بخش هنر ومعماری

گروه علمی مرمت

فن شناسی و آسیب شناسی

بناهای تاریخی

مهندس خلیل گودرزی سروش
مهندس مرضیه همایونفر

بسم الله الرحمن الرحیم

فهرست مطالب

بخش اول: (بیماری شناسی در بنا) ۷

-بحثی کوتاه بر روش بیماری شناسی
-مسأله تشخیص
-عارضه ها و عدم تعادلها
-عدم تعادل ها و عوامل مخل
-عوامل مخل و درمان ها
-طبقه بندی عوامل مخل در بنا

شناخت و ثبت عوارض ناشی از عملکردهای مخل (آسیب رسان)

علل تخریب و آسیب در کلیه بناهای تاریخی

-علل ذاتی و باطنی در ارتباط با موقعیت بناها
-شرایط جوی آب و هوایی
-ماهیت و طبیعت زمین و شکل خاکی که ساختمان بر آن بنا شده:
-دلایل ذاتی و لاینفک در ارتباط با سازه
-علل تخریب وابسته به تأثیرات عمودی
-علل تخریب مربوط به فشارهای غیر عمودی
-علل طبیعی که اثرات طولانی مدت دارند
-علل وابسته به گیاهشناسی
-عل بیولوژیکی و میکروبیولوژیکی
-علل طبیعی که تأثیرات اتفاقی و ضمنی دارند
-عللی که مستقیماً از اعمال و تأثیرگذاری های انسانی سرچشمه می گیرد

بخش دوم: (تغییر شکل ها و ترک ها) ۳۹

طبقه بندی عارضه در بنا (با تأکید بر مبحث ترک)

روش شاهد گذاری

بخش سوم: (استحکام بخشی بنا " پی ساختمان ") ٤٥

- شناخت پی:

۱. انواع متعارف آسیب ها در پی
۲. طبقه بندی عوامل مخل
۳. عارضه در پی
- تعمیرات و نگهداری پی
- درمان

جمع بندی

بخش چهارم: (نشست های شالوده) **۵۳**

الف – جابجایی افقی

۱. جابجایی افقی طولی
۲. جابجایی عرضی
۳. حرکت مایل انتهایی
٤. حرکت یا جابجایی مایل شامل
- علت ها، احتیاط ها و درمان ها

ب- جابجایی عمودی

۱. جابجایی مطلق
۲. جابجایی نسبی عمودی
- جابجایی بر سطوح کج
- جابجائی کج بخش انتهایی دیوار

چرخش ها

تشخیص نشستهای شالودهای

نشست سازهای دیوارهای

دلایل نشست در رابطه با نیروی متمرکز عمودی

اشاره بر پدیده های لرزشی

اجرای میکروپال

بخش پنجم: (استحکام بخشی بنا «اجزاء عمودی باربر») **۷٤**

تکنیک های مرمت

۱- شناخت اجزای عمودی باربر (جزر یا دیوار)

- مواد و مصالح تشکیل دهنده اجزای عمودی

۲- طبقه بندی عوامل مخل

۳- عوارض

٤- درمان

جمع بندی

بخش ششم: (رطوبت (عوامل، عوارض و نحوه درمان آن)) ۸۰

عوامل

روشهای ساده تحقیق درباره نوع رطوبت

رطوبت های متفاوت در بناهای کهنه در دیوارهای باربر

تعبیر و تفسیر آسیبهای مشهود حاصل از رطوبت

آسیب های قابل رؤیت و عوامل (رطوبت های) مرتبط با آن

نحوه توزیع آب در داخل ساختار بر حسب نوع آن

ویژگی های رطوبت متصاعد از زمین

شناسائی منشاء آب

ویژگی های رطوبت ناشی از آبهای سطحی یا باران

ویژگی های رطوبت حاصل از لایه های آبهای زیرزمینی

دیوارهای موافق و دیوارهای دشمن گسترش رطوبت

اندکس صعود رطوبت

راه های مقابله با رطوبت بالارونده از زیرزمین

ایجاد مانع در ضخامت دیوار–روش ماساری

ناکش محیط خارجی

ناکش های بسته و تنگ

کفهای مرطوب بدلیل اجرای اشتباه آمیزستی "آیا گربهروها را تهویه کنیم یا خیر؟"

آیا گربه رو (ناکش افقی) تهویه بشود یا نه؟
دیوارهای حائل (یا تیغه های مضاعف داخلی)

روش ماساری

ضعف روش ماساری

سیفون کناپن

تمهیدات لازم در برابر رطوبت حاصل از تعریق
اصول مقابله با رطوبت حاصل از تعریق

سقوط قطرات کوچک

رطوبت هوای زیر زمینی – منطقه بحرانی Knapen

عوارض

درمان

روش های جدید خشکانیدن بناهای تاریخی

بررسی طرق مختلف و متداوم رطوبت زدائی

جمع بندی

بخش هفتم: (انواع متعارف آسیب دیدگی) ۱۳۹

انواع متعارف آسیب دیدگی ساختمانهای چوبی

- تعمیرات و نگهداری
- طراحی و عملکرد

انواع متعارف آسیب دیدگی نماهای سنگی و اندود شده (پلاستر)

- تعمیرات و نگهداری
- طرح و عملکرد

انواع متعارف آسیب دیدگی آبروهای بام

- تعمیرات و نگهداری
- طرح و عملکرد

انواع متعارف آسیب دیدگی سقف ها

- تعمیرات و نگهداری
- طرح و عملکرد

انواع متعارف آسیب دیدگی بر اثر گرما زائی

- تعمیرات و نگهداری
- طرح و عملکرد

بخش هشتم: (حفاظت (Conservation)) ۱۵۹

حفاظت از نظر حقوقی

الف. حقوق داخلی (ایران)

ب. حقوق بین الملل

منابع و ماخذ ۱۶۶

بخش اول:

بیماری شناسی در بنا

بحثی کوتاه بر روش بیماری شناسی:

هر مجموعه ساختمانی، مرکب از عناصریست که از نقطه نظر ابعاد، شکل و پیوستگی آن به یکدیگر، به نحوی پیش بینی شده است که قادر به انجام آن وظیفه خاص ایستاتیکی است که از آن انتظار می رود. نوع خوب مصالح، پیوند منطقی عناصر ساختمانی با یکدیگر، توزیع متناسب نیروها، مقاومت مناسب شالوده ها در برابر بار وارده، تناسب نیروهای داخلی در رابطه با توانایی مصالح و محافظت صحیح کل سیستم ساختمانی در برابر عوامل خارجی، کلا شرایط لازم برای تأمین ایستایی و بقای ساختمانی بشمار میآید.

کهنگی و پیری، دشمن بیرحم ساختمآنها است که در نهان ترین زوایای آن لانه می کند. به همین طریق تغییرات درجه حرارت و رطوبت، گسستگی قابل ملاحظه ای را باعث می شوند. عوامل جوی نیز، بستگی به میزانی که مصالح در برابر آن قرار می گیرند، باعث فساد تجزیه آن می شود. حرکتهای زمین، در توده های ساختمانی، گسستگی عمده و گاه خطرناکی در عناصر آن بوجود می آورند و بارهای اضافی در صورتیکه سازه دارای ابعاد کافی نبوده، از مصالحی ساخته شده باشند که متناسب با بار وارده نباشد، یا پیوستگی کافی نداشته باشد، باعث ایجاد عدم تعادلهایی نگران کننده و گاه خطرناک می شوند.

تمام این اتفاقات نامطلوب و دیگر اتفاقات بیشمار دیگر که در اینجا از ذکر آن خود داری می شود و همگی در جهت زیان آوردن به ساختمان دست به یکدیگر می دهند **"عوامل مخل"** نامیده می شوند.

هر عامل مخل، فی نفسه در نظام ایستایی و تعادل مجموعه ساختمانی تغییراتی را باعث می شود. تغییراتی که اگر از مرزی بگذرند موجب عدم تعادلهایی در توده ساختمانی می شود و از خود علائمی بجا می گذارد که **"آسیب"** یا **"عارضه"** نامیده می شوند.

همانگونه که خواهیم دید، جابجایی و چرخش دیوار، ناشی از نشست های شالوده ای، فشار خمش و خردشدگی، ناشی از بار بسیار زیاد، چرخش و خمش ناشی از نیروهای جانبی اضافی و دیگر عوامل بیشمار، همگی عدم تعادلهایی بشمار می آیند که در ساختمان بوجود می آید.

در دیوار حمالیکه تحت نیروی جانبی خاک دچار چرخش می شود، نیروی جانبی عامل مخل بشمار میآید و چرخش حاصله عدم تعادل آن محسوب می شود. گسیختگی احتمالی حاصله در مصالح بنایی دیوار و تغییر شکلهای ناشی از آن، آسیب ها و نشانه مشخصه این عدم تعادل می باشد.

مسأله تشخیص

عارضه ها و عدم تعادلها

در ساختمان آسیب دیده ایکه قرار است به حالت تعادل باز گردانده شود، مطالعه خصوصیات عارضههای حاصله در آن و چگونگی پیشرفت این عارضه ها، با توجه به ارتباط هر یک از آنها با عدم تعادل مسبب آن، ضرورت کامل دارد.

از این رو از طریق معاینه نوع عارضه، نوع عدم تعادل مشخص می شود و بر پایه آن، عامل یا عوامل مخل تعیین میگردد و سپس پیش بینی های لازم برای استحکام بخشی در ساختمان بکار گرفته میشود.

در بررسی رابطه بین عارضه ها و عدم تعادل ها روش استقرائی را بکار خواهیم برد. در این روش پس از آنکه عدم تعادل مشخص شد و ویژگی های ضایعات حاصله از آنها را معیین کردیم حل مسأله به معکوس آن آسان خواهد بود. بدین طریق که ویژگی های ضایعات، نوع عدم تعادل را مشخص می کند و پس از آن، عوامل مخل معلوم می شود و سپس درمان را آغاز می کنیم.

عدم تعادل ها و عوامل مخل

بین عارضه ها و عدم تعادل ها ارتباطی مستقیم وجود دارد که یکی دیگری را مشخص می کند ولی همین رابطه بین عدم تعادل ها و عوامل مخل وجود ندارد چه برای یک عدم تعادل ممکن است عوامل مخل متفاوت و با طبیعت های گوناگون وجود داشته باشد. برای مثال: یک تغییر مکان قائم (عدم تعادل) را ممکن است عوامل مخل زیر باعث شده باشد:

- فشار بیش از حد وارده روی بستر زمانیکه ساختمان بر روی آن قرار دارد.
- خرد شدگی لایه های زیرین دیواره های ساختمان و بسیاری از عواملی دیگر که ذکر آن بدرازا خواهد کشید.

از این رو هر عارضه ای نشانه ای از یک عدم تعادل مشخص است. اینطور نیست که هر عدم تعادل نشانه ای از یک عامل مخل بخصوصی باشد. لذا تحقیق در امر عامل، یا عوامل مسبب عدم تعادل، نیازمند بررسی ها و آزمایش هائی است که گاه هزینه و زحمت بسیار به همراه دارد.

عوامل مخل و درمان ها

دامنه بررسی با شناخت عوامل مخل به مطالعه نوع درمان کشیده می شود.

در واقع برای عامل تشخیص داده شده یک درمان مشخص وجود ندارد، بلکه راه حل های متفاوتی یافت می شود که غالبا کارشناس را در انتخاب مناسب ترین آن دچار تردید می کند.

برای مثال درمان و معالجه نشست های حاصله از فشردگی زمین زیر پی می تواند بگونه های متفاوت مورد عمل قرار گیرد. از طریق پی بندی توأم با دیواره های رومی، یا زیر سازی یا دیواره های ممتد ساده معمولی، یا بوسیله زیرسازی بتن آرمه و یا چاه های زیر پی و غیره.

به همین نسبت، چون در ارتباط با هر عدم تعادل ممکن است عوامل مخل متفاوتی وجود داشته باشد معالجه آن، پیچیدگی دو برابر پیدا خواهد کرد که به هر حال راه حل های بسیاری در برابر کارشناس قرار خواهد گرفت که با استدلال صحیح مناسب ترین آنها را باید انتخاب کند.

