی که مبتنی بر مطالعات و پژوهش‌های مربوطه است. تصمیم‌های فوق به شرایط کالبدی و حدود و علل خرابی موضوع میراثی بستگی خواهد داشت. می‌دانیم که سیاست حداقل مداخله همواره بهترین گزینه خواهد بود. لذا با توجه به اهمیت موضوع و گسترش و پراکندگی آثار و ابنیه در سطح وسیع کشور، تهیه و تدوین یک برنامه مشخص ضروری

میراث فرهنگی پستوانه غنی از معنویت و موجودیت ملت‌ها و زیربنای فرهنگی جوامع قلمداد می‌گردد. کشور ما ایران در رده بزرگترین کشورهای جهان با پیشینه‌ای غنی است که محصول فعالیت آن تمدنی عظیم با لایه‌های متفاوت و متنوع است. این تنوع ممزوجی از آرمان اعتقادی فرهنگی است که اصول معرفت‌شناسی و به طور خاص عرفان در لایه‌های فرهنگی آن قابل بازشناسی است لازم به ذکر است که این معنویت و معرفت‌شناسی حتی در آثار قبل از اسلام یا استناد به کتیبه‌ها و آثار برجای مانده مشهود بوده و قابل استخراج است که با ظهور اسلام و نشر فرهنگ آن این دست مایه غنی پرورشی انسانی بافت و نشانه و تبلور این اندیشه یعنی انسان و طبیعت را در ماحصل آثار می‌توان جستجو کرد.

پیشینه‌ای چنین غنی مسئولیت خطیری را متوجه برنامه ریزان، مدیران و یکایک افراد جامعه می‌نماید و بی‌تدوین مشارکت کلیه اقشار جامعه را در تحقق برنامه‌ریزی طلب می‌کند.

بدیهی است که رشد و توسعه بی‌وقفه و زندگی ماشینی تأثیر مستقیم در تغییرات ناهنجار در محدوده قدیمی و سنتی شهرها و روستاهای کشور گذاشته و می‌گذارد. در این راستا و در جهت هدفمند نمودن توسعه با عنایت به این محدوده تاریخی و سنتی، ضرورت تهیه برنامه و اهداف معین دو چندان می‌گردد. اهداف مورد نظر زمانی جامعه عمل به خود می‌بوشد که حسن فرایت و فهم جامع و کامل بین مضمون آثار بر جای مانده و افراد جامعه برقرار گردد که در این ارتباط رسانه‌های جمعی، نهادهای پژوهشی و تحقیقاتی و به ویژه مراکز آموزشی وظیفه‌ای خطیر بر عهده می‌گیرند که تعیین اهداف برای حفاظت در جهت استمرار و تداوم حیات این آثار ضرورتی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. تنظیم و تدوین سیاست‌های جامع و معین

ضروری است. همچنین تدوین قوانین مرتبط با امر حفاظت نیز در دستور کار خواهد بود.

۴- تهیه فهرست از آثار در معرض خطر؛ در راستای برنامه‌ریزی حفاظتی کشور باید اذعان کرد که محوطه‌هایی وجود دارند که یکپارچگی و پیوستگی آنها توسط خطرات جدی در زمان، توسط انسان یا طبیعت تهدید می‌شود. در این راستا ایجاد زمینه برای جذب کمک‌های ملی و بین‌المللی به منظور رفع خطرهای تهدید کننده ضروری است. این تهدیدها شامل تغییرات ناخواسته یا پیشنهادهای نامتجانس با محوطه مانند کاربری‌های نامناسب، اقدامات نامناسب عمرانی و یا رخدادهایی مانند جنگ و یا بلایای طبیعی مانند زلزله می‌باشد.

۵- استفاده از علامت و نماد میراث ملی و جهانی می‌تواند در محوطه‌هایی که به ثبت رسیده‌اند به کار رود.

۶- اقدامات لازم در جهت برنامه‌ریزی‌های مدون برای حفاظت و تعالی ارزش‌های ذاتی محوطه‌هایی که به ثبت ملی و جهانی رسیده‌اند از اهم وظایف دستگاه‌های ذربط در امر برنامه‌ریزی و حفاظت است.

۴.۳ ارزش‌های موجود و نقش و تأثیر آنها بر درمان

هر اثر تاریخی حاوی اطلاعات و پیام‌های خاصی در محیط است و برای شناخت این اطلاعات و پیام‌ها نیازمند ارزیابی و تحلیل می‌باشند که در نهایت قضاوت در میزان ارزش‌ها در آثار مختلف متفاوت است و از ابعاد و زوایای گوناگونی مانند ارزش‌های فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی، هویتی، کالبدی، عملکردی، آموزشی و اعتقادی است. بدیهی است که هر کدام از ارزش‌های برشمرده دلیل مستندی بر حفاظت، درمان، احیا و مرمت آثار و ابنیه تاریخی است، لذا طبقه بندی ارزش‌ها

می‌باشد. این برنامه شامل سلسله مراتبی از اقدامات و پژوهش‌ها است که به شرح زیر خلاصه می‌گردد:

۱- بررسی و پژوهش: ارتباط با مراکز دانشگاهی و سایر مؤسسات تحقیقاتی در امور فرهنگی در جهت جمع‌آوری اطلاعات، نظریه‌ها و تکمیل پژوهش‌ها امری بسیار حیاتی است.

۲- مستند سازی و معرفی

۳- حفاظت و مرمت

۴- احیا

به طور کلی در تمام کشورها در حد توان و امکانات انجام امور زیر ضروری است:

۱- گسترش مطالعات علمی و فنی در جهت دست یافتن به روش‌های اجرایی به نحوی که بتوان مانع از خطرهای تهدید کننده میراث فرهنگی شد ضروری است. در این راستا تهیه یک برنامه کشوری برای اقدامات قانونی، علمی، فنی، اداری، مالی و حمایتی برای طی روند شناخت، نگهداری، حفاظت، معرفی و فعال کردن میراث فرهنگی الزامی است.

۲- ایجاد مراکز منطقه‌ای در راستای آموزش با هدف حفاظت از میراث فرهنگی و طبیعی لازم است. از سوی دیگر ایجاد انگیزه برای بررسی و پژوهش لازم در این زمینه‌ها نیز در دستور کار این مراکز قرار خواهد گرفت. لذا تهیه فهرست جامع و کامل از آثار موجود و ثبت آن‌ها در فهرست‌های مربوطه راهگشای اقدامات قانونی بعدی خواهد شد.

۳- با درج محوطه‌ها و آثار در فهرست میراث ملی و جهانی، لازم خواهد بود که ارزش‌ها و شرایطی که باعث این ثبت شده‌اند برای همیشه نگهداری و مورد حفاظت قرار گیرند. لذا ارزیابی مداوم در جهت حفاظت از تمام آنچه باعث ثبت محوطه در فهرست آثار ملی و جهانی شده لازم خواهد بود. برای ایجاد زمینه حفاظت، معرفی آثار و ارزش‌های نهفته در آنها به صورتی روشن

کشوری در سطوح مختلف از پروژه‌های عمرانی مرتبط با این امر ضرورتی اجتناب ناپذیر است زیرا کشور ما دارای سوابق طولانی و آثار قابل تأمل در سطوح، رشته‌ها، حوزه‌ها و مناطق کشور است به همین جهت کلیه نهادها و سازمان‌های دولتی و غیر دولتی موظف می‌گردند تا ضمن توجه به این امر در طرح‌های عمرانی خود ردیفی اعتباری برای مطالعه، پژوهش و حفاظت در این زمینه پیش‌بینی نمایند.

۴. ۵. ۱ برنامه‌ریزی اعتباری جهت حفاظت و نگهداری از محوطه‌ها، آثار و ابنیه توسط دستگاه ذیربط:

۱- تأمین اعتبارات لازم برای حوادث پیش‌بینی نشده و آتی مانند زلزله، سیل، توفان و غیره.
از اعتبارات اختصاص یافته دولتی منابعی جهت مقابله با حوادث فوق ضروری است.

۲- تأمین اعتبارات لازم برای حفاظت و نگهداری

این اعتبارات در موارد زیر مورد استفاده قرار خواهد گرفت
۲-الف: برنامه استحفاظی مانند تثبیت و تقویت اثر و محوطه

۲-ب: رفع خطر از بنا، اثر یا محوطه که دچار آسیب‌های ناشی از عوامل بیولوژیکی است و برای نگهداری و حفاظت، نیازمند بودجه‌های مالی برای انجام امور فوق است.

۲-ج: نگهداری و حفاظت دائمی این اعتبارات در موارد ذیل ضرورت خواهد یافت:

۲-ج-۱: مواردی همچون هدایت آبهای سطحی، برف‌روبی، نظافت مستمر، تأمین پوشش گیاهی محوطه، تعمیر تأسیسات بناها، و تمام امور مربوط به نگهداری مانند بازکردن مسیر ناودان‌ها و غیره.

و تعیین موازین مورد لزوم برای هر کدام در راستای توجیه درمان، مرمت و احیا یک ضرورت است.
به هرحال میراث فرهنگی از منابع غیر قابل تکرار و تجدید در جهان است لذا تلاش مضاعفی برای جبران و ترمیم اقدامات ناهماهنگ در زمان حاضر برای حفاظت از آن ضروری است.

۴. ۴ مروری بر برنامه‌های اجرایی و روند برنامه‌ریزی برای آینده

برخورداری از یک تشکیلات منسجم و سازمان یافته از پیش نیازهای ضروری در ارتباط با امر برنامه‌ریزی و اجرا می‌باشد که خوش‌بختانه در کشور ما این تشکیلات ایجاد شده و با سلسله مراتب معین در سطح کشور فعالیت می‌کند.

برنامه‌ها و پیشنهادات مربوطه توسط مراکز استانی به کمیته‌های مربوطه و سپس به کمیته مرکزی ارجاع داده می‌شود و در این کمیته با بررسی و تصویب برنامه‌ها و تعیین اولویت و تأمین اعتبار مجدداً به استان‌ها جهت اجرا ارجاع داده می‌شود، بدیهی است که برنامه‌های فوق در سه بخش کوتاه مدت، میان مدت و دراز مدت با توجه به اهمیت آثار و میزان تخریب و آسیب‌ها و تهدیدهای احتمالی صورت می‌گیرد. با علم به اینکه امر حفاظت مرمت و احیا از آثار و ابنیه مستند بر مطالعاتی مداوم و مستمر است و در تمام کشورها پس از مستند سازی، برنامه‌ریزی در مورد آنها انجام می‌گیرد و برنامه‌های عمرانی تحت تأثیر این مطالعات قرار می‌گیرد، لذا ضروری است که برنامه‌های عمرانی در راستای هدف فوق تهیه گردند.

۴. ۵ تأمین اعتبار و بودجه برای پژوهش و اجرای برنامه‌های عمرانی

با علم به اینکه امر حفاظت از آثار مقوله‌ای پیچیده و حساس می‌باشد لذا دقت در برنامه‌ریزی

می‌شود که سخاوتمندانه در این مورد عمل نماید و به همین ترتیب بودجه بایستی برای پنج ساله بعدی نیز در برنامه‌ریزی کشور دیده شود تا دستگاه مسئول میراث فرهنگی قادر باشد هر گوشه اعتبار اضافی مصرف نشده را ذخیره و به سال‌های بعد منتقل نماید زیرا کار حفاظت ماهیاً یک کار زمان‌بر است و از زمان پیش‌بینی شده کندتر به ثمر می‌نشیند و به موازات تهیه بودجه تأمین نیروهای کارشناسی و استادکاران سنتی متخصص دائمی نیز ضروری است از سوی دیگر تربیت نیروهای کارآموده زیر نظر متخصصان موجود نیز برای استمرار بخشی به این امر حیاتی است.

برای هزینه تخصصی اعتبارات فوق لازم است که کمیته‌ای متشکل از متخصصان مختلف شامل: مالی، فنی و مدیریتی، تشکیل شود و بر مصرف این اعتبارات نظارت مستمر داشته باشند.

۵- تهیه برنامه مدیریت برای پروژه حفاظت محوطه‌ها

برای تهیه برنامه مدیریت مناطق توجه به نکات زیر ضروری است:

- ۱- بررسی اولیه از محوطه
- ۲- تعریف محوطه
- ۳- شناسایی آثار، ابنیه و ذخایر تاریخی
- ۴- ارزشیابی آثار ابنیه و ذخایر تاریخی
- ۵- تعیین اهداف و دقت در تنگناهای احتمالی
- ۶- معین کردن پروژه‌های قابل اجرا
- ۷- تهیه برنامه اجرایی و برنامه سالانه
- ۸- اجرای امور مورد نظر
- ۹- ثبت و ضبط گزارشهای تهیه شده و امکان بازنگری و بازبینی آنها
- ۱۰- تهیه مرکز اسناد محوطه
- ۱۱- بازنگری در تعاریف و توجه به امکان افزایش سایر ارزش‌ها

۳- تأمین اعتبارات دوره‌ای مانند اعتبارات پنج ساله (این بخش شامل مستندسازی و پژوهش، گمانه زنی‌ها، تهیه برنامه و طرح مرمت جامع و اجرای آن می‌باشد).

۴- تأمین اعتبارات مالی برای دوره‌های بلند مدت:

- ۴- الف: این اعتبارات شامل نمک عرصه، طراحی ساماندهی حریم و دسترسی های شهری، توقفگاه‌ها و برنامه های جامع احیا و ... می باشد.
- ۴- ب: تهیه طرح‌های جامع استحکام بخشی و مقاوم سازی در برابر حوادث آبی مانند زلزله، سیل و ... در جهت اجرای برنامه‌های فوق تأسیس و پیش‌بینی شبکه‌ای مالی، اعتباری ضروری است به نحوی که بتوان بین وزارت متبوع، تشکیلات استانی و بخشی در کمیسیون‌های مربوطه هماهنگی لازم به عمل آورد و این گروه تخصصی در امور اعتباری و مالی باید بتواند در برنامه‌ریزی عمرانی کشور جایگاه یافته و این امر را به عنوان بخشی از بودجه‌های توسعه عمرانی کشور توجیه و تصویب کند. با توجه به جایگاه میراث فرهنگی به عنوان یک نهاد تأمین کننده و پشتیبان نظری‌های توسعه پایدار لازم است که در برنامه‌های عمرانی جایگاه ویژه خود را داشته باشد و به همین مناسبت اعتبارات کلان مورد لزوم را با حمایت دولت و به کارگیری بخش خصوصی توأم با شگردهای مورد لزوم کسب کند.

۴.۵. ۲ تهیه و تأمین بودجه

برنامه‌ریزی دقیق برای تأمین بودجه مستلزم آگاهی و تجربه کافی در امر حفاظت است. به طور کلی حفاظت میراث فرهنگی نیاز به کار زیاد و دانش ویژه دارد. تنظیم بودجه دقیق در ۵ ساله اول نیازمند کمیسیون‌های خاصی است. بنابراین دولت موظف

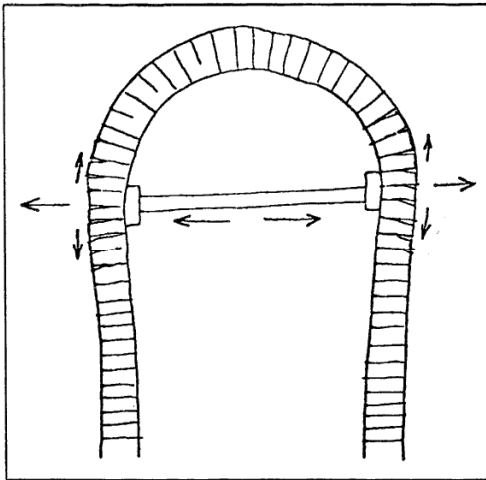
۱۲- تعیین اهداف در بازنگری برای تجدید نظر

در تعاریف

۱۳- تعیین و اولویت‌بندی طرح‌های قابل انجام

۱۴- برنامه کاری تجدید نظر شده و برنامه

سالانه بعدی



درس پنجم

آسیب شناسی و عوامل تخریب انسانی و طبیعی

نوسانات مداوم درجه حرارت (روز گرم و شب سرد) و عوامل جوی، همگی مقاومت بنای پیر و فرسوده را تضعیف می کنند. طبعاً این مقاومت حد معینی دارد و مجموعه عوامل نامبرده مخل ادامه زندگی بنا می شوند.

آسیب و عارضه > ---- عدم تعادل > ---- عامل مخل بنابراین، مشاهده آسیب و عارضه در بنا دال بر وجود عدم تعادل است که در چنین شرایطی ریشه یابی عامل مخل در دستور کار قرار می گیرد.

به طور کلی، عوامل تخریب مجموعه ای از کنشها و آسیبها هستند که در تغییر شکل و تخریب بنا مؤثر واقع می شوند. نحوه تعمیر بنا نیز بستگی به نوع این عوامل مخل و مخرب دارد. پس باید ابتدا عواملی را که موجب صدمه دیدن بنا و یا نهایتاً ویرانی آن شده اند بررسی کرد و سپس چگونگی تعمیر، حفظ و نگهداری آن را طراحی و اقدام را

۱.۵ تشخیص ضایعات در بنا، مجموعه و یا بافت

شهری

اساسی ترین بخش قبل از هر اقدام مرمتی تشخیص ضایعه یا عارضه است. نوع مصالح، پیوند منطقی عناصر ساختمانی، توزیع متناسب نیروها، مقاومت شالوده ها در مقابل بارهای وارده، تناسب نیروهای داخلی با توجه به توانایی مصالح، حفاظت صحیح کل ساختمان در برابر عوامل خارجی؛ در مجموع از عوامل و شرایط لازم برای تأمین ایستایی و ادامه حیات و بقای ساختمان محسوب می شوند. بنابراین، هنگام بررسی یک بنا یا مجموعه و یا بافت شهری، پرداخت به عواملی که مخل قلمداد می شوند، ضروری است.

کهولت و فرسودگی شرایط مناسبی را برای سایر عوامل مخل فراهم می کند. میزان رطوبت، تغییرات و



تصویر ۱ ساری، فرح آباد - پل رودخانه تجن، آسیب بر اثر سیل.

آغاز کرد.

۳.۲.۵ عوامل تخریب مربوط به شیوه خاص زندگی

ماشینی

مانند تأسیسات بنا از قبیل فاضلاب، کانال کشی و غیره.

۲.۵ عوامل مؤثر در تخریب بنا

۴.۲.۵ عوامل تخریب مستقیم به وسیله مردم و حکام

وقت

از جمله می توان به تخریب حصارها و خندقها با هدف گسترش شهرها، تخریب بناهای عظیم به منظور استفاده از مصالح آنها و همچنین استفاده نادرست از ابنیه قدیمی، استقرار مردم در واحدها و مجموعه های بزرگ قدیمی و دخل و تصرف شدید و نابهنجار در آنها، حفاری ابنیه به منظور گنج یابی، اقدامات بدون مطالعه و برنامه ریزی افراد خیر به منظور تعمیر، تغییر فشار آبهای زیرزمینی بر اثر حفر چاههای عمیق و پمپاژها.

۱.۲.۵ عوامل طبیعی

مانند رعد و برق، رطوبت ناشی از آبهای زیرزمینی یا ریزش باران و برف، سیل، باد، زلزله، عوامل بیولوژیک. تأثیر عوامل طبیعی به نحوه استقرار، تشکّل بنا و مصالح مورد استفاده متفاوت بستگی دارد.

۲.۲.۵ عوامل اجتماعی و سوانح

مانند جنگ، مهاجرت و آتش سوزی.



تصویر ۲ ایروان - مسجد جامع، روئیدن گیاه در روزنه گنبد.

به این ترتیب، ضایعات بنا به طور دقیق در این نقشه معرفی می شود. پس از شناخت و معرفی ضایعه، مرحله بررسی و مطالعه در مورد علل آن آغاز می شود. کارشناسان و متخصصان به سونداز و ردیابی عامل مغل می پردازند. هر عارضه ای ممکن است معلول چند عامل باشد، لذا بررسی و شناخت تمامی این عوامل ضروری است. برای مثال، رانش یک دیوار در لحظه ممکن است بر اثر رطوبت در پی و یا فشار تاق بالای دیوار باشد. پس، از راه بصری و برداشت عملی، عارضه را شناسایی و آن را ردیابی می کنیم تا علل آن معلوم گردد. پس از شناخت این علل و عوامل، مرحله تشخیص، درمان و فنون و تکنیکهای وابسته شروع می شود.

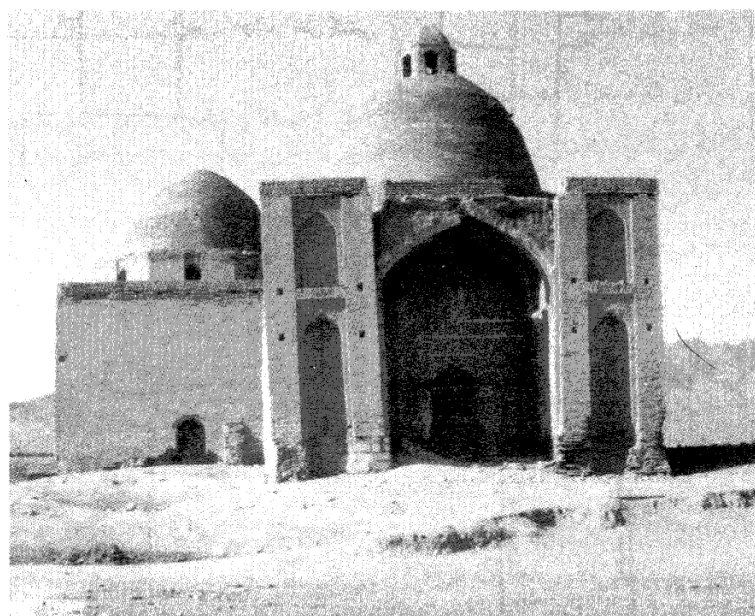
جدول ۱ می تواند در انطباق عارضه با بعضی از مسائل موجود در بنا ما را یاری رساند، بدین معنی که ضمن تجزیه بنا، به بررسی پلان در بخشهای مختلف و الحاقات بنا در تمام ابعاد (پلانیمتریک و احجام) می پردازیم که در نهایت یکی از ابزارها برای مطالعه تنشها و عدم تعادل در بناهاست.

۳.۵ اشاره ای به شناسایی آسیبها

نخستین اقدام ضروری برداشت صحیح از اثر آسیب دیده و تهیه نقشه های کامل آن است. در این نقشه ها ارائه و انعکاس جابه جاییها، انحرافات و دخالتها (الحاقات) ضروری است.

جدول ۱ تجزیه بنا

بلان بخش ۱	دخول و تصرف (الحاقات)	عملکرد قبلی	عملکرد فعلی	زمان ساخت	نوع مصالح	عارضه	عدم تعادل	عامل مغل



تصویر ۳ پلنگ آباد - امامزاده زید و رحمان، آسیب بر اثر نیروهای رانشی.

۱.۴.۵ تنشها

تنشهای عامل فرسایش و زوال به دو گروه خارجی و داخلی تقسیم می‌شوند که از مجموعه‌ای از عوامل مختلف تأثیر می‌پذیرند:

بار زیاد وارد بر سازه: اگرچه بارهای کششی در حدی نیستند که باعث ایجاد شکافهای قابل رؤیت گردند، اما می‌توانند ترکها و خلل و فرج ریز را گسترش دهند و موجب افزایش پیشروی آنها شوند و بدین ترتیب عوامل مناسب برای نفوذ آب و رطوبت را فراهم آورند و در نتیجه باعث فرسایش شوند (شکل ۱).

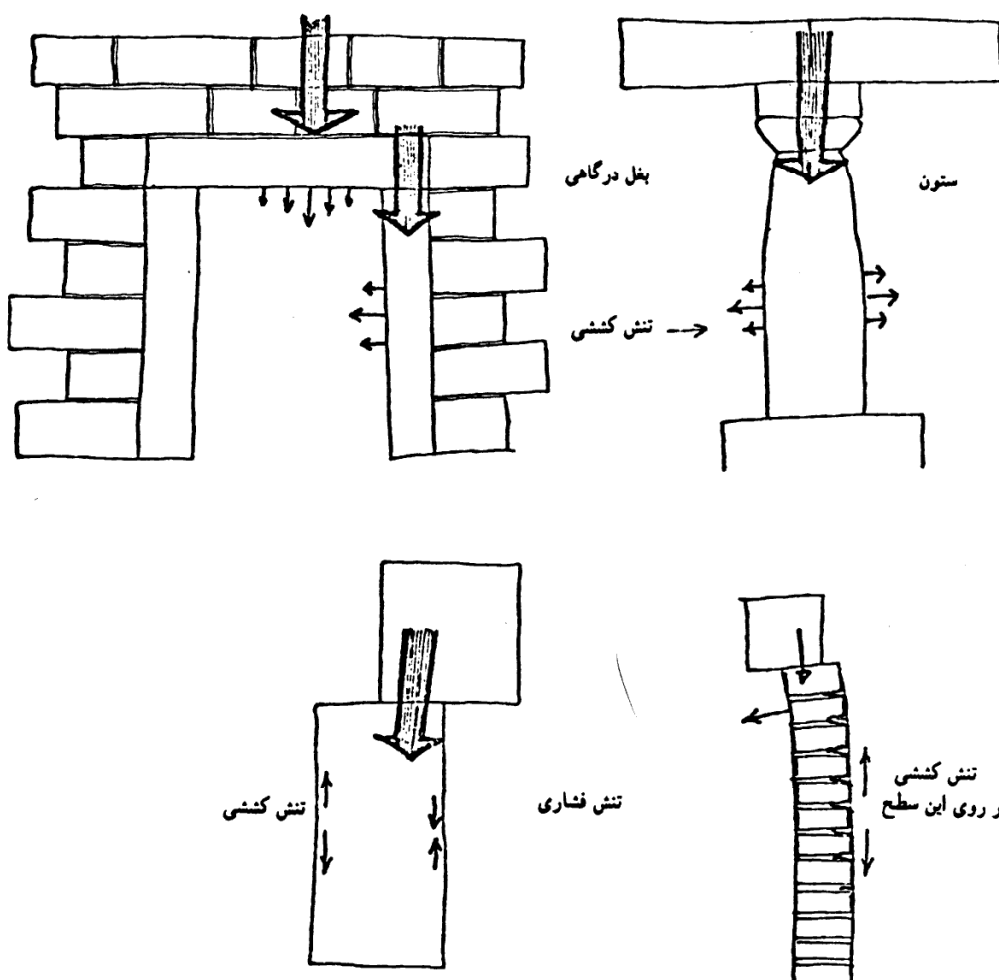
در دیوارهای خشتی، تنش کششی می‌تواند در نقاط

در این مرحله لازم است از مصالح و تکنیکی استفاده شود که صدمات کمتری به بنا وارد آورد و در صورت لزوم در آینده قابل تعویض و جایگزینی باشد.

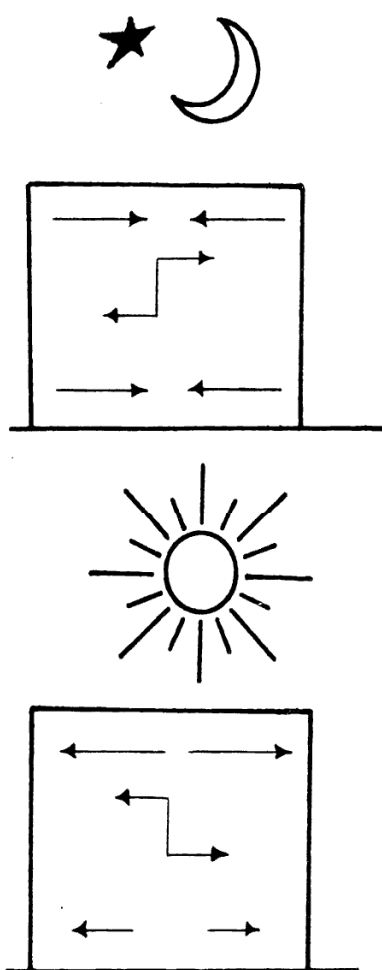
۴.۵ فرسایش و زوال

تغییر خواص مصالح معمولاً متأثر از یک یا هر دو عامل زیر است:

الف) تنشها (داخلی و خارجی)
ب) روندهای فساد و تحلیل رفتگی



شکل ۱ تأثیر بار وارد بر سازه.



شکل ۲ انقباض و انقباض در بخش داخلی بلوکهای بزرگ مصالح بسیار کمتر از سطوح آنهاست و به همین دلیل یک تنش برشی در آنها حاصل می شود.

به صورت سفت و انعطاف پذیر با هم به کار روند، تنشهای حاصله می تواند موجب تغییر شکل سازه یا ایجاد ترکهایی در آن شود (شکلهای ۳ و ۴).

انفصال که بر اثر انقباض در نقاط اتصال حاصل می گردد، در نتیجه انقباض مجدد بسته نمی شود، زیرا این ترکهای حاصله با مواد زاید پر می شوند و همین امر موجب می شود که بیشتر باز شوند. بر حسب محاسبه، در یک ورقه ۶ متری که بر اثر تغییر دمای 10°C حدود 25 mm انقباض می یابد، توری در حد 25 mm ایجاد می شود.

قطعات مرمر که در دیوارها به کار می روند، اگر

اتصال موجب باز شدن مختصر اتصالات گردد و همین امر باعث نفوذ آب می شود و در نتیجه شرایط مناسب را برای فرسایش فراهم می آورد.

تنشهای حاصل از تغییرات دما: تمامی مواد و مصالح در برابر حرارت منبسط و در برابر سرما منقبض می گردند و اگر چنانچه به هر وسیله از این تغییرات جلوگیری شود، تنشهای حاصله موجب ایجاد شکستگی در مصالح می گردد (شکل ۲). اختلاف دما بین شب و روز بویژه در آسمان صاف به مراتب بیشتر است زیرا مواد و مصالح در برابر آفتاب بسیار گرم و در شبهای صاف به شدت سرد می شوند. ارقام زیر تغییرات پیش بینی شده برای یک قطعه یک متری از مواد مختلف (به صورت آزاد و غیر مسدود) را بر اثر یک تغییر دمای 30°C نشان می دهد.

25 mm ر. ~ گرانی (سنگ خارا)

3 mm - 4 mm ر. = ملات ماسه و آهک

15 mm - 20 mm ر. = خشت پخته

15 mm ر. ~ مرمر

3 mm - 4 mm ر. = بتون

15 mm ر. ~ سنگ آهکی

تغییرات طولی در سایر موادی که معمولاً به همراه سایر مصالح ساختمانی به کار گرفته می شوند به شرح زیر است:

3 mm ر. = آهن

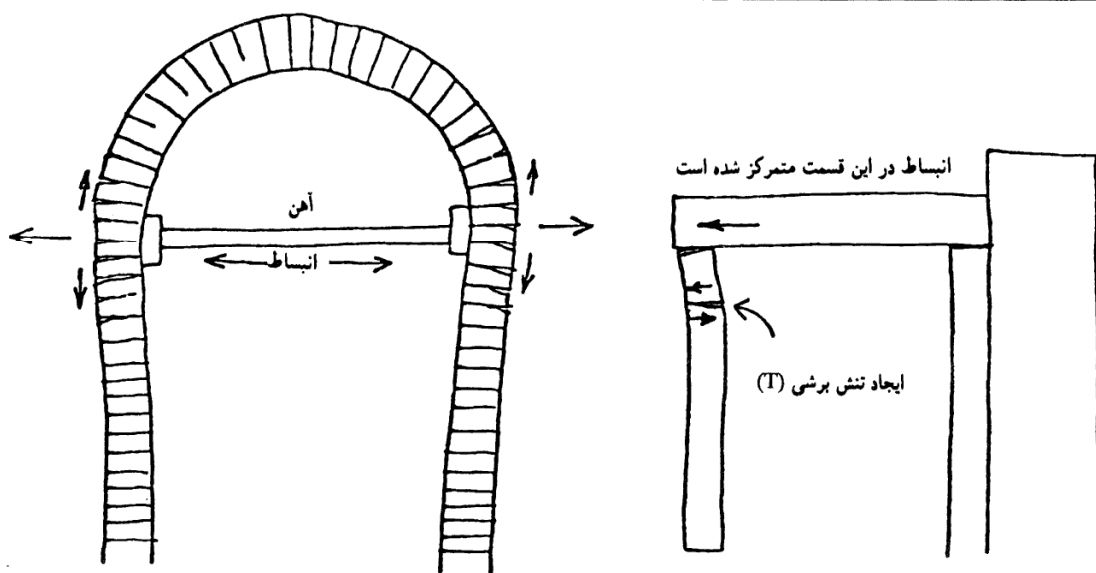
3 mm ر. ~ شیشه

7 mm ر. - آلومینیم

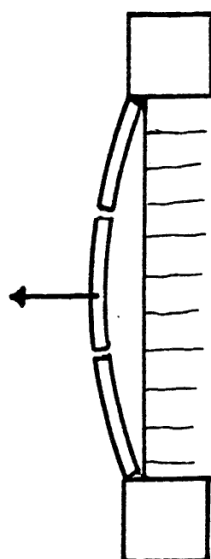
30 mm - 15 mm ر. = رزین پلاستیکی

7 mm ر. ~ پلاستیک تقویت شده

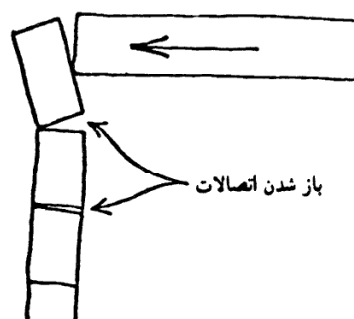
اگر مواد و مصالحی با ضرایب انقباض متفاوت در نقاط اتصال به کار گرفته شوند زمینه ایجاد تنش کششی و برشی (T) فراهم می آید که میزان تنش با افزایش طول قطعات مورد نظر بیشتر می شود. انقباض حاصل از حرارت در قطعات بسیار بلند ایجاد تنش می کند. اگر از این انقباض جلوگیری شود و یا مصالح مختلفی به شکل غیر قابل انقباض و



شکل ۴ در سطوح تنش کششی موجود است، پس باعث باز شدن اتصالات می شود.



شکل ۵ سطح منحنی دارای تنش کششی است.



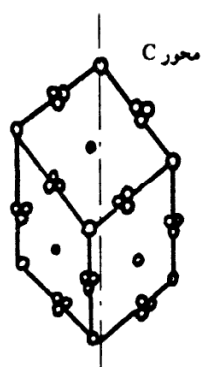
شکل ۳ مصالح با ضریب انقباض متفاوت سازه بنا را تغییر می دهد.

چنانچه مرتبط و نزدیک به هم مورد استفاده قرار گیرند انقباض قابل توجهی پیدا می کنند. به طوری که در شکل ۵ مشاهده می شود، سطح منحنی دارای تنش کششی است و ترکهای بسیار ریز که در آن ایجاد می شوند روند تغییر و فرسایش را تسهیل می کنند.

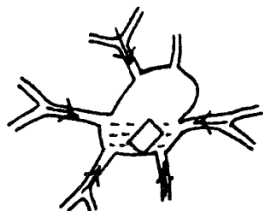
چنانچه می دانیم، مرمر ترکیبی است از بلورهای عریضی از کربنات کلسیم که ضریب انقباض آن به تبع جهت استقرار بلور تغییر می کند (شکل ۶). ضرایب انقباض کربنات کلسیم عبارتند از:

$$\alpha_{m/m} = 6 - 25 \text{ در طول محور C}$$

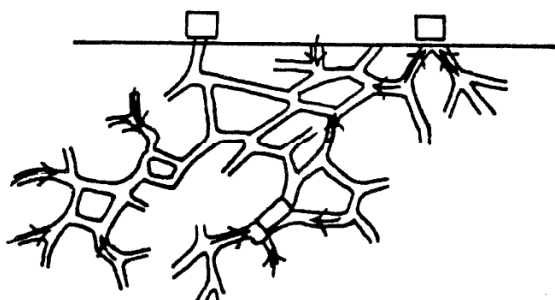
$$\alpha_{m/m} = 6 - 10 - 5$$



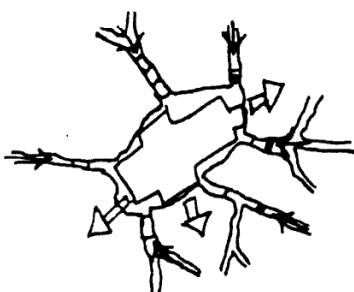
شکل ۶ ترکیب بلورها در یک قطعه مرمر.



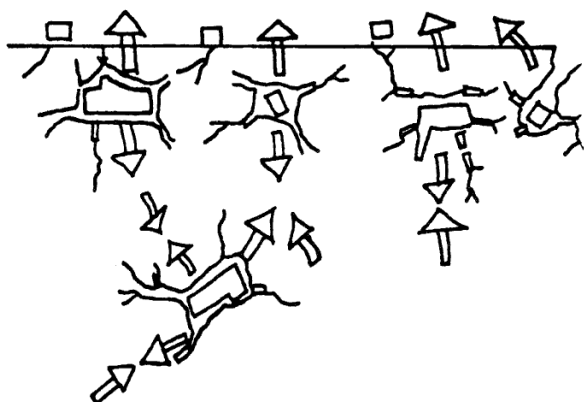
شکل ۷ جهت جریان آب.



شکل ۸ توقف مایع در ترکهای ریز.



شکل ۹ فشار بلورها بر جداریه ترکهای مویی.



شکل ۱۰ ایجاد نیروی کششی در مقاطع نزدیک به سطح.

تمامی بلورها بر اثر افزایش دما در طول محور C منبسط و در طول محور عمود بر آن منقبض می شوند. این تحولات موجب ایجاد تنش در بین دو بلور می شوند که به نوبه خود باعث انبساط دو بلور می شود و شرایط مناسب برای انفصال دو بلور را فراهم می کند و در نتیجه دو بلور از هم دور می شوند. تنشهای داخلی حاصل از این پدیده ها می توانند از یک سو باعث انفصال بلورها و از سوی دیگر باعث ایجاد اختلاف سطح در آنها شوند. نتیجه نهایی عبارت است از ایجاد ترکها و شکستگیهای ریزی که به نوبه خود شرایط مناسب را برای نفوذ آب به داخل فراهم می آورند و موجب تسریع روند فرسایش می گردند. ترک پذیری مرمز در گذر زمان افزایش می یابد.

طنین ها و لرزش: معمولاً تمامی مواد و مصالح بناهایی که در آنها لرزش به وجود می آید به طور متفاوت تحت تأثیر نیروهای کششی و فشاری قرار می گیرند. در این مورد نیز قانون عمومی «تمرکز تنش روی ترکهای بسیار ریز» صادق است و در چنین شرایطی خود ترکهای ریز (میکروسکوپی) بر اثر لرزشها امکان رشد و توسعه می یابند و بیشتر می شوند. علاوه بر این، بر اثر این لرزشها ترکهای جدیدی در نقاطی که تحت تأثیر تمرکز تنشها هستند تشکیل می شود. در کل می توان گفت که لرزش و طنین بر شدت تغییرات و فرسایش مصالح می افزایند، زیرا ترکهای ریز با هدایت آب به داخل، باعث ایجاد تنش در داخل مصالح می شوند.

در مجموع ارزیابی دقیق از نقش لرزش و طنین در کلیه فرایندهای تغییر و تحول مواد و مصالح به دلیل وجود عوامل فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی امر بسیار پیچیده ای است.

لرزش به طور غیر مستقیم در حفاظت ابنیه تأثیر می کند و چه بسا در سیستمهایی که باید ابنیه را در مقابل عوامل محیطی و تغییر و فرسایش محافظت کنند تأثیر منفی می گذارد. برای مثال، لرزش ممکن است از قدرت حفظ و هدایت آب در ناودانها و نقاط اتصال بکاهد و در نتیجه

شرایط مناسب را برای نفوذ آب به بخشهایی از دیوار که معمولاً محفوظاند فراهم آورد.

تأثیر وضعیت سطوح در روندهای تحول و فرسایش: کار کردن بر روی سطوح بعضی از مصالح باعث ایجاد ترکهایی بر سطوح آنها می‌گردد و این امر بویژه در مورد سنگ به صورت خاصی صادق است، زیرا به کرات دیده شده که بر اثر کار بر سنگ قشر مورد نظر قابلیت فرسایش سریعتری یافته است.

سنگتراشان معمولاً برای دستیابی به یک جداره صیقلی از چکش پیکر تراشی با زاویه قائم نسبت به سطح استفاده می‌کنند. همین امر باعث ایجاد ترکهای بسیار ریز می‌شود و این ترکها خود عامل نفوذ آب می‌شوند.

در عوض، اگر پس از کار کردن بر روی سنگها آنها را پرداخت کنند، یعنی اگر تمام قسمتهای آسیب دیده از سطوح آن پاک شوند، یک سطح صاف و همگن حاصل می‌شود که به طور حتم مقاومت بیشتری در برابر عوامل محیطی خواهد داشت. به طور کلی، در تمامی مصالح ساختمانی سرعت فرسایش و تغییرات قویاً تحت تأثیر شرایط سطحی مصالح است.

یخبندان و تشکیل بلور: مصالح ترکدار معمولاً به راحتی تحت تأثیر تنشهای داخلی قرار می‌گیرند، زیرا آب نفوذ کرده به داخل این ترکها، بر اثر تغییر دمای محیطی، بخار یا منجمد می‌شود. قابل ذکر است که در ضمن عمل تبخیر، بر اثر بلور شدن نمکهای محلول در آب تنشهایی به وجود می‌آید. این نمکها معمولاً یا از زمینهای اطراف و یا از هوا و یا از خود مصالح حاصل می‌شوند.

وقتی دما به زیر صفر درجه سانتیگراد می‌رسد، بر اثر تشکیل بلورهای یخ تنش به وجود می‌آید. در وهله اول می‌توان گفت که در هردو حال تنش ناشی از ایجاد و رشد بلور در ترکهاست. یک بلور معمولاً در یک ترک نسبتاً بزرگ امکان رشد بیشتری دارد، در صورتی که در ترکها و در خلل و فرج مویی این امکان رشد محدودتر است.

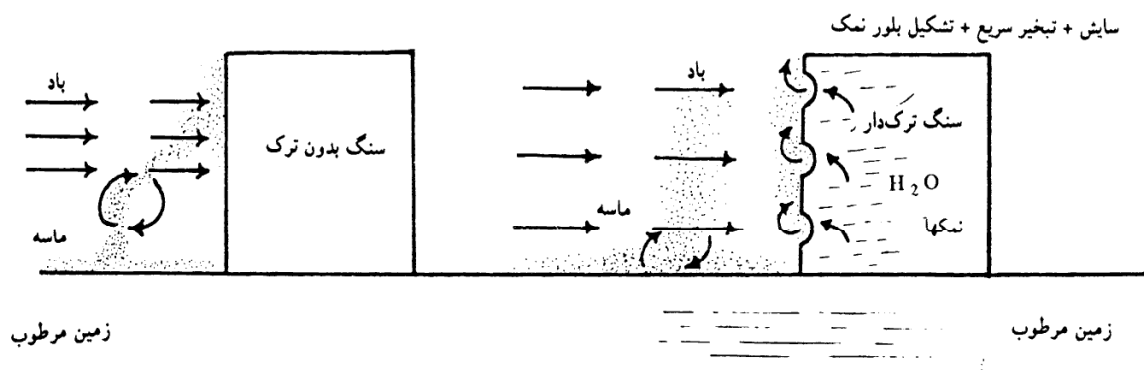
آب در جهتی جریان می‌یابد که در آن بلور در حال رشد است (شکل ۷). اگر تعداد ترکهای بزرگ کمتر از ترکهای کوچک باشد، این امکان وجود دارد که مایع در ترکهای کوچک باقی بماند و این زمانی است که ترکهای بزرگ به طور کامل از بلور پر شده باشند (شکل ۸).

بلورها به طور متوالی بر جداره ترکها فشار می‌آورند و تا زمانی که فضای کافی برای رشد بلورها باقی است در ترکهای مویی (به قطر یک میکرون) بیشترین فشار وجود دارد (شکل ۹). در مقاطع نزدیک به سطح، فشار داخلی که به وسیله بلورها ایجاد می‌شود، از آنجایی که واکنش متناسبی از سوی مصالح نمی‌یابد، خنثی نمی‌شود و در نتیجه به نیروی کششی تبدیل می‌شود که به نوبه خود می‌تواند عامل شکستگی را فراهم آورد (شکل ۱۰).

باید توجه داشت که بر اثر کاهش دما به درجات زیر صفر و تشکیل یخ، تنش داخلی در نتیجه رشد بلورها حاصل می‌شود و نه افزایش حجم ناشی از تبدیل آب به یخ. زمانی که بلورهای یخ رشد می‌کنند، مواد و مصالح اطراف آنها کاملاً خشک می‌شوند، زیرا آب بدین ترتیب از طریق ترکهای مویی جذب می‌گردد.

فرسایش بر اثر باد (انطباق تنشهای خارجی و داخلی): ممکن است تنش داخلی که بر اثر یخبندان یا تشکیل بلور ایجاد می‌شود بر تنشهای خارجی اضافه شود. مجموع این تنشهای کششی وارد بر مصالح عاملی برای ایجاد شکاف می‌شود (شکل ۱۱)، حال آنکه تنها یک نوع تنش به تنهایی قادر به ایجاد شکاف نیست و فقط ایجاد سایش می‌کند (شکل ۱۲).

معمولاً فرایند سایش ناشی از خیزش ماسه‌هاست و به وسیله باد در نزدیکی سطوح ایجاد می‌شود. شن و ریگهای نازک از ماسه خطرناکترند، بویژه هنگامی که مصالح ترکدار و مرطوب باشند. در چنین مواقعی باد باعث تبخیر رطوبت می‌شود و در نتیجه زمینه را برای تشکیل بلورهای نمک در زیر قشر خارجی مساعد می‌کند. در



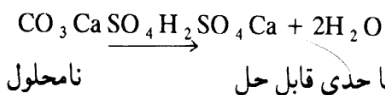
شکل ۱۲ فرایند سایش.

شکل ۱۱ نمونه‌ای از انطباق تنشها بر اثر باد (فرسایش).

سنگهای آهکی و مرمری در اقلیمهای بسیار مرطوب کاملاً تغییرناپذیر نیستند، بلکه به تدریج فرسایش می‌یابند. روند هیدراته شدن و پوسیدگی در سنگهای ریگی به مراتب سریعتر است، به نحوی که پس از گذشت چند قرن قطر لایه‌های پوسیده به چند میلیمتر می‌رسد. سرعت این فرایند به شکاف‌پذیری و ترک‌پذیری مصالح و نیز نوع مواد معدنی موجود در مصالح بستگی دارد که در اقلیمهای گرمسیری و مرطوب نیز شدت بیشتری می‌یابد.

فرسایش در محیطهای آلوده: هوای آلوده در مراکز شهری و یا حاشیه آنها حاوی مقادیر متغیزی انیدرید سولفوریک است که از احتراق مواد سوختی سولفوردار حاصل می‌شود. اکسیداسیون انیدرید سولفوریک موجب تشکیل اسید سولفوریک می‌شود ($\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$).

اسید سولفوریک اسیدی بسیار قوی است که می‌تواند عامل فرسایش بسیاری از مواد معدنی (چه کربناتها و چه سیلیکاتها) باشد. این عامل با سرعتی به مراتب بیشتر از سرعت فرسایش آب حاوی اسیدکربنیک موجب فرسایش می‌شود.

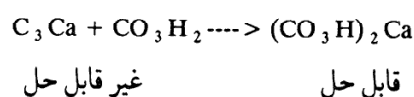


تأثیر آلودگی محیط و هوا در رابطه بالا بسیار پیچیده است و هنوز به طور کامل روشن نیست. این هوا علاوه بر انیدرید سولفوریک حاوی عناصر آلوده کننده دیگر نیز

مواضعی از مصالح که عمل تبخیر انجام می‌پذیرد، حفره‌هایی ایجاد می‌شود، زیرا در آن عمل سایش و فرسایش به وقوع می‌پیوندد.

۲.۴.۵ روندهای فساد و تحلیل رفتگی

آب به عنوان عامل مخل در فرسایش: آب باران اصولاً کمی اسیدی است، زیرا حاوی انیدرید کربنیک است، انیدریدی که با آب اسیدی نسبتاً ضعیف (اسید کربنیک) می‌سازد ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$). زمانی که کربنات کلسیم و منیزیم (مثلاً کربناتهای موجود در ملات و اندودهای آهکی و آهک و مرمر) با این نوع آب تماس می‌یابند، به بی کربنات تبدیل می‌شوند و به تدریج از هم می‌پاشند.