خوشبختانه گرچه این یک واقعیت است که در برابر یک عامل مخل درمآنهای متفاوتی وجود دارد، ولی این نیز یک واقعیا است که از طریق انتخاب یک درمان مناسب می توان با چندین عامل مخل مبارزه کرد که این به نوبه خود به طرز قابل ملاحظه ای مواردی را که برای حل مسائل باید پیش بینی کرد عملا کاهش می دهد. به هر تقدیر شرایطی که باید در آن کار انجام گیرد خود به میزان زیادی نوع اقدامی را که باید انجام داد تعیین می کند.

در هر حال کارشناسان در بررسی پدیده های فرسایش و ضایعات ساختمان آسیب دیده باید کار خود را بر اساس حلقه مطالعات و اقدامات زیر قرار دهند.

۱. بررسی محیط، سازه، عارضههای موجود در ساختمان که به شکل تغییر شکلها و ترکها تظاهر کردهاند.
۲. تعیین نوع و طبیعت عدم تعادل
۳. تحقیق درباره عوامل مخل و مشخص کردن آن
٤. مطالعه نحوه درمان ها و انتخاب مناسبترین آن

این حلقهٔ بررسی و مطالعه در مجموع به شکل زیر قابل ارائه است:

تشخیص عارضه ← تشخیص عدم تعادل ← شناسایی عوامل مخل ← ارائه درمان[۱]

[۱] جزوه آموزشی آسیب شناسی، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی

طبقه بندی عوامل مخل در بنا

- **عوامل مخل داخلی:**
- **عوامل مخل خارجی:**

- **عوامل طبیعی:**
  - آنی (سریع و اتفاقی)
  - بطئی (مداوم)
- **عوامل اجتماعی**

- **عوامل مخل داخلی** (عدم شناخت نسبت به فن و هنر و معماری در مجتمع زیستی در مقطع زمانی پیدایش نما)
  - **موقعیت نامتجانس استقرار بنا در اقلیم (طبیعت):**
    - عدم سازگاری صحیح با محیط زیست:
      - نابودی عنصر حیاتی آب مانند، رودخانه، دریاچه و...
      - نابودی محیط زیست پیرامونی مانند جنگل و...
      - ترکیب عوامل بالا
    - عدم استقرار صحیح بنا در فضای طبیعی (اقلیم):
      - عدم شناخت عناصر طبیعی و کآنهای موجود در طبیعت و تهیه عناصر ساختمانی به ویژه ملات ها و تهیه عناصر ساختمانی به ویژه ملات ها و لعاب ها و فرم پذیری عناصر بنا به پیروی از این اصل و به کارگیری مصالح ناصحیح و مقاطع آن
      - به کارگیری عناصر نامناسب با محیط پیرامونی
      - ترکیب عوامل بالا
  - **ضعف شناخت در به کارگیری صحیح فنون اجرایی (عناصر سازه ای):**
    - فونداسیون (پی). مسائل مربوط به لایه های زیرین زمین، ضعف در ارتباط با مصالح به کار رفته در پی

- عناصر (المان ها) بنا. قوسها، گنبدها، طاقها، تویزهها، ازجها و...
- پوششها. ستون، دیوار، اسپر، جرز، ملات و درز بندی
- تحلیل نیروها. رانش، کمانش، فشار، کشش، خمش، پیچش، نیروهای مرکب، وضعیت اضطراری نیروها و تکیه عناصر بر همیاری و کمک رساندن به یکدیگر

o **ضعف شناخت در به کارگیری فن ساخت عناصر و اجزاء**

- کاشی
- آجر
- چوب
- ملات
- خاک
- آب
- و...

o **ضعف فرهنگی در شناخت مسائل اجتماعی، سیاسی، اقتصادی سازندگان بنا مانند شهرسازی سلطانیه و...**

- **عوامل مخل (خارجی)**

o **عوامل طبیعی.**

- **با عملکرد آنی:**

- زمین لرزه، حرکت، توفان، سیل، بهمن، آتش سوزی، صاعقه، آتشفشان و...
- عوامل مرکب از دو یا چند عامل بالا

- **با عملکرد بطئی (مداوم)**

- عوامل فیزیکی طبیعت

- حرارت. سرما و یخبندان، گرما، تغییرات دما، عدم تعادل حرارت در قسمتهای مختلف بنا مثل گنبد و...
- رطوبت. باران، رطوبت هوا، شبنم، رطوبت بالا رونده زمین و...
- باد. باد موسمی، باد روزانه، و...
- تغییر مکان عمودی و افقی زمین. گسل و...
- عوامل شیمیایی و الکترو شیمیایی طبیعت
- ترکیب ملات ها و مصالح به طور مستقیم
- ترکیب گازها در هوا با مصالح
- آب جهت ترکیب مصالح با یکدیگر
- زنگ زدن فلزات
- تاثیر مه و رطوبت هوا بر ترکیبهای کلردار
- عوامل گیاهی در طبیعت
- خالی شدن ناشی از عملکرد ریشه درختان و رشد نباتات
- جلبک ها (انگلهای گیاهی)
- قارچ ها
- کپک ها
- عوامل بیولوژیکی و میکروبیولوژیکی طبیعت
- جانوران موذی. موش، موریانه، کرم چوب، پروانه، زنبور، مورچه، عقرب، جوندگان، مار و خرگوش، پرندگان
- فضولات حیوانات در ترکیب های شیمیایی ثانوی
- عوامل مرکب
- از ترکیب چند نوع عامل بالا، گاهی عوامل مخل جدیدی به وجود می آید.

o عوامل اجتماعی:

- **توده مردم:**
  - تاثیر فرهنگ زدایی غربی بر توده مردم (سودجویی)
  - تبلیغ غلط آثار باستانی و سوء استفاده از آثار فرهنگی در دوران قبل از انقلاب اسلامی و پدید آوردن تعارض در ذهن مردم
  - عدم شناخت فرهنگ اصیل گذشته و استفاده منطقی از آن برای بازگشت به خویشتن و به دنبال آن اهمیت قائل شدن برای میراث های فرهنگی
  - عدم مدیریت صحیح نسبت به منابع طبیعی (مثل مدیریت لایروبی رودخانه ها و...)
- **مدیریت غلط جوامع جهان سوم:**
  - مدیریت غلط شهری
  - طرحهای شهرسازی کلاسیک جهان سوم (هادی، جامع، تفصیلی و...)
  - تاثیر فرهنگ زدایی و تحمیل ماشین الات حمل و نقل در بافت های تاریخی و فرهنگی، در حالی که در غرب وسایل نقلیه سازگار با اوضاع و احوال بافت طراحی می شوند.
  - نرساندن امکانات و خدمات جدیدتری به بافت های سنتی، از جمله ایجاد مشکلات مربوط به فقدان نظافت، فاضلاب، اب، برق، گاز، تلفن و شبکه های دسترسی
  - عدم دفع فاضلاب و نزولات آسمانی و یا ترکیب ناهمگن آنها با بافت قدیمی
  - قوانین غلط شهری
  - قوانین مالکیت، ارث، و بی هویت و بی رنگ شدن فرهنگ غنی وقف و...
- مسائل ناشی از حقوق بین المللی، بخصوص در زمان جنگ.
  - مشکلات و مسائل ناشی از اصابت موشک و بمب
  - مسائل ناشی از مناطق تحت اشغال دشمن در دوران جنگ
  - مسائل ناشی از نحوه استقرار نیروهای خودی در جوار آثار باستانی
  - مسائل ناشی از استقرار صنایع دستی در نزدیکی آثار باستانی

- نحوه علامت گذاری بین المللی آثار باستانی (در مواقع جنگ)
- نحوه ساخت پناهگاه ها برای حفظ میراث فرهنگی و مسائل حقوق بین المللی مترتب بر آن و...

شناخت و ثبت عوارض ناشی از عملکردهای مخل (آسیب رسان)

- داغ آب و رطوبت
- ترک
- تغییر فرم عناصر ساختمانی مانند کج شدن دیوار
- پودر شدن، فاسد شدن، لهیدگی و خوردگی عناصر و اجزای بنا
- تغییر سیمای محلی بنا مانند گرد و خاک گرفتگی و لانه کردن حیوانات
- رنگ پریدگی
- و...

هفت شهر،سال چهارم شماره ۱۱، توالی منطقی فعالیت ها برای ارائه طرح مرمت، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی، ص ۳۴ – ۳۷

علل تخریب و آسیب در کلیه بناهای تاریخی

لزوم اطمینان از نیروی زیست و حفاظت از بنای تاریخی در مرمت، به انتخاب مناسب و دقیق راههای علاج و اصلاح نیاز دارد و این راهها با علل تخریب و ماهیت تخریب در ارتباط هستند. بنابراین پیش از شروع عملیات مرمت، باید مطالعاتی تشخیصی صورت گیرد. چنانچه هر درمانی بعد از تحلیل، تشخیص و شناسائی علت بیماری صورت میگیرد. هر درمانی با شناسائی بیماری یا علل جراحتی مربوط به آن ارتباطی مستقیم دارد.

بعد از کسب دانشی کامل، جامع و عمیق در مورد یک بنای تاریخی، مهمترین وظیفه مرمت کننده تشخیص علل تخریب میباشد و باید با صبر و حوصله و به گونه ای روشدار با آن برخورد کرد. در ضمن انجام عملیات دقیق اولیه، مرمت گر باید کار خود را با شناسایی دقیق علل تخریب همراه سازد. (این علل غالباً متفاوت و به اشکال گوناگون و پیچیده ای می باشند)

گروه بندی این علل با ترتیبی منطقی، نیازی قطعی به پاسخگوئی به این سوال دارد که «به چه صورتی این علل می توانند بهتر تقسیم و طبقه بندی شوند ؟ » تخریب های ایستائی به وسیله دو یا چند علت بوجود می آیند، این علل بطور مستقیم و یا ملازم عمل میکند و اغلب بر هم تأثیر میگذارند.

تحلیل ما نباید به شناسائی علل محدود شود. در حقیقت این امکان وجود دارد که علتی را که ما به عنوان اصلی ترین و برجسته ترین عامل قلمداد می کنیم، با عللی مخفی و یا نا مشخصتر همراه باشد. تأثیرات جمعی و مستقل این علل از معمول ترین و جالبترین موضوعات در مطالعات تشخیص اختلالات ایستائی به شمار می رود.

امکاناتی که با روشهای علمی بدست آمده اند، متعدد و قابل اطمینان می باشند. این امکانات علمی به انتشار، تقسیم و نفوذ خود در دامنه ای منظم، رفتار مواد و مصالح ساختمانی را تحت عمل، عوامل فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و گیاه شناسی بررسی و آزمایش میکنند و هم چنین مقاومت این مصالح را در برابر فشارهای وارده از بخشهای ساختمان و یا در برابر کنش های استثنائی خارجی مطالعه می کند.

برای بدست آوردن یک روش تحقیق ساده و کلی جدولی اساسی برای تجزیه و تحلیل ارائه می شود که لازم است این جدول بر اساس مقتضیات واقعی و قابل تشخیص بنا نهاده شود.

اگر ما توجه خود را به بنا معطوف کنیم و خصوصیات آن را به عنوان نتایج و وقفه ها مورد ملاحظه قرار دهیم اولین طبقه بندی که با این روش بدست می آید به صورت زیر خواهد بود:

۱ –علل ذاتی که دقیقا با اصلیت و مبداء و طبیعت ساختمان ارتباط مستقیم دارد.

۲ –علل خارجی یا عارضی که از منابع خارجی سرچشمه میگیرد.

چنین جداسازی و تفکیکی به منظور تجزیه و تحلیل صورت می گیرد و در بین نظریات و پیدایش ساختمان و رخدادهای بعدی که در دوره زندگی بنا اتفاق افتاده، حدودی کاملا مشخص، معین میکند و به این ترتیب این علل در ارتباط با بنای تاریخی، تقریبا به صورت دقیق ارزیابی می شود و این اطلاعات به گونه ای سازمان دهی شده مورد بررسی قرار میگیرد.

با توجه به این مطالب علل ذاتی یا باطنی از دیگر علل جدا شده و در حوزه تأثیری که به طور مستقل از مبدا بنا با مراحل مختلف ساخت بنا معین می شوند، قرار میگیرد:

۱. علل ذاتی یا باطنی این علل به دو گروه اصلی تقسیم می شوند.

– عللی که در ارتباط با وضعیت ساختمان می باشند.

- عللی که در ارتباط با سازه ساختمان هستند. (علل مربوط به گروه دوم در اکثر موارد دیده می شوند)

نوع اول با وضعیت توپوگرافی جغرافیایی، موقعیت بنا و یا حداقل به صورت لاینفکی به زمینی که ساختمان بر روی آن ساخته شده ارتباط محکمی دارد.

علل نوع دوم عموما در ارتباط با عناصر تک بناها (مواد ساختمانی طبیعی یا مصنوعی) می باشند.

سنگها و مرمرها، آجرها و کاشی ها، مصالح ساختمانی اتصال دهنده و...

و یا به طرح و عوامل اجرائی که ساختمان را بعنوان یک کلیت در ابتدای طرح در نظر می گیرد بستگی دارند. (برای مثال تناسبات اشتباه بخش های مقاومت ایستائی) و یا در پایه عملیات اجرائی(انتخاب، استفاده و نحوه بخورد با مصالح ساختمانی، روشهای ساختمانی و...) و یا موارد دیگر بر پایه تکنولوژی (فونداسیونها، سازه دیوارها و سقفها).

ما باید مهمترین عامل ویژه یعنی عللی را که به خوبی از هم تشخیص داده می شوند و از دلایل عمومی نشأت می گیرند مورد نظر قرار دهیم. این دلائل به گونهای موازی با علل اولیه پیش می روند و برای ماهیت و چگونگی آنها تعریف بهتری ارائه می دهند. پس از شمردن کلیه علل ذاتی یا باطنی در نواقص ساختمان می رسیم به پیش بینی تمامی پدیده ها و رخدادهایی که بعدها اتفاق خواهد افتاد و ساختمان را از بین خواهد برد. اینها علل ظاهری و بیرونی هستند که ما از آنها تحت عنوان علل خارجی یا عارضی یاد می کنیم.

این علل نیز به دو گروه اصلی تقسیم می شوند: گروهی که وابسته به تأثیرات طبیعی هستند و گروهی که وابسته به تأثیرات انسان هستند. برای مطالعه رشته گسترده دلائل طبیعی می توانیم آنها را به زیر مجموعههایی تقسیم بندی کنیم. این تقسیم بندی بر اساس سرعت تأثیرات این علل صورت گرفته، بنابراین تمام علل خارجی می تواند به شرح زیر خلاصه شوند:

۱. علل طبیعی که تأثیرات ممتد و بلند مدت دارند.
۲. علل طبیعی که تأثیرات فرعی، اتفاقی و ضمنی دارند.
۳. عللی که وابسته به اقدامات انسانی هستند.

گروه اول شامل کلیه عوامل فیزیکی، شیمیائی، الکترو شیمیائی، گیاهی، بیولوژیکی، میکروبولوژیکی و... می شود. این عوامل به آرامی سازه بنا را سست و خراب می کند و می توانند تحت عنوان سالخورده شدن بنا طبقه بندی شوند.

دلائل وابسته به رده بندی دوم اغلب وابسته به پدیده های طبیعی هستند که غالباً خیلی شدید و غیر قابل پیش بینی می باشند پدیده هایی از قبیل زلزله، حرکات زمین، سیلابها و...

در میان علل متعلق به گروه سوم می توان از خرابی های ناشی از جنگ و مخصوصاً تمام تغییراتی که توسط انسآنها به عمد در سازه اصلی ساختمان داده می شود و تغییرات محیطی مانند تغییرات شرایط زیرزمینی نام برد.

لازم است تا حدود تعیین شده زیر را در ذهن داشته باشیم. علل ذاتی و باطنی شامل کلیه پدیده ها در ارتباط با ساختمان هستند. حتی اگر بنا در مراحل مختلف (اما با طراحی واحد) ساخته شود و این در حالی است که علل خارجی یا عارضی شامل کلیه مداخلات متوالی در تغییرات و اصلاحات اساسی و غیر

قابل پیش بینی در اصول اولیه میباشد. نمودار زیر رئوس مطالب در مورد گروههای اصلی، علل تخریب و زیر مجموعه های آنها را مورد بررسی قرار می دهد.

- **علل ذاتی و باطنی در ارتباط با موقعیت بناها**

این علل اساساً مربوط به موقعیت توپوگرافیکی جغرافیایی و وضعیت ماهیت زمین میباشند (ماهیت زمینی که بنا بر روی آن احداث شده).

- **شرایط جوی آب و هوایی**

از جمله شرایطی که بر بنا اثر می گذارد و تهیه گزارش از تغییرات جوی برای حفاظت از بنا با توجه به موقعیت جغرافیای بنا ضروری می باشد اگر ساختمان نتواند با شرایط جوی سازگاری ایجاد کند، شرایط زیستی ساختمان نزول نخواهد کرد. چنانچه این ارتباط تابع تغییرات یا بی ثباتیها باشد. ضایعات و خسارتی پدید میآید. این پدیده در دنیای گیاهان و جانوران نیز اتفاق می افتد. بعنوان یک قاعده این پدیده در بین وقایعی جای میگیرد که لحظهای از عمر بنای تاریخی را مشخص می کند و بنابراین در ورای علل ذاتی یا باطنی قدم بر می دارد. هر چند که شرایط مخصوص توپوگرافیک می تواند بر موقعیتهای جوی تأثیر گذارد و آن را خراب تر کند. (چنانچه برای مثال، در مورد یک بنای تاریخی که در کنار یک رود یا دریاچه یا یک پرتگاه سنگی بنا شده دیده می شود.)

البته در مورد مثال فوق نتیجه قطعی نمیتواند کاملاً و صد در صد ذاتی و درونی به حساب آورده شود. میتوان ادعا کرد که موقعیت یک بنا تأثیر مستقیمی در حفاظت آن دارد. مخصوصاً رو به آفتاب و جهت اصلی باد بودن.

- **ماهیت و طبیعت زمین و شکل خاکی که ساختمان بر آن بنا شده:**

بی نهایت مهم است. مخصوصاً از نظر جغرافیای آب شناسی که استحکام زمین، موقعیت، شیب لایه های سنگی و سرعت بسترهای آب زیرزمینی را مورد توجه قرار میدهد. یکی از شرایط اصلی و اساسی برای حفظ استحکام بنا این است که بار واحدی که بوسیله فونداسیون منتقل می شود باید بر اساس طبیعت و ماهیت زمین و مقاومت مخصوص آن به صورت متناسبی تقسیم شود. و حجم پیکره ساختمان از امکانات فیزیکی زمین تجاوز نکند.

نقش اصلی دیگری بوسیله ترکیب ظاهری زمین ایفا می شود که با شیب زمین و خصوصیات سطح آن و جاری شدن طبیعتی آبهای سطحی و... معین می شود.

ترکیبی پیچیده از تمام این موقعیتها، (که در جوهر و طبیعت زمین بصورتی لاینفک وجود دارد) استحکام و دوام پایه را معین می کند. بعلاوه نتایج این تأثیرات اغلب بر نماها نیز ظاهر می شود و بر حفاظت کل بنای تاریخی اثر می گذارد.

در حین مطالعات و تحقیقاتی که پیش از اقدام به مداخلات صورت می گیرد، آزمونهای زیر را بر روی زمینی که پایه ها بر آن قرار گرفته اند، انجام میدهیم.

۱ –ارزیابی زمین شناسی طبقات زمین، در صورت وجود حوزه های رسوبی، این ارزیابی باید همراه با نمونه برداری باشد. (کیفیت خاک طبقات زیرین باید تا عمق کاملاً قابل ملاحظه ای از زمین بررسی شود). این ارزیابی باید متناسب با حجم ساختمان و بارهای ساختمانی صورت گیرد.

۲ –آزمایشات مربوط به بارها

۳ –آزمونهای مربوط به ترکیبات ممکن، موجود (شیمیائی، فیزیکی، مکانیکی و..)

٤ -تحقیقات در مورد منابع، بسترهای آب و لایه هایی که جریان آب در آنها امکان پذیر است.

٥ -تشخیص و تحلیل خاکریزی جدید یا قدیمی.

در طرح مرمت مورد مطالعه علاوه بر آزمونهای بالا باید تمامی تحقیقات ویژه در ارتباط با استفاده از مصالح قدیمی و جدیدی که با آنها سرو کار داریم افزوده شود.

- **دلایل ذاتی و لاینفک در ارتباط با سازه**

این دلایل توسط مشکلات موجود در مصالح ساختمانی یا در خود سازه معین می شوند. این علل حتی اگر خیلی جدی هم نباشند و تناسب ایستائی را کاملاً از بین نبرند و تغییر ندهند و در پی آن باعث پایان زندگی تاریخی بنا نشوند، یک خطر بسیار جدی برای استحکام ایستائی سازه و یا برای حفاظت عناصر سازه محسوب می شوند.

علل ذاتی لاینفک به دو دسته زیر قابل گروه بندی هستند:

- نواقص در شکل مصالح و نواقص واقعی ساختاری
- نواقص اصلی و اولیه می توانند به انتخاب مصالح نسبت داده شوند. این نواقص اساسی در اندازه، برش، رفتار، طرز عمل پراکندگی و استفاده از عناصر تشکیل دهنده مقاومت سازه، (شامل مصالح اتصال دهنده در ارتباط با عملکرد ایستائی خود) ذاتی و لاینفک هستند. این نواقص عموماً در ارتباط با مقاومت ناکافی در برابر ضربات مختلف یا در روش غلط استفاده از مصالح اتصال دهنده و یا ضعف این مصالح پدیدار می شوند.

آزمونهای که عموماً بر روی مصالح ساختمانی انجام می دهیم در زیر ذکر شده اند:

۱ –سنگ و سنگ مرمر: مکان منبع سنگ، روشهای برداشت و استخراج سنگ (ممکن است مقاومت سازه را از بین ببرد) روشهای حمل و نقل، راهنمای استفاده و همچنین آزمونهای آزمایشگاهی در مورد تجانس، همجنسی، سختی، کارایی، قدرت یخ بستگی، هدایت حرارت، فرسایش، مقاومت در برابر فشارهای ناشی از فشرده شدن، خمیدگی و برش.

در صورتی که با سنگهایی روبرو شویم که قبلاً استفاده شده بودند، لازم است تا آزمونهای مربوط به سخت کنندگی شیمیائی و رطوبت پذیری را نیز انجام دهیم.

۲ –آجرها و کاشیها: آزمونهای مقاومت (کاملاً مشابه آزمونهای مربوط به سنگ) و همچنین آزمونهای مربوط به پختن و مطالعه کیفیت خاک رس (گل) استفاده شده، خلل و فرج و اینرسی شیمیائی نیز باید انجام شوند.

۳ –ملاتها و مواد و مصالح اتصال دهنده: به طور کلی آزمونهای مربوط به قدرت سفت شدن، حرارت و چسبندگی باید انجام شود.

٤ –مواد و مصالح اتصال دهنده: آزمونهای مربوط به مقاومت در برابر فشارهای ناشی از فشرده شدن، خمیدگی، سختی برش، کارایی و.. باید انجام شوند در صورت برخورد با چوب، دانش شناخت حشراتی که ممکن است مبادرت به از بین بردن آن کند نیز بسیار مهم است. (موریانه ها، انگلهای مختلف مانند کرمهای چرب و...)

تا آنجا که به علل تخریب مواد و مصالح مربوط می شود، لازم است مثالی در مورد گچ ذکر کنیم، این ماده بصورت خیلی سطحی توسط مرمت کنندگان استفاده می شود. این ماده اتصال دهنده موارد مصرف گوناگونی دارد و در همه جا استفاده می شود. البته بر اساس انواع مختلف سنگ و سیستم های پخت به روشهای مختلفی استفاده می شود.

برای هر نوع ملاتی تفاوتی در میزان نفوذ پذیری و انتقال آب، زمان سفت شدن، کاهش حجم، رنگ، نسبت نیروی اینرسی مورد نیاز، روش استفاده و استفاده در فصلهای مختلف وجود دارد.