بعضی از مواد و مصالح معدنی از نوع فلدسپاتها و شیشه‌های معدنی (سنگ طلق) [سیلیکاتهای موجود در ملاتهای ریگی] در مقابل آب به صورتی بطنی تغییر شکل می‌دهند و به خاک رس تبدیل می‌شوند که هم قدرت چسبندگی آن کمتر است و هم حجم بیشتری را اشغال می‌کند.

عواقب قابل مشاهده این اتفاق را می‌توان در سنگهای ریگی ملاحظه کرد که در آنها لایه‌ای از بخش سالم سنگ، که هیدراته شده است، پس از تورم از سنگ جدا می‌شود.

شب و روز حاصل می‌شود، شرایط مناسبی برای ورود و نفوذ عوامل ساییدگی و نیز تشکیل بلورهای نمک در داخل ترکها فراهم می‌آید. چنانچه قبلاً مشاهده شد، عمل تشکیل بلور موجب ایجاد تنشهای داخلی در مواد و مصالح می‌شود. در نتیجه این فرایند، لایه سطحی کدري روی مصالح تشکیل می‌شود که مملو از سولفات کلسیم است. در زیر این جداره قشری از مصالح قرار دارد که چسبندگی خود را از دست داده است و به سادگی جدا می‌شود. این قبیل فرایندها می‌توانند در طول ۱۰ سال موجب فرسایش به قطر چند متر در مصالح شوند.

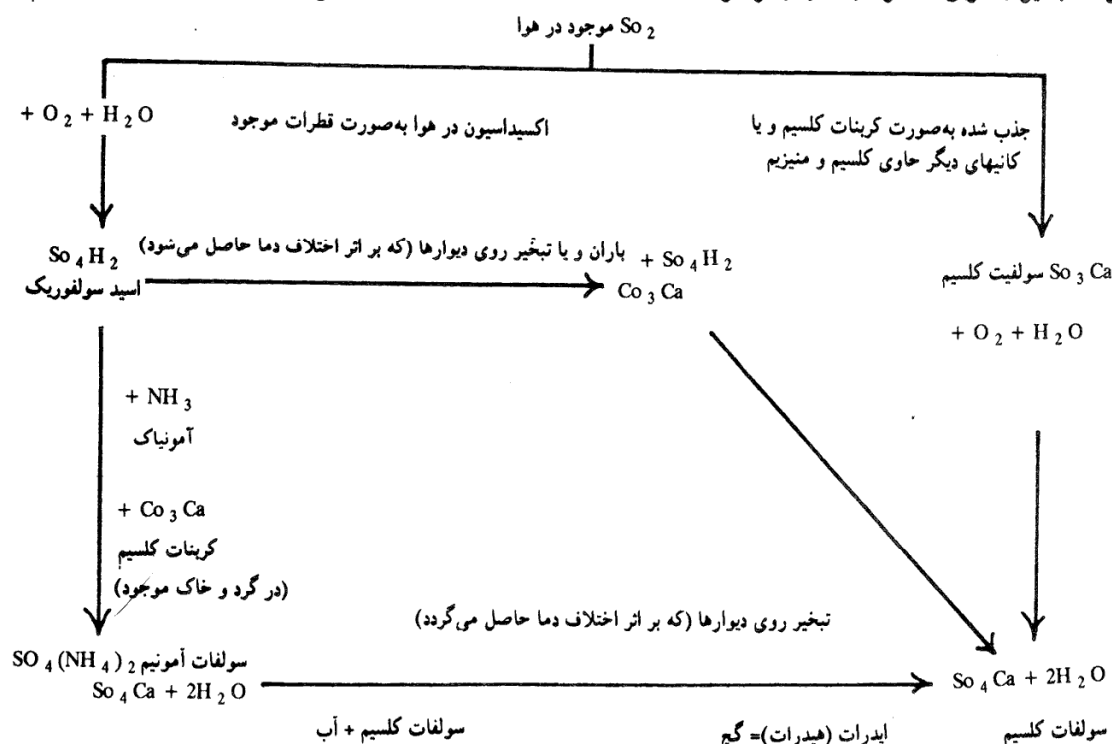
تأثیر عوامل هواشناختی در آلودگی هوا: میزان
عوامل آلوده کننده موجود در هوا هم به میزان این عوامل در محیط و هم به عوامل هواشناختی بستگی دارد. برای مثال، اگر عوامل آلوده کننده در سطح وسیعی از هوا پخش شوند، بیشتر بخش پایین بنا دچار آلودگی خواهد شد (شکل ۱۳). در شرایط معمولی در محیط، اصولاً با افزایش ارتفاع درجه حرارت کمتر می‌شود و همین خود باعث عدم ثبات

هست. بعضی از این عناصر می‌توانند موجب تشکیل اسیدهای قوی دیگری (از جمله اسید کلریدریک، اسید نیتریک، اسید فلوریدریک) شوند که به نوبه خود می‌توانند عامل فرسایشی قوی باشند.

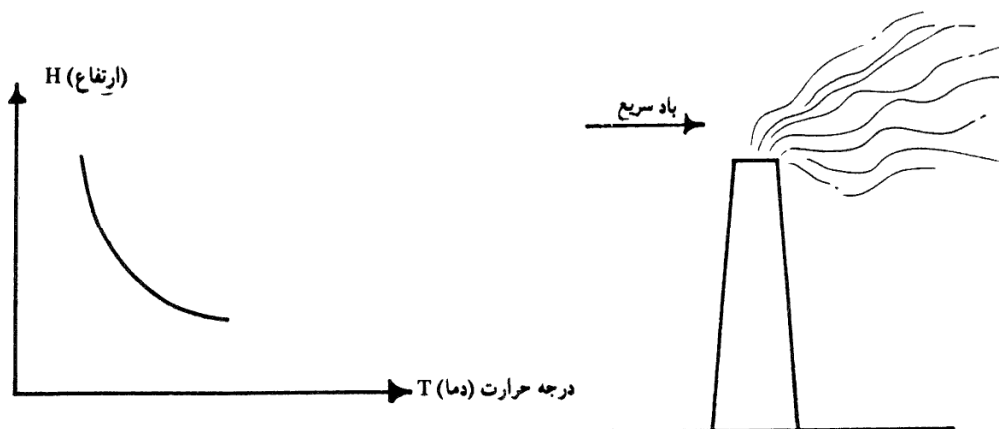
تأثیر انیدرید سولفوریک در مصالح مراحل مشخصی را طی می‌کند که در نمودار ۱ نمایش داده شده است. این تأثیر موجب فرایندهای زیر می‌شود:

(الف) سایش مستقیم کربناتها (مرمر و سنگهای آهکی) که می‌تواند بسیار سریع باشد. مقدار این ساییدگی در نیویورک در هر ۲۵ سال یک میلیمتر محاسبه شده است.

(ب) تعریق و تبخیر (که بر اثر اختلاف دما حاصل می‌گردد) می‌تواند عامل صدمات وخیمی باشد. این فرایند در هر نوع سنگ ترکدار اثر می‌کند. در واقع لایه مایعی که بر اثر تعریق و تبخیر روی جداره مصالح ایجاد می‌شود حاوی مقدار زیادی اسید و نمکهای حل شده (به میزانی بیش از آب باران) است. در اقلیمهای مرطوب، بر اثر تکرار چرخه تبخیر و تعریق که هر شبانه روز بر اثر اختلاف دمای



نمودار ۱ تأثیرات انیدرید سولفوریک در مواد و مصالح.



شکل ۱۳ تأثیر ارتفاع در پخش عوامل آلودگی.

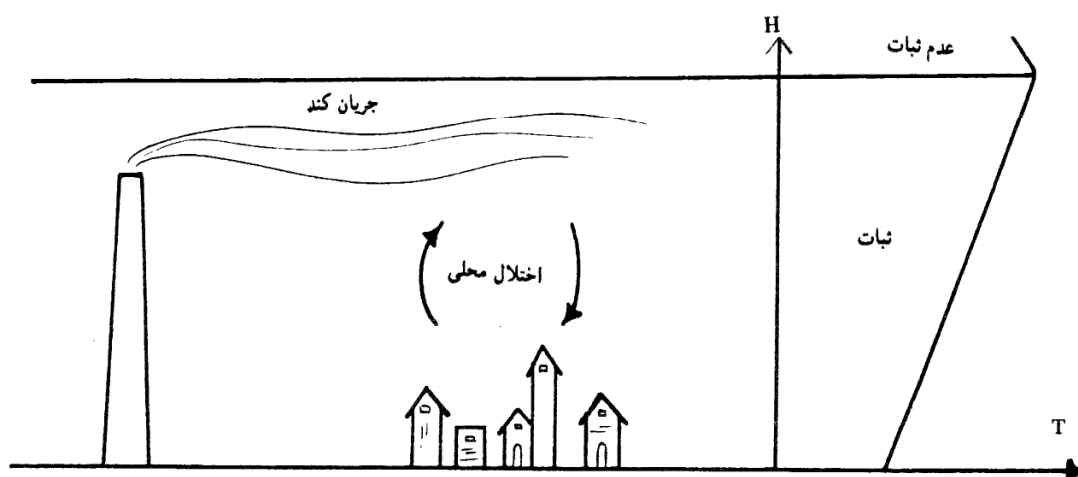
شکل ۱۴ نمودار تغییر میزان پخش عوامل آلودگی به تبع دما و ارتفاع.

جای می‌گیرند. این عوامل ممکن است بر اثر اختلال هوای محل به سطح پایین منتقل شوند (این اختلالها معمولاً بر اثر وجود فضاها، گرمتر است، مثلاً گرمایش خانه‌ها نیز می‌تواند در آن مؤثر باشد) (شکل ۱۵). معمولاً در فصل زمستان در دره‌ها، زمانی که تقدم و تأخر حرارتی در ارتفاعی مشخص و در شرایطی با فشار زیاد و باد ضعیف اتفاق می‌افتد، آلودگی شدیدی ایجاد می‌شود (شکل ۱۶).

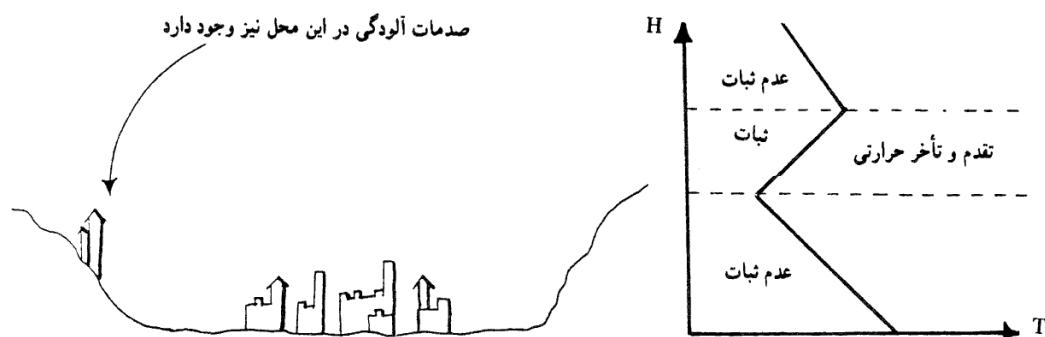
شهر ونیز یکی از مثالهای استثنائی در این زمینه است که آلودگی آن هم ناشی از عوامل محلی (مانند تأسیسات

می‌گردد) (شکل ۱۴)، زیرا هوای گرمتر معمولاً جایگزین هوای سرد بالای خود می‌شود. ولی در بیشتر شبهای سرد زمستان در نزدیکی سطح زمین قشری از هوا به وجود می‌آید که در آن درجه حرارت با افزایش ارتفاع بیشتر می‌شود. این شرایط که در آن هوا دارای ثبات است (زیرا هوای سرد به دلیل وزن مخصوص بیشتر متمایل به استقرار در سطح پایین‌تر است) به وارونگی هوا معروف است.

در حین تقدم و تأخر حرارتی، جریان هوا کند است و عوامل آلودگی پخش نمی‌شوند، بلکه در ارتفاع مشخصی



شکل ۱۵ اختلال در جریان هوا.

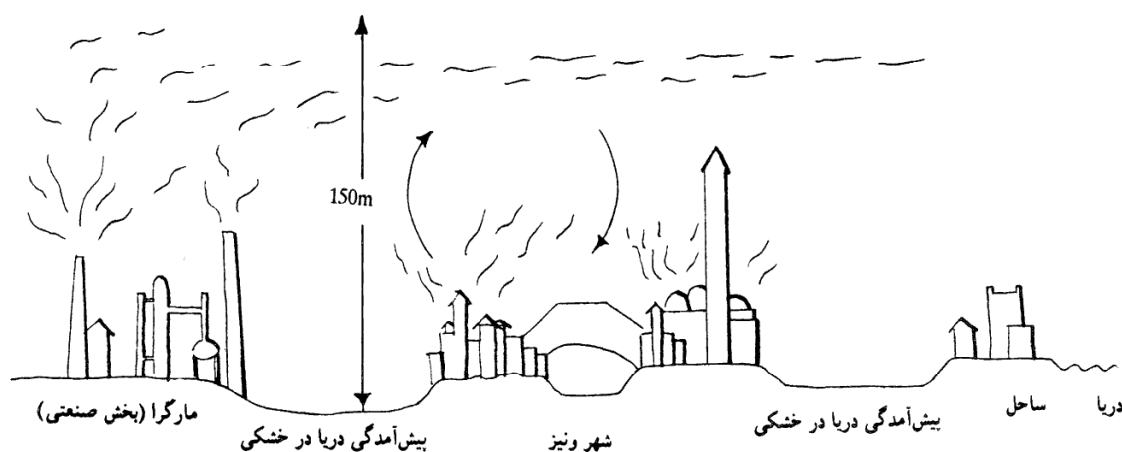


شکل ۱۶ تأثیر تقدم و تأخر حرارتی در آلودگی هوا.

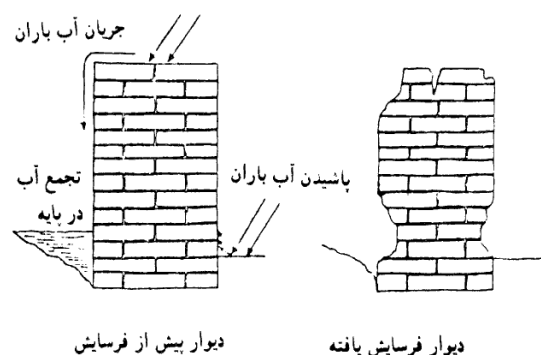
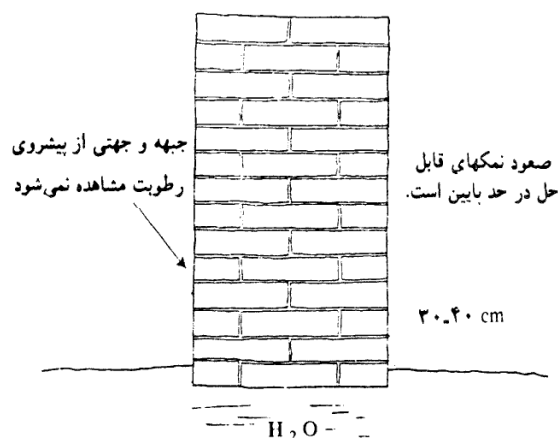
ارگانیزمها) مقدار معتدلی اسیدسولفوریک روی سطح مواد و مصالح ساختمانی ایجاد می کنند. H_2S موجود در هوا که از تخمیرهای طبیعی حاصل می شود و یا سولفورهای موجود در سطح زمین که بر اثر صعود رطوبت منتقل شده، امکان تولید اسیدسولفوریک را برای تیوباسیل ها فراهم می کنند. اگر تیوباسیل ها در تعداد قابل توجه (مثلاً بیش از ۱۰۰۰ واحد در گرم) بر سطح مصالح یافت شوند و اگر توجیه منطقی و ساده دیگری موجود نباشد، حمله تیوباسیل ها به عنوان عامل فرسایش می تواند منطقاً تغییر در سطح سنگ را توجیه کند؛

حرارتی) است و هم ناشی از حمل آلودگی از محلات صنعتی که معمولاً با تقدم و تأخر حرارتی در فصول پاییز و زمستان بیشتر می شود (شکل ۱۷). از آنجا که شهر ونیز در شبهای زمستان از بخش برآمده دریا در خشکی گرمتر است، در هوای موجود در بالای شهر اختلال به وجود می آید.

فساد و تحلیل رفتگی بیولوژیکی: بعضی از باکتریها (باکتریهای مربوط به سیکل سولفور که «تیوباسیل» نامیده می شوند) می توانند سولفورها را به اسید سولفوریک تبدیل کنند. گمان می رود که این باکتریها (میکرو



شکل ۱۷ نمونه ای از جریان آلودگی بر اثر تقدم و تأخر حرارتی.



شکل ۱۸ فرسایش دیوار خشتی بر اثر آب.

یعنی این باکتریها باعث تشکیل سولفات کلسیم در محیطهای ظاهراً غیر آلوده شده اند.

فرضیه مشابهی وجود دارد که به موجب آن باکتریهای مربوط به سیکل ازت می توانند اسیدنیتریک تولید کنند، ولی این فرضیه چندان پایه ای در اصول علمی قاطع ندارد.

لیکن ها: در اماکن مرطوب رشد و توسعه لیکن ها بر مصالح بسیار معمول است، ولی بسیاری از انواع لیکن ها نمی توانند در فضاهای آلوده به حیات خود ادامه دهند.

لیکن های سفید به عمق چندین میلیمتر در داخل مصالح نفوذ می کنند و یا تولید اسیدهای ارگانیک از جمله اسید اوزالیک باعث تجزیه آنها می شوند. سایر لیکن ها قدرت نفوذ کمتری دارند. عموماً صدمه لیکن ها تدریجی است، ولی نفوذ آنها در سطوح تزئینی و بویژه نقاشیهای دیواری پیامدهایی بسیار وخیم دارد. پاک کردن سطوح مزبور از لیکن ها ساده نیست و پیشگیری از تهاجم آنها مستلزم مراقبت بسیار جدی است.

خرزه ها: رشد و توسعه خرزه ها صرفاً در محیطهای بسیار مرطوب امکانپذیر است. خرزه ها معمولاً بیش از همه در زیرزمینها رشد می کنند. در فضاهایی که با نور مصنوعی روشن می شوند، بر اثر تنفس بازديد کنندگان مواد ارگانیکی به وجود می آیند. تأثیرات این مواد ارگانیکی در سطوح تزئینی می تواند عواقب بسیار وخیمی داشته باشد.

شکل ۱۹ صعود رطوبت در دیوارهای با مصالح خام.

در اقلیمهای بسیار مرطوب، خرزه ها بر سطح بیرونی مصالح و بویژه در داخل ترکهایی که از تشعشع ماورای بنفش به دورند، رشد و توسعه می یابند.

گیاهان و بوته های سطحی: ریشه گیاهان و خارها و درختان ممکن است حتی با فاصله موجب ایجاد شکستگی در مصالح گردند. کنترل رشد گیاهان و بوته ها از نکات بدیهی در محافظت از ابنیه است؛ به همین دلیل، صدمه ناشی از رشد گیاهان و بوته ها بیشتر در ابنیه دور افتاده رخ می دهد.

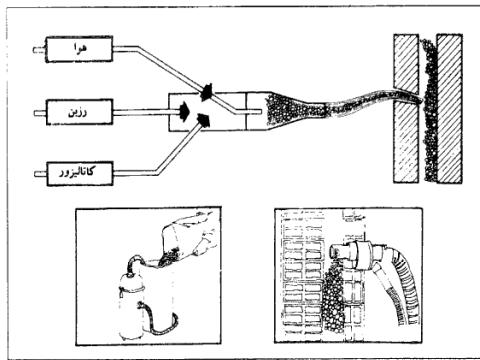
فرایندهای بیولوژیکی و فرسایشی و تنشهای شیمیایی و فیزیکی: ممکن است انواع مختلف تنشها و یا عوامل فرسایشی به طور همزمان بر بخش واحدی از مصالح قابل مشاهده باشند. غالباً تأثیر یک فرایند فرسایش زمینه را برای آغاز فرایند فرسایشی دیگر فراهم می آورد.

جو و تأثیر آن در فرسایش بناهای خشتی: عامل اصلی در فرسایش بناهای خشتی باران است. آب باران موجب پخش شدن رس می شود و بقایای ریگ موجود در آن را می شوید و از بین می برد، ولی بیشتر اوقات جاری شدن آب بر روی دیوارهای خشتی و یا تشکیل جویبار در جوار این دیوارها و تجمع آب در پایه آنها عوامل اصلی تخریب را تشکیل می دهند (شکل ۱۸).

دومین عامل بسیار مهم در فرسایش دیوارهای خشتی باد است. باد بر اثر سرعت زیاد خود ریگ و ماسه‌های اطراف بنا را بلند می‌کند و آنها را بر دیوارها می‌کوبد و به این ترتیب سبب فرسایش تدریجی دیوار می‌شود.

صعود رطوبت در ابنیه و دیوارهای با مصالح خام از طریق ترکهای مویی قابل توجه نیست و عموماً از حدود ۳۰-۴۰ cm تجاوز نمی‌کند. علت آن است که رس بر اثر مرطوب شدن باد می‌کند و جریان آب را مسدود می‌گرداند؛ پس میزان رطوبت با افزایش ارتفاع کمتر می‌شود. به همین دلیل، در دیوارهای با مصالح خام به هیچ وجه پیشروی شدید رطوبت از یک جهت دیده نمی‌شود، در صورتی که این امر در دیوارهای با مصالح پخته معمول است. در نتیجه، صعود موئینه‌ای و تشکیل بلورهای نمک (جز در مواردی محدود) خطر اصلی به شمار نمی‌آید (شکل ۱۹).

برف نیز اگر در حاشیه دیوارها انباشته شود و تا زمان آب شدن و در نتیجه جذب باقی بماند، می‌تواند عامل خطر محسوب گردد.



درس ششم

رطوبت در ابنیه تاریخی

ترکهای به قطر یک میکرون به بیشترین مقدار خود می‌رسد. جذب آب به کشش جداره‌های ترکها بستگی دارد.

۱.۱.۶ سطوح هیدروفیلی

سطوح هیدروفیلی به مواد و مصالحی گفته می‌شود که قابلیت هدایت آب را داشته باشند (شکل ۱). سطوحی که دارای گروههای $O-H$ و بارهای الکتریکی باشند، قادر به جذب مولکولهای آب هستند (شکل ۲). مولکول آب به شدت قطبی است (یعنی بارهای الکتریکی را به قطبها هدایت می‌کند). سنگها، ملاتها، بتونها، شیشه، اندودها و فلزات (اگر اکسیده شده باشند) دارای این نوع سطح هستند (شکل ۳).

۲.۱.۶ سطوح غیر هیدروفیلی

گروه $C-H$ و $C-C$ دارای بار الکتریکی نیستند و به همین دلیل است که آب جذب آنها نمی‌شود (شکل ۴). هیدروکربنها و قیر و چربیها و برخی مواد پلاستیکی (مانند پلی اتیلن) و نیز مولکولهای سیلیکون‌ها از اصل ذکر شده پیروی می‌کنند (شکل ۵).

واکنش مواد و مصالح ساختمانی در محیط متأثر از دو عامل اساسی به شرح زیر است:

۱. خلل و فرج و ترکها که رابطه‌ای مستقیم با نفوذ و هدایت رطوبت دارد.

۲. ویژگیهای مکانیکی که مستلزم مبحثی جداگانه است.

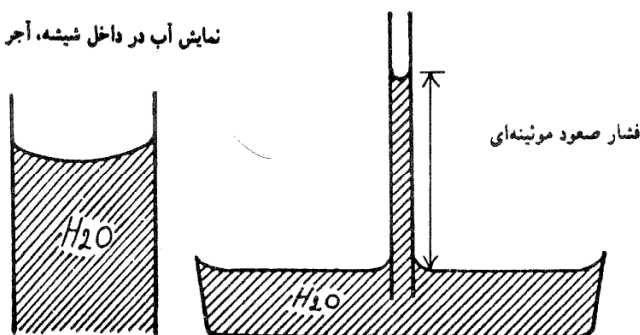
روشن است که این واکنش بستگی به ویژگیهای محیطی نیز دارد.

۱.۶ خلل و فرج و ترکها

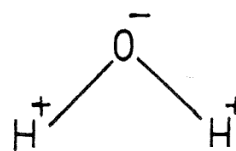
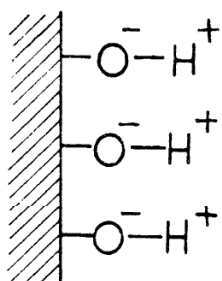
قطر ترکها گاه بسیار کوچک (کمتر از یک میکرون) و گاه بین یک تا صد میکرون است ($1/1000 \text{ mm}$). حجم کلی، اندازه و ابعاد ترکها در مواد و مصالح گوناگون بسیار متغیر است. خلل و فرج خیلی باریک و ریز واکنشی شبیه ترکها به وجود می‌آورند. ترکهای بسیار ریز به ترکهای مویی معروف‌اند. آب از طریق ترکهای ریز جذب مصالح می‌شود.

فشار موجود در ترکهای مویی که خود تعیین کننده میزان جذب آب است، از طریق تجربی قابل اندازه‌گیری است. این فشار با کاهش قطر ترکها افزایش می‌یابد و در

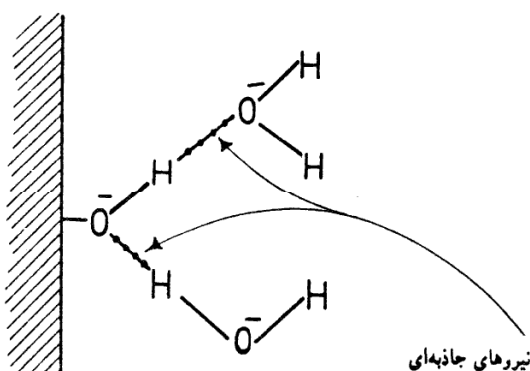
نمایش آب در داخل شیشه، آجر و سنگ



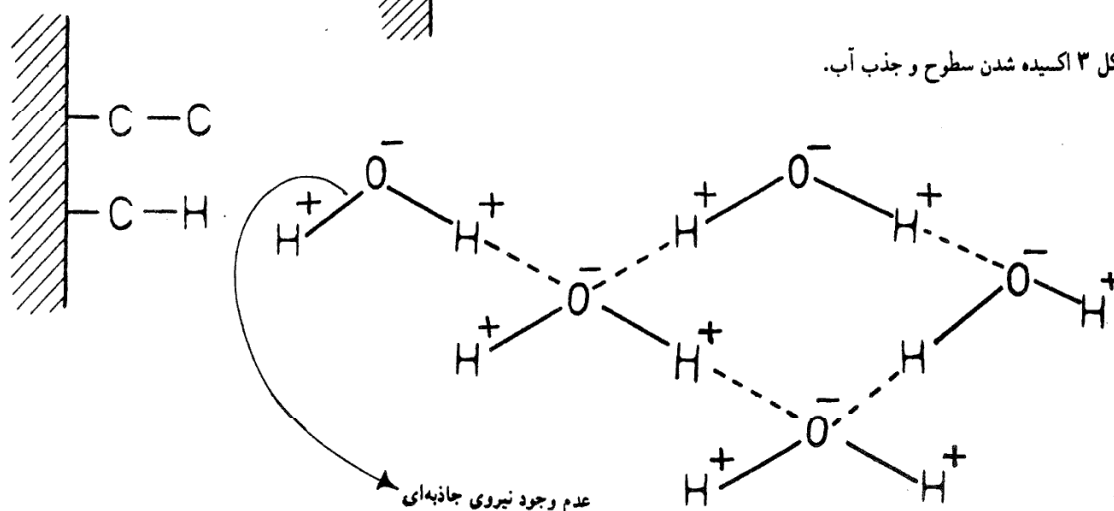
شکل ۱ صعود موئینه‌ای آب در مواد و مصالح هیدروفیلی.



شکل ۲ جذب مولکولهای آب در سطوح هیدروفیلی.



شکل ۳ اکسیده شدن سطوح و جذب آب.



شکل ۴ سطح غیرهیدروفیلی.

۱.۳.۶ رطوبت صعودی

این رطوبت بر اثر نفوذ آب به پی دیواره‌ها و حرکت آن طبق قانون لوله‌های موئین به طرف بالا به وجود می‌آید. عوامل مختلفی آن را به وجود می‌آورند:

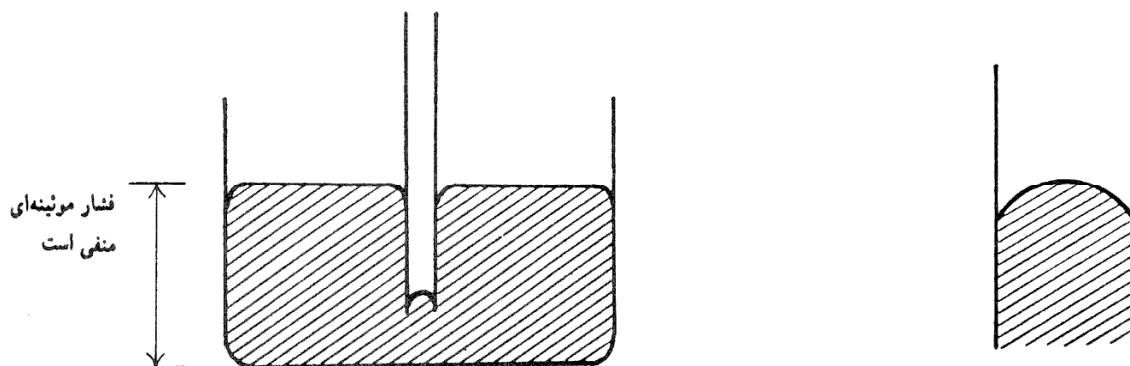
۱. عدم وجود محوطه‌سازی مناسب در پیرامون بنا.
۲. ایجاد باغچه و کاشت درخت در نزدیکی پیه‌های بنا.
۳. گرفتگی چاه‌های فاضلاب و تأسیسات آبرسانی در داخل ابنیه.

۲.۶ مواد و مصالح فاقد خلل و فرج

بعضی از مواد تقریباً فاقد ترک هستند (از قبیل سنگ سماق، فلزات و شیشه). سیمان نیز ماده‌ای است با امکان ترک‌پذیری بسیار نازل، در صورتی که سنگ مرمر بسیار ترک‌پذیر است.

۳.۶ انواع رطوبت در بناهای تاریخی

رطوبت در بناهای تاریخی بر دو نوع است: صعودی و نزولی.



شکل ۵ فشار موئینه‌ای در سطوح غیرهیدروفیلی.

۵. نگهداری و مراقبت دائم از بنا در فصول مختلف مثل پاک کردن ناودانها و آبروها و جمع کردن علفهای هرز و استفاده نادرست از بام و غیره.
۶. عدم استفاده از مصالح عایق بومی با توجه به اقلیم و طبیعت بنا، مانند استفاده از قیرگونی بر روی سطوح منحنی شیبدار بام.
۷. اجرای جزئیات آبچکانها و رخیامها به روش ناصحیح یا استهلاک و فرسایش رخیام و عدم تعویض و تعمیر بموقع آنها.

۴. بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی.
۵. افزایش قدرت جذب مصالح به کار رفته در بنا مثل آجر.
۶. استفاده از مصالح غیرهیدروفیلی از قبیل سیمان، قیرگونی و رنگ روغن که باعث عدم تنفس بنا و حبس رطوبت در دیوارها و پی و صعود آن به بخشهای بالاتر بنا می شود.

۲.۳.۶ رطوبت نزولی

این رطوبت ناشی از ریزش نزولات آسمانی است. عوامل زیر در تسهیل ایجاد رطوبت نزولی مؤثرند:

۴.۶ مشاهده صدمات ناشی از رطوبت در بنا
۱. پیدایش و ظهور لکه‌های رطوبت در کف.
۲. لک شدن مدام جداره‌ها (به صورت رطوبت صعودی).
۳. فرسایش و ساییدگی در آمود دیواره که بر اثر رطوبت صعودی و کوران شدید حاصل می شود.
۴. کدر شدن یکنواخت جداره‌های اتاق که ممکن است به دلیل اشباع رطوبت هوا پدید آید.
۵. پیدایش لکه‌های پراکنده که به مرور زمان تغییر می یابند. این امر ممکن است به دلیل نفوذپذیری مصالح مختلف در جداره باشد (شاید اشباع رطوبت هوا نیز در آن مؤثر باشد).

۱. شیب بندی پوشش بام.
۲. ناودانها و استقرار آنها در محل‌های نامناسب بنا. برای مثال، در نقاط سردسیر چنانچه ناودانی در خارج بنا قرار گیرد بر اثر بخیندان قابلیت خود را از دست می دهد و آب در پشت ناودان جمع می شود و سپس به نقاط مختلف بنا نفوذ می کند.
۳. اگر تعمیر و تعویض بموقع لایه‌های عایق (کاهگل و کاشی و ...) انجام نگیرد، باعث نفوذ آب به داخل بنا می شود.
۴. عدم پیش بینی ارتفاع عایقکاری متناسب با ارتفاع برف در هنگام عایق کردن بنا.

۶. عمل آمدن و پیدایش مصالح نمکدار (شوره زدن) که ممکن است به صورت لکه‌های پراکنده یا لکه‌های متداوم باشد (شکل ۶).
۷. پیدایش انواع قارچهای ریز ناشی از عواملی چون عدم وجود تهویه و راکد ماندن هوا؛ عدم تابش نور خورشید؛ و وجود عوامل ارگانیک زنده.
- می‌شود (جز در مواردی که بنا از مصالح مختلفی ساخته شده است).
- ب) ارتفاع رطوبت در قسمتهای شمال شرقی حداکثر و در بخشهای مجزای بنا در حداقل است.
- ج) نوسان شدیدی در طی سال در رطوبت بنا ایجاد نمی‌شود.

۵.۶ تشخیص منشأ رطوبت

برای تشخیص منشأ رطوبت باید عواملی چند مورد توجه قرار گیرند.

۱.۵.۶ مشخصات رطوبت ناشی از آبهای سطحی

- الف) معمولاً در یک طرف از جداره بنا ظاهر می‌شود.
- ب) ارتفاع صعود رطوبت در طی سال دارای نوسان است.

۲.۵.۶ مشخصات رطوبت ناشی از آبهای زیرزمینی

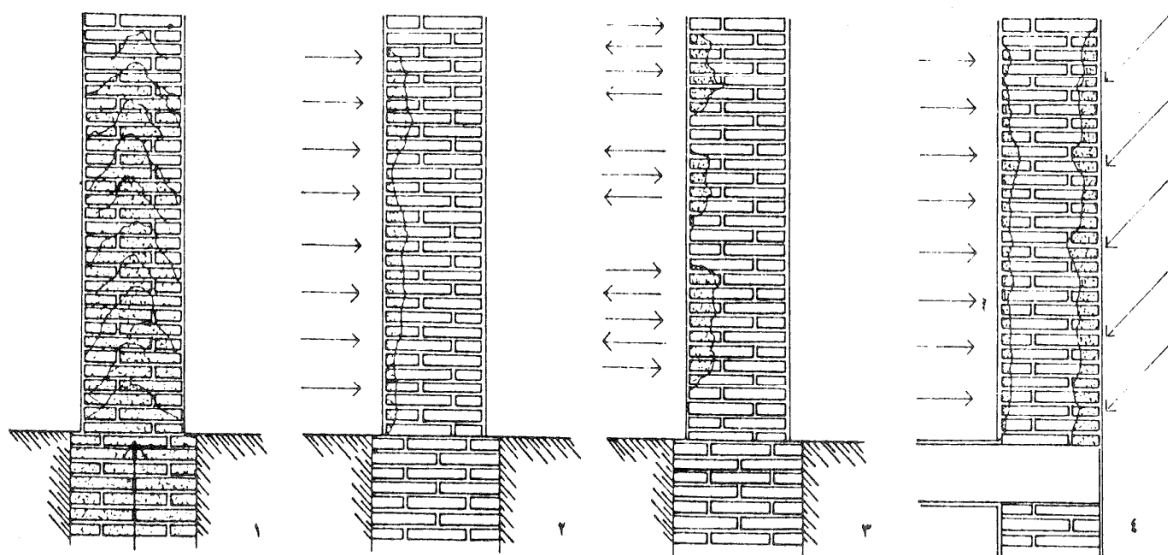
الف) در بخشهای مختلف بنا به صورت یکنواخت مشاهده

۶.۶ میزان ارتفاع و صعود رطوبت

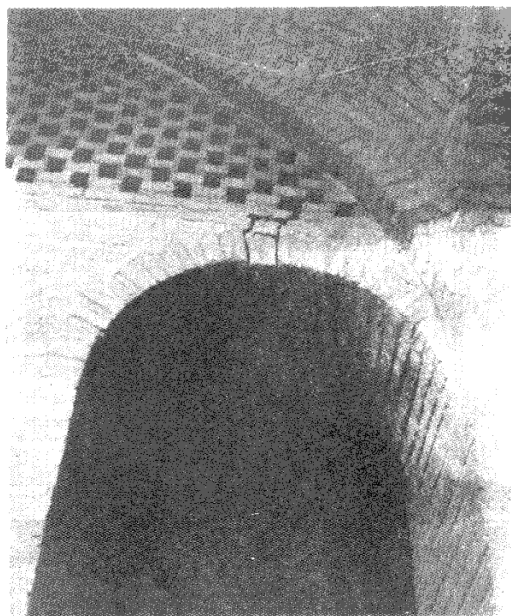
این میزان به عوامل زیر بستگی دارد:

- الف) شرایط جوی محل.
- ب) نحوه تابش آفتاب یا عدم تابش آن.
- ج) کِهولت و نوع مصالح بنا.
- د) خط زمین (طبیعی یا مصنوعی).

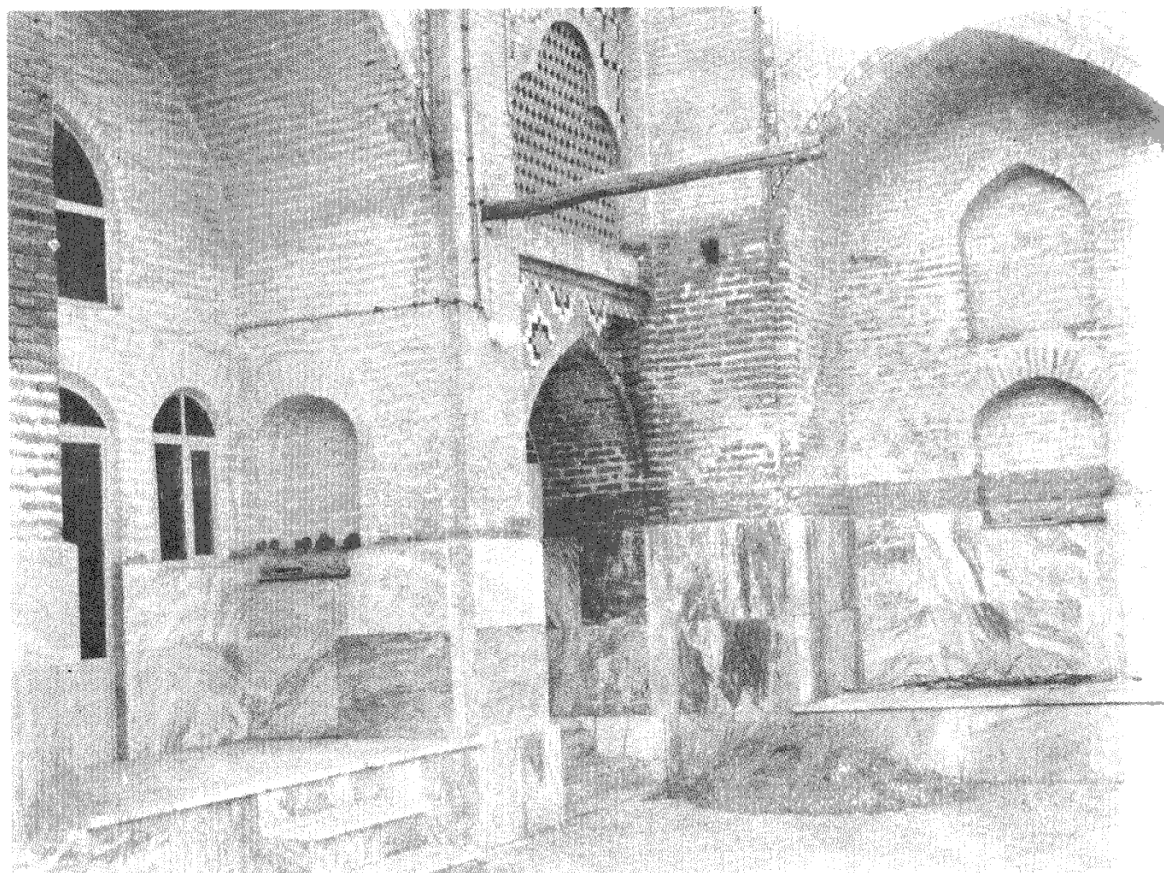
۱. صعود از زمین
۲. جذب آب بر روی جداره، بر اثر انشباع رطوبت هوا
۳. جذب آب به صورت لکه‌های پراکنده
۴. جذب آب بر اثر بارش باران به صورت اریب



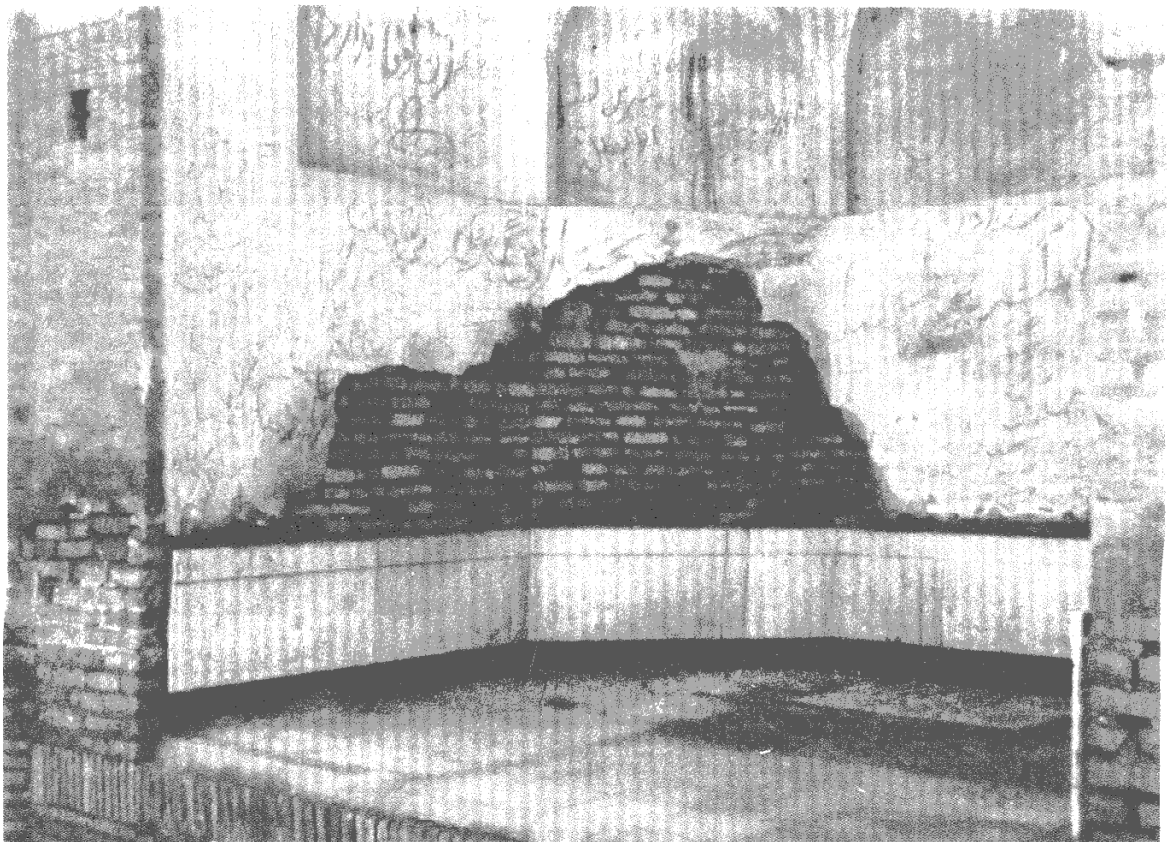
شکل ۶ طرق مختلف نفوذ آب در دیوار.



تصویر ۱ ساوه - امامزاده سید اسحاق، رطوبت موجود، از طریق پی به سطح بالاتر نفوذ کرده و موجب نشست زمین زیر پی شده و در تاق ترک ایجاد کرده است.



تصویر ۲ کرمانشاه - مسجد عمادالدوله، جلوگیری از تنفس بنا بر اثر نصب سنگ و در نتیجه هدایت رطوبت به بخشهای فوقانی.



تصویر ۳ ساره - امامزاده سید اسحاق، استفاده از سنگ مرمر و ملات
سیمان در ازاره و همچنین در کف، باعث عدم تنفس و در نتیجه حبس و
هدایت رطوبت به سطوح بالاتر می‌شود.

دُرسِ ششم

مرمت بدنه و تزیینات وابسته به معماری

اشاره‌ای به معرفی تزیینات در معماری ایران

معماری ایران آمیزه‌ای از سازه و سیما می‌باشد و عملکرد در چنین فضایی بدیع به وقوع می‌پیوندد. لذا می‌توان به سادگی وجه تمایزی بین یکپارچگی حاصل از سازه و سیما قایل شد، زیرا تزیینات در برخی موارد غیر از نقش زیبایی شناسی نقش کاربردی در ارتباط با محیط طبیعی می‌یابد و تزیینات به کمک معماری می‌شاید تا نظم و تناسب و مبانی زیبایی شناسی را در مضمونی کاربردی القا نمایند.

به این ترتیب تزیین در معماری ایرانی بخشی از بیکره آن است ولی ذات معماری ایران تزیین نیست. هنرمند ایرانی بدلیل برخورداری ذاتی از حس زیبایی شناسی این پدیده را در محصولات مختلف خود اعم از معماری و اشیا به کار گرفته است و خلاقیت، نوآوری و ابداع را می‌توان از طریق این محصولات کشف کرد. در طراحی تزیینات ایرانی معمولاً طرح از یک پایه بنا آغاز و در لایه‌های مختلف کامل می‌گردد ولی مبنای تمام طرح تزیینات پایه هندسی واحدی است که از یک جزء به کل و با بالعکس طرح می‌گردد. در این فعل و انفعال وحدتی جلوه می‌نماید که محصولی از هندسه، هنر و اعتقاد است. به هر صورت لطافت، نرمی همراهی با فضا و اقلیم و تطابق با شرایط محیطی از ویژگی‌های آن است.

بنا به معرفی انواعی از تزیینات، همراه با مثالهای مربوطه می‌پردازیم:

اجر کاری، گچبری، کاشی کاری، حجاری، چوب و منبت کاری، آئینه کاری و نقاشی.

۱.۶ خشت و آجر در معماری ایران

"خشت و آجر در معماری ایران فقط پرکننده و پوشاننده احجام و جدا کننده آنها از یکدیگر نیست"^۱

بلکه به عنوان عنصری کامل در معماری ایران مورد استفاده قرار گرفته است.

ترکیب آجرها با یکدیگر در معماری اسلامی ایرانی تابع ریتم و هندسه خاصی می‌گردد و بدیهی است که این ترکیب با دیدگاه ایستایی نیز همراه بوده است.

آجر قابلیت آمیزش با تمامی عناصر تشکیل دهنده معماری را دارا می‌باشد ضمن آنکه به عنوان یک عنصر مجرد نیز قابل نمایش است. از مثالها و مصادیق قابل توجه می‌توان به برج‌های خرقان، گنبد سرخ مراغه و گنبد سلطانیه اشاره کرد.

استفاده مستمر و گسترده از آجر در معماری دوران بعد از اسلام موجب آن شد که پیمون معماری ایران، از نظر تناسبات و سازه‌ای تحت تاثیر قرار گیرد. از آجر در سدها، پل‌ها و انواع ساختمانها استفاده شده است.