کلیه مطلب فوق به نتایجی عملی منجر می شود، برای مثال هنگامی که یک اندود گچی قدیمی باید با پوششی جدید تعمیر شود و مثالهائی مشابه آن.

دانش ترکیبات و خصوصیات استفاده، برای گچ کاری های قدیمی که تحت شرایط طبیعی بیش از حد معمول مقاومت کرده اند بسیار سودمند خواهد بود.

ملاتها می توانند از بین بروند و با تخریب خود نتایج وخیمی بر جای بگذارند، و البته هر چه استفاده از ملاتها بیشتر و سریعتر باشد نتایج وخیم به بار آمده نیز بیشتر خواهد بود. از جمله عواملی که باعث تخریب ملاتها می شود می توان به کیفیت بد ملات، انتخاب ناکافی مصالح اتصال دهنده (شن و ماسه خاکی یا گلی)، نسبت غلط ترکیبات، حضور گچ در ترکیبات، کمبود یا ناکافی بودن آب، ضخیم بودن بیش از حد لایه ها که به ملات اجازه نمی دهد تا به صورت مناسبی سفت شود و به سختی یک آجر درآید و بلوری شود، و به خاطر همین ملات خشک شده و به سنگها نمی چسبد و فقط فضاهای بین ردیفهای سنگی را پر می کند و بنابراین در برابر کششها و انقباضات، مقاومت نمی کند و ضریب اصطکاک آن خیلی پائین می آید، و... اشاره کرد.

این حالت در سازه باعث کشش و انقباض هر چه بیشتر مفاصل همراه با عدم توازن در پخش بار و در نتیجه تخریب سازه می شود سنگ ها نیز ممکن است نواقص ابتدایی داشته باشند، و قطعات استخراج شده باید فشرده و متراکم، بدون آثار چکش خواری باشند. و در ضمن شرایط باید به گونه ای باشد که

بستری که بلوک سنگ در آینده بر روی آن قرار می گیرد. با بسترهای کان سنگ منطق باشد و سنگ برای مدت طولانی در معرض اشتعال قرار نگیرد.

نواقص ساختاری بنا معایبی هستند که از کیفیتهای ناکافی مقاومتهای سازه ای نتیجه می شوند و به عوامل متعددی از جمله نصب و اشتباهات در چیدن و قرار گیری قسمتهای مختلف سازه، بر اساس بار یا اعمال ضربات و مقاومت عناصر سازه ای و واکنش هایی که در برابر اعمال ضربات بوجود می آید و... بستگی دارد.

در حقیقت ناکافی بودن بخش های مقاوم ساختمان و عدم موازنه قطبی سازه ساختمان در خیلی از موارد باعث بروز حملاتی می شود که نتیجه آنها تغییر حالت ساختمان و ویرانی آن است.

هر بخشی از ساختمان چون در برابر فشارهایی که از قسمتهای دیگر به آن وارد می شود مقاومت می کند، در توازن ایستائی ساختمان عملکرد ویژه ای دارد. بنابراین هر قسمت از ساختمان باید نیازهای ویژه ای را در ارتباط با اندازه و موقعیت جوابگو باشد. در غیر این صورت حوادث گوناگونی اتفاق می افتد و این اتفاقات خطرناکترین علل تخریب به شمار می روند. زیرا به گونه ای جدی حفاظت و بقاء ساختمان را تهدید می کنند.

بدون احتساب دقیق دلایل تخریب که در اثر کمبود، یا عدم مطابقت پیها ایجاد می شود این حوادث می توانند بر حسب نوع فشاری که ساختمان را تسلیم خود می کند به دو گروه طبقه بندی شود:

- عوامل تخریب وابسته به تأثیرات عمودی شدید در ارتباط با اندازه سازه های تقویت کننده و نگهدارنده

- عوامل تخریب وابسته به فشارهای غیر عمودی یا فشارهایی که در برابر هم در سازه های مناسب توازن کافی ندارند.

(این علل وابسته به معایب و یا نواقص خود سازه میباشند)

برای درک بهتر مکانیزم عملکردی آنها، باید به طور مختصری به شرح تأثیرات مختلف بپردازیم و تنها با، داشتن این پیش زمینه فکری است که ما می توانیم برای جلوگیری از وجود خطرات و اشتباهات پروژه، به انجام محاسبات مبادرت ورزیم.

نحوه برخرد ما با این مسئله طبیعت مواد و فرم سازه ها و ساختمآنها را در نظر نمی گیرد. بلکه اینها فقط ملاحظات کلی هستند که ما آنها را به موارد متفاوتی که در پائین ذکر شده نسبت میدهیم.

بناهای تاریخی متعلق به سبکهای مختلف معماری، مواد و مصالح گوناگون و روشهای جزئی مختلف.

چنین روشی با وجودی که اعتبار عمومی و تأثیرات جهانی خود را حفظ می کند، به مطالعه نمونه های واقعی نمی پردازد. در واقع این روش همیشه در مورد ارائه مثالهای واقعی کمبود خواهد داشت.

علل تخریب وابسته به تأثیرات عمودی

در ساختمآنهایی که به صورت افقی بنا می شوند، باری که بر هر لایه از سازه اثر می کند حاصل جمع وزن خود ساختمان و بارهای اتفاقی (بارهای مرده، لوازم و مبلمان، با توجه به عملکرد ساختمان و نوع زندگی ساختمان) میباشد.

مجموع این تأثیرات بطور افقی و بر حسب طراحی ساختمان، در بین بخشهای مقاومتی هر سازه پخش میگردد. با توجه به این مطلب، توازن ایستائی کل سازه بوسیله ظرفیت مقاومتی بخشها در برابر بارهایی که بر آنها اثر میکند، تضمین میشود این ظرفیت برای سطح بخش افقی آنها قابل اندازهگیری میباشد.

هنگامی که این وزن از این نتیجه تجاوز کند به آن معنی خواهد بود که یک بار افراطی و زیاد، بوسیله سازه تحمل می شود و ترکهایی بر آن ظاهر می گردد. این ترکها «ترکهای پوسته پوسته ای» نامیده می شوند و چنانچه خواهیم دید از راههای مختلفی ایجاد می گردند. ترکهای عمودی که ورم کرده و از سطوح خارجی بیرون می زند (مخصوصاً در موارد سطوح روکش شده) و در جدی ترین موارد، بخشهایی که بار بیش از اندازه روی آنها متمرکز شده، از بقیه سازه جدا می شوند.

پدیده پوسته پوسته شدن در سازه های نگهدارنده و تقویت کننده عمودی بوجود می آید، مخصوصاً بر آنهایی که همجنس نیستند، و تخریب داخلی دارند. در حقیقت تحت اثر فشارهای وارده، مواد کم مقاومت تر، برای بالا بردن ظرفیت مقاومتی خود، هر گونه چسبندگی را با مواد مقاوم تر که بارهای زیادی بر آنها متمرکز شده، از دست می دهند.

اضافه بارهای عمودی که البته مربوط به پائینترین بخش ساختمآنها میشود، اغلب در بناهای تقویت شده با ستونها و جرزها و در مکآنهایی که بارها متمرکز شدهاند، یافت میشود. (برای مثال هشتیهای طبقه همکف از ساختمآنهای چند طبقه) و در سازههایی که کل بار دربین تقویت کنندههای عمودی چندی متمرکز و پخش شده، تقویت کنندههای عمودی که در مقایسه با سازههای بالا بخشهای محدودتری دارد.

بوسیله بارگذاری پایه ها، نتایج ویژه و جالبی از بارهای اضافی بدست می آید، که باید خیلی زود مورد آزمایش قرار گیرند.

هنگامی که بارهای اضافی عمودی، با مورد حمله قرار دادن سازه های عمودی، عناصر افقی را نیز با سوراخهای بزرگی مورد حمله قرار می دهند، پدیده های متفاوتی بوسیله بارهای عمودی اتفاق می افتد.

اثرات خمیدگی در چنین عناصری می تواند بر حسب مواد استفاده شده تغییر کند. در حقیقت چوب یک ماده الاستیک است، و بنابراین پوسته پوسته شدن آن به معنای تخریب ایستائی نیست. البته اگر این حالت از حدود معینی تجاوز کند، موجب شکستگی های پیشرفته ای در فیبرهای طولی می شود در مورد گچ بری های سر ستونهای سنگی بارهای اضافی بواسطه ماهیتشان که غیر قابل بد شکل شدن است، ستون سنگی یکپارچه را به یکباره می شکند و توازن ایستائی بطور ناگهانی به مخاطره می افتد.

علل تخریب مربوط به فشارهای غیر عمودی

هنگامی که بارها در جهت غیر عمودی به سازه ها منتقل شوند، باعث تأثیرات موربی خواهند شد. این تأثیرات که بصورت مورب میباشند یا به خصوصیات سازه ای بستگی خواهند داشت و یا به ویژگی های مخصوص به خود بارهای اتفاقی.

بارهای اتفاقی که در جهت غیر عمودی عمل می کنند آنچنان کثیر الوقوع و همیشگی نمی باشند. آنها تقریباً منحصراً در صورت وجود دیوارهای خاکریز، استخرهای شنا، حوضچه ها و... ظاهر می شوند. در حقیقت آنها باعث تأثیرات موربی می شوند که در آن اجزاء افقی حرکت چرخشی به خارجی را به سازه میدهد. این حرکت چرخشی از بالا به پائین در اجزاء افقی افزایش پیدا می کند.

این عکس العمل مانند یک تغییر مکان افقی پدیدار می شود که می تواند عمومی باشد. اما در اغلب اوقات بی قائده و نامنظم است و باعث شکافهای افقی می شود که نمایانگر تمایل سر خوردن در لایه های همپوشان شده دیوار میباشد.

از حالتهایی که متداولتر و جالبتر هستند، تأثیرات موربی میباشد که به سازه انتخاب شده بستگی دارد و به هر صورتی با تأثیرات متقابلی که در قسمتهای مختلف سازه اتفاق می افتد، بستگی مستقیم دارد.

عموماً این تأثیرات هنگامی اتفاق می افتد که انتقال بارها به عناصر دیگر، با سطوح تماس غیر افقی همراه باشد. (برای مثال سنگهای یک قوس یا طاق، یا تیرهای سقفهای یک شیبه هنگامی که اتصالات و تیرها و بست های افقی کم و ناکافی باشد).

در مورد یک طاق و یا قوس، مجموع بارهای منتقل شده بوسیله هر سنگ در جهت تاب و یا ترک برداشتن بعنوان یک نیروی مورب بر ستون عمل می کند و میتواند به دو مولفه افقی و عمودی تقسیم شود.

در نتیجه نیروی افقی بر ستون مانند یک نیروی انتقالی چرخشی به سمت خارج قوس عمل می کند که نتیجه مسلم آن تخریب ایستائی میباشد.

تأثیر مورب یک بخش خم شده، در نتیجه روابط متضاد و متقابل بین عناصر میخی شکل میباشد، بنابراین نیرو و استحکام آن با جداسازی آنها افزایش می یابد. چنانچه در قوسهایی که با بلوکهای مکعبی بزرگ شده اند، دیده می شود. در طاقها و قوسهایی که با بلوکهای کوچک بتنی و یا آجرهای متصل شده با ملات ساخته شده اند، سازه بصورت نظری و علمی مانند نوع عنصر یکپارچه مصنوعی است که این عنصر بر پایه های تقسیم کننده عناصر بی قاعده اش تأثیری مورب می گذارد و رفتار ایستائی آن به تنهائی از اثرات نظری تأثیرات متقابل بلکه از موقعیت عملی توازن آنها نیز نتیجه می شود.

متلاشی شدن سازه های میخی که ما در تجزیه و تحلیل ایستائی شان از آنها استفاده می کنیم، تنها یک فرضیه خشک و مطلق است که مواردی افراطی را که کمتر مورد علاقه میباشد در ارتباط با استحکام و ایستائی کل ارائه می دهد.

ساده ترین تأثیرات، تأثیراتی هستند که به سادگی شناسائی می شوند و به نسبت بقیه کم خطر می باشند و به سقفهای شیبدار بدون تیرهای سست افقی بستگی دارند. (سقفهایی که یک شیب دارند و با سیستم زنجیره ای افقی و لایه های ارب نگهد اری می شوند) این طرحی متداول از یک نیمه خر پا است که اثری عمودی دارد.

در این موارد تأثیرات مورب در تطابق با تیرهای اصلی متمرکز شده اند. فشارهای حاصله از آنها می تواند به مولفه های افقی و عمودی تجزیه شود و در قوسها و جهت تاب برداشتگی و شکستگی آنها نیز اتفاق مشابهی می افتد. در مورد سازه های سبکتر، نتایج تأثیرات آنها کمتر از نتایجی که از طاقهای قوس دار بوجود می آمد، مشخص و معلوم میگردد. با این وجود، این سازه ها نیز بسیار مهم هستند. زیرا خرپاها توازن متقابلی با وزن سازه روی خود ندارند و سازه های ستونی بدلیل اینکه مجبور به تحمل وزن کمتری میباشند خیلی کم ضخامت تر هستند.

این تئوری با توجه به کیفیت کلی که دارد برای هر دو گروه، نواقص شکلی و نواقص ساختمانی قابل استفاده و معتبر خواهد بود و نیازی به یک تقسیم بندی مقدماتی نخواهد داشت در این شرایط وجود یک تقسیم بندی مقدماتی به هیچ وجه سودمند نخواهد بود.

تجزیه و تحلیل ساختمان و تمامی داده های مربوط به آن به ما نشان میدهد که نواقص، مربوط به پلان اولیه و فازهای طرح است و یا در اجرای کار یا متدها و مصالح استفاده شده است.

با پشت سر گذاشتن علل عمومی، به علل ویژه ای در ارتباط با بخش های اصلی ساختمان مانند پی ها، سازه و سقفها خواهیم رسید.

یک نمونه از تخریب پی های آجری در ارتباط با چیدن پی در ضمن ساخت بنا یا بوسیله آبهای راکد و جاری زیرزمینی است در بناهایی که با تیرهای چوبی ساخته شده اند، بالا رفتن عمر ساختمان و پوسیدگی چوب باعث وقوع بدترین و خطرناکترین عواقب خواهد شد.

متداول ترین دلایل تخریب در سازه های بلند، بارهای بیش از حد متمرکز، کیفیت بد مصالح و ملاتها و دوام محدود مصالح استفاده شده میباشد. در مورد سقفها، متداول ترین دلایل، فرسودگی، شکستن و یا سر خوردن مصالح سقف، یا تخریب ممکن در عناصر نگهدارنده سقف میباشد.

عایقکاری بد خراپاها و عواقب ناشی از آنها، از خصوصیات سقفهای قدیمی افقی میباشند. آب و هوای خشک نیز در تخریب سقف نقش مهمی دارد. (چون در آب و هوای خشک سقفهای بومی افقی ساخته می شود).

- **علل طبیعی که اثرات طولانی مدت دارند**

هر ساختمانی که بر روی زمین ساخته می شود، بوسیله جو، احاطه شده و موقعیتهای متفاوت زمین و جو بر زندگی ساختمان تأثیر می گذارد. این تأثیرات بصورت زیر تقسیم بندی می شوند:

- تأثیرات فیزیکی
- علل شیمیائی و الکتروشیمیائی
- علل وابسته به گیاه شناسی

- علل بیولوژیکی و میکروبیولوژیکی

چنین مطالعاتی بر نمونه هایی که از قسمتهای مختلف ساختمان گرفته شده، انجام می شود، تا با مقایسه آنها از تأثیرات متفاوت ایجاد شده آگاهی یابند. این مطالب به منظور بررسی سیگنالهای طبیعی و مصالح ساختمانی مصنوعی در بین تحقیقات طبیعی آزمایشگاههای علمی، گنجانیده می شود.

این مطالعات، در حالی که تأثیرات شیمیائی به عوامل بیولوژیکی که در ترکیبات مصالح عمل میکند، بستگی دارد، برای تحقیقات شیمیائی و االکتروشیمیائی انجام می شوند.

جو و آب اصلی ترین حاملان تأثیرات شیمیائی هستند، یکی از معمولترین پدیدههای جوی ترکیب با اکسیژن است. بطور کلی این پدیده باعث تخریب مستقیم ساختمان نمی شود، مگر در شرایطی که این پدیده بر روی آهن مصرف شده در ساختمان تأثیر بگذارد. متورم شدن این آهن باعث بوجود آمدن ترکهای قابل رویتی می شود و در نهایت به ترکیدن سنگها می انجامد.

تجزیه اساسی و مهم دیگری بوسیله محصولاتی که از احتراق نفت، کانی و زغال سنگ در جو پنهان شده و یا استثناء توسط تأثیرات آتش نشانی صورت می گیرد، بوجود می آیند. آلودگی محیطی که جو را آلوده می سازد، بوسیله ذرات جامد و گازی معین می شود. ترکیبات خطرناک گوگردی در گروه اول جای دارند (گوگرد دار و دارای خاصیت گوگردی). این ترکیبات کربنات مصالح ساختمانی را به سولفات تبدیل میکند و باعث افزایش حجم می شوند. این افزایش حجم، ترکهای قابل رویتی بر سطح سنگها ایجاد میکند.

تأثیرات ذخائر مه، ذرات مایع کلرید سدیم که با دریا منتقل می شوند. و ذرات جامد اسفاگ (مه غلیظی که در اثر دود و یا بخارهای شیمیائی ایجاد می شود)، باعث تغییر فرم و رنگ بخشهای خارجی ساختمان می شوند.

آب یکی از حاملان فعال معرفهای شیمیائی است. باران نیز از نظر شیمیائی فعال است چون دارای دی اکسید کربن و نمک های مختلف میباشد. ترکیبات شیمیائی حل شده یا معلق در آب از عواملی هستند که باعث تجزیه و جداسازی سنگها می شود.

تماس با زباله های صنعتی و یا آب دریا، پدیده فرسایش رطوبتی را با واکنش های ویژه ای افزایش میدهد. و این نمونه دیگری از تأثیرات همکاری کننده در تجزیه و جداسازی فیزیکی شیمیائی میباشد.

واکنشهای شیمیائی اغلب بوسیله جریآنهای الکتریکی قابل تعیین هستند. جریآنهای موجود در خاک زیرین می تواند تغییراتی در شکل مصالح پی بوجود آورد و مقاومت ویژه آنها را از بین ببرند.

- **علل وابسته به گیاهشناسی**

این علل به سادگی از روی خرابی های ناشی از وجود گیاهان (دارای زندگی مستقل یا گیاهان انگلی) قابل شناسائی هستند. رشد گیاهانی که دارای زندگی مستقل در مجاورت بنای تاریخی، اغلب حفاظت بنا را به مخاطره می اندازد.

مخصوصاً هنگامی که ریشه های زیرزمینی، پی ها و دیوارها را از زیر تحلیل ببرند. دانه ها اغلب در شکاف سطوح اتصالات و پیش آمدگی ها گیر می افتند، ریشه می دهند و این ریشه های کوچک به سمت داخل نفوذ می کنند و سپس با رشد آرام خود، عناصر سازه ای را از دیوار جدا و مجزا میکنند.

گیاهان انگلی می توانند موقعیت را خیلی بدتر از گیاهان مستقل بسازند. آنها با هزینه و اعتبار بنای تاریخی زندگی میکنند و اثرات آنها خیلی خطرناکتر است. چون آنها بر نماها و سطوح اصلی ساختمان ظاهر میشوند. (چنانچه در مورد پاپیتال و دیگر گیاهان بالا رونده اتفاق می افتد.)

اکثر اوقات به سبب اینکه این گیاهان مناظر رومانتیکی ایجاد میکنند. به قدرت تخریبی آنها توجهی نمی شود و عواقب بدی بوقوع خواهد پیوست.

عباس آباد بهشهر قلعه رودخان فومن

نهانزادان از دیگر گیاهانی هستند که علی رغم اندازه کوچکشان بسیار خطرناک بشمار می روند.

(قارچها، جلبکها یا علفهای دریائی، کپک ها و گلسنگ ها)

تخت جمشید (گلسنگها)

- **عل بیولوژیکی و میکروبیولوژیکی**

درست همانند تأثیرات شیمیائی، تأثیرات بیولوژیکی و میکروبیولوژیکی، ساختمان داخلی مصالح را تغییر میدهند. این تغییرات در آزمایشگاههای تخصصی قابل شناسائی هستند. این خرابیها توسط میکروارگانیزمها تولید میشوند (باکتریها و...). اغلب به آنها تغییرات شیمیائی یا بیوشیمیائی گفته میشود.

حشرات چوب خوار سازه های چوبی و تزئینات چوبی را از بین می برند. (کرمهای چوب مورچه های سفید و موریانه ها). این عوامل بواسطه ایجاد خرابی هایی که از خارج غیر قابل رویتند جزو خطرناکترین عوامل به شمار می روند. این خرابی ها خیلی دیر آشکار می شوند و آشکار شدن آنها معمولاً زمانی اتفاق می افتد که تعمیر و اصلاح غیر ممکن می شود.

انواع دیگری از خرابی ها توسط حیوانات بزرگتر ایجاد می شوند. (بطور کلی توسط تأثیرات کمابیش سریع موشها و حیوانات جونده) و در پایان باید از واکنشهای شیمیائی نام ببریم که از پرندگان در حال ساختن لانه یا پرندگانی که مکان امن زندگی و نشیمن گاهشان بنای های تاریخی است حاصل می شود.

- **علل طبیعی که تأثیرات اتفاقی و ضمنی دارند**

این طبقه شامل حوادث طبیعی است که بصورتی اتفاقی و شدید به یکباره ظاهر می شوند و اغلب باعث خرابی های جدی می شوند. خصوصیات اتفاقی و تصادفی بودن آنها، طبقه بندی سیستماتیکی را امکان پذیر نمی سازد. در اینجا فهرستی از مهمترین این عوامل ذکر شده:

- زمین لرزه ها
- امواج جزر و مد
- ریزش های ناگهانی و تمام پدیده های حرکت خاک و تجزیه و جدا شدن خاک
- فورآنهای آتشفشانی و انتشار و بیرون ریزی گازها

- طغیآنها، سیلابها و دیگر حوادث مربوط به جریآنهای آب استثنائی و جریآنهای مختل کننده
- بهمن ها، ریزش های ناگهانی برفی و...
- حریق های مربوط به احتراقهای خودبخودی

علل وابسته به انجماد و یخ زدگی ها در این طبقه جا داده نمی شود. در حقیقت این علل پدیده های فعلی هستند که هر سال بصورت ریتمیک تکرار می شوند و بنابراین اینها در طبقه بندی عللی قرار می گیرد که تأثیرات طولانی مدت دارند.

تخریب توسط زلزله (ارگ بم)

- **عللی که مستقیماً از اعمال و تأثیرگذاری های انسانی سرچشمه می گیرد**

پیش از هر چیز دیگر این علل شامل تغییرات و تبدیلاتی هستند که در طی قرون متمادی، همراه با توسعه دادنها و مرتفع کردنها، در ساختمان پدید آمده اند. این تغییر شکلها کمابیش سازه اصلی را تغییر داده و اغلب باعث ایجاد مشکل در توازن طاق و قوسها می شود. هنگامی که بارهای جدید بیش از حد می

شوند، انواع مختلفی از تخریبها شروع به دخالت می کنند. این عوامل به سادگی قابل شناسائی می باشند و در خیلی از موارد از مرمت ناصحیح نتیجه می شوند.

حتی در موارد مخالف که تخریب، جزئی و ناتمام است، ما میتوانیم به مشکلات ایستائی وابسته به شکستگیها و جابجا سازی توازن با ملاحظات اشتباه (که حالت طبیعی ساختمان را تغییر میدهد)، توجه کنیم. خرابی های ناشی از تأثیرات انسانی، بر خلاف خرابی های وابسته به طبیعت، قابل اجتناب و جلوگیری می باشند مانند. اتصالی ها یا دیگر خرابی های وسایل الکتریکی، انفجارهای مختلف (گاز، برای مصرف خانگی، ذخائر سوخت و...)، گرفتگی راه آب سقف و در نتیجه با سیل پوشیده شدن سقف، در ارتباط با نگهداری بد ساختمان، تأسیسات نا صحیح آب، تأسیسات نادرست گرمایشی آب و حریق ها و تولید حریق ها و...