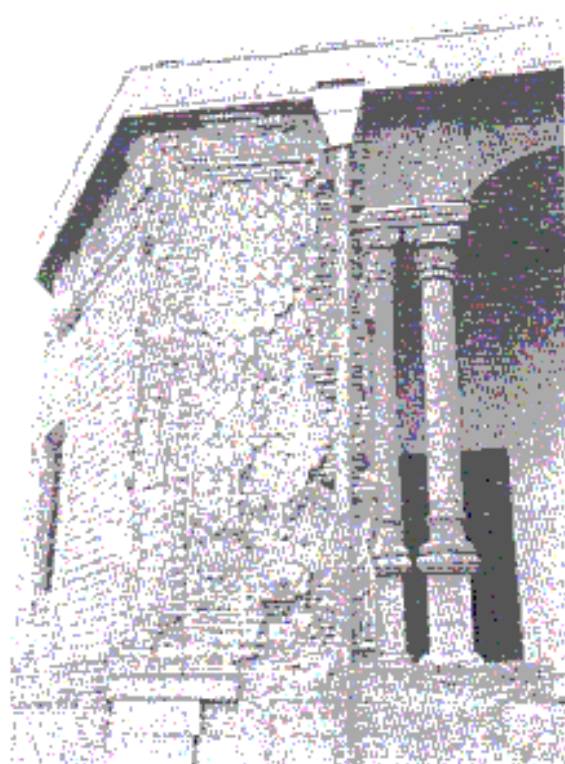
ساخت آجر در نواحی مختلف با توجه به ترکیب خاک موجود در هر منطقه، ایرانی را در کار مصالح شناسی و ساخت گونه‌های مختلف آجر برای کاربرد های متنوع باری داد. ساخت آجر مقاوم در برابر آب و فشار با رنگ‌های مختلف و ... حاصل تجربه‌ای آگاهانه و منکی بر شناخت جنس خاک و مواد داخل آن است. در صورت انتخاب مواد اولیه مرغوب، ضریب اتساع و انقباض آجر در گرما و سرما محدود می‌شود و از ایجاد ترک در بنا جلوگیری می‌گردد. از سوی دیگر نوسان‌های حرارتی محیط خارج از بنا به داخل آن نیز قابل کنترل می‌گردد.

۲.۶ انواع آجر تزیینی

۱- آجر واکوب و آسمال: مانند نمونه‌های موجود در نمای گنبد قابوس

۲- محمد یوسف کیانی، تزیینات وابسته به معماری ایران، دوره اسلامی، سازمان میراث فرهنگی ۱۳۷۶

۱- محمد یوسف کیانی، تزیینات وابسته به معماری ایران، دوره اسلامی، سازمان میراث فرهنگی ۱۳۷۶

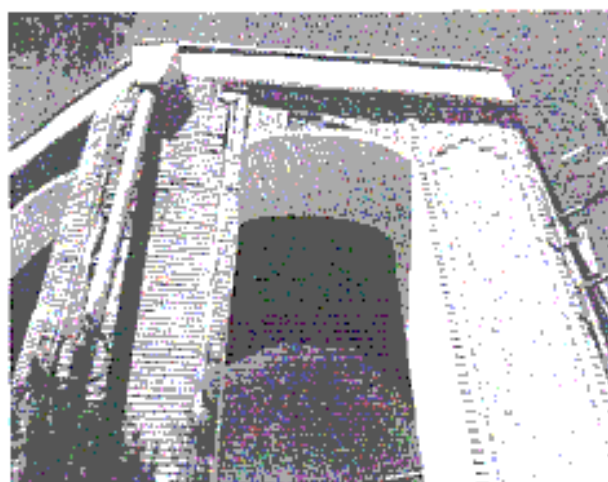


تصویر ۱ جوفان، چهارمحال و بختیاری
عمارت سردار احمد بختیاری، تزیینات آجرکاری
مربوط به اواخر قاجاریه
نصویر: وحید جیدری

۲- آجر بیس بر: وجود آجرهای پیش بر حاکی از آن است که طرح بنا با جزییات آن از پیش مشخص شده و طراحی گردیده است و کاربرد آن در ستونها و جررها مانند گنبد سرخ مراغه قابل مشاهده می باشد.

۳- آجرهای مهری: آجرهای پیش بر از نظر سطح در دو نوع ساده و مهری یا نقش دار تهیه شده اند. مانند گنبد سلطانیه و مقبره بابزید بستانی.

۴- آجر تراش: قطعهای مختلفی که بر اثر تراش بروی آجرهای چهارگوش به دست می آید عبارتند از: نیمه، چارکه، فناس (آجری که از قطر دو نیم شده) آجر فقلی (آجری که ۱/۴ آن از یک گوشه بریده شده) آجر قلمدوئی (۱/۳) آجر دوقدی (۱/۸) کلوک (۱/۱۶) آجر فلکه (آجر تراشی که دو مثلث از دو گوشه آن بریده شده باشد و سطح چهار گوش به شش ضلعی تبدیل شده است).



تصویر ۲ جوفان، چهارمحال و بختیاری
عمارت سردار احمد بختیاری، تزیینات آجرکاری
مربوط به اواخر قاجاریه
نصویر: وحید جیدری

۳.۶ گچبری

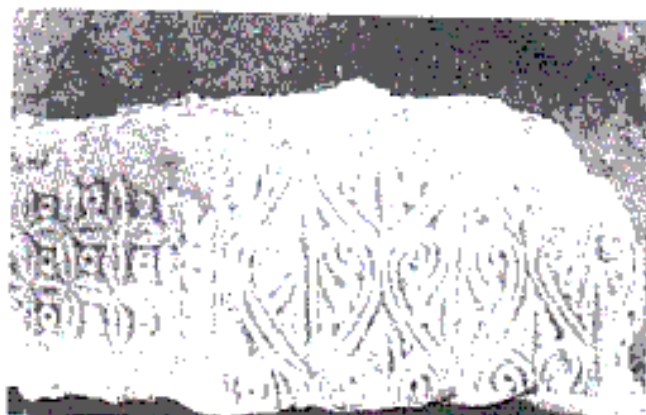
از آثار برجای مانده از گچبری در نواحی گوناگون ایران چنین بر می آید که برای تزئین دیوار و یا سایر قسمت‌های بنا از روش خاصی استفاده می شده است. یعنی استوکه‌های گچی گاه بر روی آجر و به صورت روکش دیواره‌ها تعبیه می شده است.

گاه بعد از اتمام بنای ساختمان به شکل حاشیه و فتیله‌ای بر آن گچ را کلاف می کرده و می چسبانیده‌اند و این ساده‌ترین روشی است که از زمان اشکانیان متداول بوده و امروز نیز در روش‌های گچبری و کاربردی روی دیوار بکار می رود و معمولاً پس از انجام کار گچبری برای جلوگیری از ساییده شدن موتیف‌های تزئینی از مواد لعاب‌داری مانند کتیرا و نشاسته و شیر

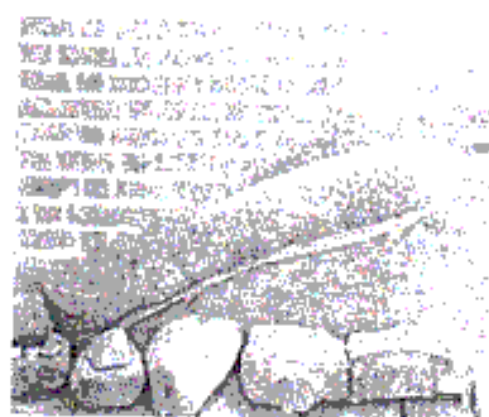
استفاده می شده است. و گاه از گل سفید و گل سرشوی یا گل گیوه و سفید آب هم به جای کتیرا و نشاسته استفاده شده است.

هنر گچ بری که دارای سوابق طولانی و شواهد فراوان در معماری پیش از اسلام است. در دوران اسلامی با استفاده از نقوش هندسی و گل و بوته و شاخ و برگ به داخل محراب مساجد راه یافته و در عصر مغول و قرن هفتم و هشتم هجری به کمال و اوج خود دست یافت.

برای نمونه می توان به گچبری‌های آتشکده ری (تپه میل ورامین) و محراب مسجد جامع ورامین اشاره کرد.



تصویر ۴ تپه میل ورامین آتشکده ری
تزئینات گچ بری، مربوط به عصر ساسانی



تصویر ۳ تپه میل ورامین آتشکده ری
تزئینات گچ بری، مربوط به عصر ساسانی

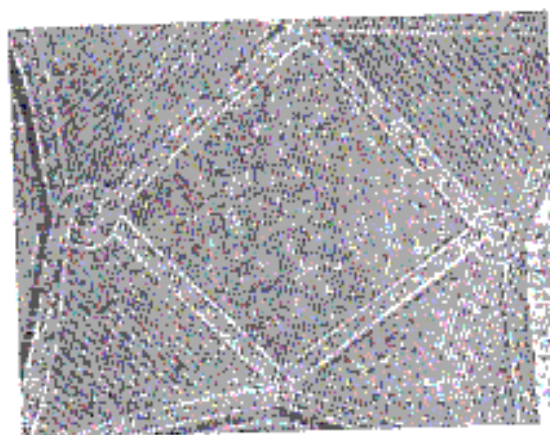


تصویر ۵ تپه میل ورامین آتشکده ری
تزئینات گچ بری، مربوط به عصر ساسانی

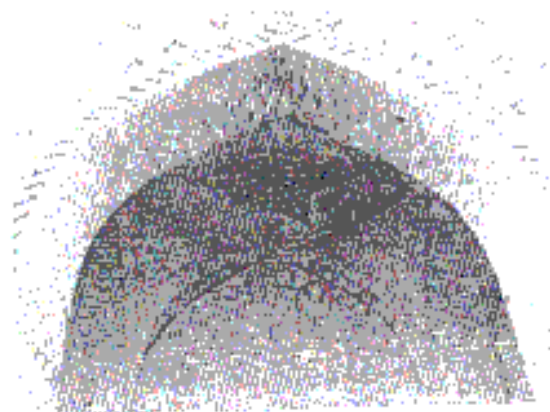
۴.۶ کاشیکاری

کاشی با دو هدف فوق مورد استفاده قرار گرفته است. کاربرد انواع کاشیکاری مانند یک رنگ، معرق، هفت رنگ، طلاکشی (زرین فام) و تلفیق کاشی و آجر را می‌توان در بناهای ایران مشاهده کرد.

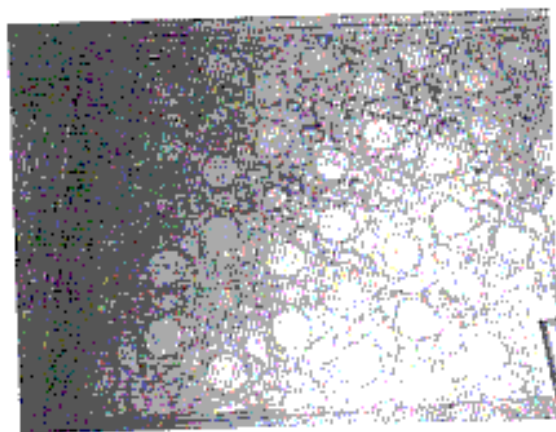
در دوره اسلامی در ایران به تدریج هنر کاشیکاری مانند آجر کاری و گچبری با شیوه‌های جدیدی آغاز شد و در تمامی ادوار اسلامی کاشیکاری با دو هدف سازه‌ای و سیمایی کاربرد ویژه یافت و شاید به جرات بتوان گفت که کشور ایران نخستین جایی است که



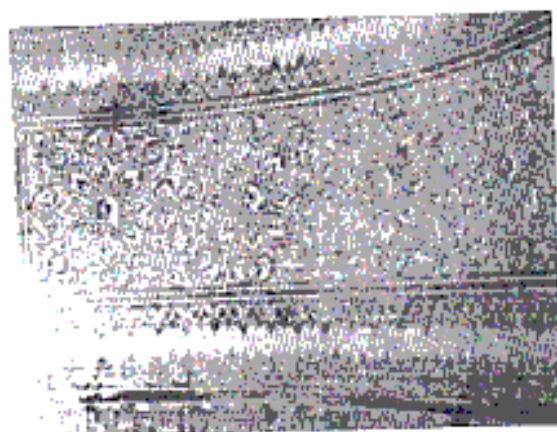
تصویر ۷ گنبد سلطانیه
تزیینات معنوی آجر و گچ بری



تصویر ۶ گنبد سلطانیه
تزیینات معنوی کاشی، گچ و آجر



تصویر ۹ گنبد سلطانیه
تزیینات گچ بری و نقاشی



تصویر ۸ گنبد سلطانیه
تزیینات گچ بری و نقاشی

۵.۶ چوب و تزیینات چوبی

تزیینات چوبی متنوع است و از انواع آن می‌توان به معرق، منبت، مشبک، کنده‌کاری، خاتم‌سازی و نقاشی روی چوب اشاره کرد. نمونه‌های متعددی از کاربرد چوب و تزیینات آن را می‌توان در بناهای ایران یافت که نه تنها نقش کاربردی دارند، بلکه تزیین چوب، این نقش را زیباتر و چشم‌نوازتر کرده است.

۶.۶ مستند سازی تزیینات وابسته به معماری

امروزه در عرصه عملیات مرمتی شیوه‌ها و مندهای نوینی به کار گرفته می‌شود که معمولاً با استفاده از ابزار و وسایلی صورت می‌گیرد که به منظور این کار طراحی و ساخته شده‌اند ولی با این وجود عملیات اجرایی مرمت نیازمند اطلاعات و اعمال ویژه‌ای است که بدون آگاهی و یا صرف نظر کردن از آن‌ها مشکلات عمده‌ای در اجرای پدید می‌آید.

از جمله عملیات، طرح برداری از روی عناصر تزیینی و معماری می‌باشد، که در امر مرمت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است طرح برداری هرچه دقت عمل بالا باشد شناخت از اثر و ارتباط بین مرمت‌گر و اثر و همچنین ارتباط بصری بین این دو عامل تعیین کننده می‌گردد.

برای مرمت یک تزیین غیر از مصالح یا فنون اجرایی، نیازمند تهیه طرح از وضع موجود و اهداف نهایی به وسیله نقشه‌های اولیه از موضوع مورد نظر می‌باشیم که حاوی تمامی جزئیات ساختاری طرح اعم از خطوط، زوایا، رنگ‌ها و..... باشد.

در اجرای اهداف مرمتی نیز طرح‌ها شامل تمامی خصوصیات فوق و در بعضی مواقع کامل‌تر از آن نیز می‌باشد.

به عنوان مثال در طرح برداری از روی کاشی معرق برش قطعات کاشی نیز در طرح منظور می‌گردد و یا در طرح برداری از روی کاشی‌های هفت رنگ ترکیب

رنگ‌ها و سایه روشن‌ها و تضادها نیز در طرح مشخص می‌شود.

اصولاً در طرح‌های مرمتی استفاده از رنگ مانند برداشت‌های دیگر انجام نمی‌شود بلکه در این گونه طرح برداری‌ها "ر نام رنگ در محیط های رنگی یا از خطوط با اشکال مختلف مانند خط و نقطه یا خط چین به منظور نشان دادن مرزهای مختلف رنگ یا سایه و یا بردارهای رنگی استفاده می‌گردد.

البته همانطور که قبلاً ذکر شد امروزه با استفاده از روش‌های جدید و نوین با استفاده از ابزارهای بسیار مدرن نسبت به برداشت طرح‌ها اقدام می‌نمایند ولی به هر حال در اجرا ناگزیر به طراحی دستی می‌باشیم، که بایستی از روی اثر برداشت شود.

این طرح برداری‌ها در مواردی مانند فن‌شناسی، آسیب‌شناسی و همچنین مرمت موضعی و یا باز سازی اثر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱.۶.۶ انواع طرح برداری

الف- طرح برداری سیمی

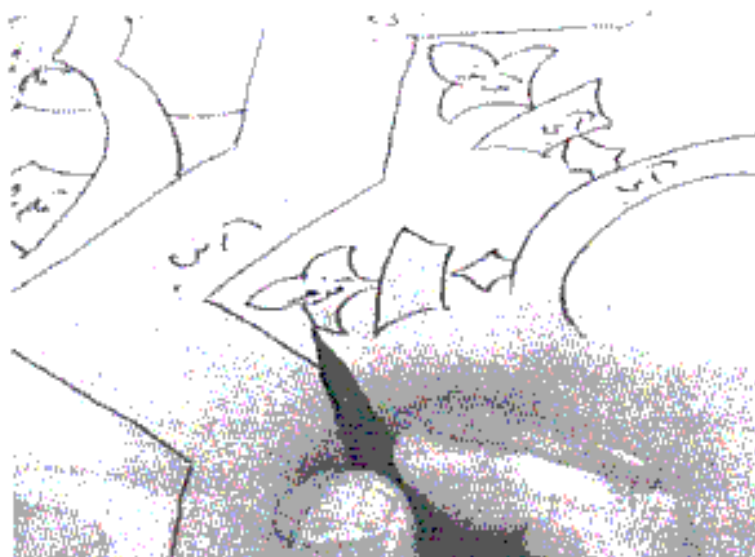
ب- طرح برداری آسیب شناسی

ج - طرح برداری تکمیلی

د- طرح برداری هندسی (اصولی)

الف - طرح برداری سیمی

در این نوع طرح برداری کل اثر تزیینی اعم از خطوط تزیینی که تشدید کننده فرم های معماری می‌باشند شامل کتیبه‌ها (گچبری‌ها، نقاشی‌ها، کاشی‌ها و بافت‌های آجری و تلفیقی) دوال‌ها و یا فرم‌های قوسی و منحنی با توجه به محل قرار گیری به مقیاس یک‌یکم برداشت می‌شود. اینگونه طرح برداری معمولاً جهت مستند سازی و شناخت اثر، در زمینه فنون، اشکال تزیینی، نوع رنگها، ابعاد،



تصویر ۱۰

در برخی موارد به دلیل ماهیت، جهت طرح برداری نیاز به پوشش کلفت سطوح است که معمولاً سطوح را می‌توان با عناصر نرم‌تر و قابل انعطاف‌تر از کاغذ مثل پلاستیک سلفون و یا مشمع انجام داد. تا با پوشش سطوح عملیات طرح برداری میسر گردد. (تصویر ۱۱)

مقیاس‌ها و سرانجام تناسب، مورد استفاده قرار می‌گیرد (تصویر ۱۰). در این نوع طرح برداری اصولاً از صفحات بزرگ کاغذ به صورت نوبی با صفحات کاغذ در ابعاد ۷۰×۱۰۰ که در کنار هم قرار می‌گیرند و تشکیل صفحات بزرگ‌تر را می‌دهند استفاده می‌شود.



تصویر ۱۱

از نقاشی‌هایی نام برد که به مرور زمان ماده موجود بین پیگمان‌های رنگی در نقاشی مورد نظر از بین رفته است و هرگونه عملیات طرح‌برداری از روی اثر با ریزش بسیار شدید لایه‌های رنگ همراه است که در این موارد قبل از طرح‌برداری لازم است نقاشی به صورت اضطراری تثبیت شود و در مواردی لایه‌های رنگ به صورت کامل ریزش پیدا کرده است که در این موارد از اشعه ماورای بنفش و یا مادون قرمز در طرح‌برداری استفاده می‌شود.

در قسمت‌هایی از طرح‌برداری از روی گچبری‌های برهشته (برجسته) و یا بیش برجسته لازم است قبل از برداشت اشکال از روی اثر، لبه‌ها را مشخص نمود که با استفاده از کاغذ که روی برجستگی‌ها قرار می‌گیرد و استفاده از ذغال سفت، لبه‌ها را روی اثر مشخص می‌کنند. وقتی که کاغذ روی کار قرار گرفت یا ذغال روی آن کشیده شود و در اثر تماس کاغذ با قسمت‌های برجسته جاهایی که برجسته است پر رنگ تر و جاهایی که تماس اثر با کاغذ کم است کمرنگ‌تر می‌گردد. امروزه این روش را با استفاده از کاغذ بوسنی و کاغذ کاربن که با دست محکم روی اثر کشیده می‌نود انجام می‌دهند (تصویر ۱۲).

به عنوان مثال می‌توان طرح‌برداری از روی تاس‌های مفرسی که دارای تزیینات نقاشی یا کاشیکاری یا گچبری است استفاده کرد.

بعد از اینکه سطوح به وسیله کاغذ یا سلفون یا مشمع پوشانده شد با منادهای نرم که باعث پاره شدن کاغذ نشود و یا روان نویسی‌های نوک نمدی، از روی طرح مورد نظر در ابعاد واقعی طرح برداری به عمل می‌آید. بدیهی است در طرح‌های سیمی بیشتر گرایش به سمت اجرای جزئیات به صورت واقعی و موجود می‌باشد.

در بعضی از تزیینات که دارای سطوح منفی و مثبت می‌باشند لازم است این سطوح در طرح، مشخص و کاملاً مجزا از سطوح دیگر باشند که معمولاً در اینگونه طرح‌برداری‌ها از خطوط هاشور در زمینه‌های منفی استفاده می‌شود.

نکات مهم در طرح برداری های سیمی برای مرمت

به علت فرآیندهای تخریب که به مرور زمان در اثر پدید می‌آید لازم است قبل از اقدام طرح برداری عملیات دیگری بر روی اثر انجام پذیرد. به عنوان مثال می‌توان



تصویر ۱۲

ب- طرح برداری آسیب شناسی

این نوع طرح برداری بیشتر تأکید بر نشان دادن آسیب‌ها و جگونگی فرار گرفتن آنها در اثر می باشد. اصولاً در طرح‌های آسیب‌شناسی محل آسیب دیده نیز در طرح‌های سیمی برداشت می شود. در طرح‌های آسیب شناسی کل اثر یا فرم و حالات خود و با آسیب‌ها نشان داده می شود و در قسمتهای آسیب دیده، محیط آسیب دیدگی رسم شده و آن قسمت با خطوط هاشور و یا نقطه نقطه و یا اشکال فرار دای دنگری مشخص گردد (تصویر ۱۳).

اصولاً طرح آسیب شناسی به علت حساسیت بیشتر و نیاز به جزئیات آسیب‌ها بر روی کاغذ مومی با استفاده از روان نویس یا سلفون و با روان نویس توک نمادی انجام می‌شود.

طرح برداری از آسیب‌ها به دلیل ضرورت تهیه طرح اصلی بایستی در تمامی زوایا و ابعاد متطبق بر وضع موجود باشد (تصویر ۱۴).



تصویر ۱۴



تصویر ۱۳

نکات مهم در طرح برداری آسیب شناسی

قبل از طرح برداری باید کاغذ کاملاً و بدون هیچ گونه چروک و تاخوردگی روی طرح اصلی قرار گیرد. برای طرح برداری آسیب‌ها لازم است از روان نویس‌هایی استفاده کرد که ضد آب باشند و به راحتی پاک نشوند. خطوط در طرح برداری آسیب‌ها باید کوتاه و دارای ارزش‌های خطی و حامل پیام‌های تصویری و بصری باشند و به لحاظ ارزشی که در راستای عملیات مرمتی دارد باید تا حد بسیار بالا دقیق و از روی لبه‌های طرح و با لبه‌های شکستگی‌ها و دیگر آسیب‌های موجود در طرح باشد.

در طرح‌های آسیب‌شناسی نیز همانند طرح‌های سیمی رنگ‌ها روی اثر اجرا نمی‌شوند بلکه از نام رنگ در روی صفحه استفاده می‌شود و سایه‌ها و پردازها در اثر و مرز آنها با خط چین و یا خطوط قراردادی دیگر مشخص می‌گردد.

در طرح‌های آسیب‌شناسی نیز همانند طرح‌های سیمی رنگ‌ها روی اثر اجرا نمی‌شوند بلکه از نام رنگ در روی صفحه استفاده می‌شود و سایه‌ها و پردازها در اثر و مرز آنها با خط چین و یا خطوط قرار دادی دیگر مشخص می‌گردد.

در تهیه طرح‌های آسیب‌شناسی از تزئینات نقاشی، نازک کاری، تزئینات دیگر، حتی ریزترین آسیب‌ها و نازک‌ترین ضخامت‌ها نیز در برداشت لحاظ می‌شود تا در زمان تهیه طرح‌های مرمت و طرح‌های اصولی و هندسی از آنها استفاده شود (تصویر ۱۵).

در طرح برداری از آسیب‌ها لازم است قسمت‌های مختلف اثر یا یلوک‌بندی از یکدیگر مجزا و هر کدام با نام یا علامت خاص مشخص شوند و این علایم و نام‌ها روی صفحات کاغذ یا سلفون نیز درج گردد تا طرح برداشته شده از اثر کاملاً با طرح اصلی منطبق و مشخص باشد.



تصویر ۱۵

ج - طرح برداری تکمیلی:

در این روش از طرح برداری که معمولاً به جهت تکمیل اثر و کامل کردن بخش‌های کمبود یک اثر استفاده می‌شود از قسمت‌های مفقوده که لازم است به خاطر تداوم اسکال تزئینی یا معماری کامل گردد طرح تهیه می‌شود.

در این روش از برداشت معمولاً قطعات و بلوک‌ها کوچک‌تر از طرح‌های سیمی و یا آسیب شناسی می‌باشد.

در این نوع برداشت لازم است نقاط مشترک بین بلوک انتخاب شده و طرح اولیه کاملاً مشخص و دقیق باشد زیرا با توجه به همین نقاط است که عنصر تزئینی برای قسمت کمبود، طراحی و ساخته می‌شود (تصویر ۱۶).

همچنین امتداد خطوط از روی دو قسمت ابتدا و انتها برای بستن زمینه و یستر طرح مد نظر قرار می‌گیرد و با توجه به این امکان که خطوط مورد نظر از دو نقطه شروع می‌گردد کلیه طرح از بین رفته در تمامی سطح را می‌توان تکمیل نمود.

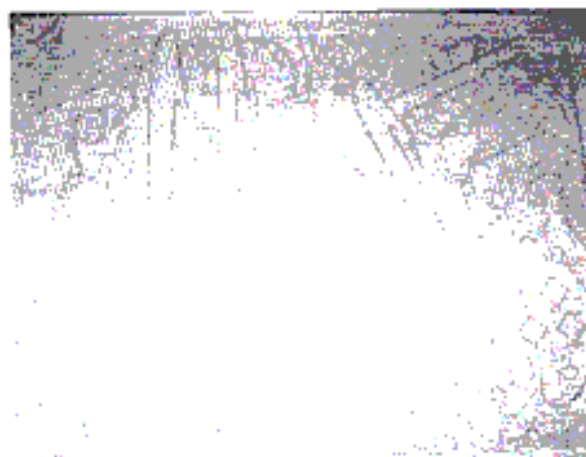
البته در این نوع طرح برداری که عموماً شامل طرح‌های تکرار شونده و یا طرح‌های واگیره‌دار و پر کننده سطح می‌شود، عمل طرح برداری باید منطبق بر اصول و قوانین حاکم بر عملیات مرمتی باشد.



تصویر ۱۶

به عنوان مثال در طراحی مناظر و یا پرنره که از قوانین خاصی پیروی نمی‌کنند و یا طراحی با دست آزاد در آن بیشتر نمود دارد، نمی‌توان مانند یک طرح هندسی یا طرحی که به صورت تکرار در قسمتی انجام گرفته عمل نمود.

در این نوع برداشت از طرفین بلوک مورد نظر (در هر فرم، ابعاد و شکل) حدود ۱۰ سانتیمتر از قسمت‌های موجود طرح انتخاب شود تا بتوان در طراحی قسمت کمبود، خطوط و منحنی‌ها و همچنین پیوندهای لازم را در دو نقطه ابتدا و انتها ایجاد کرد. (تصویر ۱۷)



تصویر ۱۷

نکات مهم در طرح برداری های تکمیلی

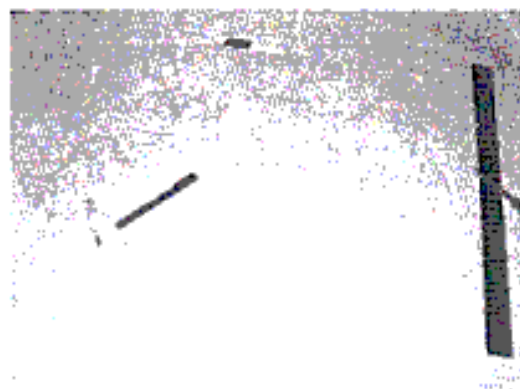
برای برداشت نفوش محل فرارگیری و نقاط تلاقی طرح با قسمت های معمولاً قسمتهای کمبود را به شکل و فرم لبه های خارجی طرح (شکستگی ها، ریختگی ها و.....) ترسیم می کنند.

رنگ، نقاشی های پشت شیشه، گچبری ها و تزیینات چوبی (معرق و منبت) نیز برداشت می گردند که کاربرد این برداشت در مرمت موارد فوق می باشد.

به عنوان مثال می توان از یک پشت بغل (لچک) کاشیکاری شده نام برد که مثلاً تعدادی از کاشی های اصلی و طرح منطقی آن، جهت برنامه ریزی و طرح مرمت استفاده می شود که لازمه آن دانستن هندسه و آن فرو افتاده است و ضرورت جایگزینی برای تکمیل خطوط اصلی حتمی است.

منظور دستیابی به طرح چگونگی طرح اشکال هندسی و غیر هندسی یا استعانت از اشکال هندسی است.

(تصویر ۱۹)



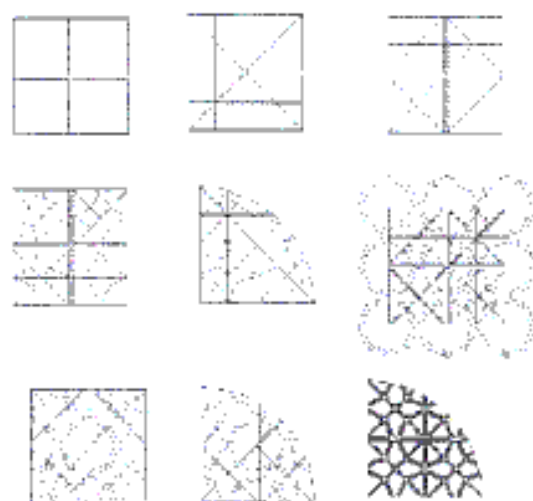
تصویر ۱۸

د- طرح برداری هندسی (اصولی)

این گونه برداشت که اساساً مهمترین نوع طرح برداری مرمت محسوب می شود به جهت دستیابی به اصول مستتر در طرح و درک زبان هندسی آن و شیوه های ترسیم و جانمایی طرح در سطح یا فضای مورد نظر به منظور تزیین سطوح می باشد. (تصویر ۱۸)

روش های طراحی اصولی در امر مرمت از دیر باز مورد استفاده قرار می گرفته است و دلیل آن را می توان دستیابی به طرح اصلی قبل از اجرا بر روی سطح دانست.

از زمانی که یک طرح (این طرح می تواند جهت گچبری و نقاشی و یا هر عنصر تزیینی دیگر باشد) توسط استاد طراح ترسیم می گردد تا زمانی که به مرحله اجرا در می آید، تغییراتی (آگاهانه و یا نا آگاهانه) در آن اتفاق می افتد که این اتفاقات هر چند از دید مرمت به منظور حفاظت روح اثر باید به همان صورت حفظ گردد، ولی در طرح مرمت باید لحاظ گردد. در این موارد و به



تصویر ۱۹

نکات مهم در طراحی هندسی

همانطور که قبلاً ذکر شد این نوع طرح برداری جهت درک مفاهیم هندسی و نیز بازیابی زبان بصری طرح و همچنین اجرای برنامه اساسی مرمت انجام می‌گیرد، لذا جهت انجام این کار لازم است کلیه عناصر طرح بی‌کم و کاست در طرح منظور گردد.

در این روش برداشت خطوط معماری که مشخص کننده زمینه طرح‌های تزیینی می‌باشد امری مهم تلقی می‌شود.

در این نوع طرح برداری تمامی وجوه طرح از قبیل شکل، رنگ، بافت، ترکیب و تناسب در نظر گرفته می‌شود، لذا لازم است نقاط مرکزی نقوش و نقاط محاط یا نقوش دیگر و همچنین حاشیه‌ها در کنار طرح منظور گردد.

در این نوع برداشت نیز همانند طرح برداری سیمی، معمولاً از کاغذهای تویی و یا از قرار دادن کاغذهای 70×100 در کنار یکدیگر استفاده می‌کنند و زمینه‌ها را بر اساس مبنای طرح انتخاب کرده و فرم‌ها و نقوش را بر روی زمینه مذکور اجرا می‌نمایند.

۶.۷ شیوه‌های مدرن طرح برداری

همانطور که قبلاً ذکر شد، امروزه تکنولوژی مدرن در کنار تمامی رشته‌ها باعث گشایش افق‌های جدیدی در زمینه‌های مختلف علمی و عملی شده است.

در رشته مرمت نیز تکنولوژی پیشرفته باعث سرعت و دقت در اجرای مرمت‌های اساسی شده است.

امروز استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزارهای وابسته جهت طراحی، آسیب شناسی، محاسبات معماری و سازه‌ای، ماکت‌سازی و مدل‌سازی کامپیوتری امری اجتناب ناپذیر است. یکی از دستگاه‌های مدرن و پیش رفته در امر طرح برداری، دستگاه لیزر اسکن می‌باشد که توانایی برداشت طرح‌ها را از فاصله ۱۲ متر دارا می‌باشد. با این

دستگاه می‌توان با سهولت نقوش را بدون ارتباط فیزیکی با اثر طراحی و عکس برداری نمود.

معایب شیوه‌های مدرن

استفاده از این دستگاه‌ها هرچند باعث سرعت و دقت در عملیات مذکور می‌گردد ولی به خاطر ماشینی بودن و انعطاف ناپذیری معمولاً دارای ارزش‌های هنری نمی‌باشند.

در اجرای مرمت صحیح یکی از مواردی که به مرمت‌گر در این اجرا کمک می‌کند، ارتباط و پیوند به وجود آمده بین مرمت‌گر و اثر می‌باشد که این امر در شیوه‌های مدرن امروز میسر نمی‌باشد و نهایتاً تأثیر ناپه‌نجام در اجرا می‌گذارد.

۶.۸ مرمت بدنه‌ها و تزیینات وابسته به معماری

شناخت، پیش نیاز تمام اقدامات مرمتی است و مرمت بدنه نیز مستثنی از این موضوع نمی‌باشد. همانگونه که در درس برداشت از تزیینات ذکر گردیده؛ مستند سازی از مبادی ورود به امر تعمیر و مرمت است. بالاخص در مرمت تزیینات وابسته به معماری که در آن امکان وجود لایه‌ها یا دوره‌های مختلف تاریخی در کنار هم متصور است.

مثلاً امکان دارد که لایه‌هایی از نقاشی در زیر لایه‌ای از گچ و یا سایر مواد و مصالح وجود داشته باشد و برای شناخت آن نمونه برداری و استفاده از قتون مرتبط، برای شناسایی امر ضروری است. که این همان مرحله مستند نگاری از روند برداشت و شناخت است.

بدیهی است که در تمامی شرایط از مرمت تزیینات اتخاذ یک روش علمی ضروری است. روش فوق بایستی منطبق بر منشورهای جهانی مرمت باشد که مستلزم دستورالعملی به شرح زیر است:

۱- تثبیت وضع موجود.

- تزیینات در گذر زمان صدمات زیادی را متحمل شده‌اند. جهت مرمت این سردر مراحل زیر طی می‌گردد:
- ۱- مستند سازی از وضع موجود.
- ۲- طراحی کامل سردر (تکمیل خطوط اصلی).
- ۳- تثبیت قسمت‌های باقیمانده و اصل.
- ۴- احیای سطوح و قاب سازی تزیینات آجری.
- ۵- در قاب‌های فوق الذکر بخش‌های خالی یا اندود گچ زبره (گچ دست کوب)^۳ چند میلی متر پائین‌تر از سطوح اصلی زمینه‌سازی می‌گردد.
- ۶- تکمیل طراحی بدنه که منطبق بر اصل تکمیل خطوط تزیینات در بدنه است.

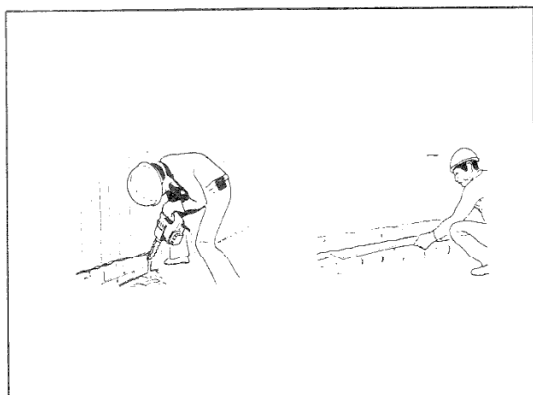
- ۲- حذف اضافات و تمیز نمودن سند جهت خوانا کردن و عیان نمودن اصل سند.
 - ۳- خوانا سازی خطوط اصلی و قاب‌های مربوطه ضروری است. بدیهی است که اقدام فوق شامل خطوط معماری نیز می‌گردد.
 - ۴- بستر سازی، زمینه‌سازی و شفاف کردن قسمت‌های اصل باقی‌مانده از سند تزیینی.
 - ۵- بازسازی بخش‌هایی از تزیینات یا خطوطی کم قدرت‌تر و محوتر از سند اصلی تزییناتی.
- مثلا برای آزاد سازی و عیان‌سازی یک نقاشی دیواری از لایه‌های الحاقی ضروری است که پس از شناخت جنس لایه‌های اضافه شده، اقدام به پاک سازی و حذف لایه‌های الحاقی نمود. اگر لایه‌های الحاقی قابل حل در آب باشد با آب حذف خواهد شد و در صورتی که روغنی باشد از مواد شیمیایی برای این امر استفاده می‌گردد. در این مرحله ضروری است که اقدام به نحوی صورت گیرد تا اصل سند آسیب نبیند و در هر مرحله با مواد خنثی کننده از قبیل اسیدها و بازها مواد برجای مانده از روی تزیینات را پاک نمائیم. بدیهی است که این اقدام بایستی سلسله مراتبی بوده به نحوی که از مواد ضعیف‌تر در مرحله نخست استفاده گردد و در صورت لزوم از مواد قوی‌تر استفاده شود. اگر مواد روغنی به مرور زمان اکسیده و سخت شده باشند؛ می‌توان با کمک آمونیاک و اضافه نمودن مواد دیگر لایه‌های اکسید شده را از روی تزیینات حذف نمود.

تزیینات بدنه معطوف به بدنه‌های آجر و کاشی

برای تشریح این امر به نمونه اجرا شده مسجد جامع ورامین اشاره می‌کنیم:

نمای ورودی مسجد جامع از ضلع شرقی دارای تزیینات معقلی به صورت آجر و کاشی می‌باشد. که این

۳- گچ دست کوب : ترکیبی از گچ دست کوب خزان با شکر سنگ + آب آهک می‌باشد.



درس هفتم

روشهای مختلف رطوبت زدایی در ابنیه

طول مقطعی از دیوار سوراخهایی به صورت روزنه‌های گرد متقاطع ایجاد می‌کنند (شکل ۱). این عمل در طولی معادل حداکثر یک متر از جداره دیوار انجام می‌شود. پس از سوراخ کردن دیوار، روزنه‌ها را با مایع ویژه‌ای که عایق است، با تزریق پر می‌کنند. مواد تشکیل دهنده این عایق شامل ترکیبات زیر است:

۶۲٪ ماسه + پودر سنگ

۳۸٪ شامل: ۵۰٪ چسب (از انواع پریمال یا پارالوئید) و ۵۰٪ پودر آهک

از ترکیب مواد فوق، ملات نرمی که کمی از خمیر نان نرمتر است حاصل می‌شود. تزریق این ملات در محیطی با درجه حرارت کمتر از 20° سانتیگراد انجام می‌شود. با این تزریق باید کلیه روزنه‌ها و منافذ پر شوند. پس از اجرا، مقاومت فشاری این بخش از دیوار در مدت ۲۴ ساعت به 800 kg/cm^2 می‌رسد. (این روش به علت ضرورت دقت فراوان در اجرا و مصالح مورد نیاز، در کشور ما کاربرد چندانی نداشته است.)

امروزه شیوه‌های گوناگونی برای دفع رطوبت از ابنیه قدیمی وجود دارد. در اینجا برخی از این روشها بررسی می‌شوند.

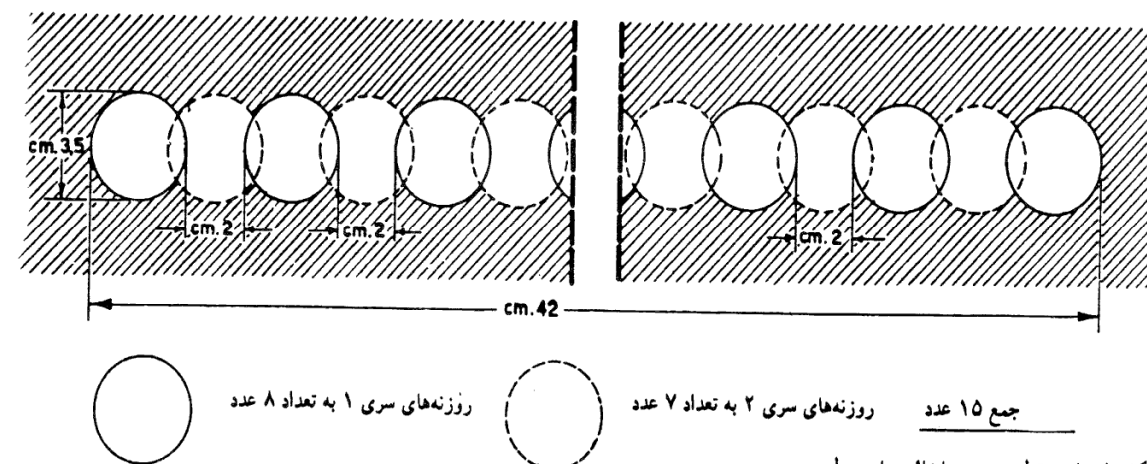
۱.۷ شیوه‌های پیشگیری از رطوبت بالا رونده در پایه‌ها و دیوارها

در ساختمانهای جدید با استفاده از لایه‌های عایق از قبیل فیرگونی و سایر مواد عایق در مقطعی از دیوار و یا کنهها مانع عمده‌ای در پیشروی رطوبت ایجاد می‌کنند. در گذشته این شیوه پیشگیری رایج نبوده است، در نتیجه رطوبت براساس قانون لوله‌های موئین به‌طور مداوم در بنا نفوذ می‌کرده و ضمن صعود به نقاط ضعف بنا، موجب استهلاک تدریجی آن می‌شده است. شاید این عامل از مهمترین عوامل مخد در بسیاری از بناهای تاریخی باشد.

بناهای قدیمی در مقابل رطوبت به شیوه‌های مختلف عایقکاری می‌شوند.

۱.۱.۷ عایقکاری در سطح مقطعی از دیوار

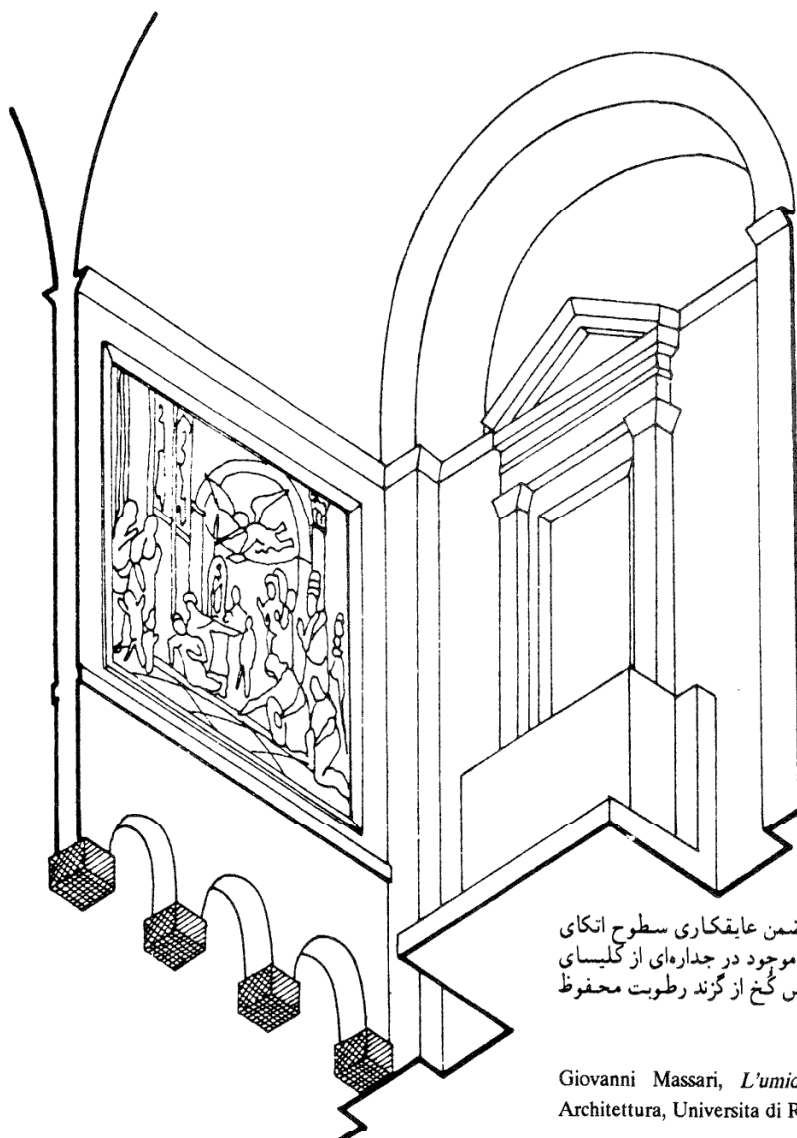
این روش مستلزم دقت عمل بسیار در اجراست و هزینه بالایی نیز در بردارد. اجرای این شیوه با مته‌های چرخان ویژه‌ای به قطر ۲ سانتیمتر به شرح زیر صورت می‌گیرد: در



۲.۱.۷ کاهش سطح اتکای دیوار که با رطوبت به‌طور

مستقیم در تماس است

به تجربه ثابت شده است که اگر مقطع دیواری را از ۱۰۰٪ سطح اتکا به $1/3$ آن کاهش دهیم، میزان جذب رطوبت به



شکل ۲ کاهش سطح انکا و ایجاد برش ضمن عایقکاری سطوح اتکای باقیمانده با زمین. در تصویر فوق فرسک موجود در جداره‌ای از کلیسای سان لونیجی در شهر رم، با شگرد مهندس گنج از گزند رطوبت محفوظ مانده است. *

* مأخذ:

Giovanni Massari, *L'umidità nei Monumenti*, Facoltà di Architettura, Università di Roma (ICCROM), Aprile 1969.

شایان ذکر است که دیواره لوله‌های مویی داخل مواد غیرآلی متخلخل دارای بار منفی هستند و مولکولهای آبهای مجاور دارای بار مثبت و حامل یون مثبت‌اند که در اطراف لوله‌های موئینه‌ای جمع شده‌اند. هنگامی که تغییر جریان الکتریکی برقرار می‌شود، بارهای مثبت به طرف کاتد (قطب منفی) متمایل می‌شوند (شکل ۳).

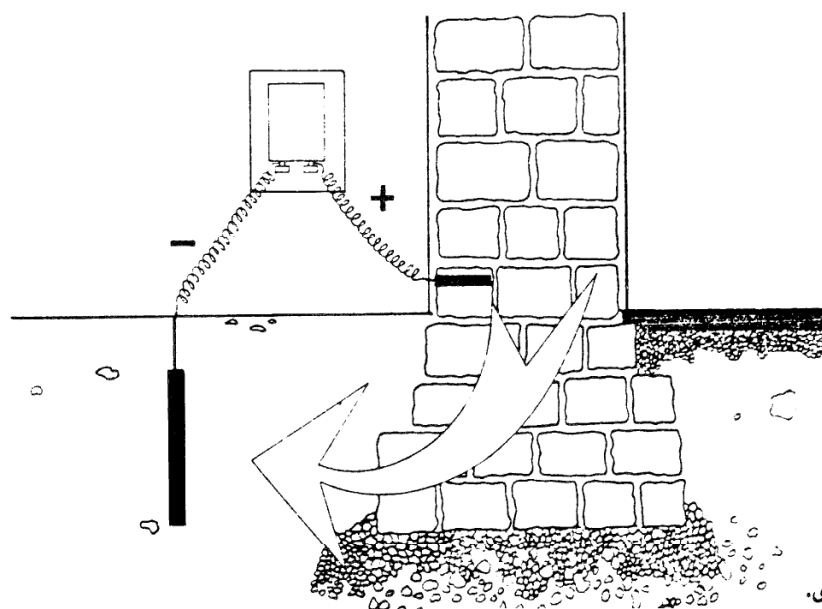
اگر لوله‌های مویی خیلی باریک باشند آب موجود در داخل آنها دارای شدت بیشتری است.

۴۰.۱.۷ کانال‌کشی در پای دیوار و خارج از بنا
سالیان زیادی است که این روش در ایران متداول است و

۱/۷ تقلیل می‌یابد. این روش در اماکنی که مقاومت زمین و بار وارده ساختمان و خود بنا از لحاظ سازه و معماری برای این اقدام مناسب باشد، قابل اجراست (شکل ۲).

۳.۱.۷ الکترواسمزی یا تراوش الکتریکی

این روش به میزان قابل توجهی در زهکشی و تثبیت خاک به کار برده می‌شود. در این طریقه، الکترودها را در دیوارها و زمین جای می‌دهند که در نتیجه اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ) بین آنها به وجود می‌آید. در این روش، الکترودها نقش اساسی دفع رطوبت و عایق را ایفا می‌کنند.



شکل ۳ روش الکترواسمزی.

داخل و خارج متعادل و همسان شود، زیرا خشک شدن آبی رطوبت در یکی از دو جداره ممکن است موجب بروز عوارض جانبی منفی دیگری شود.

اجرای این کانال در عین سادگی مستلزم رعایت اصولی است تا بتوان به نتیجه مطلوب دست یافت. بدین منظور، در پای دیوار کانالی به عرض ۶۰ cm و ارتفاع لازم (تا روی پی) احداث می شود. همان گونه که در شکل های ۴ و ۵ ملاحظه می شود، دیوار ۱۱ سانتیمتری در طرف اصلی دیوار ساختمان احداث می شود. این دیوار باید دارای خلل و فرجی باشد که تنفس دیوار اصلی ساختمان را میسر سازد. برای مثال، بندهای عمودی آن باید فاقد ملات باشد. می توان بعضی از قسمتها را به صورت شبکه ای احداث کرد. عدم استفاده از اندود بر روی دیوار موجب تنفس دیوار و، در نتیجه، خشک شدن آن می گردد. به فاصله ۶۰ cm از دیوار ۱۱ سانتیمتری، دیوار دیگری به قطر ۳۵ cm احداث می شود که تحمل بار سقف کانال و همچنین فشار خاک جانبی را به عهده خواهد داشت. در کف کانال، زهکشی لازم به منظور هدایت آب جاری احتمالی به سمت چاهک های فاضلاب پیشبینی شده و سقف کانال به وسیله پوشش های سیمانی یا تاق ضریبی اجرا می شود.

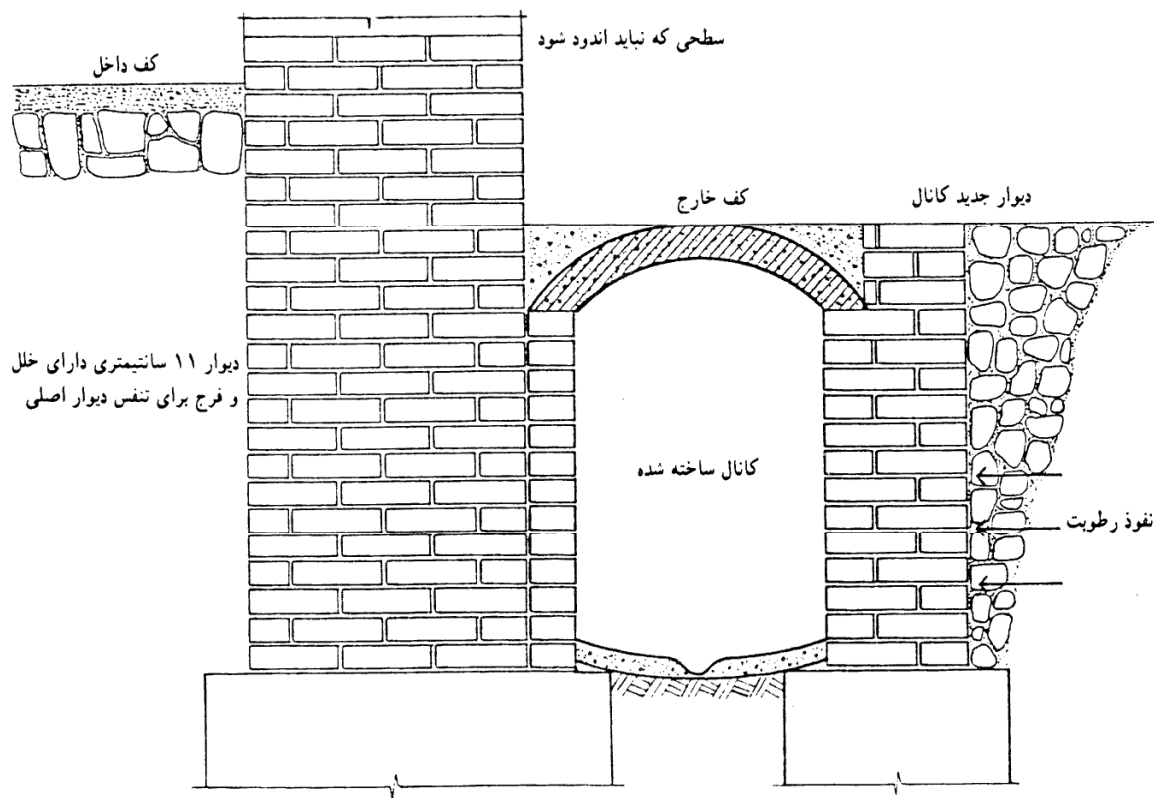
برای تسهیل تبخیر رطوبت دیوارها در داخل کانال، از

نتایج قابل توجهی نیز داده است. این روش بنا از لحاظ فن اجرا و هزینه مقرون به صرفه آن نیز قابل توصیه است.

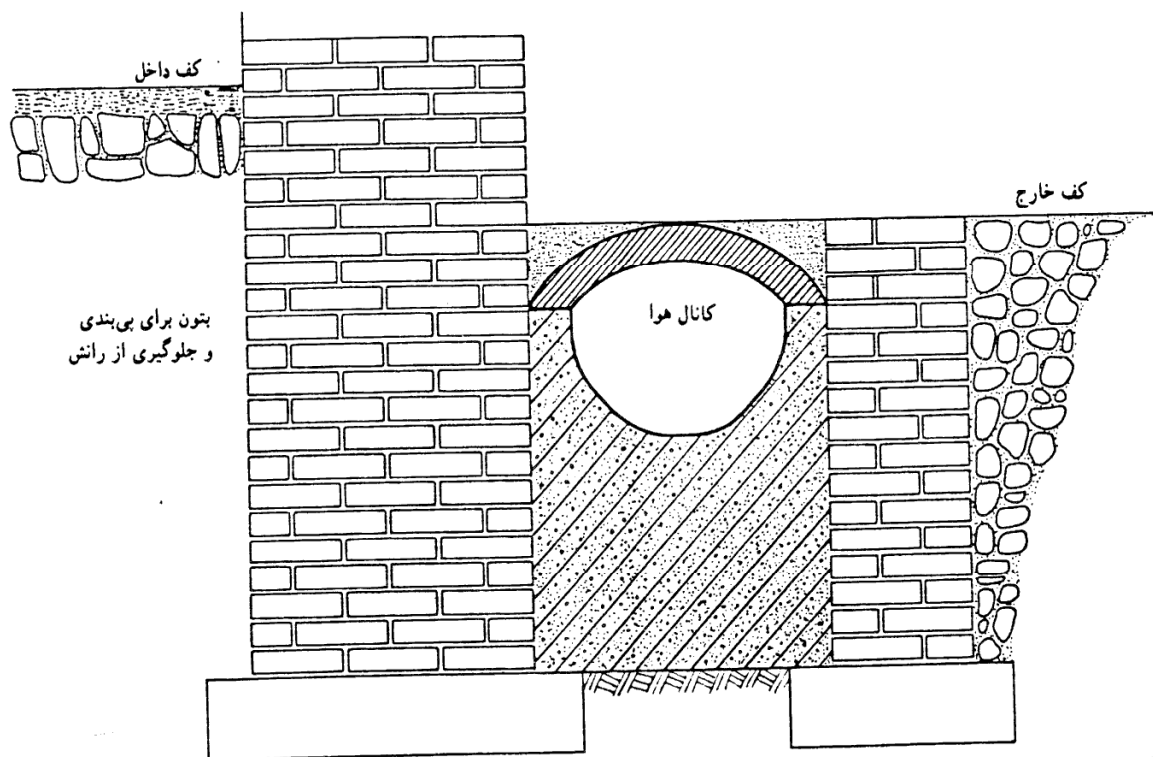
این روش به منظور ایجاد شرایط لازم برای تبخیر و تهویه و در نتیجه دفع آب موجود در زیر سطح کف (تغییر سطح تبخیر از بالای خاک به زیر خاک) اجرا می شود. در اغلب بناهای قدیم ایران، رطوبت بالا رونده در پی و دیوارها بیشترین آسیب را در ارتفاع یک تا دو متر از نما وارد می آورد و باعث فرسودگی و پوسیدگی پای دیوارها و پایه ها می شود. از این ارتفاع به بعد غالباً صدمه کمتری مشاهده می شود، زیرا از ارتفاع ۱ الی ۲ متر رطوبت بالا رونده امکان تبخیر بیشتری دارد.

اگر بتوانیم این سطح تبخیر را در زیر خاک فراهم کنیم، از کد ۰.۰۰ به بالا شرایط مطلوبی به دست خواهد آمد و در واقع، شرایط مناسب برای پیشگیری از صعود رطوبت و تبخیر آن پیش از رسیدن به ارتفاع فوقانی تضمین می شود.

احداث کانال یا ناکش در پای دیوارها: با توجه به میزان رطوبت، نوع مصالح و ارتفاع پی بنا، نوع کانال تغییر می کند. در بناهایی که دچار رطوبت بسیار شدیدند، این کانال از داخل و خارج بنا در پای تمام دیوارها احداث می شود و در مقاطعی نیز بین این دو کانال بیرونی و درونی ارتباط ایجاد می گردد، به نحوی که میزان خشک شدن دیوارها در



شکل ۴ اجرای کانال یا ناکش در پای دیوار.



شکل ۵ کانال‌کشی همراه با پی‌بندی در قسمت مقابل پایه‌ها (در محلهایی که پایه دارای رانش است).

موزه ایران باستان، برای استفاده بهینه از فضای موجود زیرزمین (که دارای ارتفاع ۲۲۰ cm بود) به اجبار از پی موجود صرف نظر شد و ضمن تراشیدن آن به شیوه فوق در زیر دیوار قدیمی، اقدام به پی سازی جدید شد.

۲. باید دو قسمت کانال را به روشی (به وسیله کانالهای ارتباطی) به هم مربوط کرد تا جریان هوا به صورت دایم برقرار باشد (شکل ۸).

این توضیح لازم است که، این کانالهای ارتباطی در مقطعی از دیوار که باربر نیستند قابل اجراست. از این کانالها می توان برای تعبیه لوله های تأسیسات نیز استفاده کرد، به ویژه در ابنیه قدیمی که ایجاد تأسیسات جدید ضروری باشد، زیرا گرمایش حاصل از لوله های تأسیساتی در ایجاد کوران و خشک شدن بدنه دیوارها تأثیری بسزا خواهد داشت.

۲.۷ شیوه های مقابله با رطوبت در کف

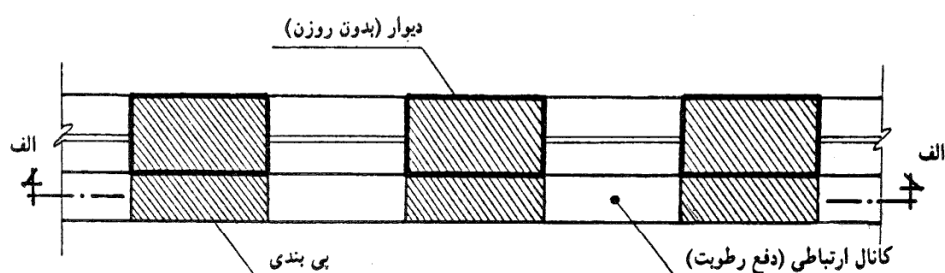
در گذشته بهترین راه برای دفع رطوبت در ابنیه استفاده از گریه رو بوده است، بدین صورت که در زیر کف ساختمان

کانالهای عمودی به فاصله حداکثر ۱۵ cm که به هوای آزاد راه می یابند استفاده می شود. (ترجیحاً یکی در آفتاب و دیگری در سایه و با اختلاف سطح، برای ایجاد کوران اجرا می شود.) در مواقعی که مقدار رطوبت زیاد باشد، در قسمتهایی از این کانالها به منظورتهوئه سریع از بادزن استفاده می گردد.

در مواقع لازم هوای گرم و خشک به داخل کانال دمیده می شود تا سرعت تبخیر را افزایش دهد. در احداث این کانال باید نکات زیر را مدنظر قرار داد:

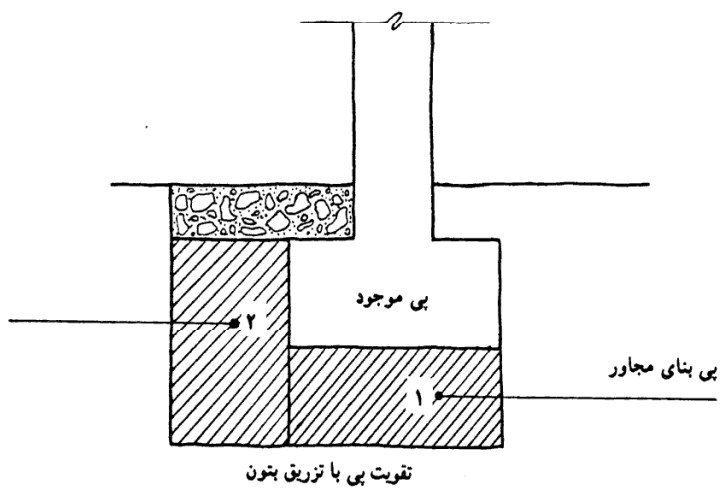
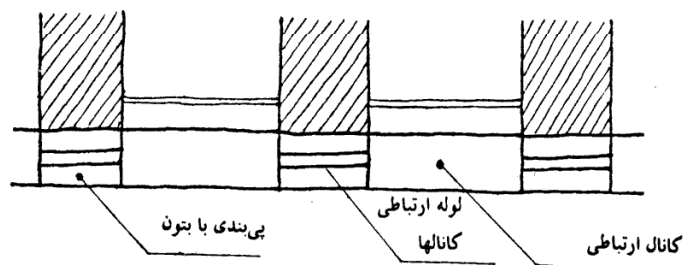
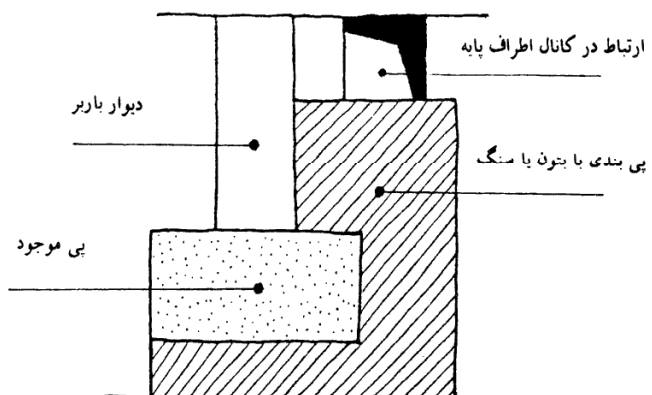
۱. پیش بینی پی بندی در جوار پایه ها و دیوارهای باربر شکلهای ۵ و ۶: برای تقویت دیوارهای باربر یک ساختمان در پی، دیوار را به اندازه های مساوی (حداکثر یک متر) تقسیم می کنند و هر بخش را به صورت قوسی و بدون استفاده از شمع بندی تخلیه می کنند. برای جلوگیری از ریزش بخش مجاور، این عمل را به فواصل مناسبی تکرار می کنند (شکل ۷). در فاصله تخلیه شده پی سازی با مصالح جدید انجام می گیرد.

این عمل در سراسر دیوار تکرار می شود. برای مثال، در



پلان دیوار و کانال دفع رطوبت

شکل ۶ در هنگام کانال کشی برای دفع رطوبت در جوار پی ها، عمل پی بندی (تقویت پی) انجام می گیرد.



حد اکثر ۱m

پلان دیوار باربر

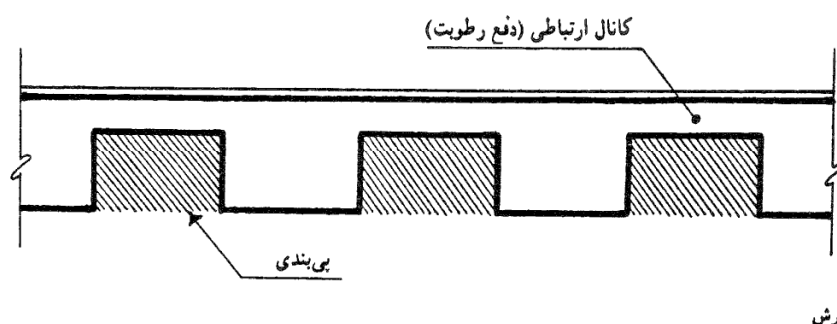
شکل ۷ نحوه تقویت دیوارهای باربر در پی.

را در بناهای قدیمی نیز چنانچه مواجه با لایه‌های تاریخی نباشیم می‌توانیم اجرا کنیم.

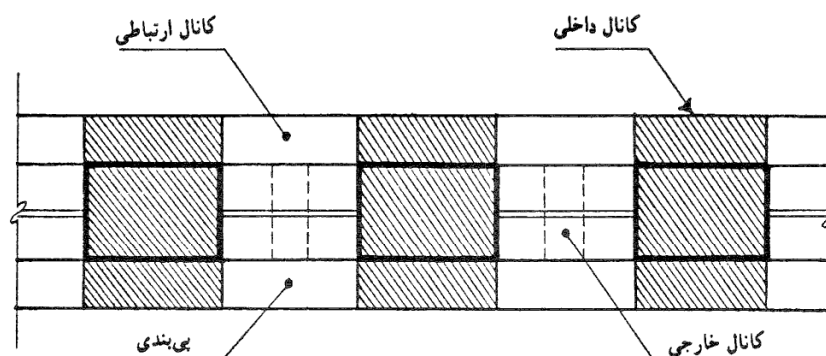
در حجرات مرطوب معمولاً برای دفع رطوبت از کف اتاق، سطح موجود ۰.۰۰ را تا ۵۰-۴۰ سانتیمتر پایین می‌برند و ضمن احداث گریه‌رو، سعی می‌شود محفظه‌های حاصل را به وسیله کانال به هم مربوط کنند. به این ترتیب گریه‌روهای موجود را (از بخش قدیمی به وسیله آجرهای مشبک و در بخش خلفی از طریق کانال داخل دیوار) به هوای آزاد وصل می‌کنند (شکلهای ۱۵-۱۲).

کانالهایی به ارتفاع حداکثر ۶۰ cm ایجاد می‌کردند. این کانالها ارتباط مستقیم با هوای بیرون داشتند و همین جریان هوا باعث تبخیر رطوبت در زیر کف می‌شد و کف اصلی ساختمان را مطلوب و قابل استفاده می‌کرد (شکلهای ۹ و ۱۰).

در حمامها به داخل این کانالها هوای گرم دمیده می‌شد تا کف حمام همیشه گرم باشد، ولی امروزه در ساختمانهای جدید با استفاده از سنگ ماکادئوم یا سنگ شکسته (لاشه) به ارتفاع ۴۰ mm و ریختن شن بادامی بر روی آن و فرش نهایی، کف را در مقابل رطوبت عایق می‌کنند که ما این عمل



چنانچه مشاهده می‌شود، عرض کانال در بخشهای پی‌بندی شده کمتر و در زیر روزنها بیشتر است.
* ارتفاع کانال در زیر روزن به ارتفاع پی بستگی دارد. برای مثال، در جایی که زیرزمین وجود دارد می‌تواند به ۲۸۰ cm برسد (حداقل این ارتفاع ۸۰ cm است).



* در صورتی که ضخامت دیوار و یا رطوبت آن زیاد باشد در دو طرف دیوار کانال‌کشی انجام می‌گیرد.
* در زیر بخشهای غیر باربر نظیر در و پنجره‌ها، کانال ارتباطی بین دو کانال ناکش ایجاد می‌شود.

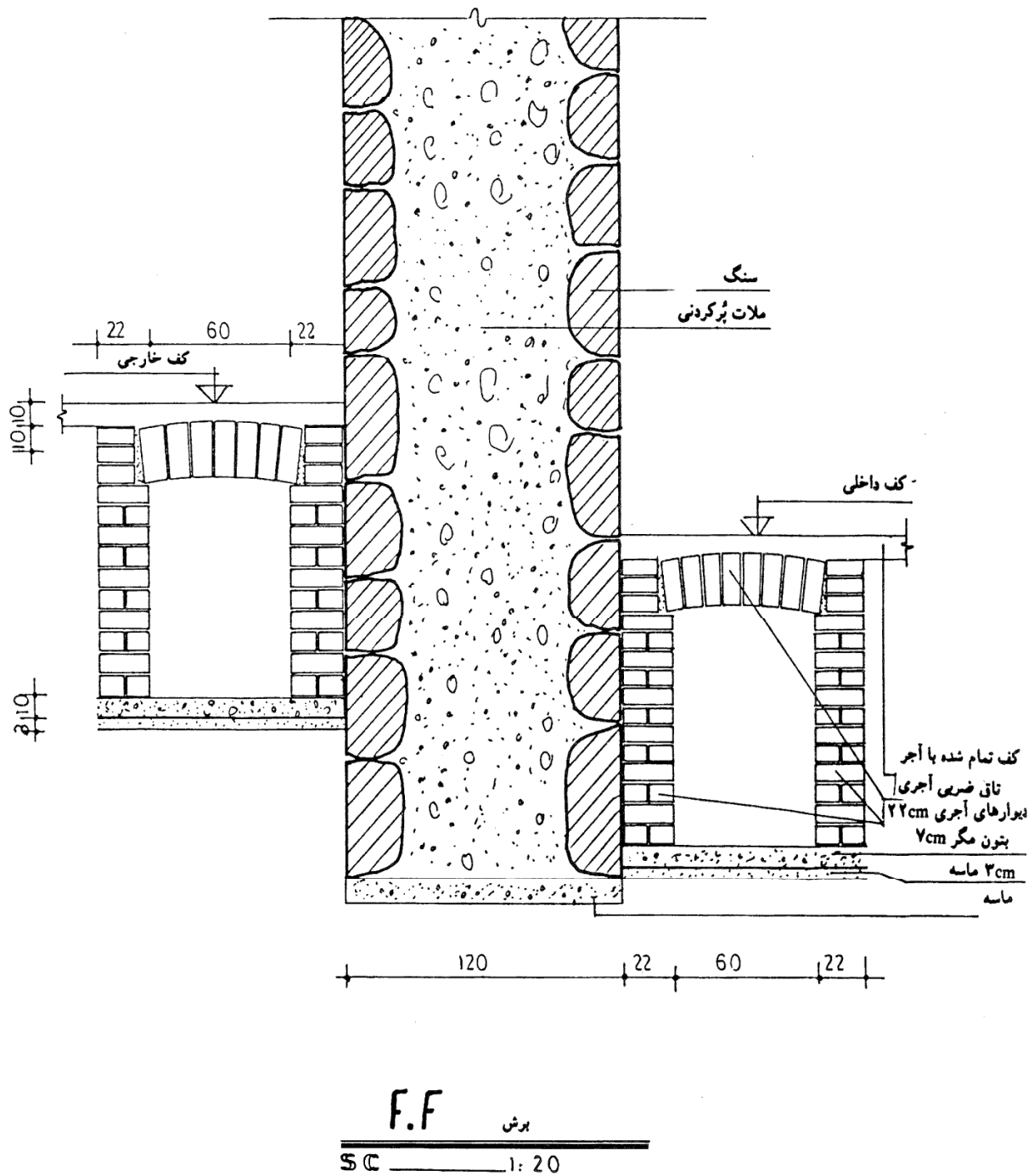
شکل ۸ کانالهای ارتباطی.



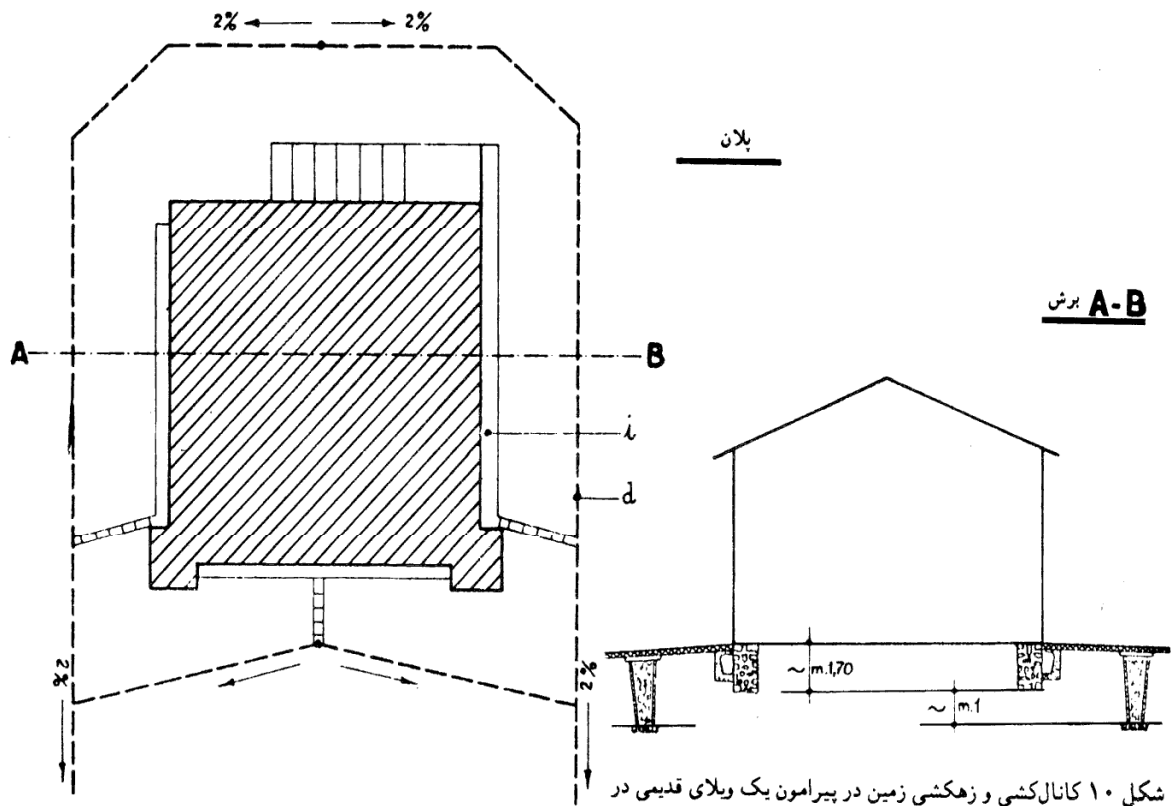
تصویر ۱ موزه ملی، کانال کنشی به منظور دفع رطوبت.



تصویر ۲ موزه ملی، کانال کنشی به منظور دفع رطوبت.



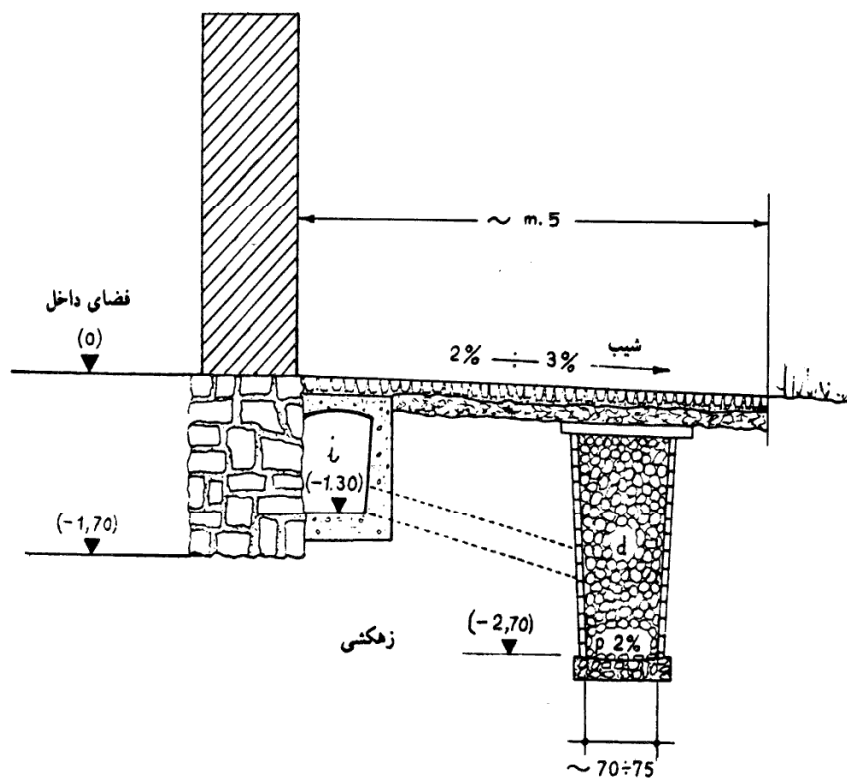
شکل ۹ عملیات رفع خطر، شمع‌بندی و احداث کانال رطوبتی ضمن عملیات پی‌بندی در کلیسای سرکیس.



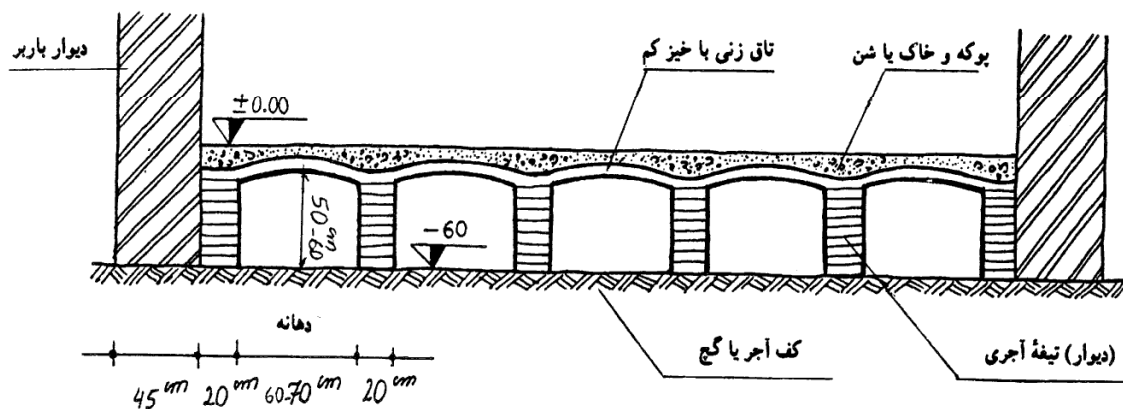
شکل ۱۰ کانال کشی و زهکشی زمین در پیرامون یک ویلای قدیمی در اطراف رم برای جلوگیری از رطوبت صعودی.



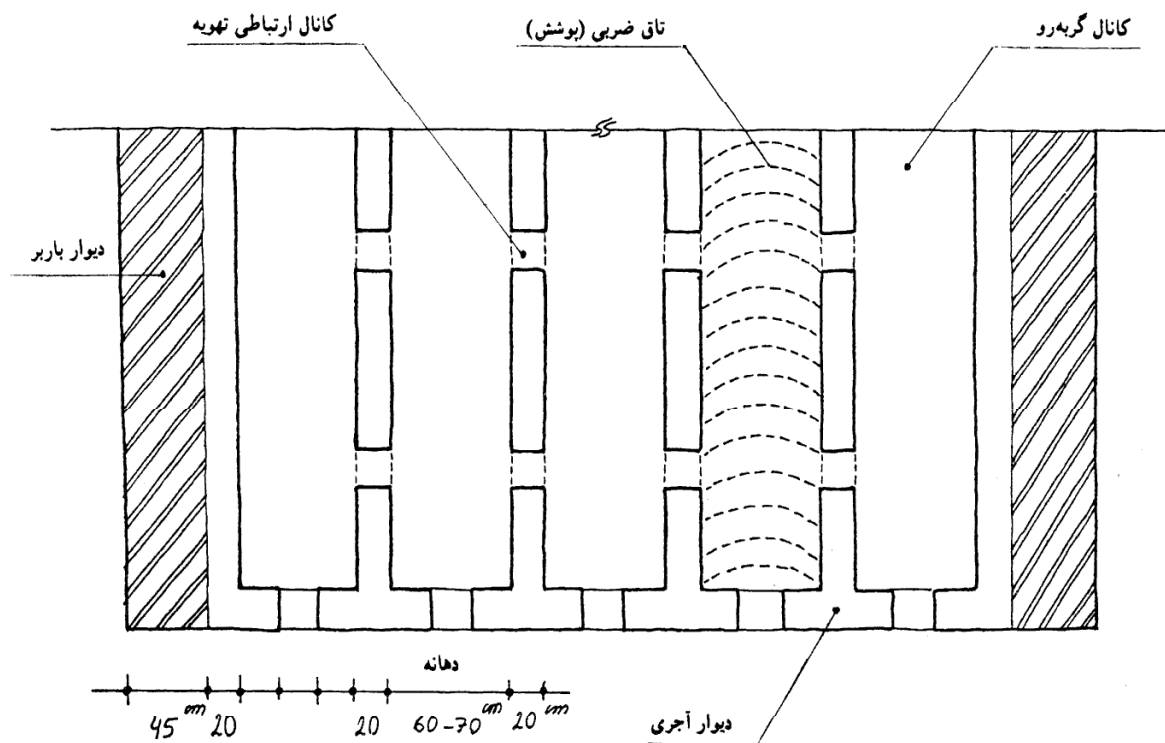
تصویر ۳ خوی - کلیسای سرکیس.



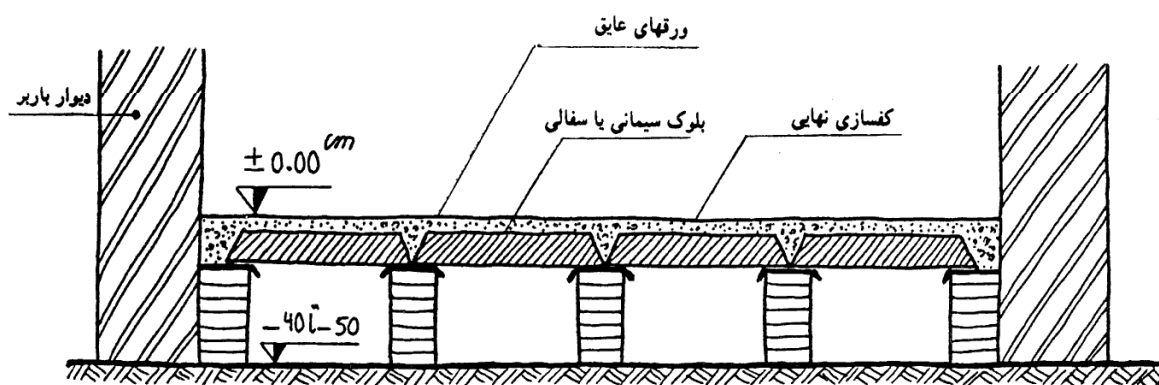
شکل ۱۱ جزئیات اجرای کانال در زمین رُسی.



شکل ۱۲ گره درو سستی - برش مقیاس ۱:۴۰.

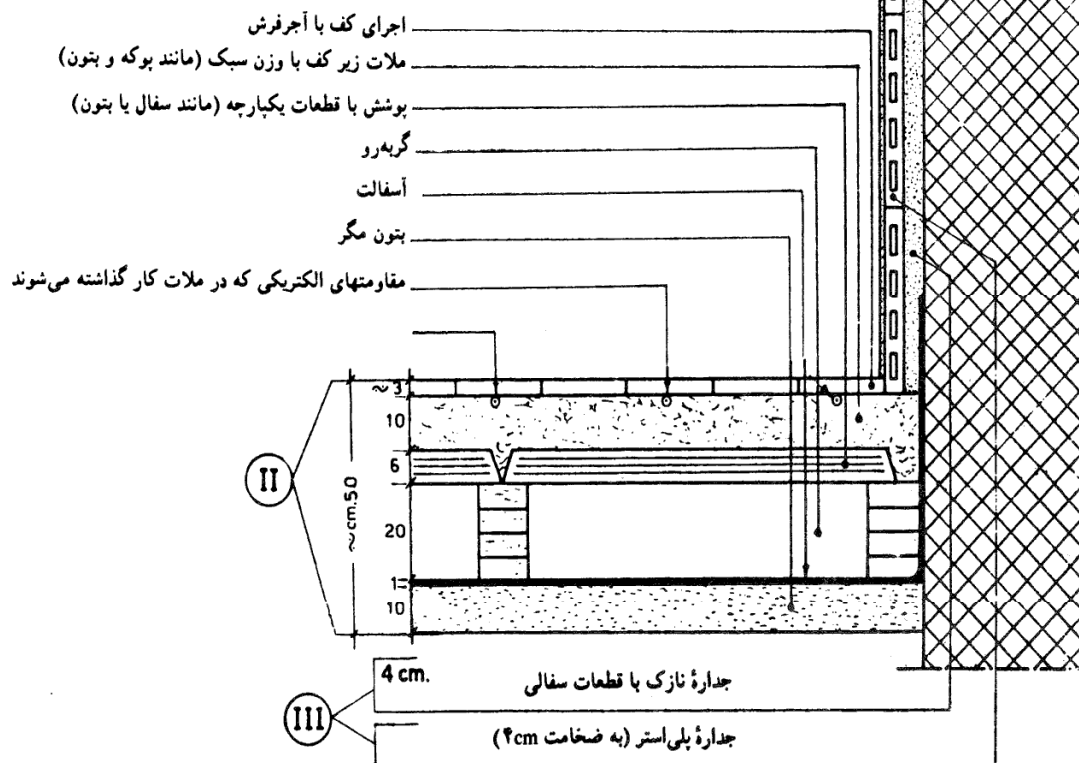


شکل ۱۳ گریه‌رو سنتی - پلان مقیاس ۱:۴۰.



شکل ۱۴ روشی برای ایجاد گریه‌رو - برش مقیاس ۱:۴۰.

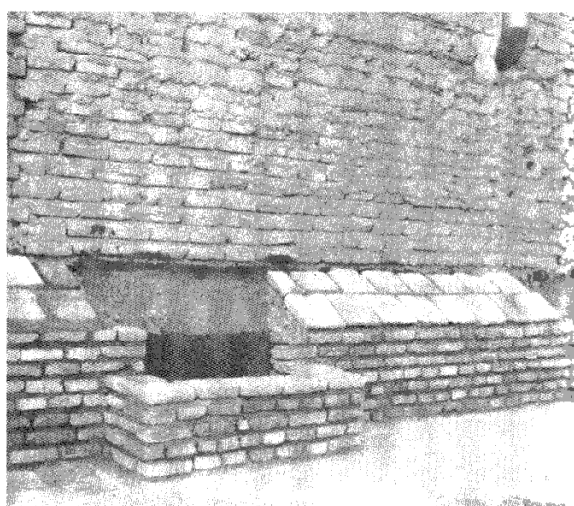
- اصول بهبود بخشی وضع کف
- I استفاده از درجه حرارت ضعیف در فصل بهار (به وسیله مقاومتهای ۵KW)
 - II بازسازی مجدد کف در روی سطح سبک تحتانی و گریه‌رو
 - III ایجاد دیوار کاذب بر جداره عایق (بلی استر غیرجاذب)



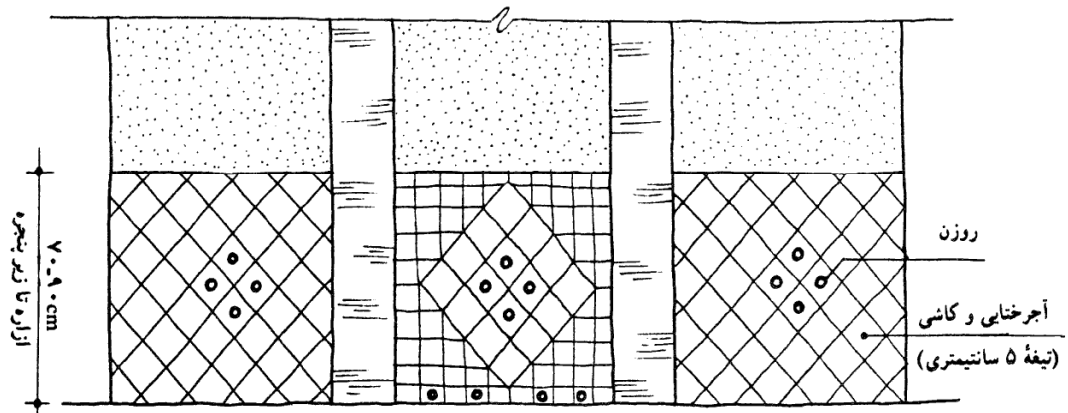
شکل ۱۵ نمونه‌ای از مبارزه با رطوبت در کف که در زیرزمین کلیسای سان کلمبانو در بویو اجرا شده است.

۳.۷ دفع رطوبت از دیواره‌های داخلی

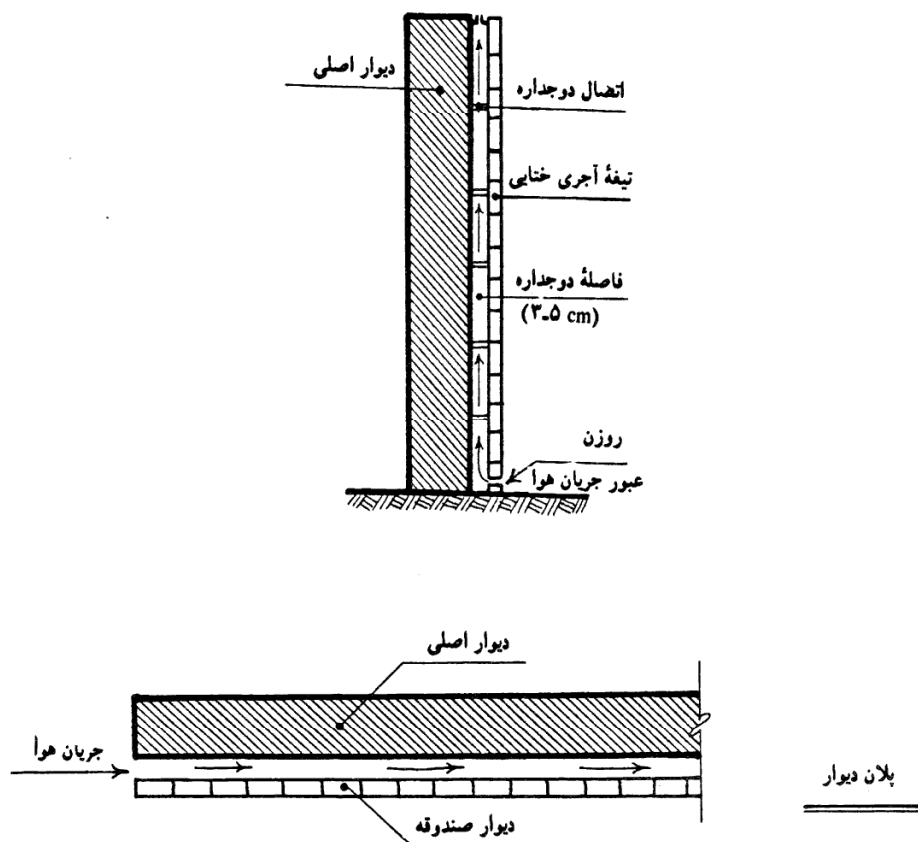
معمولاً در ساختمانهای قدیمی، برای دفع رطوبت از فضاهای داخلی، از سنگ، آجر و یا کاشی به عنوان ازاره استفاده می‌شده است. این بخش به ارتفاع ۹۰ و به فاصله ۳ تا ۵ سانتیمتر از دیوار اصلی کارگذاری می‌شده است. روزنهایی در قسمت پشت این مصالح از پایین و بالای ازاره جریان هوا را برقرار می‌کرده است (شکل ۱۶). این سیستم را در اصطلاح معماری سنتی صندوقه می‌نامیدند (شکل ۱۷). می‌توان از این روش (ایجاد دیوار دوجداره به منظور دفع رطوبت از داخل بنا) در دیوارهایی که مرطوب‌اند استفاده کرد. مثال اجرایی آن را می‌توان در بخشی از جداره ساختمان کاخ گلستان تهران مشاهده کرد.



تصویر ۴ مسجد و مدرسه آقا محمود - محله عودلاجان تهران، پس از ایجاد گریه‌رو در کف می‌توان کانال مربوطه را از طریق جرزه‌ها به سقف ازاد مرتبط کرد تا عمل تهویه تسهیل شود.



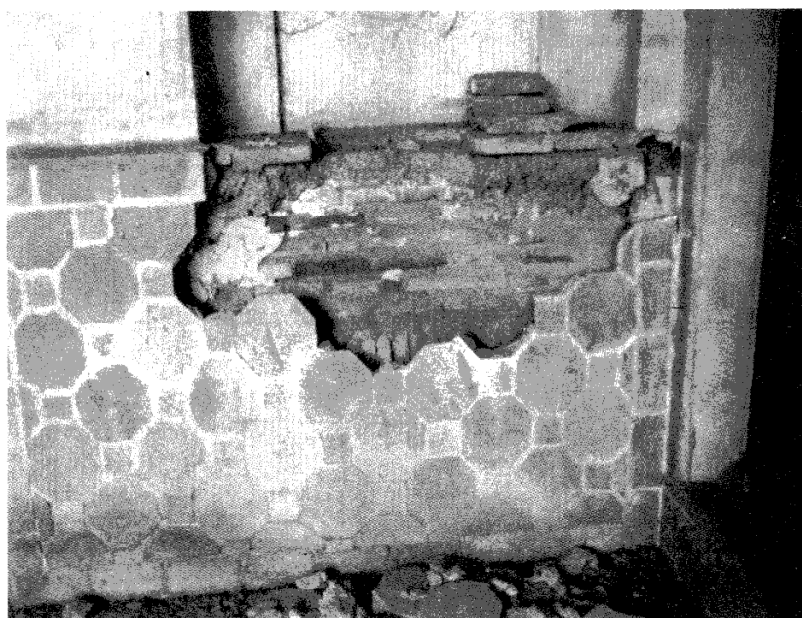
شکل ۱۶ نمای دیوار آجری و گچی به صورت صندوقه.



شکل ۱۷ برش دیوار و صندوقه.



تصویر ۵ کاشان - خانه مسکونی عباسی، صندوقه برای تسهیل عمل دفع رطوبت.



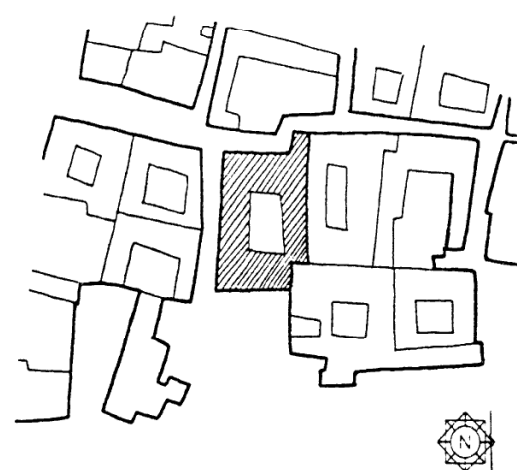
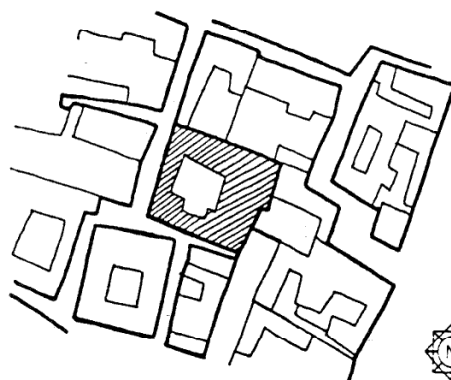
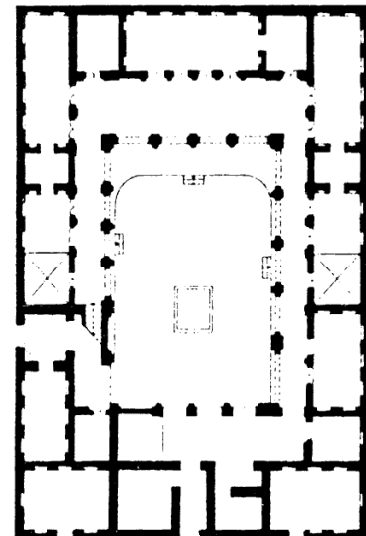
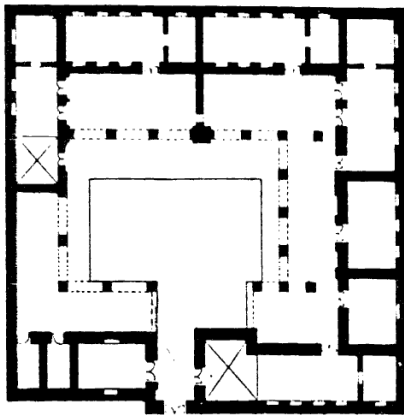
تصویر ۶ کاشان - خانه مسکونی عباسی، صندوقه برای تسهیل عمل دفع رطوبت.