ما نمی خواهیم کلیه خرابی های ناشی از جنگ و عملیات جنگی را ذکر کنیم (که توسط تیر و گلوله و خرابی های متفاوتی ایجاد می شوند.) از طرف دیگر پیشرفت استثنائی تکنیکهای مخرب و تلفات این اعمال، این خرابی ها را غیر قابل پیش بینی کرده است.

تخریب بناهای تاریخی در جنگ

تمام اینها تحت اثر مستقیم انسان و کمابیش از روی هوشیاری و آگاهی صورت گرفته و در بعضی موارد انسان به گونه ای غیر مستقیم، حدود این خرابی ها را گسترش می دهد.

وضعیت جدید نور و اصول ساختمانی جدید که برای احداث ساختمآنهای جدید رعایت می شود محیط اطراف را کاملاً تغییر میدهد و این تغییرات با اصول و جنبه های سنتی که تقریباً همه بناهای قدیمی با آنها ساخته شده اند در تضاد است.

همچنین ارتعاشات مکانیکی، که غالباً بارها و بارها بوسیله خاک، آب و هوا و با رشد حجم ترافیکی، راه آهن ها، متروها و تأسیسات صنعتی، منتقل می شود و بر سازه های باستانی که آثار تجزیه و جداسازی در آنها ظاهر شده خسارت وارد می کند.

چنانچه مشاهده می شود، تمدن مدرن، حتی به صورتهایی غیر مستقیم، با بیرون دادن گازها و بخارهای صنعتی، زندگی بناهای تاریخی را مورد حمله قرار می دهد.

انسان مدرن باید نیاز اخلاقی وحدت عمل در کار مرمت را هر چه بیشتر احساس کند، و به حد توان در این مهم بکوشد و تا حد لازم و کافی به مرمت اقدام کند.[1]

[1] جزوه مبانی نظری مرمت، آسیب شناسی و مرمت بناها و بافتهای تاریخی، اسماعیل طلائی

بخش دوم:

تغییر شکل ها و ترک ها

عارضه، تظاهر خارجی و محسوس عدم تعادل ها می باشد. عارضه ها، بصورت تغییر شکل ها و یا ترکها و یا توأما، در سازمان دیواره ای ظاهر می شوند.

زمانی بصورت تغییر شکل ظاهر می شود که در برابر تغییر شکل هندسی خود قرار گیرد و هنگامی بصورت ترک عارض می شود که دیواره دچار گسستگی شده، گسیختگی در مصالح آن بوجود آید و زمانی تواما (تغییر شکل) و (ترک) ظاهر می شود که سازه ها همزمان دچار تغییر شکل هندسی شده، گسیختگی در توده مصالح آن بوجود آمده باشد.

گاهی عوامل مخل، عوارضی یک دست تغییر شکل و ترک بوجود می آورند. این حالت در حرکتهای یکنواخت، نظیر حرکت آرام و یک دست لغزش زمین در عمق نسبتا زیاد، حادث می شود و زمانیست که عامل مخل تاثیر خود را بطور یکنواخت بر کل نظام ساختمانی وارد می سازد.پدیده های تغییر شکل و ترک، با تغییر طبیعت سازه ها و محیط به گونه های خاص و متفاوتی متظاهر می شود.

برای مثال تظاهر ترک ها به هنگام نشست شالوده سریع است در حالیکه به هنگام چرخش، ترکها دیرتر خود را نشان می دهند. گرچه این ضایعه نشانگر حالت خطرناک فروریختگی می باشد. در حالت خرد شدگی، در عناصر ساختمانی با مقاطع محدود، مانند ستون ها، پیل پایه و سر جرزها، ترکها در آخرین

مراحل پیشرفت عدم تعادل تظاهر می کند و این زمانیست که هیچگونه تأملی برای پیشگیری های لازم جایز نیست.

طبقه بندی عارضه در بنا (با تأکید بر مبحث ترک)

همانطوریکه در مبحث بیماری شناسی بنا ذکر گردید، ***عارضه: تظاهر محسوس و خارجی عدم تعادل در کالبد بنا است.*** یعنی، پس از آنکه عامل مخل موجب عدم تعادل در بنا گردید، عارضه خودنمایی می کند. عارضه، خود را به صورت های مختلف نشان می دهد.

تغییر شکل، تغییر رنگ، تغییر حجم، شکستن، ترک برداشتن، مو برداشتن، تغییر فرم، گندیدگی (ناشی از عوامل بیولوژیکی) و... نمونه هایی از عارضه در بنا به شمار می روند. برای تشخیص عارضه و به دنبال آن درمان بنا، پیمودن گام های زیر ضروری است:

۱. *زمینه پیدایش:* در اولین گام، طراح باید زمینه های پیدایش و علل بروز عارضه در بنا را بررسی نماید. بدین معنی که مشخص نماید چه علت و یا عواملی به عنوان عامل مخل در بنا عمل کرده است تا پس از گذر از مرحله عدم تعادل، عارضه آشکار شده است.

۲. *محل پیدایش:* در گام بعدی، محل وقوع عارضه باید دقیقا بر روی بنا مشخص و به روش های فنی ضبط گردد. برای مثال عارضه می تواند در نازک کاری، اجزاء باربر، اجزاء جدا کننده، اجزاء مهار کننده و... خودنمایی نماید.

۳. *زمان پیدایش:* سپس زمان وقوع عارضه در بنا از نقطه نظر تازگی و کهنگی باید مشخص گردد. این وجه از کار از اهمیت خاصی برخوردار است. در واقع در این گام، طراح مرمت با توسل به شیوههای فنی و با اتکا به تجارب خود، مشخص مینماید که عارضه مورد بررسی جدید است یا کهنه.

٤. *روند:* در نهایت، شناسایی روند تحولات عارضه طی گذشت زمان، از لحاظ بروز آسیب باید در دستور کار طراح مرمت قرار گیرد. در این گام، در طول زمان، عارضه به محک تجربه گذاشته و پیشرفت آن مورد بررسی واقع می شود. نصب شاهد گچی، نمونه ای از تاثیر عامل زمان در امر تشخیص عارضه محسوب می گردد.

برای تبیین بیشتر پدیده عارضه در بنا، مبحث ترک ها که نمونه ای از عوارض رایج در بناهای قدیمی است ذیلا مورد بررسی قرار می گیرد:

الف) در رابطه با علل بوجود آمدن ترک، عوامل مخل متعددی می تواند تاثیر گذارند. ترک خوردگی، که یک عامل فعل و انفعالات فیزیکی یا شیمیایی است بر طبق جدول زیر اثرات خود را بجا می گذارند.

عامل مخل	علل عدم تعادل	طول زمان	مصالح
تغییرات درجه حرارت	انقباض و انبساط	تناوب شبانه روزی	فولاد، مس، اندود گچ، مرمر متراکم
تغییرات درجه رطوبتی	انقباض و انبساط	فصلی	مصالح چوبی (با محافظت ضعیف)
از دست دادن مواد	انقباض	کوتاه مدت و دراز مدت	ماستیک، بتونه شیشه، خاک رس
خوردگی	انبساط	پیوسته	فلزات (آهن)
گرم شدن مصالح ناهمگن	انقباض و انبساط	متناوب	مصالح ناهمگن دودکش)

طراح مرمت کار باید روند به وجود آمدن ترک در بنا را مشخص کرده، تا بتواند با تشخیص عامل مخل و به دنبال آن، به درمان موضع آسیب دیده اقدام نماید.

ب) ترک در بنا، می تواند در قسمت های زیر اتفاق بیافتد:

- حدفاصل سقف با دیوار
- بین زمین و سازه بنا
- در نقاطی که توزیع بار و نیرو یکنواخت نیست

- در مرز همجواری سطوح متقاطع (کنج ها)
- در مرز همجواری مواد و مصالح متفاوت ساختمانی (چوب، اهن و گچ)

ج) قدمت یا تازگی ترک در بنا برای تشخیص دقیق عارضه و تحلیل آنی آن از اهمیت والایی برخوردار است. برای تشخیص یک ترک نو از کهنه جدول زیر راهنمای نسبتا خوبی است.[1]

ویژگی های ترک های کهنه	ویژگی های ترک های نو
۱ – لبه ترک تیز نیست	۱ – لبه ترک تیز است.
۲ – تغییر رنگ سطح مقطع (رنگ داخل و خارج ترک یکی شده باشد).	۲ – رنگ داخل و خارج ترک متفاوت است.
۳ – لبه های دو سوی ترک قابل انطباق نیستند.	۳ – لبههای دو سوی ترک قابل انطباق برهم هستند.
٤ – داخل ترک بوسیله مصالح و مواد رها شده پرشده است (وجود گرد و غبار)	٤ – داخل ترک عاری از هر گونه گرد و غبار است.

"در بررسی اولیه ترک، اگر داخل ترک خاک گرفته و سیاه باشد، می توان استنباط کرد که ترک فعال نیست و شاید بر اثر یک حادثه در زمان خاصی به وجود آمده و سپس متوقف شده است.

اما این بررسی نمی تواند موثق باشد، زیرا انحرافات و تغییر شکلها در بناهای قدیمی بطیء 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 می گردد. بنابراین باید بررسی های علمی با استفاده از دستگاه های مدرن برای شناسایی دقیقتر آن انجام شود. اما اگر این ابزارهای مدرن به عللی در دسترس نباشد، کارشناس مرمت بنا می تواند با علامت گذاری بر روی ترکها حرکتهای بعدی آنها را ثبت کند."[2]

[1] جزوه آموزشی آسیب شناسی، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی

[2] محبعلی، محمد حسن، مرادی، اصغر محمد، دوازده درس مرمت، ص ۱۳۳

د) در تشخیص علل عارضه ترک، تحلیل زمانی ترک کمک مهمی به طراح مرمت کار می نماید.

بدین معنی که از این طریق می توان زنده یا مرده بودن ترک را معلوم کرد. برای رسیدن به یک چنین تحلیلی، مرمت کار معمولا از شاهد یا شاهد گچی استفاده می نماید.

انواع شاهدها عبارتند از: گچ، شیشه، چسب و شیشه و انواع شاهدهای پیش ساخته که بر حسب ضرورت به کار می رود. شاهد گچی رایج ترین شاهد است.

برای به کارگیری شاهد، رعایت نکات زیر ضروری است:

۱ –برداشتن لایه های اضافی.

۲ –نصب شاهد گچی در بدنه اصلی جسم مورد بررسی.

۳ –زدودن دوده و گده خاک و مواد زاید به وسیله فرچه و فشار هوا از محل نصب شاهد.

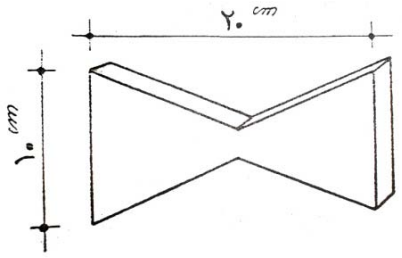
٤ –مرطوب کردن محل نصب شاهد تا آب موجود در ملات گچ را به خود جذب نکند. در غیر این صورت ترک حاصله از خشک شدن سریع گچ، مرمت کار را به اشتباه می اندازد.

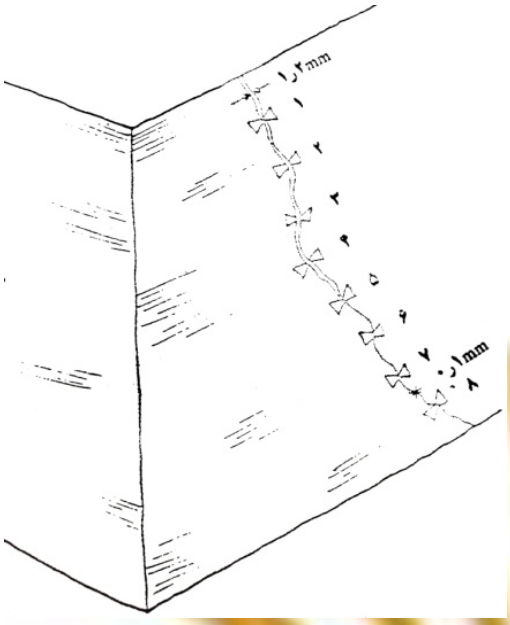
۵ –شاهد گچی، در مقابل درز میان ترک باید نسبت به دو تکیه گاه خود نازکتر و کم حجم تر باشد.