شگردهای موجود در طراحی معماری برای ایجاد حداکثر کوران - از قبیل در مقابل هم قرار دادن بازشوها (شکلهای ۱۸ و ۱۹)، استقرار بنا در جهت وزش باد مطلوب، به کارگیری بادگیر (شکلهای ۲۰ و ۲۱) و غیره - استفاده کرد (مانند خانه‌های قدیمی در بنادر بوشهر، لنگه، کنگ [شکلهای ۲۲ و ۲۳] و غیره). در غیر این صورت، برای رفع این مشکل و مطلوب کردن فضای بنا باید از تهویه توسط کانالهای ورود و خروج هوا در داخل فضا استفاده کرد.

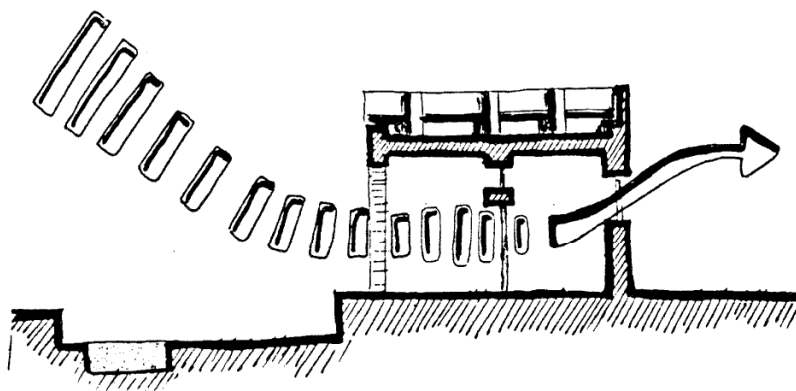
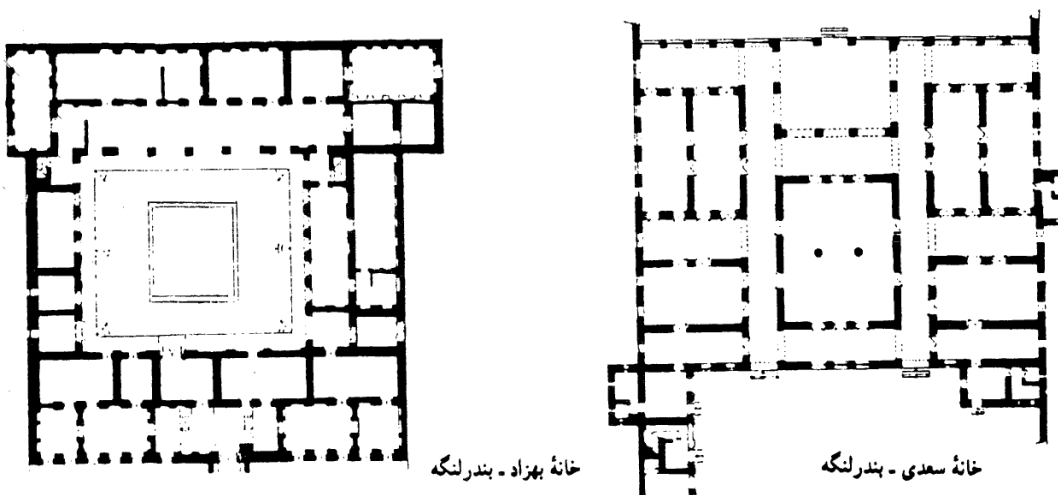
۴.۷ دفع رطوبت اشباع شده در فضاهای داخلی

بنا

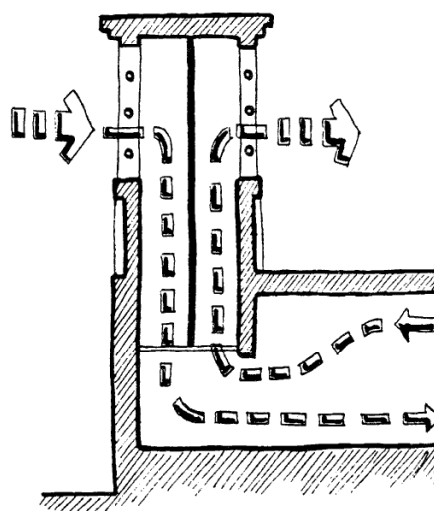
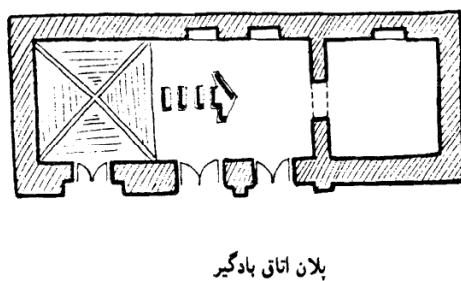
این شرایط، وضعیت نامطلوبی را برای جداره‌ها و کل بنا فراهم می‌کند. به منظور دفع این رطوبت، در درجه اول باید از



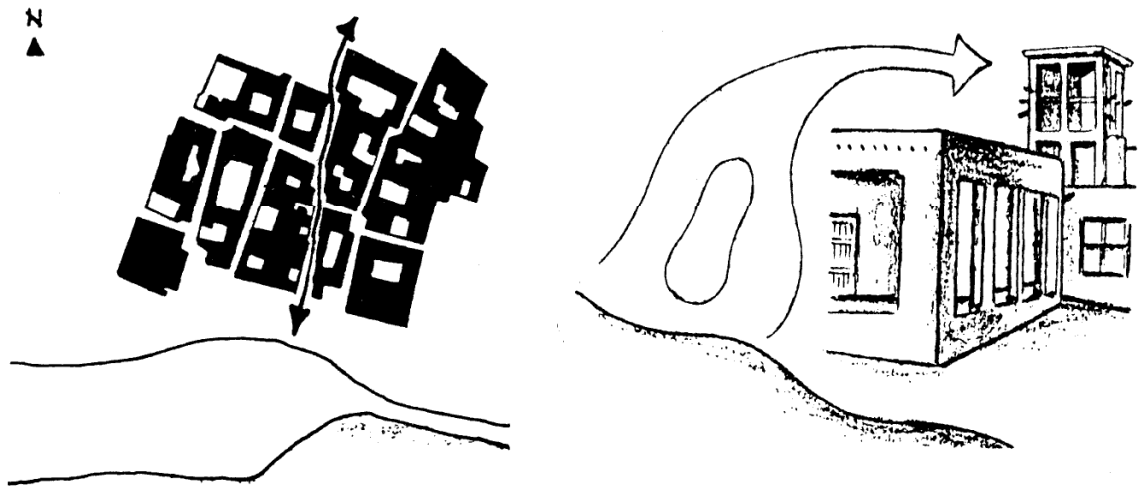
شکل ۱۸ استفاده از بازشوهای مقابل هم برای بهره‌برداری از حداکثر کوران و در نتیجه دفع رطوبت.*



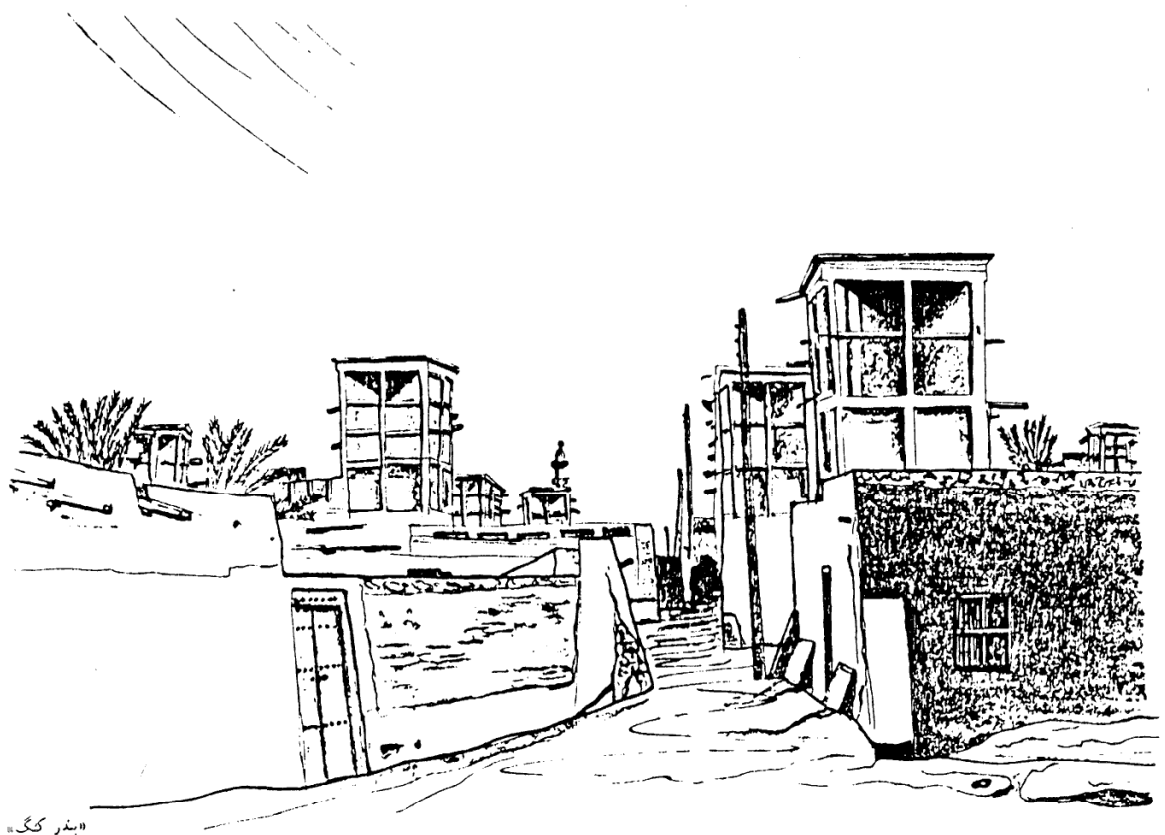
شکل ۱۹ استفاده از بازشوهای مقابل هم در جهت باد غالب به منظور برخورداری از حداکثر کوران و تهویه به منظور دفع رطوبت.*



شکل ۲۰ پلان و برش بادگیر و اتاق بادگیر (دهانه بادگیر به سمت جریان باد غالب).*



شکل ۲۱ دهانه بادگیرها در جهت استفاده از بیشترین میزان وزش باد. *
شکل ۲۲ بخشی از بافت سنتی بندر کنگ در جهت گیری به سمت دریا *



«بندر کنگ»

* مأخذ شکل‌های ۲۳-۱۸: پایان نامه کارشناسی ارشد مهندس آتس-امیرکبیریان (دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران). وزارت مسکن و شهرسازی، طرح بهسازی بافت قدیم بنا در کنگ و لنگه.

شکل ۲۳ بخشی از بافت سنتی بندر کنگ - به منظور استفاده بیشتر از وزش باد، جهت گیری عمده گذرها و همچنین دهانه بادگیرها به سمت دریاست. *

برای این عایقکاری مستلزم شناخت کافی از ماهیت این بناهاست. این عایقکاری در گذشته به روش سنتی انجام می گرفت که با مصالح اصلی بناها همخوانی داشت.

۱۰۶.۷ روش عایقکاری سنتی پوشش منحنی
مطلوبیت این روش با توجه به شکل اجرای پوششهای منحنی، در صورتی که همراه با نظارت و مراقبت مستمر باشد، به تجربه ثابت شده است. روش اجرای آن در پوششهای منحنی به شرح زیر است:

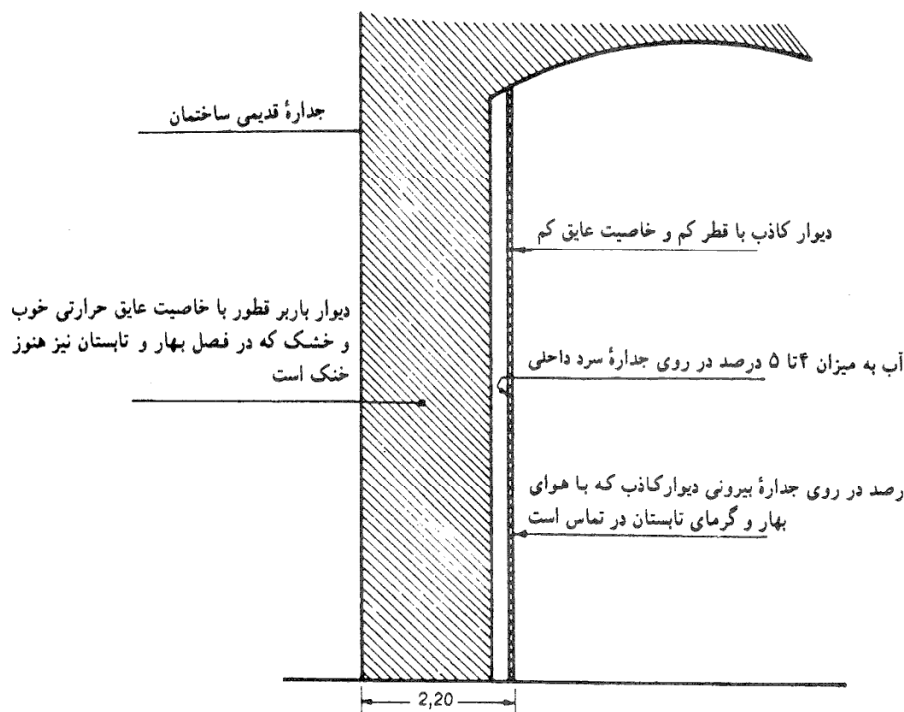
پس از اجرای تاق اصلی گنبد، در بخش فوقانی دوغاب تیزگچ در پشت تاق ریخته می شود و سپس یک پالانه در روی تاق با استفاده از آجرهای شکسته اجرا می شود. این لایه پالانه به منظور یکپارچه کردن و شیب بندی درست تاق انجام می شود. یک قشر کاهگل به ضخامت حدود پنج سانتیمتر بر روی پالانه و سپس، روی این کاهگل، آجر فرش ختایی با ملات گل اجرا می شود. در نهایت یک لایه دوسانتیمتری کاهگل نرم کل مجموعه فوق را پوشش می دهد (شکلهای ۲۶ و ۲۷).

۵.۷ دفع رطوبت داخل بنا (رطوبت حاصل از تعریق و تعرق)

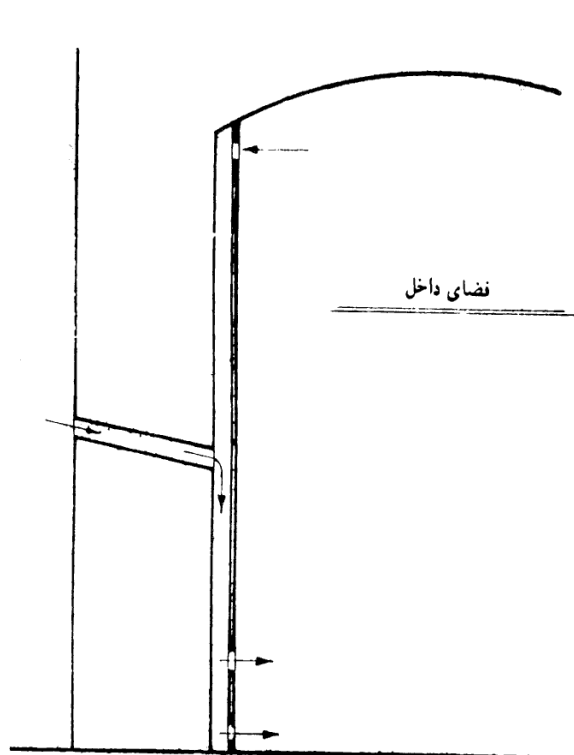
برای دفع رطوبت داخل بنا از دیوار دوجداره استفاده می شود: دیوار حایل متصل به فضای قابل استفاده ساخته می شود و بین دیوار اصلی و دیوار حایل تازه احداث شده را خالی می گذارند (شکل ۲۴). برای دفع رطوبت حاصل از تعریق (که بر اثر اختلاف دما بین داخل و خارج به وجود می آید)، از تهویه فضای کاذب ایجاد شده استفاده می شود و هدف از آن همسان کردن دما بر روی دو جداره دیوار است. برای این منظور ضمن تعبیه روزنه ای در دیوار اصلی روزنه هایی در بخش فوقانی و تحتانی جداره حایل نیز ایجاد می کنیم (شکل ۲۵).

۶.۷ شیوه پیش گیری از رطوبت نزولی در سقف بناهای سنتی با پوشش منحنی

بناهای تاریخی و سنتی زیادی با پوشش منحنی در سرزمین ما وجود دارند که عمدتاً نیازمند عایقکاری اند، ولی با توجه به شیب زیاد موجود در این پوششها انتخاب روش مناسب

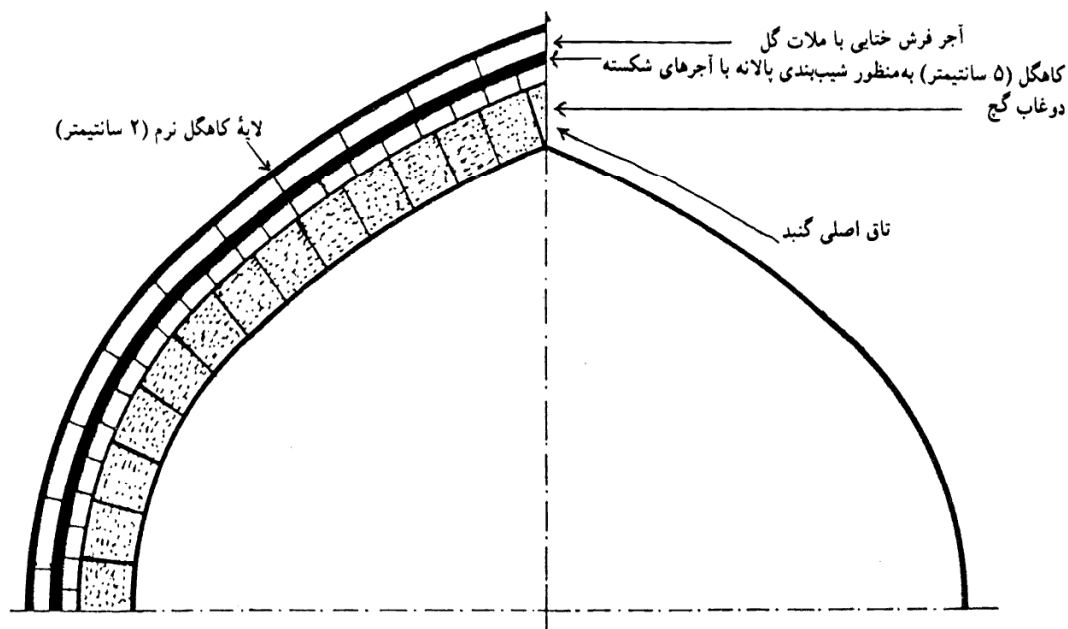


شکل ۲۴ ایجاد کوران و تسهیل عمل تهویه به کمک دیوار دوجداره.

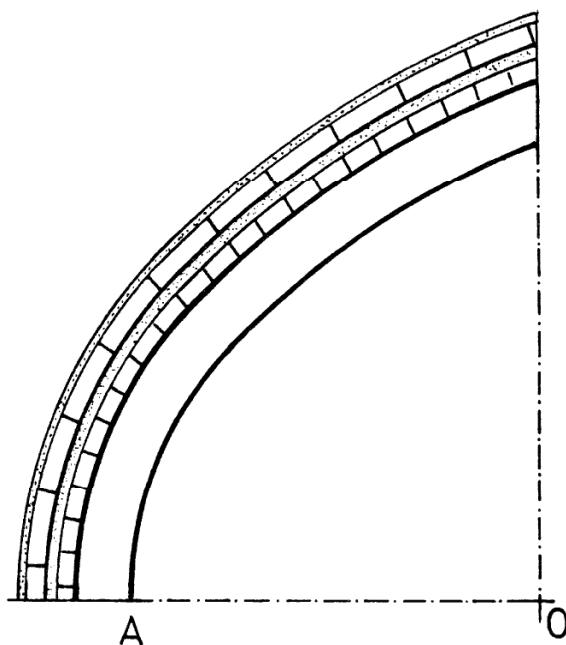


شکل ۲۵ دیوار دو جداره برای دفع رطوبت داخل بنا.

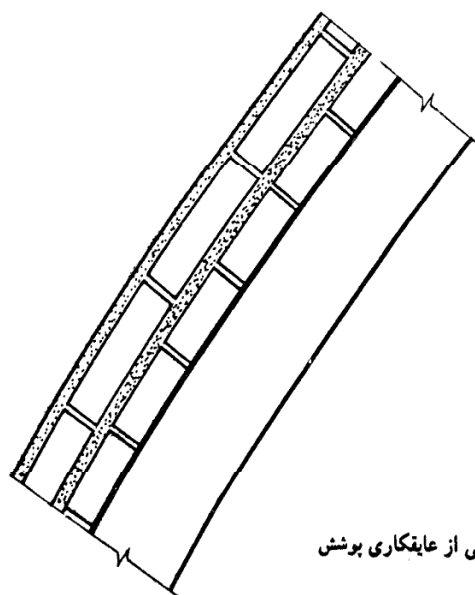
این کاهگل نهایی به منظور سیراب کردن آجرها به کار می‌رود. این نوع عایق‌بندی به علت شیب گنبدها تاکنون نتیجه مثبتی داشته است. استفاده از مصالحی از قبیل قیرگونی و انواع لایه‌های عایق متداول، که در سطوح مسطح مورد استفاده واقع می‌شوند، در سطوح منحنی فاقد کارایی لازم هستند، زیرا در این سطوح گرمای تابستان و تابش خورشید باعث سرازیر شدن و انباشتن قیر در قسمتهای تحتانی گنبد می‌شود و در بخش فوقانی سطوح منحنی، گونی فاقد قیر می‌گردد. طبعاً در چنین شرایطی آب برف و باران از آن بخش امکان نفوذ به پشت عایق را می‌یابد و در قسمتهای پایین‌تر گنبد محبوس می‌گردد و در هوای گرم بخار می‌شود. از آنجایی که بخار حاصله در محفظه‌ای فاقد امکان تنفس و تهویه قرار دارد، به داخل تاق نفوذ می‌کند. بدین ترتیب، فضای دم کرده‌ای ایجاد می‌شود که در نهایت شرایط لازم برای پوسیدگی ملات را فراهم می‌آورد. در این شرایط، به علت از بین رفتن چسبندگی ملات، بنا در معرض تخریب قرار می‌گیرد.



شکل ۲۶ روش عایق‌کاری سنتی در پوششهای منحنی.



عایقکاری پوشش



بخشی از عایقکاری پوشش

شکل ۲۷ عایقکاری پوشش.

۳.۶.۷ تبدیل پوشش منحنی به مسطح

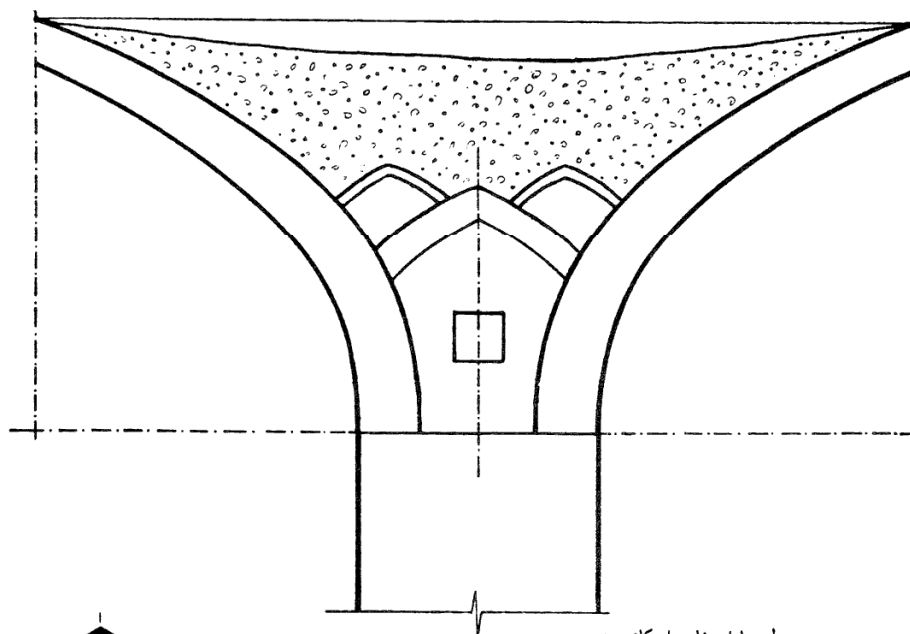
در بناهای سنتی گاهی پوشش منحنی را به مسطح تبدیل می‌کنند. این کار امکان استفاده از بام را فراهم می‌آورد، و در عین حال پوشش حفاظتی دیگری به وجود می‌آورد که امکان تنفس تاق اصلی را فراهم می‌سازد. این عمل با استفاده از کانه‌پوش انجام می‌گیرد (شکل ۲۸).

چنانچه در شکل ۲۸ ملاحظه می‌گردد، از نظر فنی این عمل از رانش تاق اصلی در شکرگاه جلوگیری می‌کند. این محفظه (فاصله بین کانه‌پوش و تاق) به صورت یک سقف کاذب عمل می‌کند و جریان هوا در این کانال، تهویه خوبی برای پوشش محسوب می‌شود. سقف نهایی مسطح شده را می‌توان با قیرگونی یا مصالح جدید عایق کرد. تجربه بناهای سنتی و پوششهای منحنی نشان داده است که انجام تزئینات از قبیل نقاشی، کاربندی، کاشیکاری و گچبری در زیر تاق اصلی ممکن نیست، زیرا عوامل زیر موجب تهدید آن تزئینات می‌شوند: ۱. احتمال رطوبت، ۲. تغییرات جوی مانند گرما

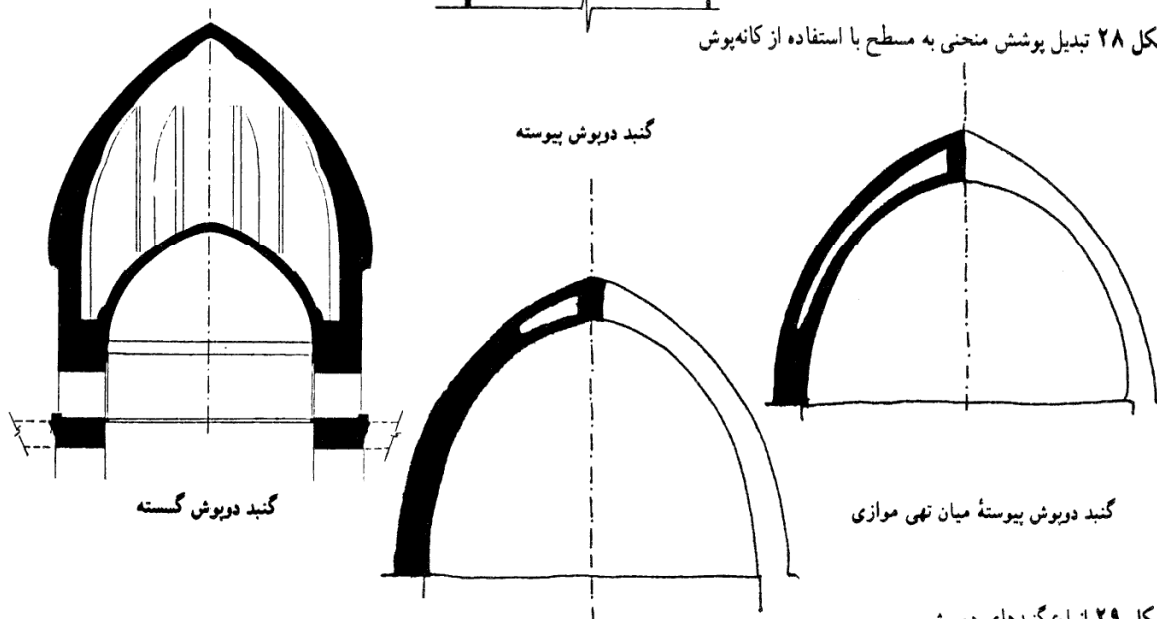
۲.۶.۷ نمونه‌ای از تخریب بنا بر اثر فقدان عایقکاری

مناسب پوشش

نمونه‌های زیادی را می‌توان در این مورد ذکر کرد که بارزترین آن تیمچه حاجب‌الدوله در بازار تهران است. در این تیمچه انجام چند لایه قیرگونی در روی تاق اصلی، بدون توجه به طبیعت سنتی بنا باعث تخریب تاق شد. بر اثر گرما و سرازیر شدن قیر، آب در گونی نفوذ کرد و در پاکار تاق جمع شد و در آنجا به علت محبوس بودن و عدم امکان تنفس ملات بین آجرها را پودر کرد و در نهایت باعث نشست تاق تا حدود چند سانتیمتر شد. همین موضوع باعث شکستگی و ریزش تاق مذکور گردید. در نهایت این تاق براساس الگوی قدیمی و با استفاده از مصالح تقویتی جدید مجدداً بازسازی شده. شایان ذکر است که در بناهای سنتی، چنانچه آب برف و باران به داخل تاق نفوذ کند، بلافاصله بعد از قطع باران، از همان مسیر نفوذ آب، بر اثر جریان هوا، تنفس و امکان تبخیر فراهم است.



شکل ۲۸ تبدیل پوشش منحنی به مسطح با استفاده از کانه پوش



شکل ۲۹ انواع گنبدهای دایره‌ای

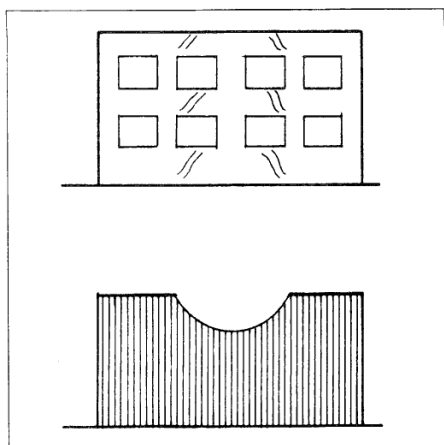
وسرما، ۳. لرزه‌های حاصل از ضربه یا صوت.

۴.۶.۷ گنبدهای دایره‌ای

در همه انواع گنبدهای دایره‌ای، گنبد فوقانی نقش یک سقف حفاظتی را ایفا می‌کند و پوشش زیری را در مقابل گرما، سرما، رطوبت و لرزش محفوظ نگه می‌دارد (شکل ۲۹). از طرفی گنبدهای دایره‌ای به لحاظ فنی مانند خرابی عمل می‌کنند و از نظر ایستایی در خنثی کردن رانشها به همدیگر کمک می‌کنند.

باید تأکید کرد که نفوذ رطوبت در بنای تاریخی،

چنانچه به مانعی در تبخیر و تنفس برخورد کند، به عامل مخل تبدیل می‌شود. لذا مصالحی از قبیل قیرگونی، رنگ روغن و اندود سیمان چنانچه بدون مطالعه در این بناها به کار روند، مانع تبخیر این رطوبت از پیها، دیوارها یا سقف بنا می‌شوند و زمینه را برای بروز عارضه و ضایعه مساعد می‌کنند. پس باید به طبیعت بنای قدیمی توجه داشت و ضمن آشنایی با ماهیت آن، شیوه مناسب را برای مرمت و یا مداخلات دیگر برگزید تا مداخله نابجا باعث بروز ضعف در مقاومت مصالح موجود بناهای سنتی نشود.



درس هشتم

انواع ترکها و نشستها در ابنیه

۱.۸ ترک ناشی از نشست طبیعی ساختمان در

زمین

در اثنای تاریخی و قدیمی، ساخت و ساز فشاری بر قشرها و لایه‌های زمین تحمیل کرده و این عمل تا زمانی ادامه یافته است که تعادلی نسبی بین بار وارده و عکس‌العمل و مقاومت زمین برقرار شده است. با توجه به اینکه دستاوردهای چشمگیر احداث پی در زمان حاضر در گذشته وجود نداشته است، برای تعدیل نشستهای احتمالی آتی و همچنین پیشگیری از تأثیرات منفی آن در کل ساختمان، اجباراً بنا را در مقاطع زمانی مختلف اجرا می‌کردند.

۲.۸ ترک بر اثر نشست زمین در زیر پی‌های

ساختمان

تغییرات حاصل بر اثر فشار آبهای زیرزمینی، که برای مصارف روزانه و صنعتی مورد استفاده واقع می‌شود، یا در مواقعی به وجود آمدن رطوبت در زیر پی‌ها (رسیدن رطوبت به رس زیر پی و عواقب طبیعی حاصل از آن) موجب ایجاد ترک در بنا می‌شود.

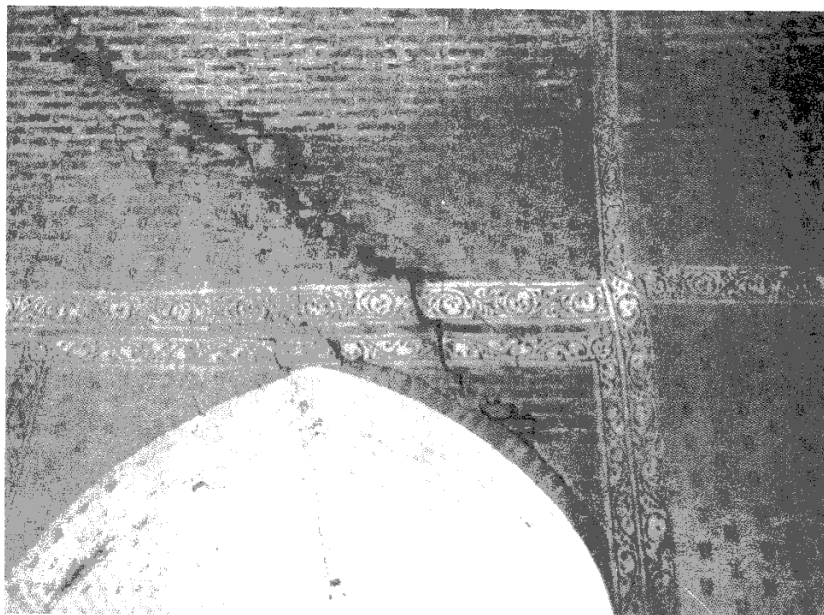
۳.۸ ترک ناشی از خشک شدن لایه‌های ساختمان

در زمان ساخت بنا و عوامل جوی در طول زمان

در زمان احداث هر بنا رطوبتی طبیعی در ملات و سایر مصالح ساختمان وجود دارد. این رطوبت به مرور زمان از بین می‌رود و موجب ایجاد ترک در بنا می‌شود. از طرف دیگر، بر اثر تغییر عوامل جوی (در فصول مختلف) و تغییرات جوی در گذر زمان (افزایش یا کاهش میزان رطوبت) نیز ترک پدیدار می‌شود. چنانچه می‌دانیم، افزایش دما در فصول گرم (انبساط) و تقلیل دما در فصول سرد (انقباض) موجب تغییرات مدامی است که در زمینه‌سازی و تشدید بروز ترکهای ناشی از عوامل دیگر تأثیر مستقیم دارد و یا خود باعث ایجاد ترک می‌شود.

ترکها معمولاً بر اثر عوامل متعددی ایجاد می‌شوند که اینک به تعدادی از آنها اشاره می‌شود:

۱. ترک ناشی از نشست طبیعی ساختمان در زمین
۲. ترک بر اثر نشست زمین در زیر پی‌های ساختمان
۳. ترک ناشی از خشک شدن لایه‌های ساختمان در زمان ساخت بنا و عوامل جوی در طول زمان
۴. ترک ناشی از جابه‌جایی ناگهانی لایه‌های زمین بر اثر عواملی مانند زمین‌لرزه و بادهای شدید
۵. ترک بر اثر کاهش یا افزایش بار وارد بر پی‌ها
۶. ترک بر اثر وارد آمدن نیروهای رانشی به بنا
۷. ترک ناشی از لرزه‌های پیرامون بنا بر اثر عواملی مانند ترافیک، انفجار، حفاری و غیره
۸. ترک بر اثر احداث ساختمان بر روی بقایای بناهای سابق
۹. ترک بر اثر تغییر فشار آبهای زیرزمینی و تغییر میزان رطوبت در بخش زیر پی‌ها
۱۰. ترک بر اثر تعبیه و فعالیت تأسیسات مدرن در داخل ساختمان قدیمی
۱۱. ترک ناشی از کاهش تدریجی مقاومت و چسبندگی مصالح و ملاتها به علت فرسودگی در طول زمان
۱۲. ترک بر اثر ساخت و ساز جدید (الحاق) بدون توجه به پیوستگی و همبستگی سازه‌ای ساختمانهای قدیمی



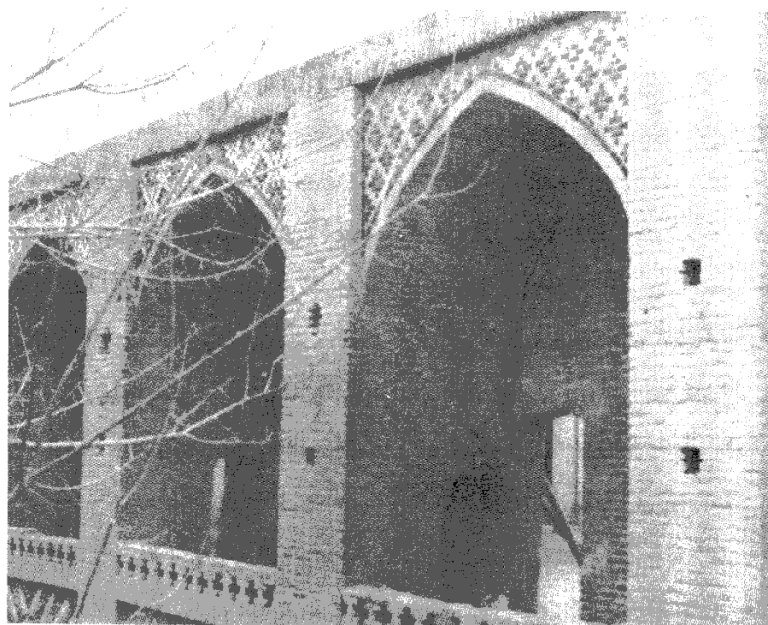
تصویر ۱ ورامین - مسجد جامع، ترک بر اثر نشست پی در شبستان مسجد.

۴.۸ ترک ناشی از جابه‌جایی ناگهانی لایه‌های زمین

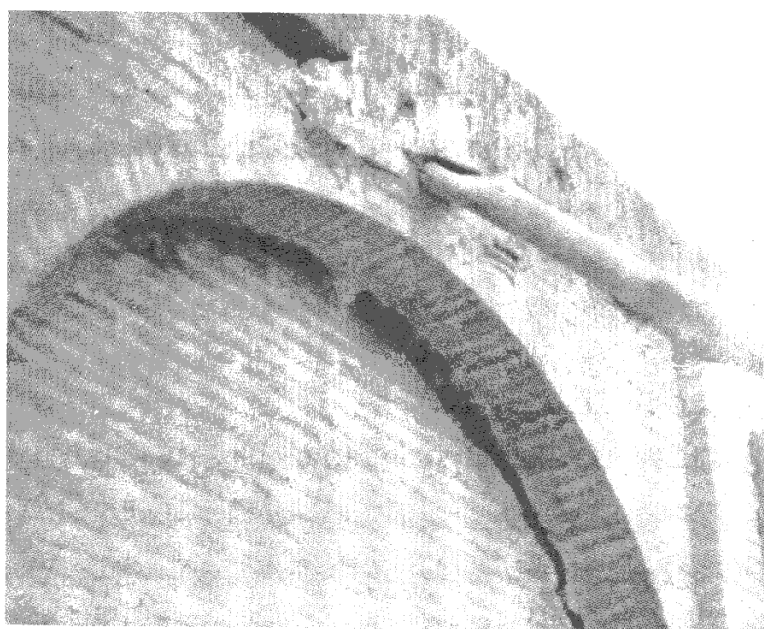
جابه‌جایی لایه‌های زمین بر اثر عوامل سریعی مانند زمین‌لرزه و بادهای شدید موجب ایجاد ترکهای قابل توجه در بناهای قدیمی می‌شود که گاه نیز به انفصال دوجداره می‌انجامد.



تصویر ۲ ارومیه - مسجد جامع، ترک ناشی از زمین‌لرزه در زیرگنبد.



تصویر ۳ ماهان کرمان - مقبره شاه نعمت‌الله ولی، شاه‌نشین صحن محمدشاهی: انفصال دوجداره بر اثر نیروهای وارد ناشی از زلزله.



تصویر ۴ مقبره شاه نعمت‌الله ولی، پیش از یافتن علت اصلی آسیب، با استفاده از شمعی‌بندی، عمل رفع خطر انجام می‌گیرد.

۵.۸ ترک بر اثر کاهش یا افزایش بار وارد بر پی‌ها

در ابنیه قدیمی فشاری عمل کردن بیشتر اجزاء و عناصر باربر ساختمان تعادلی را در بارگذاری ایجاد می‌کند. این تعادل تمام نیروهای رانشی و فشاری را خنثی و بار ساختمان را به صورت صحیح از مرکز ثقل پایه‌ها و دیواره‌ها به زمین منتقل می‌کند. هرگونه تغییر در بارگذاری (کم یا زیاد کردن) در این تعادل اختلال ایجاد می‌کند و در نتیجه ساختمان دچار ضایعات و ترکهای شدید می‌شود.

برای مثال، اگر نیروی فشاری بار قائم گلدسته‌ها از کناره‌های ایوانها حذف شود (بر اثر تخریب گلدسته یا مناره‌ها)، نیروهای رانشی تاقهای ایوان در پایه‌های جانبی باربر زنده می‌شود و موجب رانش پایه‌ها می‌گردد، مانند سردر ورودی مسجد جامع ورامین.

مثال دیگر را می‌توان در ساختمان کاخ مرمر تهران جستجو کرد که به دلیل انتقال بار اضافی سقف حفاظتی بر روی دیواره‌های جانبی، فشار زیادی در این دیواره‌ها ایجاد و موجب بروز ترک و خرد شدن لبه‌های سنگ مرمر شده است. نتیجه می‌گیریم که در بناهای قدیمی تغییراتی از قبیل افزودن و یا کم کردن حجمی از بنا باید با مطالعات قبلی و پیش‌بینی‌ها و محاسبات دقیق فنی همراه باشد تا به تنشهای بعدی دامن نزنند.

۷.۸ ترک ناشی از لرزه‌های پیرامون بنا بر اثر

عواملی مانند ترافیک، انفجار، حفاری و غیره ابنیه قدیمی با توجه به زمان ساخت، در بستر طبیعی زمان و مکان خود به زندگی ادامه می‌دهند و هر عامل خارجی مانند احداث خیابانها و در نتیجه ایجاد ترافیک سنگین همراه با صدا و لرزش، همچنین سایر عوامل نظیر احداث کارخانه‌ها و کارگاهها، انفجارها و عملیات حفاری، در تعادل طبیعی بنا که اجزاء آن به صورت فشاری عمل می‌کنند اختلال ایجاد می‌کنند. باید در اطراف ابنیه تاریخی و قدیمی حریمهایی تعیین کرد تا از صدمات احتمالی فوق به بناهای ارزشمند جلوگیری شود.

۸.۸ ترک بر اثر احداث ساختمان بر روی بقایای بناهای سابق

از آنجایی که پی‌های سازه‌های قدیمی، بر اثر گذشت زمان و فرسایش تدریجی مصالح، مقاومت خود را از دست داده‌اند، تحمل بار ساختمان جدید را ندارند و بارگذاری بلافاصله سبب خرد شدن لایه‌های پی و در نتیجه موجب ناپایداری و ظهور ترک در ساختمان جدید خواهد شد.

۹.۸ ترک بر اثر تغییر فشار آبهای زیرزمینی و

تغییر میزان رطوبت در بخش زیر پی‌ها چنانچه روشن است، بناهای قدیمی در طول سالیان متمادی خود را با طبیعت مکان و فشارهای موجود در قشرهای زیرین پی هماهنگ کرده و به تعادل رسیده‌اند. هرگونه تغییر در این نظام تعادلی دوجانبه (کاهش فشار آب یا افزایش آن) موجب بروز اختلالاتی در پی‌ها و در نتیجه کل ساختمان می‌شود که به صورت نشست و ایجاد ترک در ساختمان بروز می‌کند. بنابراین، کنترل و ثابت نگه داشتن آبهای زیرزمینی تا حد امکان برای حفاظت بنای تاریخی ضروری است.

۶.۸ ترک بر اثر وارد آمدن نیروهای رانشی به بنا

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، اجزاء بنای قدیمی اکثراً به صورت فشاری عمل می‌کنند و تمام نیروهای رانشی توسط نیروهای فشاری خنثی شده به زمین انتقال می‌یابد. چنانچه نیرویی بدون در نظر گرفتن تعادل بنا از جهات مختلف به آن وارد گردد، خود به خود تعادل موجود را در ساختمان برهم می‌ریزد و در نتیجه ترکها و جابه‌جایی‌ها ظاهر می‌گردند.

نوع مصالح مورد استفاده در بنا دارد. اجتماع این دو عامل، مقاومت بنا را در برابر نیروهای وارده تقلیل می‌دهد و بروز ترک یکی از عوارض آن است. بنای قدیمی باید به‌طور مداوم مورد مراقبت قرار گیرد، به‌خصوص پوشش‌های بنا که مستقیماً در معرض عوامل جوی قرار دارند. برای مثال، سقفی که تزیینات گچی و غیره دارد، با ملات به توفال متصل است و این ملات تمامی بار سقف تزیین شده را به‌صورت معلق نگه می‌دارد. بر اثر اضمحلال این ملات، چسبندگی بین سقف و توفال از بین می‌رود و ضمن بروز ترک و تغییر شکل، سقف ریزش می‌کند.

۱۲.۸ ترک بر اثر ساخت و ساز جدید (الحاق) بدون توجه به پیوستگی و همبستگی سازه‌ای ساختمانهای قدیمی

با توجه به اینکه بناهای قدیمی دارای انسجام سازه‌ای و همچنین همبستگی در ترکیب و ساختار خود هستند، هر نوع دخل و تصرف در بنا که بی‌توجه به این اصول سازه‌ای و ترکیبی و بدون مطالعه انجام گیرد، مسلماً ضایعاتی را ایجاد می‌کند که یکی از آنها ایجاد ترک و جابه‌جایی در اسکلت بناست.

۱۳.۸ فشارهای وارده و ترک‌ها

در شکل ۱، ترک‌هایی که به‌صورت عمود بر صفحه دیوار مشاهده می‌شوند معمولاً معلول فشارهای وارده یا فشار حاصل از تاقیها و یا فشارهای حاصل از فعل و انفعالات خود زمین‌اند. اگر پی مستعد نشست باشد، این فشارها ممکن است باعث چرخش شوند. از طرفی، حتی امکان دارد ترکهای افقی نیز بر اثر این فشارها ایجاد شوند و این درست زمانی اتفاق می‌افتد که دیوار بر اثر استقامت زمین از دو جانب شکم داده و باعث فلج شدن آن بخش خاص و آن برش از دیوار شده باشد.

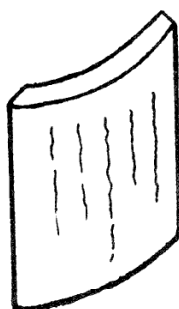
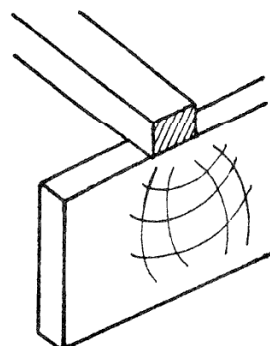
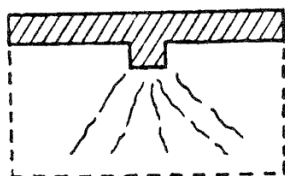
۱۰.۸ ترک بر اثر تعبیه و فعالیت تأسیسات مدرن در داخل ساختمان قدیمی

در بناهای قدیمی تأسیسات در خارج از بنا احداث می‌شد و لوله‌کشی برای سرویسها و تأسیسات گرمایشی و سرمایشی در داخل ساختمان وجود نداشت. اما اکنون به‌منظور احیای ابنیه قدیمی این تأسیسات اجباراً به داخل بنا منتقل می‌شوند. در بیشتر این ابنیه، به‌علت اجرای نادرست این تأسیسات و در نتیجه نشست آب از لوله‌ها و نفوذ آن به‌زیر پی‌ها، نشست و ترک رخ می‌دهد. برای مثال، یکی از پایه‌های رواق گونه مدرسه شهید مطهری، که اخیراً به آشپزخانه تغییر کاربری یافته است، بر اثر نفوذ فاضلاب آشپزخانه کاملاً نشست کرده تا اندازه‌ای که در خطر فرو ریختن قرار گرفته است. همچنین، انتقال سرویس بهداشتی به داخل بنای کوشک در باغ هرندي کرمان (که اخیراً به موزه تغییر عملکرد یافته است)، موجب ایجاد رطوبت در بنا شد.