٦ –ملات گچ بایستی از نوعی باشد که با از دست دادن آب ترک مویی برندارد.

روش شاهد گذاری

یکی از این روشها شاهد گذاری است. بر روی ترک علایمی گچی یا شیشه ای در داخل و خارج ساختمان قرار داده می شود. برای این علامات غالبا از گچ استفاده می شود. (انتخاب مصالح شاهد بستگی

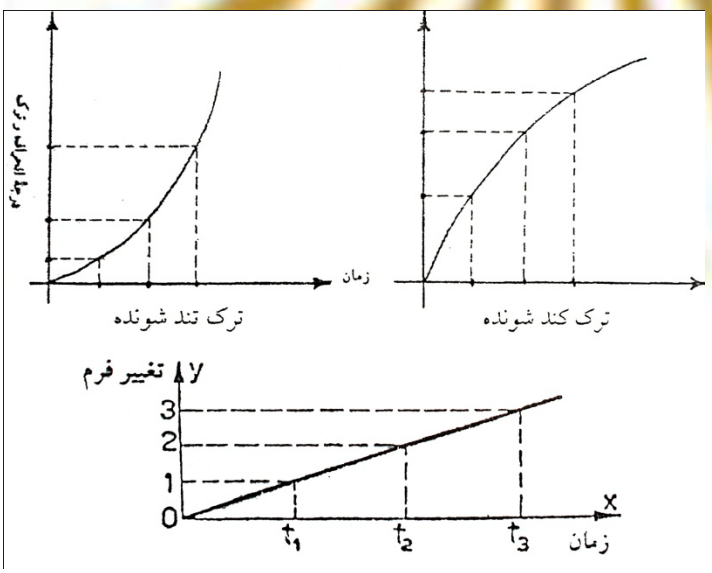




به عوامل جوی داخل و خارج بنا دارد.) ابعاد شاهد به طول ۲۰ cm، عرض ۱۰ cm و ضخامت ۲ cm است که برای دقت بیشتر، آن را به صورت دم چلچله ای می سازند.

روش اجرای آن به این صورت است که محل ترک را از داخل تمیز و محل شاهد را کمی زبر و مرطوب می کنند تا قدرت چسبندگی آن افزایش یابد. تعداد این شاهدها بستگی به نوع ترک و کیفیت نهایی مورد نظر ما دارد. در کنار کار جدولی تهیه و هر ماه یک بار، بر اساس شماره شاهد، تغییرات آن در جدول ضبط میشود. سپس بر اساس این جدول منحنی پیشرفت ترک را ترسیم میکنیم. پس از مدتی میتوان بررسی کرد که ترک فعال (در حال پیشروی) است یا غیر فعال (متوقف). آن گاه توجه میکنیم که در صورت فعال بودن، چه عواملی در آن دخیل هستند. سپس به اقتضای نیاز مرمتی بنا، اقدامات و راه حلهای متناسب را بر میگزینیم.

در بررسی منحنی پیشرفت ترک،



ملاحظه می کنیم که ترک از بخش فوقانی ساختمان رو به پایین است و شدت آن هر ماه بیشتر شده و سریعا بخشهای تحتانی را نیز تحت تاثیر 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 می گیریم که پی نشست کرده است.[1]

[1] محبعلی، محمد حسن، مرادی، اصغر محمد، دوازده درس مرمت، ص ۱۳۳-135

بخش سوم:

استحکام بخشی بنا " پی ساختمان "

پیشگفتار

به دنبال بحثهایی که در مبحث بیماری شناسی بنا صورت گرفت، یکی از عوامل مخل بناهای قدیمی نشست زمین زیر پی بنا است. در این جزوه، پس از شناخت مقدماتی پی، عوامل مخل ناشی از نشست زمین زیر پی یا خود پی، عوارض حاصل از آن و نحوه درمان آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در مبحث درمان، روش های سنتی و همچنین روش های جدید مورد بررسی قرار می گیرد. توالی منطقی کار به شرح زیر خواهد بود:

۱ -شناخت پی:

تعریف پی: مجموعه بخشهایی از سازه و خاک در تماس با آن، که انتقال بار بین سازه و زمین، از طریق آن صورت میپذیرد، پی Foundation نام دارد. به طور کلی پیها به چهار گروه عمده تقسیم می - شوند:

- پی های سطحی Shallow Foundation یا شالوده ها
- پی های عمیق Deep Foundation یا پی های شمعی
- پی های نمه عمیق Pier Foundation یا پی های چاهی

- پی های ویژه Special Foundation مانند پی های با صندوقه Casson و مهار Anchoring

اساساً در بناهای قدیمی، پی های سطحی یا شالوده ها، و پی های نیمه عمیق به کار برده می شود.

پی های سطحی یا شالوده بر سه نوع هستند:

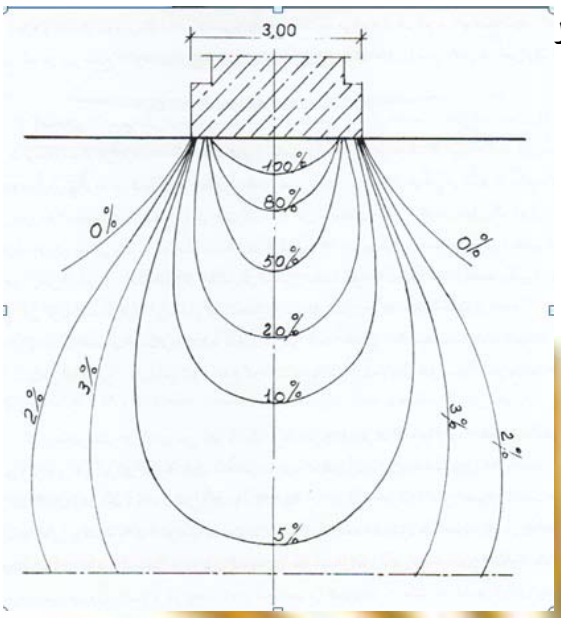
- شالوده های منفرد
- شالوده های نواری
- شالوده های گسترده

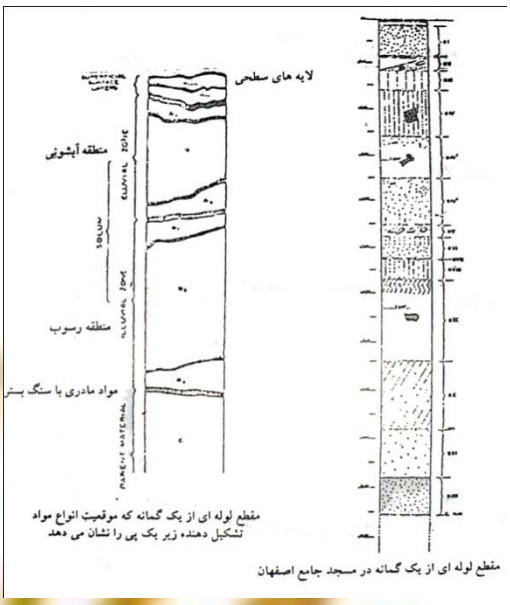
هر سه نوع شالوده فوق الذکر در بناهای قدیمی مورد استفاده قرار میگرفته. معماران و سازندگان قدیمی ایرانی به روشهای مختلف پی سازی، آگاه بودهاند. دلیل این مسئله، ماندگاری بناهای قدیمی ایران در طی زمان است. گرچه مسأله طرح و اجرای پی ساختمان از پیچیدهترین قسمتهای محاسبه بوده، منتهی به دلیل آشنایی معماران قدیمی با این بخش از کار، در این فن با موفقیت روبرو بودهاند.

زمین زیر پی که بر پوسته قرار دارد، بر حسب هر منطقه از ویژگیهای خاصی برخوردار بوده است. سنگ خارا، زمین های رسوبی، خاک های دستی، خاک های آورده شده توسط سیل و سایر عوامل طبیعی دیگر، زمین های لجنی و... نمونه هایی هستند که بستر پی را تشکیل می داده اند. در کلیه این گونه موارد، رسیدن به سطح مقاوم و مناسب جهت احداث بنا، مورد توجه معماران بوده است. حتی در بعضی موارد که خاک یا سنگ از مقاومت بالایی برخوردار بوده، از آن به عنوان جرز و دیوار استفاده می شده است و یا جرز مستقیماً روی آن قرار می گرفته است.

از نقطه نظر اجرا، پی به سه گونه تقسیم می شود:

- دست ساز، که با مواد و مصاح مناسب چیده می گردد.
- ریخته شده، که در محل ریخته می شود مثل پی های شفته آهکی





- ط

بیعی، که از بستر محکم و استوار طبیعی استفاده می شود.

نحوه توزیع بار ب

انواع متعارف آسیب ها در پی:

جزوه آموزشی آسیب شناسی، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی

اگر خاک اطراف پی جهت کارگذاری لوله یا زهکشی خاکبرداری شود باعث نشست پی میگردد. این نشست پی به آهستگی صورت میگیرد و بیشترین انواع این نوع آسیب در پی، بوسیله عملکرد غیر اصولی یکسری از سازمانهای وابسته به شهرداری بوجود میآید.

شفتهآهک بینهایت جاذب نم و رطوبت میباشد و رطوبت را از زمین با نمک موجود در آن به دیوارها انتقال میدهد. حتی پیهای سنگی خشک، اغلب رطوبت زمین را از طریق خاکهای موجود در لابهلای خود جذب میکنند.

پائین رفتن سفره آب باعث ایجاد هوا در سازه پی میشود. تیر چوبی که کاملاً در داخل آب احاطه شده باشد نمیپوسد، در عوض چوبی که در مجاورت هوا قرار میگیرد، خیلی سریعتر میپوسد. هنگامی که زیرسازی تیرها و ستونهای چوبی منهدم میگردد، در ساختمان نشست صورت میگیرد که عواقب آن بسیار وخیم و غیر قابل پیش بینی میباشد.

در ساختمانهای چوبی بخشهای دیواره پی، بین تکیه گاهها اغلب دارای نشست میباشد. بعضی مواقع یک حالت غیر ایستایی در فونداسیونها بوجود میآید که به دلایلی اتفاقی رخ میدهند. این نشست چندان اهمیتی ندارد و تداوم امنیت ساختار ساختمان، با ستونها و پایه های سالم موجود می باشد.

تغییرات در حالات خاکی اطراف پی، اغب قابل مشاهده نمیباشد، در صورتی میتوانیم این تغییرات را ببینیم که برآمدگی جدا شده از خاک قابل مشاهده باشد. برای مثال بروز ناگهانی جذب آب توسط بوجود آمدن یک سد یا تغییرات و بالا آمدگی زمین در یک سطح وسیع، باعث افت و نشست پیها میشود.

ریشه درختان می توانند با جذب خاک از زیر یک ساختمان باعث نشست پی آن شوند. ساختمان های قدیمی اغلب در احاطه ارتفاعات غیر طبیعی میباشند. جمع شدن مواد و ضایعات در طی قرون خود

باعث بوجود آمدن یک لایه غیر طبیعی از خاک در یک منطقه میباشد. مناسب نبودن مصالح بکار رفته در پی خود میتواند عاملی برای ایجاد ضایعات در پی باشد و یا زمانی که بر اثر بالا رفتن سطح مجاور فونداسیون، رطوبت به پی برسد.[1]

[1] جزوه مبانی نظری مرمت، آسیب شناسی و مرمت بناها و بافتهای تاریخی، اسماعیل طلائی

۲- طبقه بندی عوامل مخل

عوامل مخل

با عملکرد آنی

۱ - زلزله (حرکت عمودی و افقی زمین) –[نیروی دینامیکی]

۲ – سیل (شستن زمین اطراف و زمین زیر پی)

۳ – جنگ (موج مواد منفجره که باعث حرکتهای عمودی و افقی زمین می شود). [نیروی دینامیکی]

٤ – فعال شدن حرکت لایه های زمین (فعالیت های ژئولوژیکی خاک). [نیرویدینامیکی]

۵ – حفاری غیر فنی و غیر اصولی در حریم بنا

٦ – تخریب فضای همجوار، در حالتی که بنا از لحاظ ایستایی به بنای تخریب شده تکیه داده باشد. (بعضی از مواقع این نوع عامل مخل می تواند به صورت بطئی عمل می نماید).