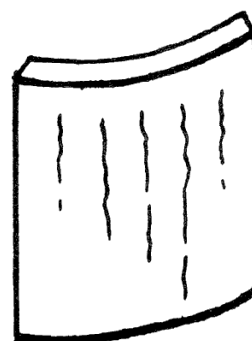
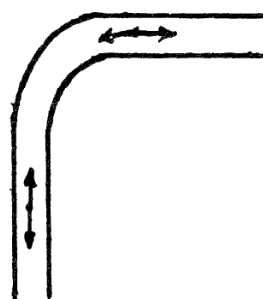
پس باید توجه داشت که مداخله در بنای قدیمی و احداث تأسیسات جدید، مشروط به رعایت اصولی خاص در طراحی با نگرشی ویژه به طبیعت بنای قدیمی است. مثلاً اگر بتوان کانالهایی را در داخل ساختمان پیش‌بینی کرد و عایقکاری و زهکشی لازم را در این کانالها انجام داد، می‌توان کلیه لوله‌های تأسیساتی را در آنها کار گذاشت تا بتوان ضمن کنترل و تعویض اجزاء فرسوده، مانع از عوارض ناشی از نشست آب و غیره شد و نفوذ اتفاقی آب به آن را به چاههای فاضلاب هدایت کرد.

۱۱.۸ ترک ناشی از کاهش تدریجی مقاومت و چسبندگی مصالح و ملات‌ها به‌علت فرسودگی در طول زمان

فرسودگی و کاهولت ابنیه همراه با عوامل جوی، تأثیرات مستقیم و عوارض منفی برای ساختمانها در پی دارد. میزان تأثیر عوامل جوی از قبیل تغییرات دما و رطوبت بستگی به



شکل ۱ فشارهای وارده و ترکهای حاصل.



شکل ۲ ترک در دیوارهای منحنی.

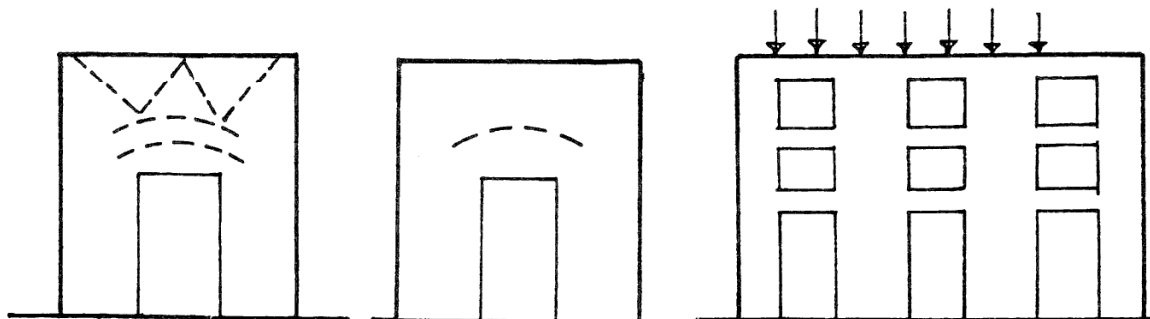
۱۰.۱۳.۸ ترک در دیوارهای منحنی

در این نوع دیوارها ترکها خیلی بیشتر از دیوارهای صاف هستند زیرا فشارهای عمودی در جداره با تنشهای کششی همراه اند (شکل ۲).

۲۰.۱۳.۸ ترک در نقاط اتصال دیوارها

نقاط اتصال دیوارها در کنج به صورت L یا T و ... به صورت فاحشی تحت تأثیر نیروهای متمرکز قرار می گیرند. اگر اتصال به خوبی انجام نشده باشد، امکان ایجاد ترک و انفصال

در دیوارهای پشتیبان (پشتبندها)، معمولاً در بخش پُر دیوار ترکهای افقی وجود دارند ولی قابل رؤیت نیستند. اگر تغییر فشارهای وارده در طول دیواری همگن نباشند، در نوع انحراف طولی تغییر پدید می آید و در نتیجه ترکهای عمودی به وجود می آیند. نیروها و فشارهای متمرکز، که بر اثر وجود تیرهای سقف حاصل می شوند، ممکن است یکی از عوامل ایجاد ترکهای مایل و گاه متمایل به قائم شوند. هرگاه نیروهای متمرکز با مقاومت قابل توجه زمین مواجه شوند، شاهد بروز ترکهای افقی نیز خواهیم بود.



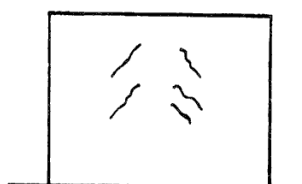
شکل ۵ موقعیت ترک در بالای یکی از سردرها در دیواری با مقاومت بالا.

شکل ۴ موقعیت ترک در بالای یکی از سردرها در دیواری با مقاومت کم.

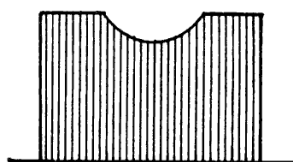
شکل ۳ روند ایزواستاتیکی در دیواری با بازشوهای زیاد.

بسیار زیاد است.

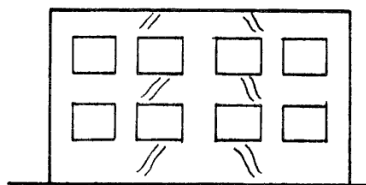
نشستهای غیرهمگن لایه‌های مختلف زمین خود از دلایل بروز ترک و یا چرخشهای شدیدند که معمولاً در گوشه‌ها و کنجهای اتصالی بروز می‌کنند.



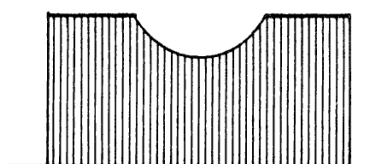
دیوار بدون وزن



دیاگرام فشارهای زمین



دیاگرام فشارهای زمین



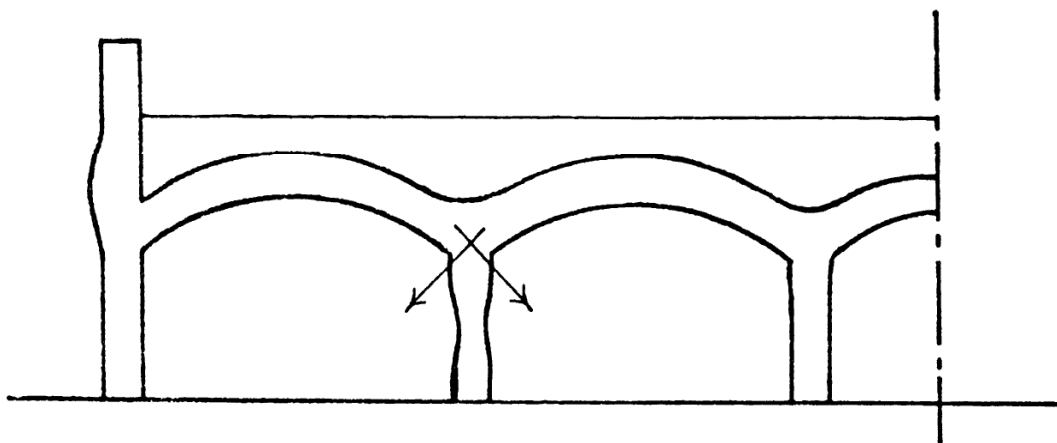
شکل ۶ وضع موجود جداره و بازشوها و دیاگرامهای مربوط به فشار زمین بر اثر وجود بازشوها و ترکهای حاصله.

۳.۱۳.۸ ترک در جداره‌ها و دیوارهای پر بازشو

(پنجره و در)

وجود بازشوها در دیوار، جز افزایش نیروهای فشاری در بخشهای اطراف و حواشی بازشو، باعث تشکیل و پخش شبکه نیروهای کششی و فشاری خاص می‌شود که معمولاً به انفصال قسمتی فوقانی از دیوار می‌انجامد (شکل‌های ۳-۶).

در نماهایی که تعداد بازشوها بیشتر باشد بر اثر نشست پیاپی تعداد ترکها افزایش می‌یابد (شکل ۷) و این ترکها در نقاط ضعف بیشتر مشهودند.

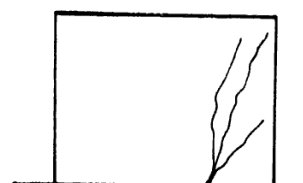


شکل ۸ تورم و انفصال در جداره‌ها در نتیجه فشارهای غیرمتعادل در یک قوس.

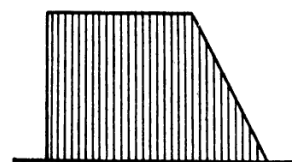
۱۴.۸ سازه بنا و رابطه آن با ترکها

سازه یک بنا در مجموع خیلی پیچیده‌تر از عناصری است که تا به حال در مورد آنها صحبت شده است. ایجاد و روند رشد ترکها معمولاً متأثر از مسائل مختلفی است. وجود باز شو و خلأ حاصل از محفظه راه پله‌ها به نوبه خود در پخش نیروها و میزان استحکام و انسجام در حجم بنا مؤثر هستند. تنها از طریق مطالعه دقیق این ارتباطات و وابستگی نیارشی در سطح بناست که می‌توان به ریشه ترکها در بنا پی برد.

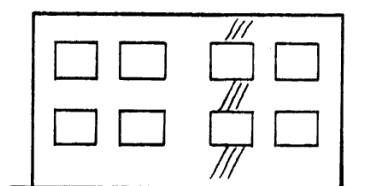
برای مثال، در شکل ۸، افزایش بار وارده موجب ضعف و ایجاد اختلال در وضع ستون شده است. همچنین، دیوار نهایی با تورم خود خود سازه را تشدید کرده است.



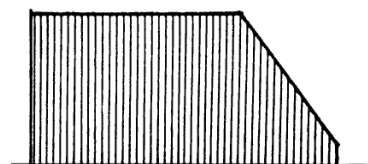
روند ترکها در دیوار بدون روزن یا با روزن (ترکها بر اثر نشت پی ایجاد شده)



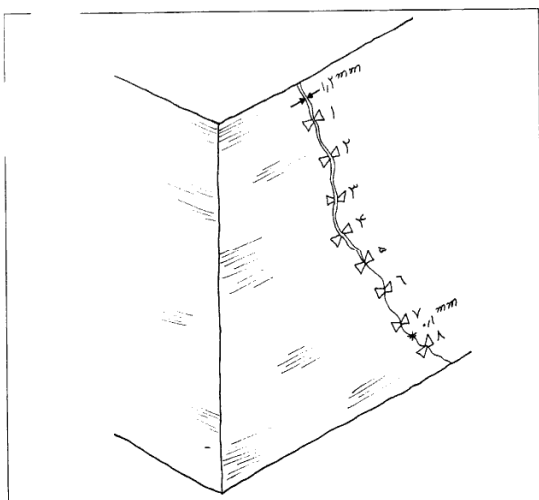
دیاگرام فشارهای زمین



دیاگرام فشارهای زمین

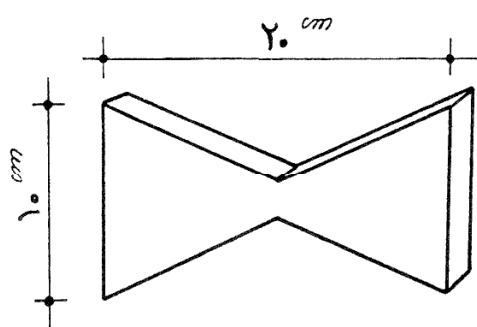


شکل ۷ وضع موجود و دیاگرامهای مربوط به فشارهای زمین.



درس نهم

روشی برای شناسایی ترک و نشست در بنا



شکل ۱ شاهد دم چلچله‌ای.

به نوع ترک و کیفیت نهایی مورد نظر ما دارد (شکل ۲). در کنار کار جدولی تهیه و هرماه یک بار، براساس شماره شاهد، تغییرات آن در جدول ضبط می‌شود (جدول ۱). سپس براساس این جدول منحنی پیشرفت ترک را ترسیم می‌کنیم (شکل ۳). پس از مدتی می‌توان بررسی کرد که ترک فعال (در حال پیشروی) است یا غیرفعال (متوقف). آن‌گاه توجه می‌کنیم که در صورت فعال بودن، چه عواملی در آن دخیل هستند. سپس به اقتضای نیاز مرمتی بنا، اقدامات و راه‌حلهای متناسب را بر می‌گزینیم.

در بررسی منحنی پیشرفت ترک، ملاحظه می‌کنیم که ترک از بخش فوقانی ساختمان رو به پایین است و شدت آن هرماه بیشتر شده و سریعاً بخشهای تحتانی را نیز تحت تأثیر قرار داده است. این بررسی نشانگر وجود ضایعه بر اثر رانش در بخشهای فوقانی بناست. اما اگر در همان ماه اول، تمام شاهد‌ها گواه پیشروی ترک باشند، نتیجه می‌گیریم که بی‌نشست کرده است.

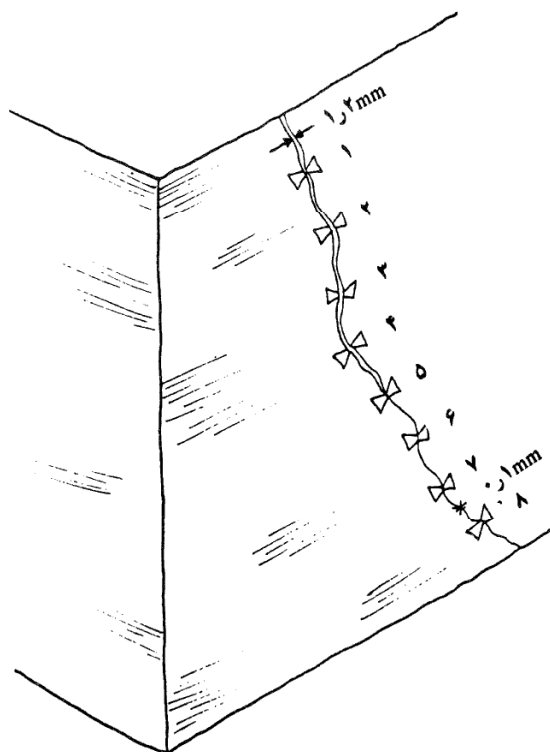
با توجه به انواع ترکها در بحث پیش، لازم است در یک بنای تاریخی به مطالعه و بررسی نوع ترک و عوامل به‌وجود آورنده آن پرداخت، و دریافت که کدام یک از دوازده عامل باعث این ضایعه شده است، چراکه دستیابی به عامل مخل برای درمان ضروری است. قدم اول شناسایی خود ترک و فعال یا غیرفعال بودن آن است. در بررسی اولیه ترک، اگر داخل ترک خاک گرفته و سیاه باشد، می‌توان استنباط کرد که ترک فعال نیست و شاید بر اثر یک حادثه در زمان خاصی به‌وجود آمده و سپس متوقف شده است.

اما این بررسی نمی‌تواند موثق باشد، زیرا انحرافات و تغییر شکلها در بناهای قدیمی بطنی است و امکان کثیف شدن و دود گرفتن ترک حتی در زمان فعالیت آن نیز وجود دارد، بویژه که با آلوده شدن هوای اکثر شهرها، این پدیده بیشتر مشاهده می‌گردد. بنابراین، باید بررسیهای علمی با استفاده از دستگاههای مدرن برای شناسایی دقیقتر آن انجام شود. اما اگر این ابزارهای مدرن به عللی در دسترس نباشد، کارشناس مرمت بنا می‌تواند با علامت‌گذاری بر روی ترکها حرکت‌های بعدی آنها را ثبت کند.

۱۰۹ روش شاهدگذاری

یکی از این روشها شاهدگذاری است. بر روی ترک علایمی گچی یا شیشه‌ای در داخل و خارج ساختمان قرار داده می‌شود. برای این علامات غالباً از گچ استفاده می‌شود. (انتخاب مصالح شاهد بستگی به عواملی جوی داخل و خارج بنا دارد). ابعاد شاهد به طول ۲۰ cm، عرض ۱۰ cm و ضخامت ۲ cm است که برای دقت بیشتر، آن را به صورت دم چلچله‌ای می‌سازند (شکل ۱).

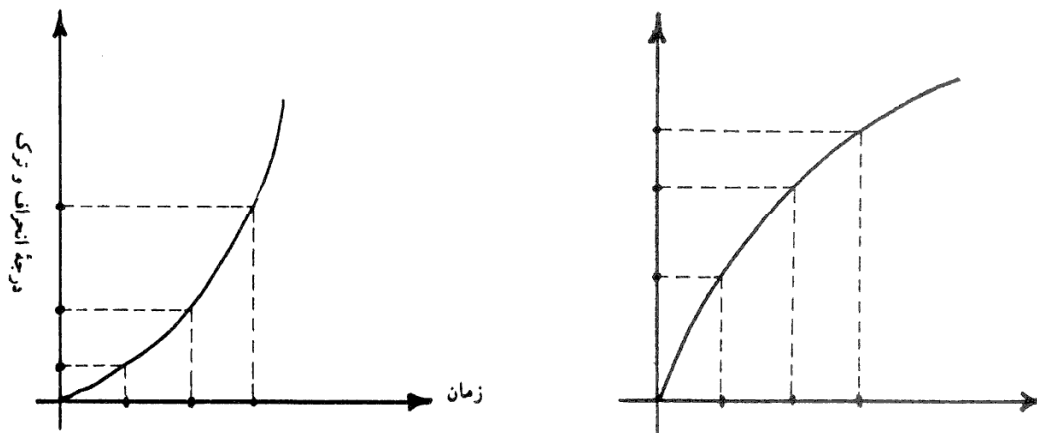
روش اجرای آن به این صورت است که محل ترک را از داخل تمیز و محل شاهد را کمی زیر و مرطوب می‌کنند تا قدرت چسبندگی آن افزایش یابد. تعداد این شاهد‌ها بستگی



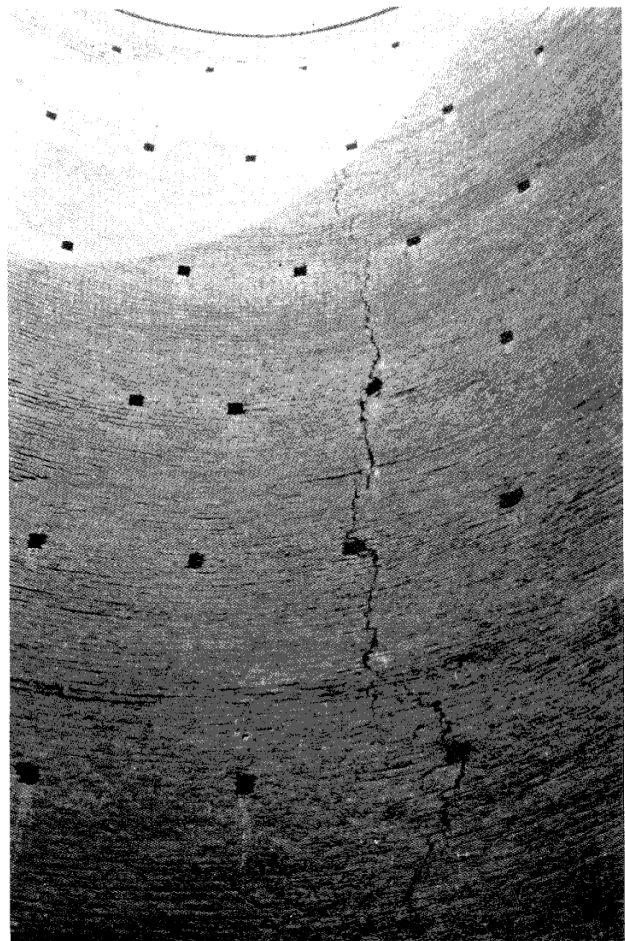
شکل ۲ روش شاهدگذاری.

جدول ۱ شاهدگذاری

شماره شاهد	تاریخ بازدید	مقدار ترک	تاریخ بازدید	مقدار ترک	تاریخ بازدید	مقدار ترک	تاریخ بازدید	مقدار ترک
	۷۳/۲/۸	mm	۷۳/۲/۸	mm	۷۳/۲/۸	mm	۷۳/۲/۸	mm
۱	×	۰.۲	×	۰.۳	×	۰.۵	×	۱.۲
۲	—	—	×	۰.۲	×	۰.۳	×	۰.۸
۳	—	—	—	—	×	۰.۲	×	۰.۷
۴	—	—	—	—	×	۰.۱	×	۰.۶
۵	—	—	—	—	×	—	×	۰.۵
۶	—	—	—	—	×	—	×	۰.۴
۷	—	—	—	—	×	—	×	۰.۳
۸	—	—	—	—	×	—	×	۰.۲
۹	—	—	—	—	×	—	×	۰.۱
۱۰	—	—	—	—	—	—	—	—
۱۱	—	—	—	—	—	—	—	—
۱۲	—	—	—	—	—	—	—	—
۱۳	—	—	—	—	—	—	—	—



شکل ۳ منحنی تغییرات ترک.



تصویر ۱ شهر ری - برج طغرل، ترک عمودی بر بدنه.

درس نهم
زلزله و بناهای تاریخی

شناخت زلزله

زلزله پدیده‌ای است همانند سایر حوادث طبیعی و با توجه به موقعیت خاص جغرافیایی ایران هر آینه بایستی در انتظار این حادثه طبیعی بود، لذا ضرورت شناخت و پیش بینی راه کارهای مناسب برای به حداقل رساندن آسیب‌های ناشی از آن در اماکن، ابنیه و ساختمان‌های قدیمی و تاریخی امری ضروری است.

بدیهی است چنانچه سازه در بنایی قدرت انتقال بارهای وارده را نداشته باشد به طور طبیعی ساختمان آسیب خواهد دید و امکان تخریب نیز فراهم می‌شود و این مصداق در مورد زلزله نیز برای ساختمان‌ها جاری است بدین مفهوم که عدم پیش بینی روش‌های فنی مناسب برای خنثی کردن نیروهای حاصل از زلزله، عوارض و عواقب جبران ناپذیر مالی و جانی در پی خواهد داشت.

سطح داخلی زمین به طور تقریبی متشکل از بیست صفحه زمین^۱ ساختی شناور و مجزا بر روی لایه‌های نرم‌تر درون زمین می‌باشد. این صفحات به دلیل جریان‌هایی در هسته مایع داخلی زمین پیوسته در حال حرکت نسبت به یکدیگر هستند و بنابراین انرژی الاستیکی در امتداد لبه‌های این صفحات ذخیره و گاه با یک حرکت سریع و ناگهانی آزاد و موجب ایجاد ارتعاشات کوتاه و قوی در سطح زمین می‌گردد، این حرکت همان زلزله است.

محل و مکانی از پوسته زمین که انرژی در آن آزاد می‌شود کانون زلزله و نقطه مقابل کانون در سطح زمین را مرکز زلزله می‌نامند. این ارتعاشات به طور سریع و در تمامی جهات انتشار می‌یابند ولی با افزایش فاصله از کانون، ضعیف‌تر می‌شوند.^۲

در بسیاری از مواقع زمین لرزه‌ها یا پیش لرزه و پس لرزه همراه است که برخی از آنها قابل مقایسه با خود زمین لرزه است. تفسیر پیش لرزه‌ها مشکل است لذا استفاده از آنها برای پیش بینی یک زلزله بزرگ چندان مفید نمی‌باشد ولی پس لرزه‌ها می‌توانند بسیار خطرناک باشند زیرا بر روی ساختمان‌های نیمه خراب عمل خواهند کرد.

۱.۹ شدت و بزرگی زلزله

بزرگی زمین لرزه برحسب درجه در مقیاس ریشتر بیان می‌شود که این عدد نمایانگر انرژی آزاد شده زمین لرزه است و شدت زلزله با درجات مرکالی از ۱ تا ۱۲ محاسبه می‌شود.

خسارات زلزله با شدت و بزرگی در یک نقطه به چندین عامل به شرح زیر بستگی دارد:

- ۱- فاصله از مرکز زلزله
 - ۲- شرایط سطح زمین در محل
 - ۳- فرکانس و مقدار نوع موج‌های زلزله
 - ۴- شرایط ساختمان (یعنی آیا ساختمان خوب بنا شده، خوب نگهداری شده و آیا بازسازی‌های بعدی اصولی بوده یا خیر)
- تأثیرات ثانویه زمین لرزه از قبیل رانش زمین و خرابی و شکست در جاده‌ها و فروریختن لبه‌ها و میل‌ها و جاری شدن سیلاب‌ها و جابه‌جایی در سطح زمین و تغییرات در سطح آب‌های زیرزمینی همگی می‌تواند خطر آفرین باشد.
- در مورد حفاظت از میراث فرهنگی، مؤسسات، مسئولین و عموم مردم باید بدانند که در حال زندگی در بین دو زلزله هستند و وقوع آن حتمی است فقط زمان آن مبهم است.

۱- tectonic

۲- Conservation of Historic Buildings Bernard M. Feilden ۱۹۹۷

بازتاب این نگرش محتاطانه برای مقاوم سازی بناهای تاریخی و مداخلات مقاوم سازی بیش از درجه تخریب زلزله، ممکن است به تخریب و ایجاد تغییرات اساسی در اثر می‌انجامد. لذا ضمن تاکید بر امر پیش‌بینی، اولویت‌بندی بر اساس توان آثار، امکانات مالی و اقتصادی امری اجتناب ناپذیر است.

مناطق زلزله‌خیز منطبق بر لبه‌های صفحات زمین ساختی می‌باشند. نقشه‌های مربوط به اطلاعات زلزله و گسل‌ها در اکثر کشورها تهیه گردیده‌اند و متناوباً به روز می‌شوند و این یک ضرورت برای کتبه کشورها و مناطق جهان است. تهیه نقشه‌های مربوط به استقرار شواهد و آثار تاریخی فرهنگی به صورت مدون با توجه به اطلاعات پهنه بندی زلزله ضروری است.

پهنه‌بندی مناطق مختلف از جهت آسیب پذیری زلزله را می‌توان به سه بخش: ۱- پرخطر ۲- خطرناک ۳- نسبتاً خطرناک تقسیم کرد.

این تقسیم بندی را می‌توان در پهنه ایران به انجام رساند و بدیهی است تعیین استقرار آثار در این نواحی تکلیف مداخله را نسبت به میزان خطر معین خواهد کرد.

اطلاعات مدون فوق بایستی در اختیار پژوهشگران و محققان امر قرار گیرد تا پیش‌بینی‌ها و تمهیدات لازم جهت مقاوم سازی این بناها یا توجه به تقسیم بندی فوق و با توجه به امکانات مالی و اقتصادی کشور و با علم به میزان پایداری آنها به لحاظ نوع سازه سنتی و تاریخی در برابر این خطرات انجام دهند.

۲.۹ آسیب‌پذیری ساختمان‌های تاریخی

با تطبیق نقشه‌های زمین شناختی زلزله و محل استقرار ابنیه با ارزش لازم است میزان آسیب‌پذیری هر کدام از ابنیه تاریخی شناسایی گردد. بدیهی است هر بنای تاریخی یک نمونه موردی منحصر به فرد می‌باشد

سوابق امر و مطالعات مبتنی بر شواهد بر این امر دلالت دارد که میزان و شدت آن را می‌توان در مناطق مختلف بر اساس دوره زلزله‌های پیشین تا حدودی پیش‌گویی کرد.

به طور کلی سه عامل عمده را بایستی در راستای حفاظت مورد نظر داشته باشیم

- ۱- وقوع حادثه در نقطه‌ای مشخص
 - ۲- میزان آسیب پذیری
 - ۳- خسارات احتمالی متشکل از خطر منطقه و آسیب پذیری ساختمان‌ها
- پس ضرورت محاسبه خطرات احتمالی و خسارات ناشی از زلزله در سطح کشور الزامی است بدین معنی که نواحی خاص کشور که دربردارنده آثار غنی تاریخی، فرهنگی و با ارزش هستند بایستی شناسایی شده و موازین فوق در مورد آنها مطالعه و پیش‌بینی گردد.

به این نتیجه می‌رسیم که چاره بخشی از واقعه را قبل از وقوع باید کرد لذا پیش‌بینی و انجام اقدامات قبل از زلزله به شرح زیر قابل دسته بندی است:

- ۱- تهیه فهرست دقیق از تمام ذخائر فرهنگی (مستندات شامل: عکس و نقشه و ...).
- ۲- آموزش عمومی در ارتباط با میراث تاریخی فرهنگی و معماری بومی و انتشار رهنمودهایی برای سازندگان ابنیه.
- ۳- تعیین و استقرار گروه‌های محلی برای حمایت از اموال فرهنگی.

۴- بیمه اموال متفول.

اگر چه برآورد شتاب زلزله و تناوب بازگشت آن یک امر ضروری است ولی باید آگاه بود که معمولاً پژوهشگران امر زلزله، به دلایل ایمنی به برآوردهای بالایی می‌رسند و این ممکن است باعث انجام مداخلات غیرضروری در بناهای تاریخی شود.

و از توانمندی بالقوه ویژه‌ای برخوردار است لذا یک نسخه واحد برای کلیه ابنیه تاریخی اشتباهی محض است.

توجه به موارد زیر در هر بنای تاریخی ضروری است:

۱- مشکلاتی که ناشی از شکل طراحی بنا تاریخی است ۲- مصالح و فن ساخت بنا ۳- مشکلات و آسیب‌هایی که در اثر عدم نگهداری درست و زوال تدریجی به وجود می‌آیند.

با استفاده از مدل سازی هر بنا و با برآوردهای مختلف از شدت زلزله در همان منطقه و به کمک کامپیوتر می‌توان پیش فرضی از میزان نسبی خسارات ناشی از هر یک از انواع زلزله با ریشترهای مختلف به دست آورد.

۳.۹ اقدامات فنی برای تحقق اهداف فوق به شرح زیر می‌باشد

۱- انجام مطالعات زمین شناختی برای تعیین ویژگی لایه های زمین.

۲- انجام مطالعات مربوط به سوابق زلزله در زمان و دوره‌های بازگشت.

۳- مطالعه آسیب‌پذیری آثار و ابنیه در مقابل زلزله با شدت‌های مختلف.

۴- تهیه نقشه‌های ابنیه و بافت شهری در ارتباط با درجات تخریب.

۵- ارزیابی و تعیین خطرات ناشی از زلزله در ارتباط با زیرساخت‌ها و تهیه طرح جامع مربوطه برای مقابله با زلزله.

۶- تهیه نقشه‌های استحکام بخشی در ارتباط با میزان شدت زلزله و منطقه با توجه به توانمندی‌های مالی و اقتصادی موجود ضمن اولویت بندی.

چنانچه در پیش ذکر شد هر بنای تاریخی دارای شاخصه‌های ویژه خود است لذا دستیابی به یک آیین نامه واحد مانند بناهای جدید که دارای سازه‌های معین

و از بیش طراحی شده هستند مقدور نیست؛ بلکه این صورت مسأله مستلزم آن است که قبلاً برای بناهای تاریخی یک طبقه بندی کلی از نظر نوع ساخت و مصالح و نوع طراحی انجام گیرد. سپس با انطباق این اطلاعات و اطلاعات مربوط به پهنه‌بندی و نوع استقرار بناها، درصدی از شناخت نسبت به مقاومت و میزان آسیب‌پذیری در هر رده معین گردد.

این شناخت ما را به تدوین یک آیین نامه و دستورالعملی کلی برای آثار مختلف هدایت می‌کند. با عنایت به دستورالعمل کلی فوق الذکر و ویژگی‌های هر بنای تاریخی عملیات لازم جهت تهیه برنامه‌های ایمن سازی در مقابل زلزله به شرح زیر می‌باشد.

۱- برآورد میزان آسیب‌پذیری هر بنا با توجه به احتمال وقوع زلزله با شدت‌های مختلف و تفاوت دوره‌های بازگشتی.

۲- تعیین مدل ساختمانی تک‌تک بناهای تاریخی و تحلیل ویژگی‌های این مدل ساختمانی و انطباق آن با فرم‌های بررسی شده در مقوله زلزله.

۳- ارزیابی این واکنش‌های ساختمانی در برابر زلزله با شدت‌های مختلف.

۴- تشخیص نوع و درجه خسارات احتمالی وارده در اثر شدت لرزه های متفاوت پیش بینی شده.

۵- برآورد میزان خسارات جانی، مالی و زیربنایی و ریزش‌های احتمالی ساختمان.

۶- تعیین روش‌های استحکام بخشی سازه‌های مختلف سنتی و برآورد هزینه و تعیین روش‌های نگهداری و حداقل میزان مداخله در هر یک از آثار نامبرده.

۷- تهیه فهرستی از برآورد تقریبی هزینه‌ها با توجه به تناوب بازگشت زلزله در مناطق مختلف.

باشد استفاده کنیم.

از نمونه‌های قابل بررسی بر توانمندی خود بناها در کشور می‌توان گنبد سلطانیه، بافت تاریخی روستای ماسوله، بازار لار و امامزاده پلنگ آباد کرج و لرگ بم را برشمرد.

مثلاً در زلزله سال ۱۱۸۱ ه.ش مطابق سال ۱۸۰۳ م در سلطانیه، شرح آسیب‌های عمده در گنبد به شکل زیر بوده است:

۱- ریختن مناره در حد $\frac{2}{3}$ و باقی ماندن $\frac{1}{3}$ از آن.

۲- نوع خط شکست در کلیه مناره‌ها به یک شکل بوده است.

در مسجد جامع یوچرد نیز در زلزله سال ۱۲۸۴ ه.ش نوع شکست مناره شبیه مناره های گنبد سلطانیه بوده است.

۳- ایجاد ترک در گنبد سلطانیه در مکان‌هایی مانند بازوها که نقاط ضعف سازه به شمار می‌رود. شکاف‌هایی ایجاد شده که این ترک‌ها از بالای روزنه شروع و در راستای بردار تنشی حاصل از نیروی دینامیکی زلزله تا مقطع خنثی گنبد ادامه می‌یابد. (شکل ۱)

۴- ایجاد ترک در ناق‌های تبدیل کننده گنبد.

۵- آسیب در تزیینات بدنه گنبد.

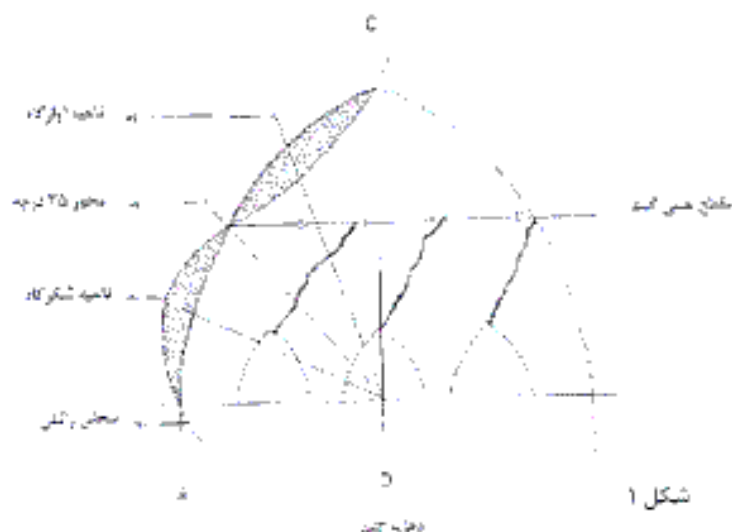
۸- تهیه طرح مدیریتی برای نوع مداخله قابل

اجرا، جهت مقاوم‌سازی در برابر زلزله و تعیین منابع مالی قابل وثوق.

از تجربیات حاصل از حوادث زلزله در نقاط مختلف جهان، موارد زیر را می‌توان استنتاج کرد.

در کشور ما بناهای زیادی از گذشته‌های دور باقی مانده‌اند که هر کدام زلزله‌های متعددی را پشت سر نهاده‌اند. شدت و نوع زلزله‌های حادث در گذشته قبلاً مشخص شده است لذا ضروری است که کارشناسان امر ضمن مراجعه به هر کدام از آثار فوق، آسیب‌های وارد بر آنها در اثر زلزله را بررسی نموده و نتایج این بررسی‌ها را مدون نمایند. طبیعتاً با این بررسی‌ها می‌توان بخشی از راه‌حل‌های مورد انتظار برای مقاوم‌سازی بناها را پوشش داد.

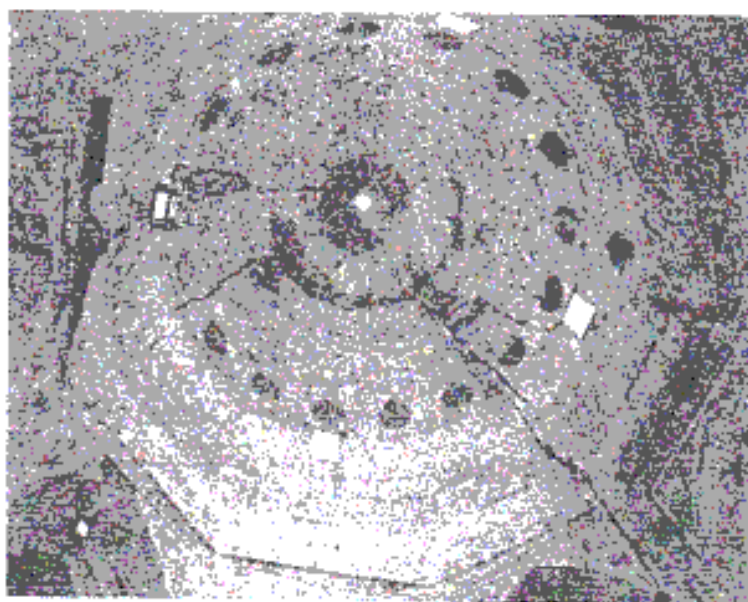
نتیجه این بررسی‌ها می‌تواند نقاط قوت و ضعف موجود در سازه و مصالح و گونه معماری هر بنا را شناسایی نموده و سپس راه کارهای مورد انتظار را ارایه نماید. در نتیجه می‌بایست نمونه‌هایی از این‌ها که در مناطق زلزله خیز موجود می‌باشند مورد ارزیابی و تحقیق قرار دهیم تا بتوانیم با تکیه به نمونه‌های موردی و آسیب‌های وارده به نتایج عملی و اجرایی مطلوب منطبق بر محیط طبیعی و تاریخی با استفاده از روش‌های علمی که بخش عمده‌ای از آن می‌تواند منطبق



شکل ۱



تصویر ۱: سنگست گنبد سلطانیه در بخش ورودی تربت خاوه، راوله سال ۱۱۸۱ ه. ش.
مأخذ: مرکز اسناد سلطانیه سازمان میراث فرهنگی



تصویر ۲: ترگه‌های حاصل از راوله سال ۱۱۸۱ ه. ش. گنبد سلطانیه
مأخذ: همان

۲- با توجه به وجود تربت خانه قبلی، که پیش از تاریخ احداث گنبدخانه در عمق حدود دو متری ایجاد شده و همین امر باعث ایجاد شکست در یکپارچگی زمین گردیده است و در نتیجه در زمان ساخت گنبد رانشی به طرف تربت خانه پیدا شده است. این رانش در حدود ۱۳cm است و چنین به نظر می‌رسد که سازندگان گنبد در حین اجرا متوجه این تغییر کانون شده‌اند و سعی کرده‌اند انحراف حاصل را با افزایش ارتفاع تربت خانه به عنوان پشت بند جبران نمایند.

اتفاقاً زلزله نیز بیشترین آسیب را به این نقطه (اتصال تربت خانه یا گنبد) وارد آورده که در زلزله سال ۱۱۸۱ هـ.ش ترکی با ضخامت حدود شش سانتی‌متر ایجاد کرده است. همچنین در زلزله رودبار در سال ۱۳۶۸ در همین نقطه ریزش مفداری از گچبری و تزیینات آن مشاهده شده است. (تصویر ۳)



با توجه به موارد فوق چنین استنباط می‌شود که تقویت طوقه گنبد و دوخت و دوز و تقویت نعل درگاه ها در سر روزه ها و ناق ها ضروری است. خوش‌یخخانه گنبد سلطانیه در پی‌ها، به جز یک گوشه ضعیف، در بقیه نقاط از استحکام کافی برخوردار است، که با توجه به برش‌های تهیه شده و گمانه‌های زمین شناسی و پی شناسی عوامل زیر را می‌توان در مقاومت پی در طی زمان سپری شده از احداث بنا مؤثر دانست:

۱- زمین موجود^۲ مهر شده می‌باشد یعنی یکپارچه است و قدرت تحمل فشار بار را دارا می‌باشد و با توجه به شناخت به عمل آمده از نوع خاک اگر شکست و یا حفره‌ای عمیق در آن ایجاد شود این عمل باعث ضعف در یکپارچگی زمین می‌گردد و به همین دلیل عمق پی از پنجاه سانتی‌متر بیشتر نیست.



تصویر ۳)

مأخذ: مرکز اسناد سلطانی سازمان میراث فرهنگی

۲- مهر شده، اصطلاحی است که برای زمین زیر پی به کار می‌رود به مفهوم یکپارچگی است.

یافت تاریخی روستای ماسوله

اینیه موجود در روستای ماسوله دارای ویژگی‌هایی از معماری بومی هستند که بر بستر سنگی بنا نهاده شده‌اند. لذا پی این بناها با توجه به بستر صخره‌ای در مقابل زلزله از پایداری مطلوبی برخوردار است.

از سوی دیگر یافت ماسوله در شیب تندى مستقر است و برای استحکام بخشی بناها تمهیداتی به شرح زیر در نظر گرفته شده است. در اکثر خانه‌ها در فاصله ۱/۲ از نمای جلو و ۲/۱ از پشت بنای متصل به کوه.

روستای آوج

در کل روستای آوج پس از زلزله سال ۱۳۸۲ هـ.ش تنها دو خانه باقی مانده بود که پس از بررسی و تحلیل آنها نتایج زیر حاصل شد:

۱- در یکی از خانه‌ها نعل درگاه به طور یکپارچه رابط بین دو دیوار خارجی بنا شده بود در حالی که در سایر خانه‌ها نعل درگاه فقط بر سر در روزنه‌ها اجرا شده بود و این یکپارچگی نعل درگاه در ارتفاع ۲۱۳۰ متر یک نوع کلاف کمربندی در ساختمان

محسوب می‌شد و باعث جلوگیری از رانش دیوار و سقف شده بود.

از تیرجوبی جمال استفاده شده و شیب سقف را نیز به سمت کوه متمایل کرده‌اند، این اقدام با اهداف زیر انجام شده است:

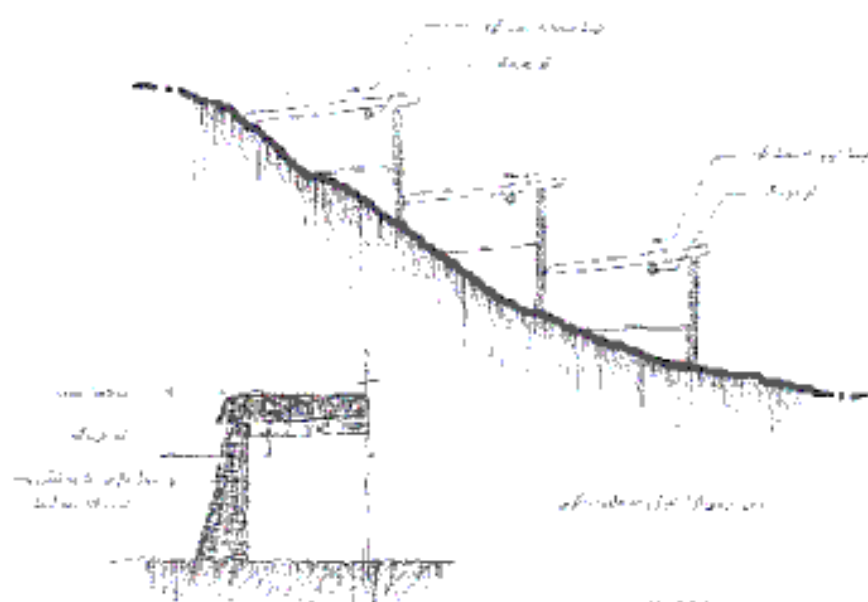
۱- پیشگیری از برگشتادن شدن پشت بام‌ها.

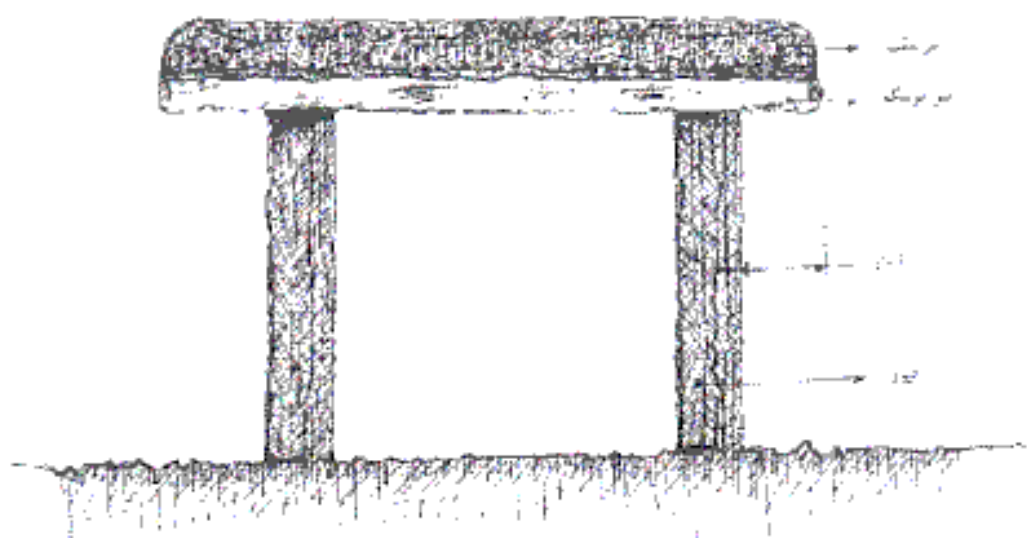
۲- ایجاد مقاومت بیشتر با اتصال متمایل ساختمان به کوه و صخره

۳- استفاده از تیر جمال موسوم به جرینگ در ۱/۲ از جلوی بنا، برای ایجاد تعادل بین دو قسمت از سقف و انتقال بار ساختمان به دیوارها. (شکل ۲)

در زلزله، بنای یا سر در ممتد و یکپارچه فقط آسیب جزئی دیده بود اما آنجا که نعل درگاه فقط در سر در به کار رفته بود، تخریب بیشتری متحمل شده بود.

۲- در خانه‌ای دیگر تیرهای مربوط به پوشش سقف از هر جانب به اندازه یک متر کنسول شده بود و پس از حرکت جانبی دیوارها این کنسول مانع از ریزش سقف از روی پایه پس از برگشت آن به حالت اول گردیده است. (شکل ۳)





شکل ۲

۴.۹ مقاومت سازی سازه های منحنی و مسطح

۴.۹.۱ بررسی رفتار سازه ای در پوشش های منحنی

می دانیم که اگر یک تاق تحت فشار بارهای عمودی یا افقی واقع شود نیروهایی در امتداد قوس به پایه ها منتقل می گردد، اگر نیرویی عمودی بر تیزه آن واقع شود بهترین شکل را برای انتقال نیرو ایجاد می کند.

اگر پا تاق ها از حالت تعادل و ایستایی خارج نگردند و قوس با توجه به دهانه، محاسبه و اجرا شده باشد مقاطع مختلف قوس، یکبارچه عمل نموده و در مقابل نیروهای وارده مقاومت کرده و عمل انتقال متعادل نیرو به پاتاق و دیوارهای جانبی انجام می شود.

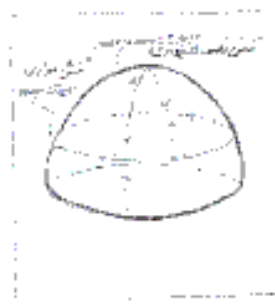
چنانچه قبلاً تشریح شد گنبد را می توان مفهوم گسترش یافته ای از قوس ها پنداشت. در این سازه ها نیروها به صفحه منتقل می گردند و معمولاً لنگر خمشی در آنها محدود است لذا به هنگام ورود بار به پوشش گنبدی با آگاهی از اینکه مجموعه

گنبد از گسترش چندین قوس به دور یک محور دایره ای شکل می گیرد و دایره در انتهای خود بسته است این ترکیب و تکرار باعث ایجاد پیوند و پشت بندی عناصر است. چون در انتها تمام قوس ها به هم متصل گشته و بسته و مهار می گردند و این عمل موجب یک مقاومت بالفعل گشته و مهار نیروهای کششی و رانشی را سبب می گردد به عنوان مثال اگر فشاری به یک نقطه از کره ای وارد گردد بلافاصله در جهات مختلف به برآیندهای زیادی تقسیم خواهد شد و به تبع آن از فشار به یک نقطه کاسته می شود و این موضوع کمک می کند تا ضخامت گنبدها خیلی کمتر از ضخامت قوس هایی گردد که در عرض دهانه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

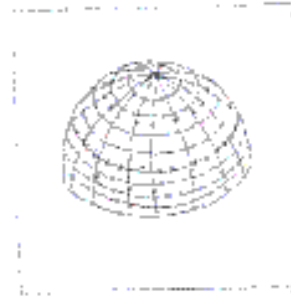
این موضوع در ساخت گنبدها دارای مزیت بالایی است به این مفهوم که با درک آن توانسته اند از مصالحی که قابلیت کششی ندارند و تحت فشار عمل می کنند به خوبی استفاده کنند. (شکل ۴)



رفتار طبایعی در گنبد



انواع تنش‌های غشایی روی گنبد



ضخامت گنبدها در مقایسه با پوسته‌ها کمتر است و بار وارده از طریق نیروهای غشایی منتقل می‌شود.

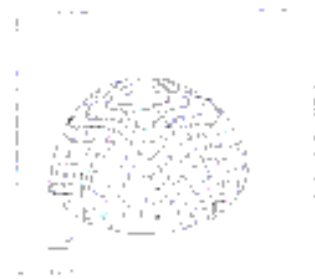
شکل ۴. مآخذ: اثر شماره ۳۳ و ۳۴ ص ۲۲۹

رفتارهای غشایی گنبدها:

نتیجه از تنش‌های حلقه‌ای جلوگیری کنند لذا گنبد جهت تحمل بارهای وارده تغییر شکل نمی‌دهد و سازه‌ای پایدار و استوار باقی می‌ماند. در اجرای گنبدها با توجه به بردار انتقال نیرو، بارها باید به صورت عمود از قوس به پایه وارد گردد تا کمترین رانش را در پایه ایجاد کند. لذا خیز گنبد با توجه به پشت بندها از نظر عمل بار وارده به پوسته گنبد قابل بررسی می‌باشد یعنی هر چه خیز گنبد بیشتر گردد انتقال بار از نصف النهار به پایه که به صورت فشاری عمل می‌کند آسان‌تر انجام می‌شود و نیروهای رانشی آن کمتر خواهد بود و یا توجه به منحنی رانشی گنبد که در اثر بارگذاری در قسمت بالایی برش خنثی به طرف داخل و در قسمت پایین به طرف خارج برش دارد. (شکل ۵)

با علم به اینکه گنبد بنا به تعریف قبلی منشکل از یک مدار بسته است. در این مدار بسته بارهای عمودی توسط نصف النهارهایی از تیزه گنبد به پاکار منتقل می‌شود. نصف النهارهای فوق فقط وظیفه انتقال بار به پایه را دارند لذا توسط مدارهای افقی که در مقاطع دایره‌ای عمل می‌کنند به طور ضمنی باعث پیشگیری از فعال شدن نیروهای رانشی موجود در نصف النهارها می‌گردند که این طرز رفتار نصف النهار و مدارها یک شکل بسته و متعادل در پوسته گنبیدی ایجاد می‌نماید و همچنین تمام قطاع هم در کل به صورت قرینه عمل می‌نمایند که همین قرینگی رمز وجود تعادل در گنبدها می‌باشد.

از سوی دیگر مدارها نیز همانند کمربندی در هر مقطع از گنبد عمل می‌کنند و نصف النهارها توسط مدارها محافظت می‌گردند تا از لغزش و جابه‌جایی و در



خطوط اصلی تنش در گنبد تحت اثر باد
شکل ۵. مآخذ: همان



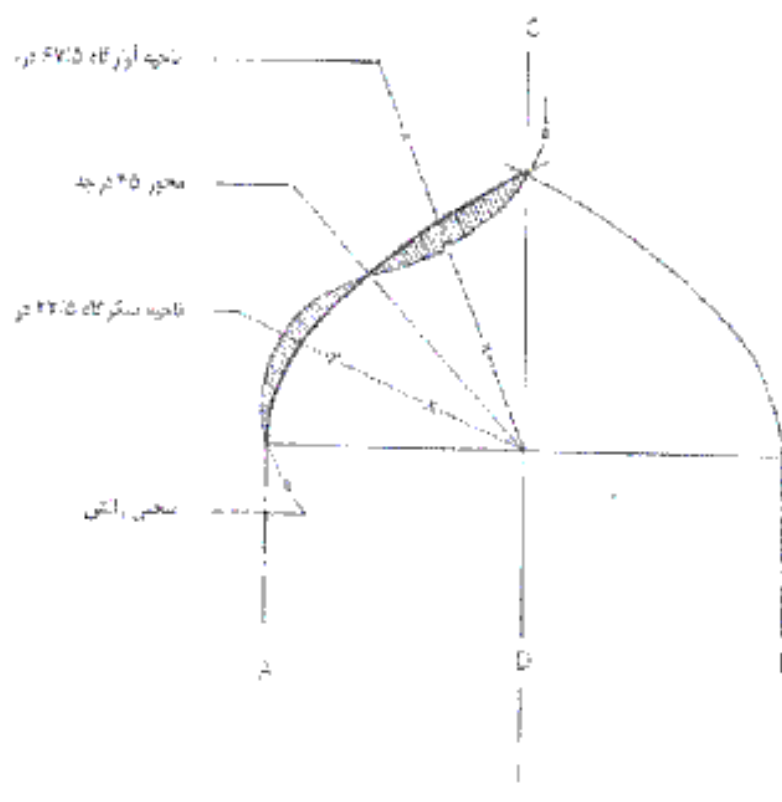
مکانیزم برش در گنبد تحت اثر باد



تغییر گنبد با خیز کم و زیاد تحت بار وزن

به ثبع این مقاوم سازی زاویه 67.5° درجه نیز که میل و گرایش به داخل داشنه نیز مقاوم می‌گردد. همان گونه که در برش بالا ملاحظه می‌گردد متحنی رانش در یک مقطع خاص که موسوم به مقطع خنثی گنبد است که در آن هیچ گونه نیرویی اعم از رانشی و کششی به طرف داخل و خارج مشاهده نمی‌گردد. که با ترسیم شعاع در زاویه 45° درجه می‌توان این خط افقی را در مقطع گنبد پیدا نمود که در روش ترسیم متحنی گنبد توسط معماران سنتی این مقطع مبنای کار قلمداد می‌گردد.

در بارگذاری در قوس گنبدها و در مقاطع مختلف آن متحنی رانش مطابق شکل زیر عمل می‌کند (شکل ۶). یعنی در زاویه 22.5° درجه نسبت به محور افقی، رانش به سمت بیرون است و به همین دلیل در گذشته سعی کرده‌اند با شگردهای مختلف مانند استفاده از کلاف‌های آجری و یا پرکردن پشت این بخش از قوس با مصالح بنایی و یا استفاده از کانه پوش و نهادن پای قوس کانه در مقطع 22.5° این نیروی رانشی را خنثی نمایند و با ایجاد تعادل و ایستایی لازم در این بخش از جهش آن به بیرون ممانعت می‌کنند.



شکل ۶: کوپه‌ی مربوط به تأثیر زلزله در گنبد ها

- درز انبساط و خاصیت گنبدهای آجری

تنش های خمشی در گنبدها

در گنبدهای آجری به دلیل فشاری عمل نمودن سازه، از مصالح کششی کمتر استفاده شده است ولی سعی شده تا در مقطع گنبد یا تنظیم طبره قوس، تنش های موجود خنثی و تعادل ایجاد گردد. پس در بارگذاری در مقاطع گنبد با توجه به ضخامت های تعیین شده، لبه های داخلی به صورت فشاری عمل می کنند و در نتیجه در این مقطع نیروهای کششی و رانشی خنثی می گردند.

در اثر تجربه گذشتگان در مورد شناخت عکس العمل های بارگذاری در گنبدهای آجری این نتیجه حاصل شده که منحنی گنبد را به منحنی رانش نزدیک نمایند. به همین دلیل گنبدهای آجری اغلب از ترکیب چند منحنی با سهمی به دست آمده اند در این نوع طراحی، مقاطع مختلف گنبد با توجه به نیروهای وارده و تنش های حاصله تعیین می گردد و در نهایت این نتیجه به دست می آید که:

۱- طراحی گنبد با توجه به بارگذاری و تنش ها تعیین می شود و ضخامت (طبره) با توجه به دهانه و افراز انتخاب و در مقاطع مختلف سبک تر می گردند و این سبک شدن با توجه به نیروهای درونی غشاء در مقاطع مختلف صورت می گیرد.

۲- با اندکی دقت در روند تکاملی گنبدهای ایرانی این نوع محاسبه ایستایی و مقاوم سازی در گنبدها شامل گنبدهای یک پوسنه، دو پوسنه پیوسته، دوپوسنه موازی و دو پوسنه منفصل، دقیقاً بر محاسبه ایستایی گنبد منطبق است. به همین جهت ضخامت پوسنه های خارجی و داخلی به یکدیگر کمک می کنند و از نظر مصرف مصالح تقریباً گنبد دو پوسنه منفصل با گنبد یک پوسنه تفاوت فاحشی ندارند و مانند یک تیر زنبوری عمل می کنند.

گنبدهای ایرانی به دلیل ماهیت سازه ای در مقابل نیروهای رانشی مقاومت خوبی از خود نشان داده اند و با توجه به تجربه حاصل از تحلیل های علمی در مورد آنها موارد ذیل توصیه می گردد:

۱- گنبد باید دارای ضخامت مناسب باشد به طوری که قادر به ایجاد رفتار خمشی قابل توجهی نشود.

۲- منحنی گنبد باید به طرز صحیحی طراحی گردد تا از مقاومت و استحکام مناسبی برخوردار گردد.

۳- گنبد باید دارای تکیه گاه های مناسب باشد که در آن صورت خمش وارده بر سطح پوسته به حداقل خواهد رسید.

به شرط فوق الذکر برای ایجاد عملکرد فنی گنبد با هر شکل و تحت هر نوع بارگذاری لازم و ضروری است.

هرگاه به دلیل ملاحظات زیبایی شناسی یا سایر ملاحظات معماری این به شرط در طراحی رعایت نگردد مسلماً تأثیر نیروهای وارده بر گنبد افزایش یافته و سازه از مقاومت کمتری برخوردار می شود.

۹. ۵ بررسی گنبدها در مقابل زلزله و

نیروهای خارجی

با توجه به بررسی های تاریخی در مورد گنبدهای آجری در ایران مشخص شده است که مقاومت و ایستایی گنبد از نظر طراحی معماری همواره مورد نظر بوده است و به همین دلیل معماری ایران را فن و هنر نام نهاده اند. البته انجام مطالعات مدون علمی در مورد سازه های سنتی ایران لازم و در این ارتباط توجه به موارد زیر ضروری است:

نوسان کامل یک سازه، مودهایی در اثر زلزله حادث می‌گردند.

با توجه به بررسی نمونه‌های قولان از بناهای سنتی در کشور ایران که زلزله‌های زیادی را پشت سر نهاده‌اند و اکنون پابرجا هستند راه‌حل‌هایی تجربی حاصل می‌شود که بهتر است توسط مهندسين محاسب به راه‌حل‌های علمی تبدیل شوند اما به طور کلی به مواردی در زیر اشاره می‌شود که بنیان روش‌های استحکام بخشی بناهای سنتی در مقابل زلزله تلقی می‌گردند:

- ۱- ایجاد تعادل در جسم بناها (قرینه سازی نسبت به محورها).
 - ۲- سبک کردن وزن بنا در ارتفاع.
 - ۳- تقویت جسبندگی مصالح و ایجاد یکپارچگی در عناصر بنا.
 - ۴- مقاوم بودن زمین (بستر) و پی بنا.
 - ۵- ایجاد کلاف‌های آجر و قیدبندی دیوارها و کلاف‌های افقی.
 - ۶- ایجاد پست‌بندها و تکیه‌گاه‌ها در طراحی معماری.
 - ۷- استفاده از مصالح مقاوم‌تر در نقاطی که در معرض تنش‌های کششی واقع هستند مانند استفاده از آوارهای چوبی در شکرگاه گنبد‌ها.
 - ۸- استفاده از طراحی در سازه یا انتقال بار به پایه‌ها و استفاده از ترکیب و رگ‌چین و ...
- تجربه و مروری بر عوارض زلزله در بناهای گنبدی نشان می‌دهد که زلزله در مکان روزنه‌ها تأثیر به سزا داشته است و شاهد و گواه آن ایجاد ترک در نیزه روزنه‌ها تا ارتفاع مقطع خنثی گنبد که با جهت زلزله ادامه یافته و در آنجا به صفر رسیده است و این امر نمایانگر آن است که ایجاد روزنه در نقاط بحرانی سازه

۱- شناخت قوانین زیربنایی در ارتباط با تنش و کرنش حاکم بر مصالح سنتی^۱.

۲- در نظر داشتن کل سازه همانند یک مجموعه واحد از عناصر شامل پی، پایه، تاق، دیوارها، یوشش‌ها و پلان که رفتار خاص هر کدام به یک زنجیره به هم پیوسته قابل تشریح است.

۳- تجزیه تحلیل عناصر سازه‌ای و تبدیل آنها به بخش‌های کوچک‌تر و ایجاد معادلات حاکم بر رفتار هر عنصر به یک فرمول جبری از تغییرات با توجه به مکان نیروها به عنوان روشی علمی و قابل اجرا.

۴- در محاسبات فنی، هر عنصری در فرمول‌های مختلف محاسباتی واقع می‌شود و با ترکیب نمودن آنها راه‌حل نهایی کل بنا حاصل می‌گردد.

۵- استفاده از نرم افزارهای رایانه‌ای به عنوان روشی جهت مدل سازی برای محاسبه نیروها در گنبد‌ها قابل توصیه است.

۹.۶ تجزیه تحلیل دینامیکی سازه‌های سنتی

کلیه سازه‌ها تا حد معینی دارای خاصیت ارتجاعی هستند یا به عبارتی خاصیت شکل پذیری داشته و در اثر بارگذاری برگشت‌پذیر به حالت اولیه می‌باشند. این نوسان فقط تابع جرم و سختی سازه است. بنابراین نوسان سازه و یا مدت زمان رفت و برگشت آن تحت بار دینامیکی، معیار مناسبی برای تشخیص صلبیت یک سازه است. به‌طوری‌که اگر جرم زیاد شود مدت رفت و برگشت زیاد گردیده و سازه، صلب تلقی می‌گردد و از آنجایی که سازه در مقابل نیروهای حاصل از زلزله با زمین حرکت می‌کند لذا سازه نرم، ایستاتر و مقاوم‌تر است.

با آنکه اکثر نیروهای دینامیکی از جمله زلزله دارای استهلاک هستند ولی در حالت ارتعاش آزاد و

۱- جزوه «روشهای نوین در آنالیز و کنترل سازه‌های سنتی»، دکتر مهرداد محمد حجاری - دانشگاه هنر نانشنگه پردیس

می‌توان اذعان کرد که آنها در برابر نیروهای کششی دارای ضعف‌هایی می‌باشند لذا در مقاطع مربوط به مفصل‌ها و انتقال بار از تاق به پایه لازم است که راه‌حل‌هایی در شکل سازهای اندیشیده شود.

قوس و تاق‌های آجری و خشتی تنها تحت تأثیر نیروهای فشاری عمل می‌کنند و هرگونه فشار جانبی و کششی قطعاً باید به کمک نیروی فشاری جنبی خنثی و یا کم اثر گردد و به همین دلیل در معماری سنتی ایران طراحی در معماری با طراحی پشت پندها و سایر عناصر ایستایی هماهنگ گردیده است.

مثال بارز آن ایوان‌های موجود به ویژه در دوره صفوی است که دهانه مرکزی به کمک دهانه‌های جانبی با کاهش ارتفاع تاق‌های جانبی بار کششی به صفر می‌رسد که در قباب مربع یا مستطیل مستتر و خنثی می‌گردد. (شکل ۷)

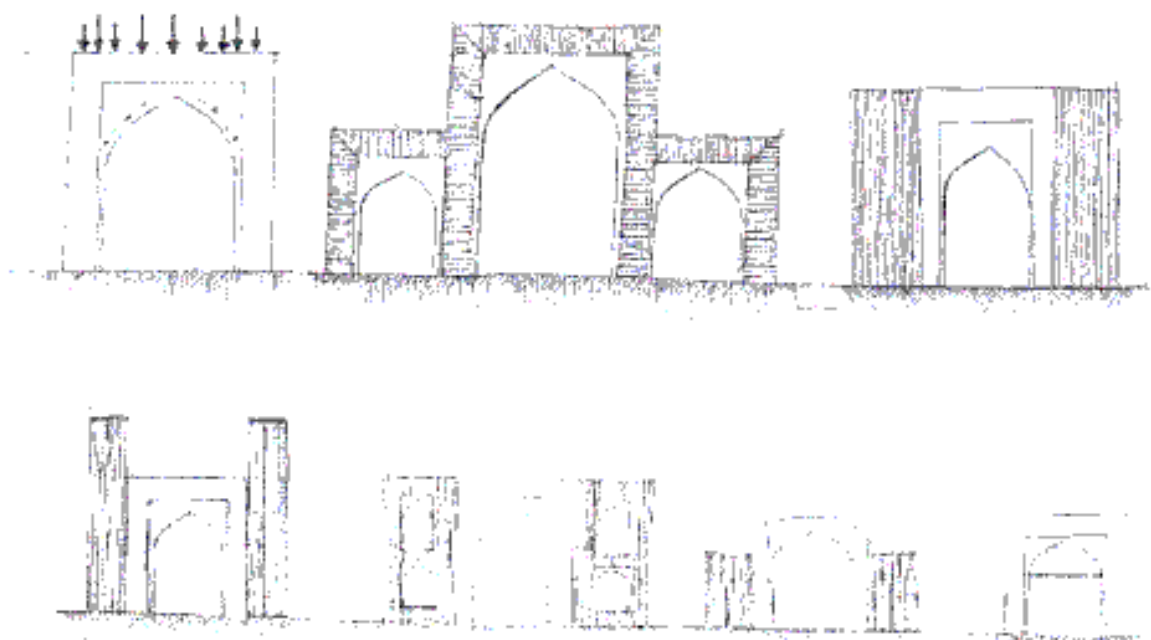
فشارهای جانبی که معمولاً بر روی پایه‌های قوس و تاق وارد می‌گردند با بار فایم ترکیب شده و این ترکیب ناپسندی در هیچ کدام از مقاطع افقی، در تمام

باعث ضعف آن می‌گردد، همانگونه که قبلاً اشاره شد در تمام بخش‌های بنا، اعم از طرح معماری و انتخاب ضخامت عناصر باربر از پای کار تا تیزه و کاهش تدریجی ضخامت و سبک نمودن آنها امری ضروری است.

به همین دلیل با گذشت زمان استفاده از انواع گنبد‌های دو پوسته همواره در سازه‌های سنتی، معمول و متداول شده است و در همین راستا از خشخاشی‌ها در گنبد‌های دو پوسته گسسته برای مقابله با نیروهای دینامیکی و زلزله استفاده شده است و استفاده از انواع گوشه سازی برای انتقال بارهای پوسته گنبد به ساقه معمول بوده است. افزایش ضخامت در محل انتقال نیرو از گنبد به گوشه و پرنمودن پشت طبره نیز از سایر شگردهاست.

۷.۹ آسیب ناشی از زلزله در قوس و تاق:

با توجه به بررسی تاق‌های آجری و خشتی در معماری ایرانی در طول تاریخ و تأثیرات زلزله بر



شکل ۷

که تاق ایستایی خود را از دست داده و فرو ریخته ولی پایه علیرغم ظهور انحراف یا برجا مانده است و نمونه بارز آن سر در امامزاده پلنگ آباد است. البته این اتفاق گاه در اثر نشست کامل پایه است که به علت لهیدگی یا چرخش یا نشست زمین و غیره حادث می‌شود.

مضامین مورد استفاده در بناهای تاریخی در اثر فرسودگی ملات‌ها تحت تأثیر هوازدگی، به تدریج هدر رفته شده و قدرت چسبندگی را از دست می‌دهند و این اتفاق بالاخص در بناهای سنتی ایران که عمدتاً با ملات گچ ساخته شده‌اند قابل ملاحظه است. در نتیجه این اتفاق، قوس‌ها و تاق‌ها در انتقال نیروها به پایه دچار ضعف می‌شوند. با توجه به تعادل در معماری سنتی که عاملی خود ایستا در مقابل زلزله می‌باشد و در اثر تغییر بارهای وارده یا تغییر سازه‌ای امکان بروز نیروهای تنش در سازه تاق‌ها و قوس‌ها و پایه‌ها ایجاد می‌شود.

حتی در اثر فشار سازه‌ای به پایه‌ها در طبقات پایین‌تر نیز امکان کماتش وجود دارد. (شکل ۸)

ارتفاع پایه تا سطح پی، کنش کنشی ایجاد کند و تمام مقطع بار بایستی به طور کامل در مرکز نقل پایه کنترل شده و متعادل گردد.

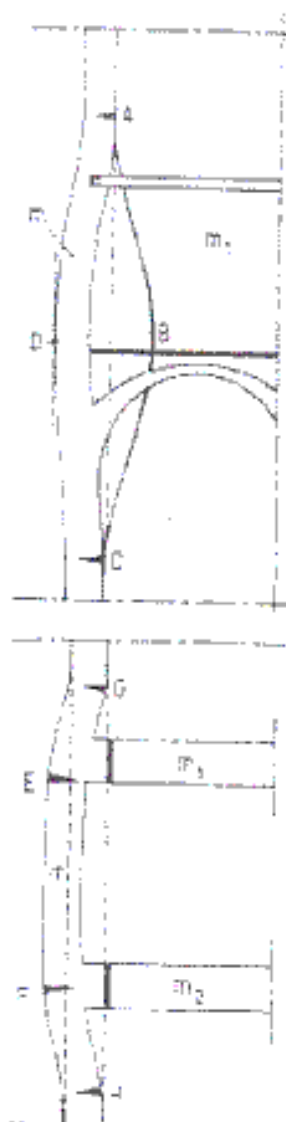
از نمونه‌های بارز دیگر که در تاق‌ها و قوس‌ها در معماری سنتی ایران به انجام رسیده‌می‌توان به اصلاح ایوان‌های دوره ایلخانی، در زمان صفویه با استفاده از نیم تاق پشت ایوان و تکیه دادن لبه مرتفع نیم گنبد به پشت قوس انتهایی ایوان اشاره کرد که باعث خنثی شدن رانش قوس و اسیر به خارج بنا می‌شود در نتیجه رانش تاق‌های ایوان به سمت اسیر را خنثی نموده‌اند.

برای خنثی کردن همین نیروهای رانشی در پاتاق‌ها با وارد کردن بار قائم اضافی، برآیند نیروها را به صفر رسانده‌اند، مانند طراحی منارهای جانبی در سر در اصلی مساجد از جمله مسجد جامع ورامین و مسجد جامع یزد ...

چنانچه می‌دانیم در معماری سنتی ایران منارها عمدتاً به عنوان شاخص در بیرون از پلان بنا مستقر شده‌اند که به دلیل همین نیازهای سازه‌ای این منارها وارد ترکیب معماری با اهداف سازه‌ای شده است. ولی در زمان حاضر با فنون جدید و امکانات به دست آمده می‌توان بناهای سنتی را با توجه به قوانین حفاظتی مرمت، استحکام بخشی نمود. در معماری تاریخی ایران سازه و معماری همواره به صورت یکپارچه مورد استفاده بوده است و حتی از طراحی معماری در جهت رفع ضعف‌های سازه‌ای کمک گرفته شده است و این می‌تواند رهنمودی برای طراحان در زمان معاصر باشد.

امروز به این نکته باید توجه کرد که ایجاد یکپارچگی در طراحی و ایستایی یک بنا می‌تواند تعیین کننده باشد و از تکیه صرف بر عوامل و عناصر مجرد برای استحکام بخشی بناها خودداری کرد.

تغییرات شکلی معمولاً در اثر فشارهای زیاد جانبی بر روی پایه‌ها پدیدار می‌گردند که باعث دور شدن سرتاق‌ها و سربایه‌ها از یکدیگر می‌شوند تا جایی

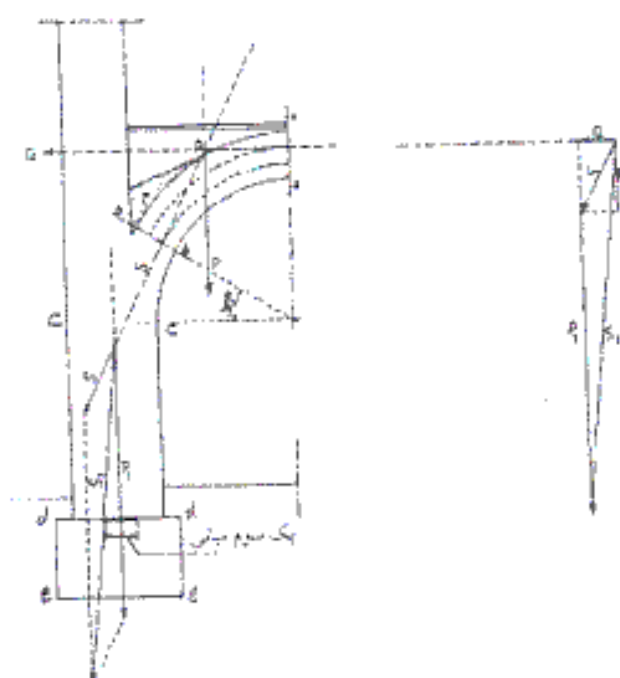


شکل ۸ تغییر شکل دیوار m بر اثر فشار جانبی ناآ. شکاف در دیوارهای عرضی m_1 و m_2 روی خط ABC پیش می رود (البته اگر پیوند آن ها با دیوار m استوار باشد) اگر پیوند گسسته شده یا بد ساخته شده باشد، شکاف روی خط قائم AC پیش می رود.

مأخذ: جوزپ چینی. پایدار کردن سازه های آجری - فن های مداخله

با توجه به مطالب مذکور پایه هایی، ایستایی می باشند که بار وارده در $\frac{1}{2}$ مقطع پایه به زمین منتقل شود لذا برآیند حاصل از دو نیروی قائم و رانش باید به گونه ای محاسبه شود که از مرکز ثقل $(\frac{1}{2}$ سطح پایه) خارج نگردد و این یک ضابطه محاسباتی در مقاطع پایه ها می باشد که در این حالت نیروی فشاری روی پایه در بخش بیرونی بیشتر از درونی پایه خواهد بود. (شکل ۹)

هر چه سازه دیوار یا پشت بندهای آن ضعیف تر باشد گستردگی کمانه بیشتر خواهد شد و تغییر شکل در دیوار در راستای قائم یک منحنی سینوسی است که نسبت به مرکز فشار قرینه نبوده و بخش فوقانی آن باد کردگی بیشتری نسبت به قسمت پائین دارد و این موضوع در دیوارهای بلند بیشتر نشناخته است. لذا تقویت این نقاط به نحوی که مداخله باعث خنثی شدن این تنش ها گردد ضروری است و این امر ممکن است در بناهای جدید نیز اتفاق بیفتد.

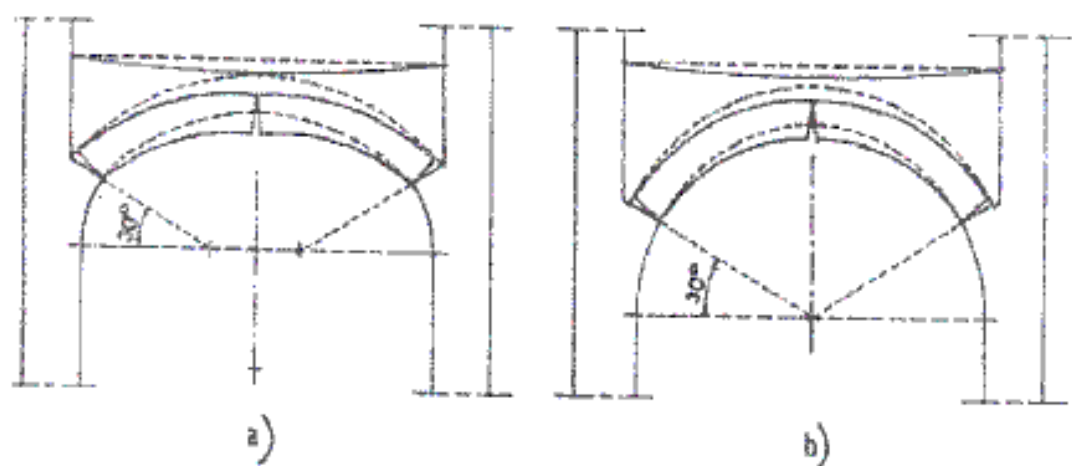

 شکل ۹
 مأخذ: همان

۹. ۸. پیشنهاداتی در راستای استحکام بخشی در قوس و تاق

در گذر زمان نیز قابل مشاهده خواهد بود هم چنین گچ که با آجر پیوستگی دارد هیدراته شده و باعث گسستگی سازه قوس و تاق می گردد. در شرایط مذکور عناصر سازه ای تحمل بار وارده را که در هنگام ساخت از قدرت کامل برخوردار بوده از دست می دهد زیرا مقاومت ملات به صفر می رسد و سازه ناپایدار می گردد و در اثر کوچک ترین حرکت، تغییر شکل ها و شکاف ها پدیدار می گردند.

اما ممکن است دیوار و تاق و قوس از نظر پایداری سازه ای در شرایط خوبی باشند. در این حالت تغییر شکل و شکاف بر اثر نشست شدن شالوده در یکی از پایه ها بوجود می آید.

اکثر بناها در مرحله ساخت در مقابل بارهای وارده محاسبه شده اند و به صورت تجربی قابلیت ایستایی دارند ولی به مرور زمان اگر بنایی رو به ویرانی می روند، بررسی ها نشان می دهد که این آسیب ها را باید در پیکره پایه قوس و تاق جستجو کنیم و عواملی را که در طول زمان به آن افزوده شده و موجب ضعیف شدن سازه گردیده را باید شناسایی کرد. اگر مصالح یک تاق با پایه سست شوند و یا ناهمگن در ترکیب مورد استفاده قرار گرفته باشند، طبیعتاً حالت چسبندگی و قدرت جلوگیری از کنش ها را از دست می دهند و در چنین شرایطی سفتی، مقاومت و پیوستگی سست شده و همانند خاک به آسانی قابل خرد شدن می شوند و همین امر در آجرهای نامرغوب و خوب پخش نشده



شکل ۱۰
مأخذ: همان

۹. ۸. ۲ مقاوم سازی قوس و تاق

همانگونه که ذکر گردید اکثر بناها در روز اول در مقابل بارها و تنش‌ها مقاوم اجرا گردیده‌اند و به مرور زمان در اثر فرسودگی مصالح ضعف ایجاد می‌شود که باید این نقاط ضعف را دقیقاً شناسایی و در درجه اول با روش‌های سنتی رایج در این گونه بناها بررسی و تقویت گردند اما در بیشتر موارد امکان کار با مصالح سنتی فراهم نمی‌شود لذا در این مواقع باید از تکنولوژی مدرن برای رفع ضعف‌ها استفاده نمود.

به عنوان مثال اگر پایه‌ای در اثر نیروی رانشی تاق از حالت تعادل خارج شده و ضعف پیدا کرده است بایستی در همان نقطه از مهارها و کلاف‌ها و با شناژهای لازم برای تقویت بنا بهره جست و در بعضی از مواقع این اتفاق در اثر عدم آشنایی یا بناهای سنتی و تاریخی و دخالت‌هایی مورد و غیراصولی حادث می‌گردد مانند بریدن کنش‌های تبستان‌ها که مهار پایه‌ها و دیوارهای جانبی را دچار ضعف و آسیب می‌گردانند.

۹. ۸. ۱ مکان‌هایی که در آن‌ها امکان اختلال

بیشتر است به شرح زیر می‌باشد

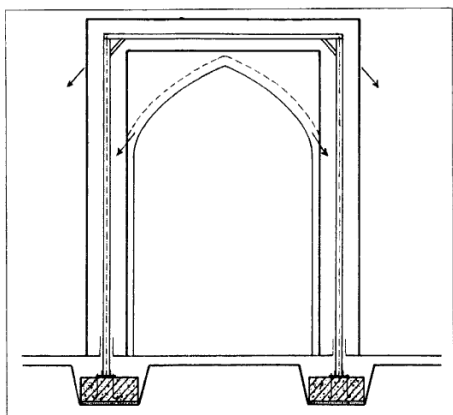
در قوس و تاق‌های آسیب‌پذیر که در اجرای اولیه به سهو و اشتباه اجرا شده‌اند شکاف‌ها معمولاً در تیزه قوس و در گنال‌ها (خاک انداز) ظاهر می‌شوند. گنال‌ها (خاک انداز) بخشی از کمانه قوس هستند که بین زاویه صفر تا ۳۰ قرار دارند. (شکل ۱۰)

در تاق‌ها و قوس‌های جناغی که در ایران با توجه به متحنی رانش اجرا شده‌اند در اثر بارهای وارده غیرموزون و نامتعادل تغییر شکل می‌دهد. شکاف در تیزه و به طرف خارج (کلکن شده) و در شانه (اوارگاه) به طرف داخل و در شکرگاه به بیرون جاکیده می‌شود که به همین ترتیب در اثر نیروهای فشاری زیاد، تاق یا قوس فرو می‌ریزد. (رجوع کنید به بخش نمونه‌هایی از پوشش‌های معماری سنتی ایران در همین کتاب)

این مهارها در پاکار و کنال قوس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در بعضی مواقع به مرور زمان بار وارده و برگرفته بر روی تاق‌ها به حد اشباع می‌رسد که باعث گسیختگی می‌شود در این مواقع معمولاً با حذف بارهای اضافه شده بر روی تاق‌ها و سبک کردن تدریجی آن و ایجاد کانه پوش اهداف مورد نظر برآورده می‌گردند.

طبیعی است که قبل از برداشتن بارهای اضافه فوق‌الذکر، اجرای داربست نگهدارنده و حفاظتی و اعمال احتیاط لازم ضروری است. طبق تجربه به دست آمده در بناهای سنتی ایران معمولاً برای اجرای کنال پوش تا ۱/۲ پشت قوس را به صورت پر می‌سازند و مابقی را با کانه پوش اجرا می‌کنند. از جمله جزئیات اجرایی می‌توان به خالی کردن پشت تاق و تمیز نمودن بند آجرها و زنده نمودن با دوعاب تیرگچ و اجرا دیوارک‌های کانه پوش اشاره کرد. (ر- ک به بخش تبدیل پوشش‌های متحنی به سطوح مسطح در همین کتاب)



درس دهم

روشهای مهار قوسها و گنبدها در بناهای سنتی

در ساختمان کاربرد دارند و می‌توانند نیروهای رانشی را خنثی کنند عبارت‌اند از: چوب، آهن، بتون آرمه، کابل، میل مهار و غیره که هر یک از جنبه‌هایی خصوصیات مثبت و یا منفی دارند.

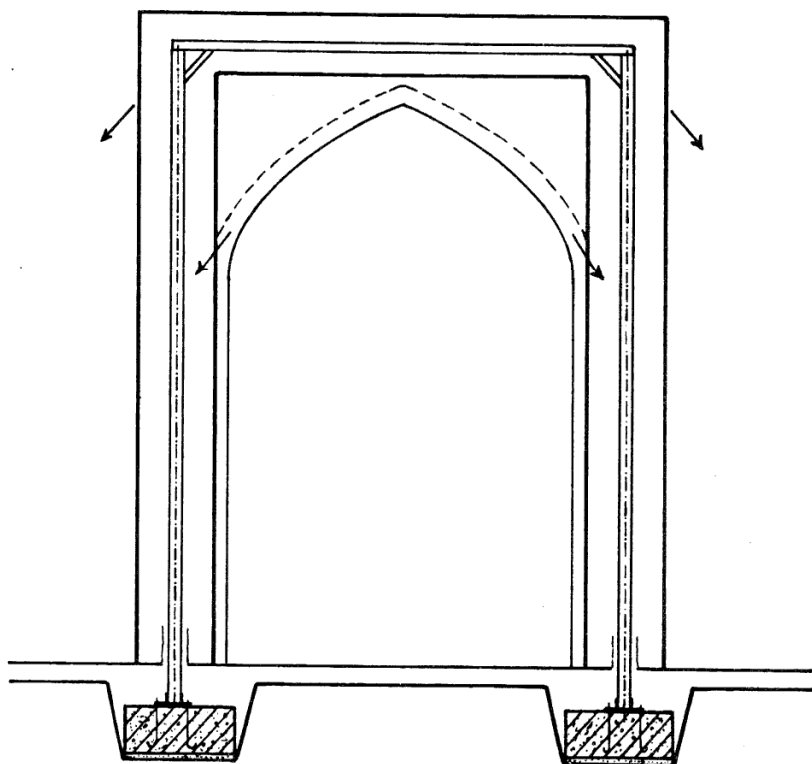
۱.۱۰ مصالح مورد استفاده برای خنثی کردن نیروهای رانشی

۱.۱.۱۰ چوب

استفاده از چوب از لحاظ سرعت عمل و اجرا، سهولت دسترسی و هماهنگی با مصالح سنتی (ضریب انبساط نزدیک به ضرایب انبساط این مصالح) مناسب است، اما به دلیل امکان پوسیدگی و ضعف اتصالات، همچنین آسیب پذیری آن در مقابل موریانه، مناسب نیست.

در بناهای تاریخی و سنتی بر اثر نیروهای رانشی و یا نشستها، زلزله و ... شکستهایی در بنا ایجاد می‌شود. همان طور که در پیش ذکر شد، این شکستها دارای علل گوناگون هستند که پس از بررسی و شناسایی عوامل مغل - یعنی همان مهمترین بخش که تشخیص دلایل بروز عارضه است - به طراحی و اجرای درمان ضایعه می‌پردازیم. در نتیجه این عمل، باید همبستگی اولیه به بنا بازگردد و کلیه نیروهایی که در نظام تعادلی سازه بنا سهیم بوده‌اند، مجدداً احیا شوند. اقدام مرمتی سازه‌ای و یکپارچه از ابزارهای نیل به این هدف است.

برای برقراری انسجام دوباره در بخشهای مختلف بنا، که از هم گسسته شده‌اند، به تکنیکها، فنون و مصالحی نیاز است تا بتوانیم به روشهای مرمتی فنی و علمی این گسستگی و انفصال را خنثی کنیم و ارتباط مجدد بین اجزاء را تحکیم بخشیم. ابزار و مصالحی که امروزه به عنوان عناصر کششی



شکل ۱ آهن‌کشی در تاقها و سقفها.

۲.۱.۱۰ آهن

انقباض بسیار خود صدمات جبران ناپذیری بر بنا وارد می‌آورد.

استفاده از آهن به دلیل ظرافت ابعاد و قدرت اتصال در مفاصل مناسب است، اما انبساط و انقباض شدید آن در مقابل گرما و سرما (ضریب انبساط متفاوت با مصالح سنتی)، ضعف آن محسوب می‌شود.

۵.۱.۱۰ میل مهار

میل مهارهای ویژه‌ای با درجه انبساط و انقباض بسیار کم، در بناهایی که دارای ظرافت و تزئینات خاص باشند، برای خنثی کردن نیروهای رانشی مورد استفاده واقع می‌شود.

۳.۱.۱۰ بتون آرمه

این مصالح از لحاظ نوع و نحوه اتصالات و چگونگی انبساط و انقباض دارای امتیاز است، اما به دلیل اشغال حجم زیاد و تأثیری منفی که درست به همین دلیل در بنای قدیمی می‌گذارد در بسیاری موارد قابل استفاده نیست.

۲.۱۰ روشهای گوناگون مهار نیروهای رانشی اکنون شیوه‌های گوناگون برای دفع رانشها، کلاف سطوح جانبی و مهار عناصر بنا را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم:

۱.۲.۱۰ آهن کشی

از این روش در قسمتهایی از بنا که به صورت خطی و مستقیم عمل می‌کند و نیاز به مهار نیروهای رانشی دارد، استفاده می‌شود، مانند سردر ایوانها و تاق شبستانها (شکلهای ۱ و ۲).

۴.۱.۱۰ کابل

از این ابزار برای بستن و نگهداری موقت استفاده می‌شود و به دلیل امکان سرعت عمل و همچنین امکان جابه‌جایی سریع دارای امتیازاتی است. اما در دراز مدت به دلیل انبساط و



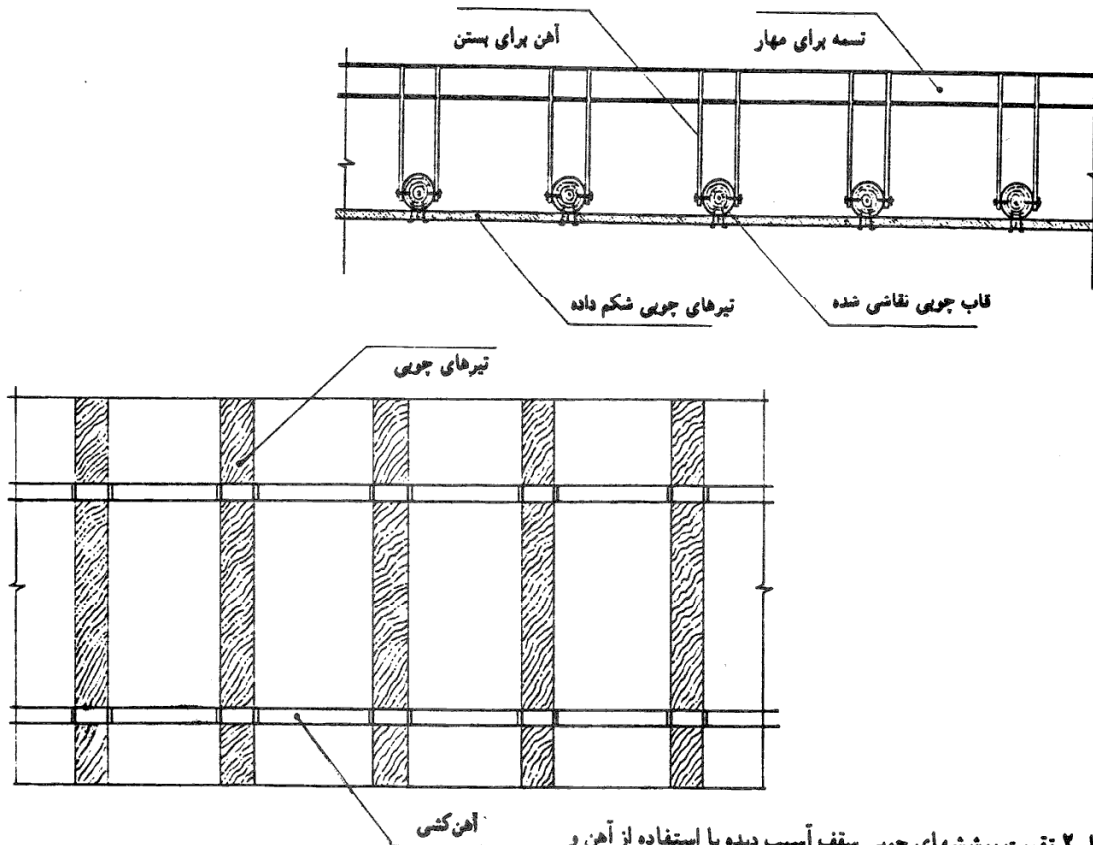
تصویر ۲ ارومیه - مسجد جامع، آهن‌کشی، پی‌سازی و صفحه‌گذاری پایه عمودی.



تصویر ۱ ارومیه - مسجد جامع، آهن‌کشی، جاسازی در دیوار بر پایه عمودی.



تصویر ۳ ارومیه - مسجد جامع، آهن‌کشی، پایه‌های کبکی عمودی در روی بام بر روی پایه‌های اصلی بنا.



شکل ۲ تقویت پوششهای چوبی سقف آسیب دیده با استفاده از آهن و تسمه‌های مهار.

لايه‌های احتمالی تاریخی و یا پی اصلی بنا وارد نشود. ۳. چون این مصالح کششی باید حتی المقدور در بنا گم یا مخفی شوند (آهن گم)، لازم است قبلاً محل کارگذاری مصالح فوق کاملاً بررسی و مصالح به کار رفته قبلی ضمن جابه‌جایی شماره گذاری و با دقت کامل برداشته شوند، به گونه‌ای که پس از انجام عملیات عیناً به جای اصلی خود بازگردانده و نصب شوند.

۴. پس از جاسازی لازم در پی و دیوار و سقف، مصالح مورد نظر با دقت لازم کارگذاری می‌شود و پس از اطمینان از صحت کار، نماسازی براساس برداشت اولیه مجدداً انجام می‌شود، به نحوی که پس از انجام اقدامات فوق تغییر قابل توجهی در ظاهر بنا رخ ندهد.



تصویر ۵ ارومیه - مسجد جامع، آهن‌کشی در دیوار شبستان.

در سقفهای چوبی که به صورت کشویی اجرا شده‌اند و در بخش زیرین آنها نقاشی وجود دارد و یا کشویی چوبی دارای ارزش نگهداری است، طبق شکل ۲ تسمه‌های فلزی تیرچوبی را به آهن جدید مورد استفاده می‌بندند و کل سقف به صورت معلق با نیروهای جدید ستون آهنی عمل می‌کنند. مراحل مختلف آهن‌کشی: برای رفع نیروهای رانشی در یک ایوان عمل آهن‌کشی (با استفاده از بتون، چوب و آهن) انجام می‌گیرد که مراحل اجرایی آن به شرح زیر است: ۱. پیش از هرگونه اقدامی، عملیات احتیاطی، حفاظتی و شمع‌بندی و رفع خطر در بنا پیش‌بینی و انجام می‌شود.

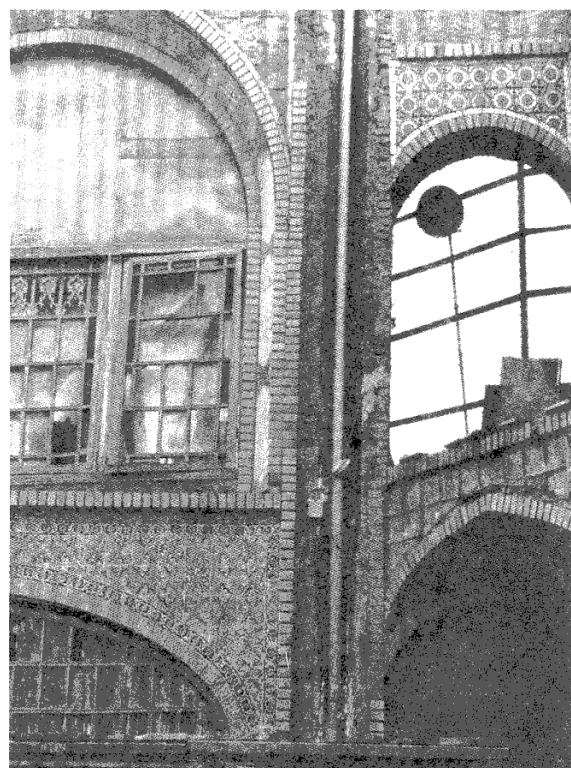
۲. پی‌کنی و جاسازی مصالح فوق باید زیر نظر متخصصان مرمت انجام شود، به نحوی که صدمه‌ای به



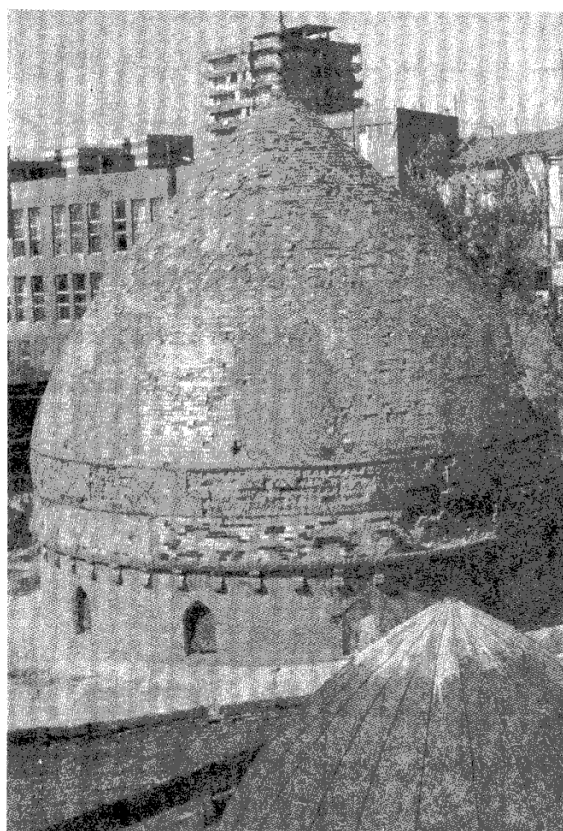
تصویر ۴ ارومیه - مسجد جامع، آهن‌کشی، پایه‌های کمکی عمودی در روی بام بر روی پایه‌های اصلی بنا.



تصویر ۷ کرمانشاه - تکیه معاون الملک، آهن کشی.



تصویر ۶ کرمانشاه - تکیه معاون الملک، آهن کشی.



تصویر ۸ ایروان - مسجد جامع، کلاف کشی فلزی گنبد.

۲۰۲۰۱۰ کلاف کشی

دریخسهای ازینا که نیروهای رانشی به صورت جانبی در پیرامون عنصری از بنا عمل می کنند، نیروهای رانشی را خنثی می کنند، مانند کلاف کشی اطراف گنبدها.

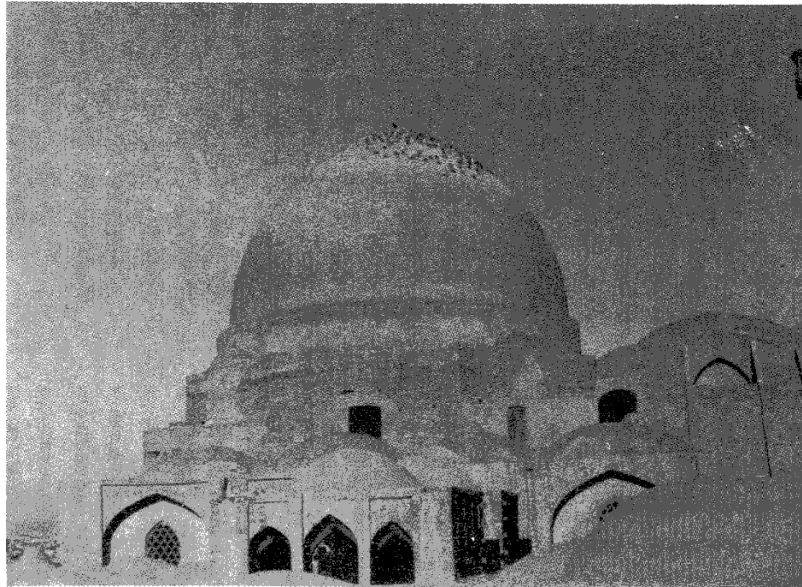
نحوه اجرای شیوه کلاف کشی: در ابنیه تاریخی و سنتی با توجه به مصالح و فرم بنا، که بیشتر به صورت گنبدی و منحنی است، رانشهایی بوجود می آید. به علت نبودن مصالح کششی و وضعی که در چوب موجود است، اجباراً از خود مصالح به صورت وزنی برای خنثی کردن نیروهای رانشی استفاده شده است. حتی در گنبدها، به این ترتیب از این روش استفاده شده است که در پیرامون گنبد در هر تقسیم بندی از ۴ به ۸ و ۱۶ و... در پشت قوس کلافهای آجری کاملاً منسجم احداث می شد که این امر به علت وزنی که به پوشش قوس وارد می آورد باعث تعادل در قوسهای باربر گنبد می شد. اما به مرور زمان و با ضعف مصالح و ملات و کھولت بنا، این چسبندگی و انسجام کاهش می یابد و



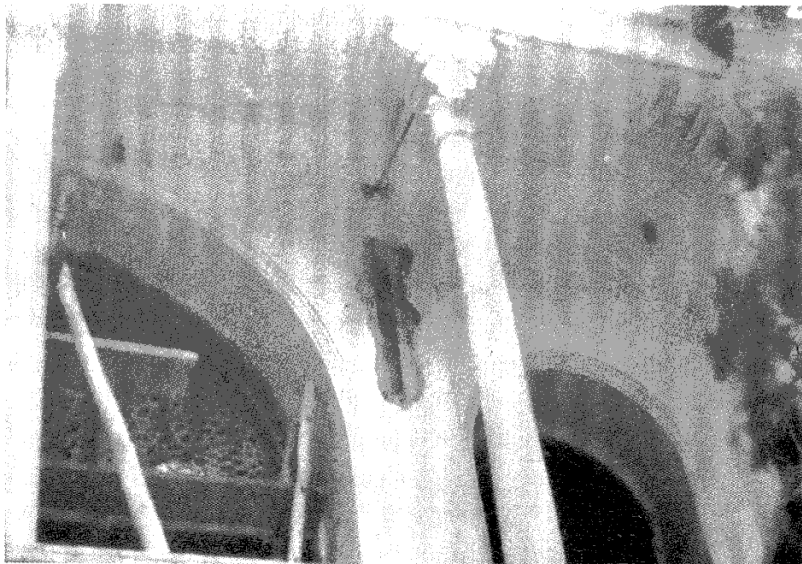
تصویر ۹ ایروان - مسجد جامع، کلاف‌کشی فلزی گنبد (جزئیات).
نیروهای رانشی در جهت معکوس این ضعف وارد عمل می‌شوند و رانشهای شدیدی در گنبدها و قوسها ایجاد می‌کنند.

در حال حاضر که مصالح کششی در دسترس قرار دارند، در مواقع لزوم در بناهایی که دچار ضعف شده‌اند، می‌توان در داخل کلاف آجری، کلاف فلزی یا بتونی با محاسبات دقیق احداث کرد. این کلاف کاملاً در داخل مصالح به صورت گم کارگذاری می‌شود، مگر در مواقعی که این امکان وجود نداشته باشد و آن را به صورت هویدا (اکسپوز) باقی بگذارند.

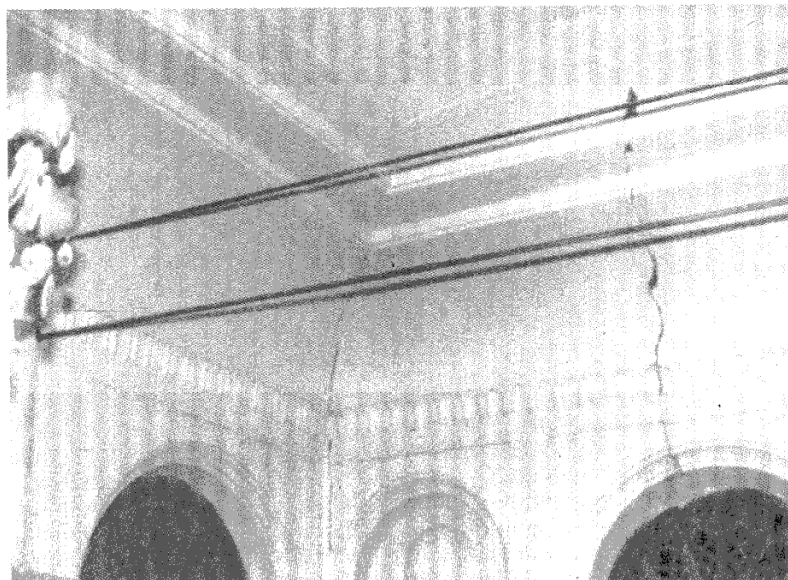
کلافهایی که در اطراف گنبدها برای گرفتن رانشهای گنبد احداث می‌شود لازم است در نقاطی که امکان دارد، در داخل پایه‌ها تا اندازه‌ای به صورت میخ عمل کند تا کلاف قدرت بیشتری برای خنثی کردن نیروهای گنبد داشته باشد. نمونه‌های بسیاری را از این نوع کلاف‌کشی می‌توان ارائه کرد، نظیر مسجد جامع ارومیه، مسجد حاج رجبعلی در



تصویر ۱۰ اصفهان - مسجد جامع، کلاف سنتی آجری.



تصویر ۱۱ ماهان - مقبره شاه نعمت‌الله ولی، استفاده از میل مهار (به کمک آهن برای تقویت سطح اتکای میل مهار): ایجاد انسجام در سازه بنا، ارتباط استاتیکی بین ستون و جداره‌ها.



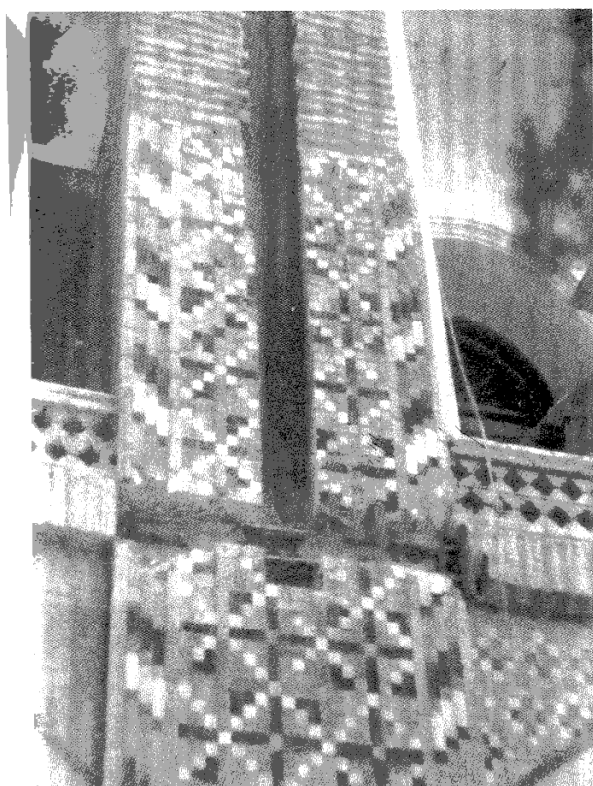
تصویر ۱۲ رفع عارضه به وسیله میل مهار.

۳۰۲۰۱۰ مهار کردن

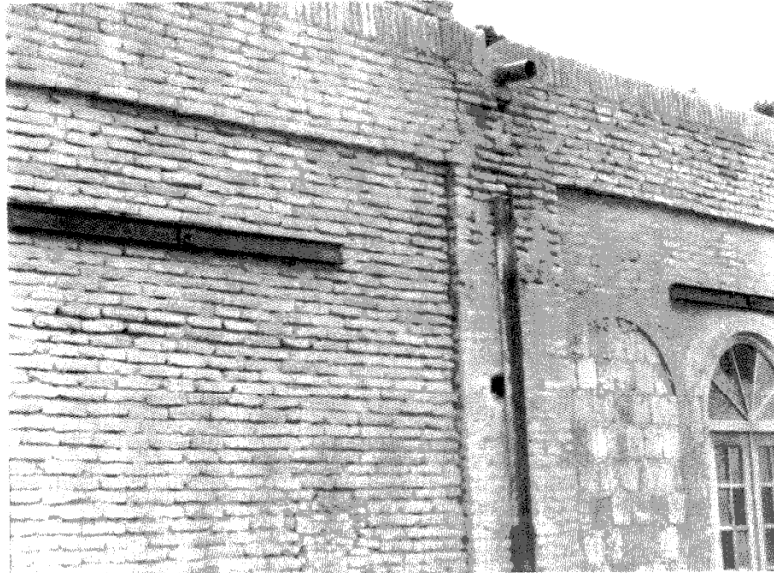
این روش در ساختمان‌هایی کاربرد دارد که مصالح اصلی بنا نیروی ایستایی خود را از دست داده‌اند و لازم باشد که در وضعیت خود به صورت معلق یا کششی تثبیت گردند. با توجه به اینکه انقباض و انبساط در میل مهار، خود موجب آسیب می‌گردند، بهتر است این عمل با استفاده از آهن پیش تنیده که دارای کمترین میزان انقباض و انبساط است صورت گیرد. به منظور تقویت سطح اتکای میل مهار نیز از آهن در جداره‌ها استفاده می‌شود.

۴۰۲۰۱۰ دوخت و دوز

در قسمتهایی از بنا که زمانی به علت رانش ترک خورده‌اند ولی کار اساسی خنثی کردن نیروها در آنها انجام و بنا تثبیت شده است، به طور موضعی با توجه به نوع مصالح و شیوه ساخت به دوخت و دوز و ترسیم ترک‌ها می‌پردازیم.



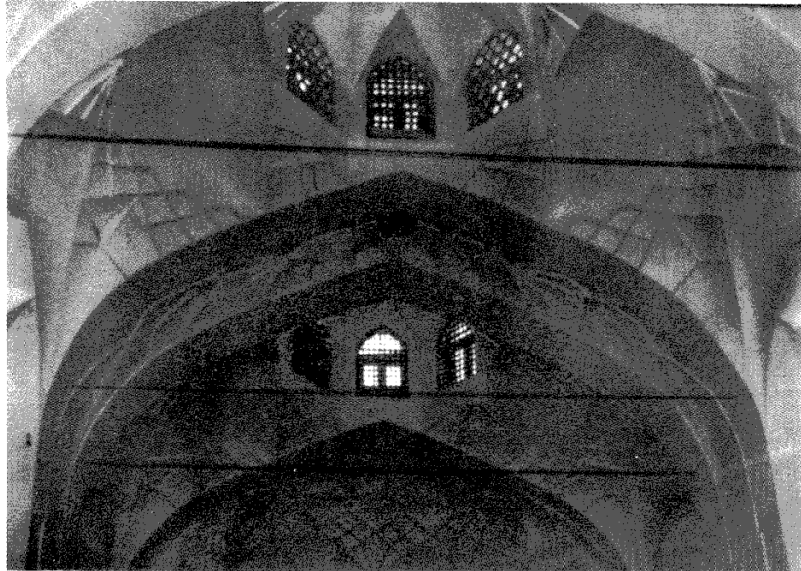
تصویر ۱۳ کلاف آهن برای تقویت سطح اتکای میل مهار در ستون باربر و همچنین در سقف طبقه زیرین.



تصویر ۱۴ کلاف آهنی برای تقویت سطح اتکا. می‌توان در مکانهایی که خارج از دید است، گذاشت که میل مهار پیش تنیده در دید باقی بماند (به صورت اکسپوز).



تصویر ۱۵ ماهان - مقبره شاه نعمت‌الله ولی، یکی از نورگیرهای پوشش سقف. نحوه اتصال میل مهارها به کمک کلاف آهنی و پیچ و مهره.



تصویر ۱۶ ماهان - مقبره شاه نعمت‌الله ولی، میل مهارهای کار گذاشته شده در سال ۱۳۴۲.



درس یازدهم

حریمها و ضوابط حفاظتی بناهای ارزشمند

فرهنگی - تاریخی



۱.۱.۱ تعریف حریم

هر اثری، با توجه به زمان و مکان ساخت، از دسترس‌ها و مفصله‌هایی حیاتی برخوردار بوده و ضمن استقرار در بافت طبیعی، شهری و روستایی با محیط و بستر طبیعی خود انس و الفت یافته و به گونه‌ای ارتباط برقرار کرده است. این همزیستی تاریخی - طبیعی با الحاقات حاشیه‌ای بناها نیز هماهنگی کامل داشته، همسو با جریان تاریخ و فرهنگ و اعتقادات بوده و فن مورد استفاده در آن نیز با جغرافیای طبیعی مکان همخوانی داشته است. امروزه تغییر شیوه زندگی، کاربرد مصالح و پیدایش روشهای گوناگون طراحی و اجرا (ضمن خدشه‌دار کردن وحدت جغرافیایی) نوعی انقطاع در تسلسل تاریخی بافتهای شهری و روستایی پدید آورده است. طبعاً این تغییر و مداخلات شتابزده‌اند و سرعتشان مهار نمی‌شود و در نتیجه جریان حیات طبیعی و عادی بافتهای شهری و روستایی و طبیعت را مورد تهاجم قرار داده و ماحصل تجارب چندین قرن حیات هنری، فرهنگی، اقتصادی اقوام و ملل را خدشه‌دار کرده است. بی‌تردید تغییر و تحول جزو ذات همه امور است، ولی هدایت و کنترل تغییر ضرورت اجتناب ناپذیر زمان حال است. این ارتباط و این هدایت همانند هدایت جریان برق با فشار قوی است که به مبدل نیاز دارد تا بتواند جریان قوی را تضعیف و در حد قابل تحمل و استفاده وارد مدار زندگی روزمره کند.

چنانچه شاهد بوده‌ایم، تحولات مختلف تاریخی سبب جدا شدن بناها از بافت طبیعی، روستایی و شهری خود شده‌اند. به هر تقدیر، چه این انفصال رخ داده باشد و چه بنا در همان وضعیت به حیات خود ادامه دهد، پیش‌بینی حریم و ضوابط ویژه حفاظتی ضروری است تا بتواند این بناها را از ضایعات و صدمات احتمالی مصون دارد. به دلیل تعدد آثار و ابنیه موجود با شرایط متفاوت می‌توان با یک بررسی کلی خطوط مشترکی را برای حفاظت ابنیه با عنوان ضوابط حریمی ترسیم کرد.

این ضوابط با توجه به نوع اثر به شرح زیر قابل بررسی است: ابنیه‌ای که در داخل بافتهای شهری هم اکنون به زندگی خود ادامه می‌دهند، مانند مساجد، حسینیه‌ها، تکایا، بازارچه‌ها، کاروانسراها، آب انبارها، امامزاده‌ها و غیره. در کلیه این موارد و موارد مشابه، مطالعات تاریخی و تصویری و باستان‌شناسی و تطبیقی و تشبیهی و برداشت فیزیکی و ارزشیابی بنا از لحاظ تاریخی - هنری، ضمن توجه به نیازهای روز از قبیل تأسیسات شهری و غیره ضروری است.

۱.۱.۱.۱ حریم فنی بنا

رعایت اصول زیر در مورد حریم فنی بنا ضروری است:

۱. ممانعت از ایجاد پی‌های بزرگ که در تشدید رانش پی‌ها مؤثر است.
۲. ممانعت از احداث کارگاه‌ها و کارخانه‌هایی که دود و صدا ایجاد می‌کنند و موجب پراکندگی مواد شیمیایی مضر می‌شوند.
۳. ممانعت از احداث بزرگراه‌ها و جاده‌های سریع السیر که ایجاد صدا و لرزش می‌کنند.
۴. ممانعت از حفر چاههای آب عمیق و نیمه عمیق که باعث تغییر سطح آبهای زیرزمین (کاهش یا افزایش) می‌شوند.
۵. ممانعت از کاشتن درخت در حاشیه بنا.
۶. ممانعت از حفر چاههای فاضلاب و کانالهای آبرسانی در کنار بنا.
۷. جلوگیری از تخریب بناهای وابسته به ابنیه ارزشمند و تاریخی (مانند ساباط‌ها و پشت‌بندها که در حفظ تعادل و جلوگیری از رانش آنها مؤثر هستند).
۸. با توجه به کثرت و تنوع کیفی و فنی انواع بناهای تاریخی موجود در کشور، تشخیص فاصله فیزیکی این حریم بستگی به نوع اثر، مصالح به کار رفته، ارتفاع، ابعاد مجموعه و وضعیت طبیعی محوطه و مطالعه زمین شناسی دارد و در نهایت، نظر فنی کارشناسان

متخصص امر مرمت در هر کدام از موارد ضروری است.

۲.۱.۱۱ حریم منظری ابنیه

طبق مطالعات به عمل آمده در مورد ابنیه تاریخی، چنین استنباط می شود که کلیه ابنیه تاریخی از لحاظ منظر و چشم انداز با فضاهای معماری - شهرسازی اطراف و مناظر طبیعی از قبیل کوهها، دره ها، رودخانه ها، جنگلها و ... نوعی رابطه سنجیده دارند - یعنی نوعی اشراف و محرمیت با فضاهای اطراف در آنها دیده می شود. حفظ این ارزشهای ارتباطی محیطی، طبیعی و انسانی ضروری است و در این راستا رعایت مقررات زیر ضرورت دارد:

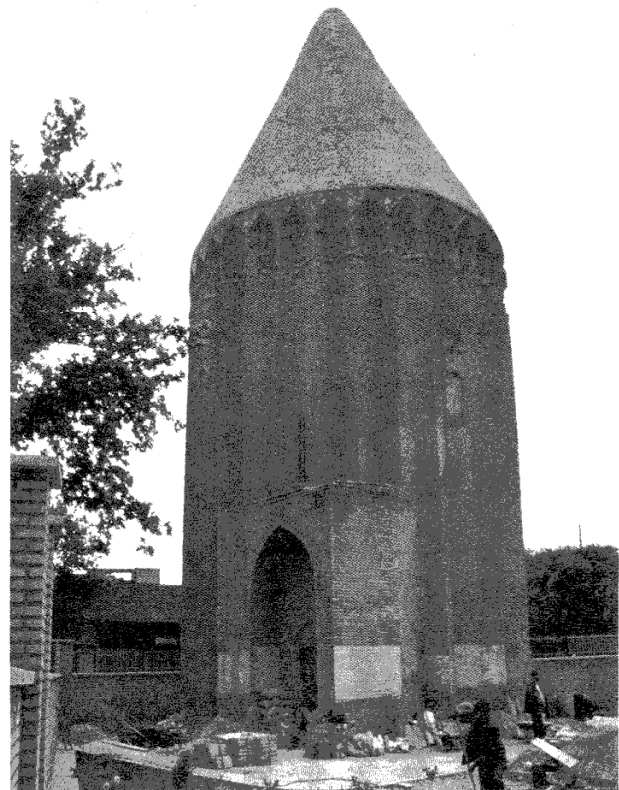
۱. ممانعت از احداث بناهای مرتفعی که باعث اختلال در هماهنگی محیط می شوند و دید و چشم انداز موجود را تحت الشعاع قرار می دهند.

۲. ممانعت از افزایش یا کاهش تراکم موجود، زیرا افزایش تراکم لاجرم احداث تأسیسات جدید شهری را به دنبال خواهد داشت که آن بخش از بافت شهری ظرفیت پذیرش آنها را ندارد. کاهش تراکم نیز موجب رکود اقتصادی و حیاتی مجموعه یا بنا می شود.

۳. ممانعت از به کار بردن مصالح ناموزون و ناهماهنگ در کنار بنا (همانند استفاده از سنگ پلاک که در بافتهای خشت و گلی مورد استفاده قرار می گیرد). شایان ذکر است که در مواردی استثنایی، پس از مطالعات و پژوهشهای اولیه در امر طراحی و اجرا و به دلایل منطقی، استفاده از فن و مصالح جدید قابل توجیه است.

۴. ساماندهی، تقویت و حفظ محیط طبیعی بنا.

۵. ساماندهی و ایجاد فضای سبز در حریم ابنیه با در نظر داشتن ضوابط فنی و باستانشناختی.



تصویر ۱ ورامین - برج علاءالدین، مرمت جامع، محوطه سازی و احیا (عملکردی).

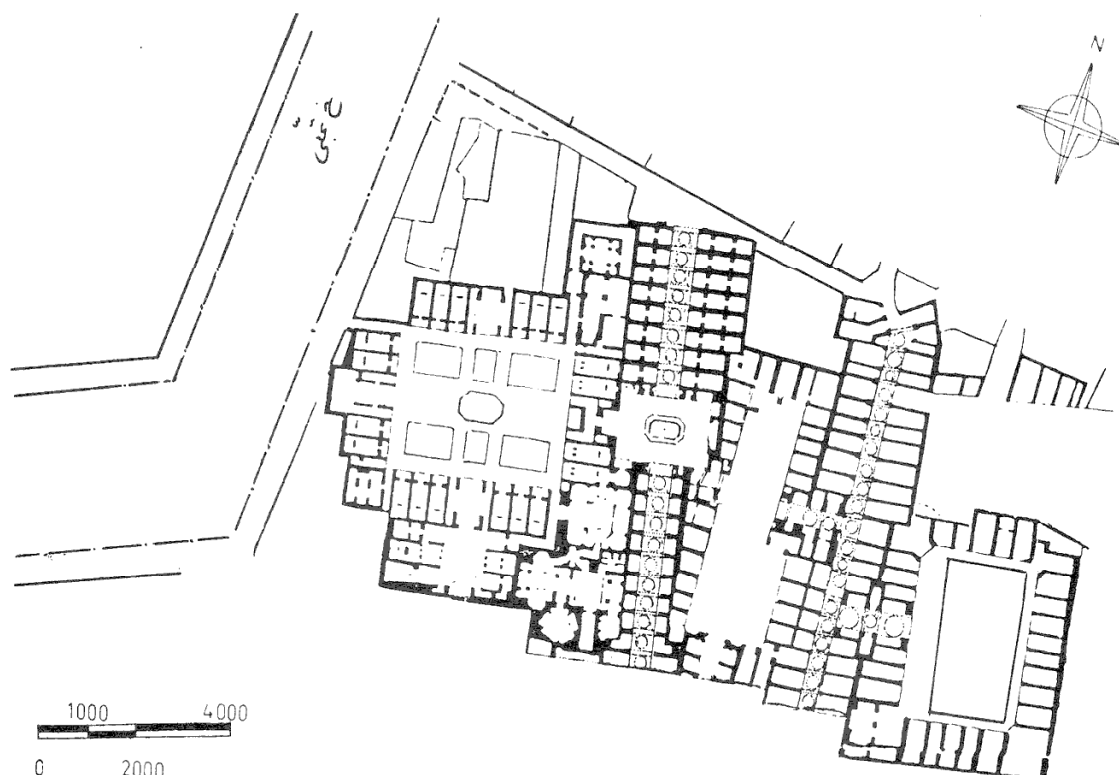
۳.۱.۱۱ حریم کیفی ابنیه

منظور از حریم کیفی، ایجاد شرایط مناسب و مساعد برای ادامه حیات کیفی و کمی ابنیه در ترکیب موزون عناصر است. براساس مطالعات به عمل آمده در مورد مجموعه‌های شهری، چنین استنباط می‌شود که ویژگی عمده معماری - شهرسازی شهرهای تاریخی ارتباط پیوسته عناصر و دانه‌هاست، تاحدی که حتی گاه دانه‌ای از عناصر مجموعه نقش پشتیبان را ایفا می‌کند. ارزش واقعی هر کدام از بناها نیز بسته به ارزش زنجیره‌ای مجموعه است، مانند مجموعه ابراهیم خان کرمان شامل بازار، مدرسه، حمام، آب انبار و... (شکلهای ۱ و ۲) یا مجموعه وکیل کرمان شامل مسجد، کاروانسرا، حمام، بازارچه (شکلهای ۳ و ۴). در این زمینه رعایت ضوابط زیر ضروری است:

۱. ممانعت از تخریب طبیعی و تعمدی ابنیه‌ای که به

مرور زمان و با استمرار فرهنگی شکل گرفته و به حریم بنا ملحق شده‌اند.

شکل ۱ وضعیت فعلی مجموعه ابراهیم خان کرمان. خیابان تجلی بافت پیوسته‌ای را که در نقشه زیر مشاهده می‌گردد از هم گسسته و حرکت سواره را وارد محور اصلی پیاده شهری کرده است.



۲. بازسازی مجدد و احیای بناهایی که در حریم بنا بر اثر استمرار فرهنگی ایجاد شده‌اند.

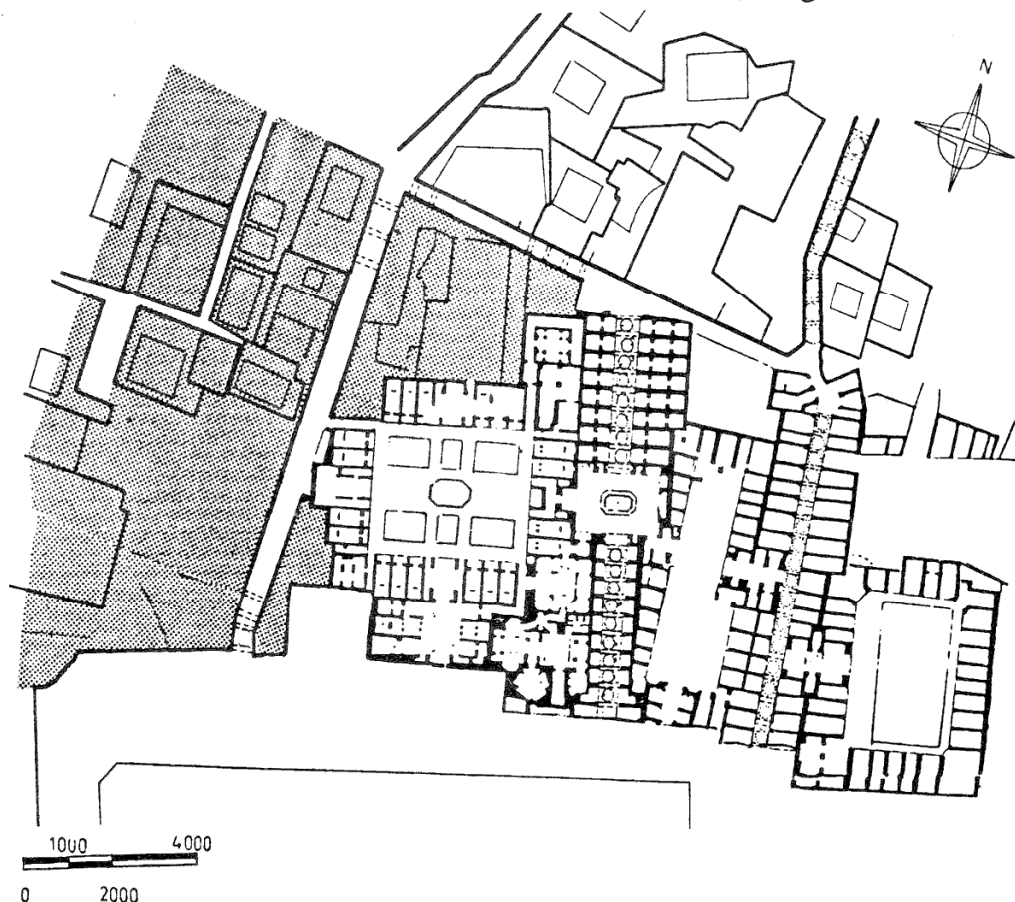
۳. با توجه به اینکه یکی از ارزشهای کیفی ابنیه تاریخی کشور ما ترکیب مجموعه و زندگی هر بنا با الحاقات و ابنیه وابسته بدان و در اطراف آن است (با استناد به بخش الف، بند ۳) و با توجه به ویژگی خاص معماری اسلامی ایرانی (درونگرایی) ضروری است که در حفظ این انسجام کیفی محیط و این ترکیب سعی تمام بشود تا از بادمان سازی پرهیز گردد. برای این کار باید به موارد زیر توجه داشت:

● جلوگیری از تعریض و میدان سازی در مقابل بنای تاریخی؛

● جلوگیری از عریان سازی بنا از ملحقات تاریخی و دانه‌های ترکیبی اطراف آن؛

● تلاش در حفظ ترکیب دانه‌های تشکیل دهنده بافت شهری که در کنار بنای تاریخی مستقرند.

شکل ۲ بازسازی تصویری ابنیه، فضاهای باز، ساباط و گذرهای قدیمی در محدوده مجموعه ابراهیم خان کرمان (عطف به عکس هوایی سال ۱۳۳۵، پیش از گستره شدن بافت).





شکل ۳ کرمان، وضعیت کنونی مجموعه وکیل و مدرسه (خانه) سردار نصرت.*

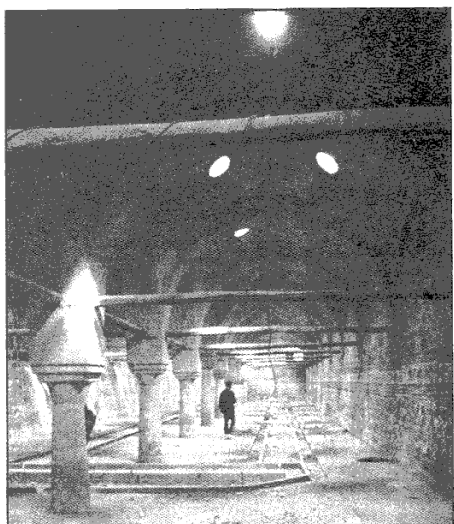
ضمن مقایسه پلانیمتری فوق با شکل ۴، مشاهده می‌گردد که خطوط اصلی تشکیل دهنده بافت شهری به تدریج از بین می‌روند و عناصر و تک بناها به صورت محصور باقی می‌مانند. طبیعتاً ضروری است که به مرمت مجموعه‌های شهری فوق پرداخته شود. با چنین دیدگاهی وضع مجموعه‌ها پیش از تخریب و گسستگی مورد بررسی قرار می‌گیرد و مرمت شهری موظف است توجه ویژه‌ای به وضع سابق کند.

* مأخذ: دکتر اصغر محمد مرادی، «طرح محور فرهنگی تاریخی کرمان»

وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۷۲.



شکل ۴ بازسازی تصویری مجموعه وکیل و خانه سردار نصرت (با عطف به عکس هوایی سال ۱۳۳۵).
 * به عکس هوایی موجود بین خانه سردار نصرت و کاروانسرای وکیل، ضمن ایجاد ساباطهای مناسب با اقلیم، نقش نیارشی را در ارتباط با دو بنا ایفا می‌کرده است. همچنین ویژگی پیوسته و در هم تنیده بافت قابل ملاحظه است.
 • مأخذ: همان.



درس دوازدهم

احیا به عنوان مهمترین اصل در نگهداری ابنیه

فرهنگی - تاریخی

با توجه به این واقعیت که بنای تاریخی دارای کالبدی

است خاص، کالبدی که از پیش دارای یک طرح مشخص بوده و به ما انتقال یافته است، مداخلات زیاد در آن امکانپذیر نیست. عملکرد جدید را نیز باید سنجیده و هماهنگ با فضا انتخاب کرد و به این ترتیب از تواناییهای بنا و یا بافت شهری سود برد.

در این زمینه ذکر چند نمونه تغییر کاربری پس از احیا ضروری به نظر می‌رسد: خانهٔ رسولیان در یزد که کاربری دانشکدهٔ معماری یافته است؛ توحید خانهٔ اصفهان که به دانشکدهٔ معماری پردیس تبدیل شده است؛ حمام وزیر در محلهٔ جمالهٔ اصفهان که کاربری کانون پرورش فکری کودکان و نوجوانان یافته است.

برای احیای یک بنای تاریخی یا یک بافت شهری با ارزش به منظور بهره برداری از آن لازم است به موارد زیر توجه کنیم: فضاهای تدارکاتی از قبیل خدمات لازم برای

تغییر ذات هستی است. نیازهای زندگی نیز مشمول این دگرگونی است. ما وارث بنایی تاریخی به عنوان یک سند و یک اثر هنری هستیم که مکان تاریخی و محیط طبیعی و همچنین کالبد آن از لحاظ ویژگی معماری و اجتماعی برای ما ارزشمند است. در چنین شرایطی، تعمیر و تحکیم و مرمت جامع و در نهایت بازگرداندن حیات تازه به بنا امری ضروری است، به سه دلیل:

۱. اگر در آن بنا کمتر زندگی شود، در نتیجهٔ عدم مراقبت کافی در معرض خطر عوامل فرساینده قرار می‌گیرد.
۲. با استفادهٔ بهینه، ضمن حفظ ارزش فرهنگی، تاریخی و هنری بنا، از آن استفادهٔ اقتصادی نیز شده است.
۳. رعایت اصل احیا منوط به حفظ ویژگی معماری و سندی تاریخی بنا از قبیل فضای خالی و پر، ارتفاع و کلیهٔ روابط فضایی و تاریخی آن است.



تصویر ۱ جنوب ایتالیا - تئاتر یونانی اراکلنا، مرمت استحقاقی ضمن استفادهٔ موقت از بنا در فصول خاص.

الف) رفع نیازهای روزمره خدماتی، از قبیل آب، برق، تلفن و غیره: برای مثال، بنایی که در گذشته احداث شده، از نظر آبرسانی تابع شرایط خاص زمان خود بوده است که امروز با توجه به امکانات جدید ضرورت پرداختن به آن به عنوان یک طرح احساس می شود، و یا سایر تأسیسات از قبیل دفع آبهای زاید سطحی، و آبهای زیرزمینی و لوله های گاز، برق، تلفن و حتی پست برق و غیره همه از ضروریات اجتناب ناپذیر است که مستلزم طرحی ویژه و گاه نوعی طراحی متفاوت با بافت جدید شهری و یا بناهای مدرن است.

پس ضرورت دارد که طرحهای ویژه ای برای موارد فوق مورد مطالعه، طراحی و اجرا قرار گیرد.

ب) رفع نیازهای فرهنگی و اجتماعی و...: در این زمینه ممکن است بتوان با اختصاص عملکردی فرهنگی به بنا و استفاده مطلوب از آن بنایی را زنده کرد. بدین ترتیب می توان با توجه به تعداد قابل توجه ابنیه قدیمی این عمل را به نوعی تقویت خود بسندگی کشور تلقی کرد. برای مجموعه شهری و یا بافت شهری، مطلب پیچیده تر و جالبتر است، زیرا رفع نیازهای محله قدیمی از قبیل خدمات شهری جزو بدیهیات است.

گذشته از نیازهای کارکردی از قبیل پست برق، اطفای حریق، مراکز بهداشتی، مراکز دفع زباله، محل بازی کودکان و...، که خود براساس مطالعات و آمار و ارقام انجام می شود، لازم است به مسئله تزریق حیات از طریق روشهای جدید توجه کنیم. بدین معنی که فضاهایی در بافت شناسایی و عملکردهایی ویژه که در زندگی بخشیدن به بافت مؤثرند انتخاب شود، مانند ایجاد خوابگاههای دانشجویی یا مراکز فرهنگی در دل بافت قدیم.

ایجاد گشایشهای تنفسی در فضاهای متروکه و مخروبه، ایجاد گشایشهای محله ای و... در عین حال باید با توجه به مسائل زیست محیطی و طبیعی انجام گیرد. برای مثال، باید مظهر قناتها و یا باغها و فضاهای ویژه طبیعی، که

تضمین حیات عملکردی بنا یا بافت شهری فراهم گردد. به این منظور باید:

الف) فضاهایی در دل بنا، مجموعه و یا بافت شهری ایجاد و احداث شود. از این طریق می توان کمبودهای عملکردی بنا را جبران کرد. تأمین این فضاها مشروط به رعایت کامل مسائل حفاظتی، تاریخی، هنری و منوط به مطالعات پژوهشی و تحقیقی مدون است. بی تردید پس از مطالعه و شناسایی دقیق عملکرد کلیه فضاهای موجود، انتخاب فوق انجام می گیرد.

ب) فضاهایی در خارج از بنا و در حواشی آن یا در خارج از بافت شهری و یا مجموعه با ارزش ایجاد شود. این اقدام از دو جهت قابل بررسی است: رفع نیازهای مقطعی؛ و تزریق حیات تازه به بنا، مجموعه و یا بافت شهری.

۱.۱۲ نیازهای قابل پیشبینی ابنیه

باتوجه به زمان تاریخی بنا و یا مجموعه و بافت شهری، در مقابل اثری احداث شده هستیم که در زمان و مکانی ویژه و به منظور نیازی خاص طراحی و ساخته شده است. مجموعه ای از ارزشهای تاریخی، هنری و مضامین اعتقادی پیش روی ماست که دخل و تصرف در آن منوط و مشروط به رعایت موارد زیر است:

الف) ارزش بنا از نظر آموزشی: گذشته اثر به مثابه یادواره یا انتقال تجربه؛ چه بسا بتوان برای استخراج شیوه و روشی در ساخت و ساز، آن را مورد ارزیابی قرارداد. پس دقت کافی در این زمینه ضروری است.

ب) کاربری گذشته بنا ممکن است با توجه به نیازهای امروزی زندگی و پیشرفت سریع در تمامی زمینه ها تکرار ناپذیر باشد، ولی باید در انتخاب کاربری جدید به تناسب آن با بنا توجه کرد.

اقداماتی را که در بنا، مجموعه و یا بافت شهری انجام می شود می توان به شرح زیر خلاصه کرد:

۲.۱۲ تک بناهای قدیمی حائز ارزش فرهنگی، تاریخی و هنری:

۱۰.۲.۱۲ ابنیه ویژه (تک بناهای خاص)

این بناها از لحاظ ویژگی تاریخی، هنری، فرهنگی منحصر به فردند و جنبه باستانی یافته‌اند. حفاظت و مرمت این ابنیه مستلزم شیوه‌های ویژه‌ای است که با نظارت کارشناسان خبره متخصص امر مرمت صورت می‌گیرد.

۲.۲.۱۲ ابنیه قدیمی سازگارتر با عملکردهای روز

این بناها منحصر به فرد نیستند و در عین حال ارزشهای تاریخی، مذهبی و هنری دارند، حاوی پیام و دارای الگوی خاصی در معماری هستند، مانند مساجد، کاروانسراها، خانه‌های قدیمی، آب انبارها، یخچالها، حمامها، بازارها، بازارچه‌ها و... این نوع ابنیه که در شهرهای قدیمی به صورت پراکنده و به تعداد بسیار و گاهی به صورت متمرکز وجود دارند، سرمایه‌ای ملی محسوب می‌شوند و سندی حاکی از شیوه زندگی، ساخت و ساز، مصالح، تیپولوژی (گونه شناسی) معماری، فرهنگ مردمی، تولید، عرضه، اتراف و... هستند. در عین حال، می‌توان بخش عمده‌ای از نیازهای روز شهری و روستایی و محله‌ای را از طریق احیا و به کارگیری آنها برطرف کرد؛ این امر نوعی کمک به اقتصاد در راستای سیاستهای خود بسندگی است. در مورد این بناها و مجموعه‌ها روش کلی و آزادانه‌تری برای مداخله وجود دارد، بدین مفهوم که با حفظ الگوهای کلی ضمن مرمت و افزودن تأسیسات مورد نیاز و طراحی در فضاهای ضایع پیرامون بنا، به منظور تأمین خدمات مورد نیاز اقدام کرد. این ابنیه در بیشتر نقاط دنیا جزو سرمایه‌های ملی محسوب می‌شوند و به دلیل ویژگیهای تاریخی، طبیعی و زیستی مورد طراحی و استفاده واقع می‌گردند و سهم بسزایی در زندگی شهری و روستایی دارند.

احیای خانه‌ها، گذرهای قدیمی و مجموعه‌های

حیات و شکل‌گیری مجموعه‌هایی ارتباط با آنها نبوده است، مورد مطالعه و بررسی واقع شوند. به طور قطع، با تقویت و احیای آنها می‌توان هویت بافت را تقویت کرد و در احیای ویژگی واقعی آن تلاش کرد. احیای فیزیکی بافت نیز مسئله‌ای درونی است و نه بیرونی، و راه‌حلها و الگوها باید از خود بافت قدیم الهام گیرند. ضمن توجه به مسائل تولید، عرضه و روابط فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی - که به نوبه خود نقش اساسی در احیای ابنیه، مجموعه‌ها و بافتهای شهری دارند- این الهام و الگو برداری باید با توجه به موارد زیر انجام گیرد:

۱. سنن مذهبی و مردمی در بافت قدیم
 ۲. انواع صنایع بومی
 ۳. شناخت روش تولید و عرضه
 ۴. حرایم و اشراف در ابنیه و بافت قدیم
 ۵. روابط بین فضاهای پر و خالی در بنا، مجموعه و بافت شهری
 ۶. گونه شناسی بنا، مجموعه و یا بافت شهری
 ۷. گونه شناسی معماری موجود
 ۸. ارتفاع ساخت و ساز موجود
 ۹. مصالح مورد استفاده
 ۱۰. رنگ
 ۱۱. تکنیکهای به کار برده شده
 ۱۲. مناظر طبیعی و چشم اندازها
- در نهایت، در اتخاذ سیاستهای مرمت شهری باید به ایمن سازی مجموعه و بافت قدیمی شهری در مقابل عوامل سریع تخریب مثل زلزله توجه کرد.

مفقوده در طرح جدید و در بازسازی باید مورد توجه قرار گیرند.

پ) در بازسازی مجموعه‌ها و محورهای قدیم شهری مانند بازارها آنچه بیش از عناصر واحد (تک بناها) دارای اهمیت و ارزش است، جامعیت و به هم پیوستگی و تسلسل و تنوع شیوه اتصال بخشها و... است و ویژگی این مجموعه‌ها درست در همین مفهوم جامع نهفته است. لذا هنگام مرمت آنها شیوه کلی شهرسازی و معماری از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود. به همین دلیل می‌توان اقدام به طراحی و اجرای فضاهای گمشده و ضایع با شیوه اصلی و مصالح و تراکم و ارتباطات پر و خالی کرد. ضمن اینکه باید کلیه نیازهای تأسیساتی و خدماتی نیز تأمین شوند.

ارزشمند، ویژگی خاصی به فضای زیستی قدیمی می‌بخشند تا جایی که در بسیاری از نقاط جهان، این مکانها و محلات قدیمی جزو مطلوبترین و آرامترین و انسانی‌ترین فضاهای شهری محسوب می‌شوند و زندگی در آنها نوعی امتیاز به شمار می‌رود. با اولویت دادن به این فضاهای قدیمی، که پیش از این فاقد حیات بوده‌اند، زندگی تازه و دوباره به آنها بازگردانده می‌شود و با شگردهای ویژه طراحی و اجرا، ضمن حفظ اصالت، بهترین نوع بازدهی برایشان میسر می‌شود.

بازسازی با هدف احیای ابنیه تاریخی و قدیمی دارای مقررات ویژه‌ای است:

الف) زمانی که بازسازی برای کمک به حفظ بنا صورت گیرد، مانند بازسازی پوشش گنبدی یک بنا که فرو ریخته است، این اقدام ضمن تضمین بقای بنا، در ایجاد تعادل متقابل بین نیروهای موجود مؤثر واقع می‌شود. با اتمام کار نیز زمینه مناسب برای عملکرد بنا ایجاد می‌شود. این بازسازی به شرطی قابل اجراست که تمامی مسائل مربوط به ایستایی، هماهنگی و مسائل مربوط به تاریخ بنا قبلاً مورد مطالعه قرار گرفته باشد.

در بازسازی می‌توان به روش تاریخی - سنتی عمل کرد یا موقتاً مرمت استحفاظی را انجام داد تا زمانی که براساس مطالعات مدون نظریه پردازان، الگوی متناسب طراحی و درباره آن داوری شود و پس از انتخاب مناسبترین و بهترین طرح، مرحله اجرا شروع گردد. (بی تردید این مداخله امری هنری تلقی می‌شود؛ در نتیجه، نظریات گوناگونی برای اتخاذ روش موجود است. به هر حال، می‌توان آخرین دستاوردهای تکنولوژیکی و فنی زمان را با روحیه ابداع‌گرایانه به کار گرفت.)

ب) زمانی که بنایی از لحاظ عملکرد و کاربری مدنظر است و بخشهایی از آن از بین رفته و استفاده بهینه مستلزم بازسازی آن بخشهاست، بخشهای مفقوده با دقت مورد مطالعه و طراحی قرار می‌گیرند، با این پیش فرض که فضاهای

فهرست منابع

1. Baglioni, A. & G. Guarnerio. *La Ristrutturazione Edilizia* , Ulrico Hoepli Editore, S.P.A, 1982.
2. Croci, Giorgio. *Intuizione e Calcolo Nella Progettazione delle Strutture* . Tipografia piloda, Roma, Dicembre 1977.
3. Giuliani, Cairoli, F. *Archeologia Documentazione Grafica* . de Luca Editore, 1976.
4. Massari, Giovann. *L'umidità nei Monumenti* , Facoltà di Architettura, università di Roma (ICCROM), Aprile 1969.
5. Torraga, G. *Comportamento Generale dei Materiali da Costruzioni verso l'ambiente*. ICCROM, 1997.



Twelve Lessons on Restoration

***Ministry of Housing and Urban Development
National Land and Housing Organization***

***Mohammad Hassan Moheballi, Asghar Mohammad Moradi,
with collaboration of Atssa Amirkabirian***