۷ – و...

با عملکرد بطئی

۱ – بالا و پائین آمدن سطح آب های زیرزمینی که باعث جابجایی مواد موجود در خاک می شوند

۲ – مسدود شدن مسیر قنوات و چشمه ها

۳ – آب گرفتگی در حریم بنا

٤ – تغییر میزان رطوبت در زمین های گچی که باعث افزایش حجم زمین زیر پی می شود

۵ – مرتعش ساختن زمین در اثر حرکت وسایط نقلیه سنگین یا بکارگیری ابزاری که منجر به ضربه به زمین می شوند (مثل کمپرسورهای سنگین)

٦ – گیاهی، مثل رشد ناموزون ریشه گیاهان

۷ – و...

۳ -عارضه در پی

در کلیه مواردی که عوامل مخل (آنی و بطئی) بر زمین زیر پی اثر می گذارند، پس از رسیدن به مرحله عدم تعادل، موجب حرکت و دوران در بنا شده که عارضه آن به صورت «ترک » مشهود می شود. در

مواردی که عامل مخل به صورت جدی و شدید بنا را مورد تهدید قرار دهد، پس از مرحله ترک، بلافاصله بنا با تخریب روبرو خواهد شد.

تعمیرات و نگهداری پی:

در طی سالهای متمادی حرکت ترکهای موجود در ساختمان را باید اندازه گرفت و نتایج را تجزیه و تحلیل نمود و فقط در مواقع وجود خطر جدی، تصمیم به استحکام بخشی و تقویت پی ها نمود. حرکت در ساختمانها در ارتباط با فصول در مناطق می باشد پی های ضعیف می توانند تقویت و استحکام بخشی شوند، اما این یک عملیات مشکل و دارای ریسک می باشد.

تقویت نمودن پی ها (ReInforcement) در یک ساختمان موجود می تواند در کالبد ساختمان تأثیر به سزایی داشته باشد که نتایج ان در دراز مدت معلوم می گردد.

تزریق بتن و دیگر مواد سخت یک روش غیر قابل قبول است همچنین بازبینی عملکرد آن مشکل میباشد و اندازه گیری بتن تزریق شده تا زمانیکه ندانیم بتن تزریق شده در زیر ساختمان به کجا میرود بی فایده خواهد بود. حتی وقتی که این عملیات را به طور صحیح نیز انجام دهیم میتواند دارای یک نتیجه مخرب برای ساختمانها باشد، که در این صورت پیهای تمام بلوکهای ساختمانی مجاور باید تقویت شود.

شمع های احداث شده در زمین با ایجاد جابجائی در خاک میتواند باعث ریزش ساختمان های مجاور شود. ساختمان های همسایه که دارای پی های یکپارچه نمی باشند، مقداری از تکیه گاه خود را از ساختمان های مجاور با ایستایی بیشتر تامین می کنند، که این مورد فوق الذکر باعث بوجود آمدن خطر آسیب در هر دو ساختمان می شود. اگر ما تصمیم به تقویت پی ساختمان های قدیمی که به نحوی تغییر شکل داده اند بگیریم و توسط یک قالب تیر آهن بار وارده را به سمت قسمتهای ضعیف منحرف کنیم، ما اغلب مشاهده خواهیم نمود که باعث نقص در المانهای اصلی ساختمان شده ایم و مقداری ترک های بزرگ خواهیم داشت تا تعداد زیادی ترک های کوچکتر.

یکی از نتایج درج یک لایه بتن در زیر ساختمان جهت تقویت ایستایی آن را می توان در کاخ سلطنتی در شهر استکهلتم مشاهده نمود. در اوایل این قرن این سبک در این محل بکار گرفته شد و به علت وزن این لایه بتنی یک نشست در آن بوجود آورد. بطوریکه در حال حاضر حدود ۶۰ سانتی متر اختلاف ارتفاع در لبه های شرق و غرب ساختمان وجود دارد. در حدود ۶۰ سال قبل قدم های موثرتری در تقویت پی های موجود بوجود آمد. سیستم جدید تقویت استحکام بخشی پی بتنی، به صورت شمع با عمل چاه زنی (pile) می باشد که بار را به لایه های مستحکم زمین انتقال داده و عمل استحکام بخشی را به طور موثرتری انجام می دهد.[1]

[1] جزوه مبانی نظری مرمت، آسیب شناسی و مرمت بناها و بافتهای تاریخی، اسماعیل طلائی

۴ -درمان

درمان
- سنتی
  ۱. تقویت پی های منفرد از طریق حفر چاه در حریم پی با تزریق شیره آهک و شفته به درون آن
  ۲. حجیم نمودن پی های منفرد با شفته و آهک
- ۳. تبدیل پی های منفرد به پی های نواری
- جدید
  ۱. اجرای فونداسیون جدید که به صورت کمکی عمل می نماید
  ۲. اجرای میکروپال، و پال
  ۳. همگن کردن نشست از طریق به کارگیری شناژ بتون آرمه

جمع بندی

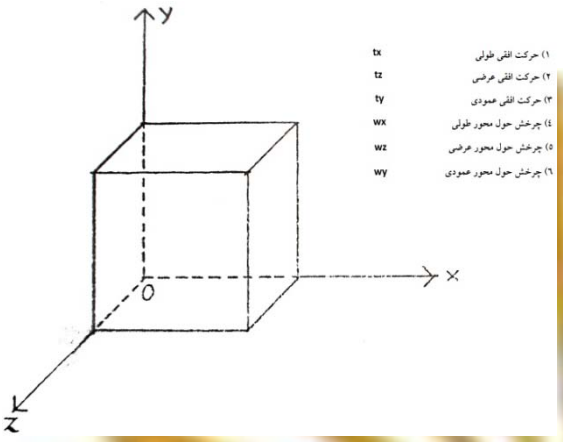
از جمله مباحثی که در این گزارش ارایه گردید می توان این نتیجه را استنتاج نمود که در نحوه تقرب به درمان و قبل از اتخاذ تدابیر فنی در رابطه با مشکلات پی بنا، شناخت زمین زیر پی و نحوه اجرای این اجزاء، یک امر ضروری است.

پس از آگاهی به این مرحله از کار، عوامل مخل و سپس عوارض ناشی از عملکرد این عوامل باید دقیقاً ثبت و ضبط و آنگاه مورد مداخله قرار گیرد. زیرا به مدد شناخت عوارض و تجزیه و تحلیل حاصل از آن می توان عامل مخل مربوطه را مورد شناسائی قرار داد. در این مورد باید عمیقا توجه نمود که اتفاقاتی که در زیر پی و پی اتفاق می افتد، برای طراح مرمتکار به راحتی قابل روئیت و شناسایی نیست. تنها به مدد عوارض مشهود در قسمتهای فوقانی بنا می توان به درستی از این اتفاقات آگاهی یافت. پس از این مرحله

است که می توان به تناسب امکانات موجود و منابع مالی که در اختیار طراح مرمت کار قرار دارد، و بر حسب نیاز بنا، روش درمان سنتی را اتخاذ و سپس به امر درمان پرداخت.[1]

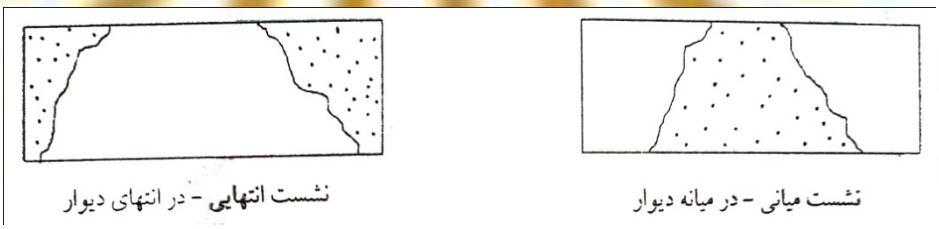
بخش چهارم:

نشست های شالوده



عدم تعادلهای دیوارهای بر اثر نشست زمین با توجه به محورهای مختصات عمودی x,y,z (x در امتداد محور طولی دیوار، y در امتداد قائم و z عمود بر صفحه قائم میانی) دیوار را به شش جهت حرکت زیر میتواند رخ دهد. در بسیاری موارد حرکت ها از ترکیب دو، سه، چهار و حتی تمام مؤلفه های فوق می تواند اتفاق افتد، از اینرو بررسی تمام موارد غیر ممکن است، بنابراین خود را به موارد ساده محدود می سازیم.

تعریف: معمولا نشست های شالوده ای را بسته به موقعیت آنها به نشست های انتهایی و میانی طبقه بندی می کنیم.



[1] جزوه آموزشی آسیب شناسی، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی

تعریف: نشست های میانی را طویل، متوسط یا کوتاه می نمائیم. بر حسب آنکه طول نشست به ترتیب بزرگتر، مساوی و یا کمتر از یک برابر و نیم ارتفاع دیوار باشد.

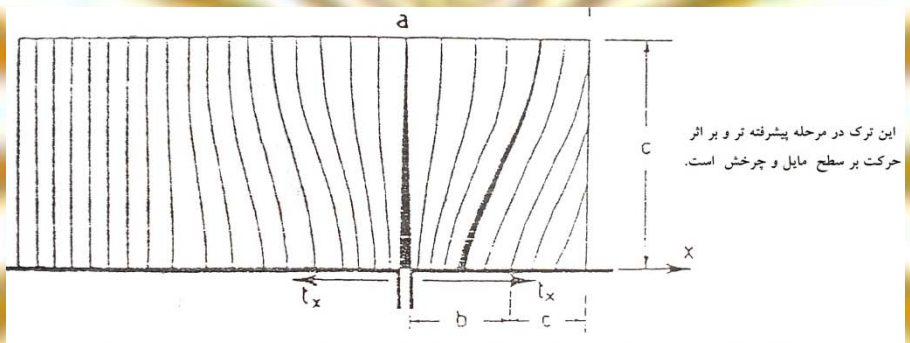
تعریف: جابجائی بنا می تواند مطلق یا نسبی باشد، زمانی مطلق است که تمام بنا حرکت می کند و زمانی نسبی است که بخشی از بنا حرکت می کند.بحث ما عمدتا درباره حرکت های نسبی است.

الف – جابجایی افقی

جابجایی افقی می تواند:

۱ –جابجایی افقی طولی باشد در جهت محور x

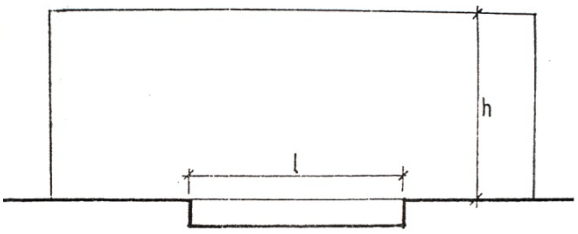
۲ –جابجایی افقی عرضی باشد در جهت محور y



حرکت جابجایی افقی (tx) در یک دیوار بدون روزن، ترک معمولا در صفحه عمود بر دیوار قرار می گیرد و حالت عمودی مستقیم دارد.

۳ –جابجایی افقی مایل باشد در جهت منتجه دو مؤلفه فوق

۱. جابجایی افقی طولی



$l \geq 1\frac{1}{2}h$ طویل

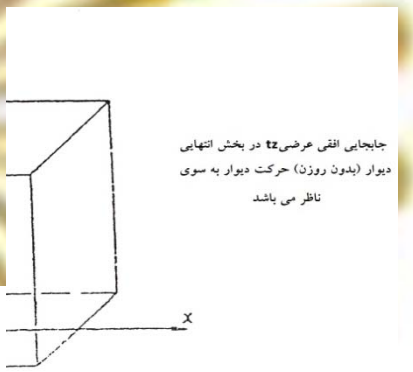
$l = 1\frac{1}{2}h$ متوسط

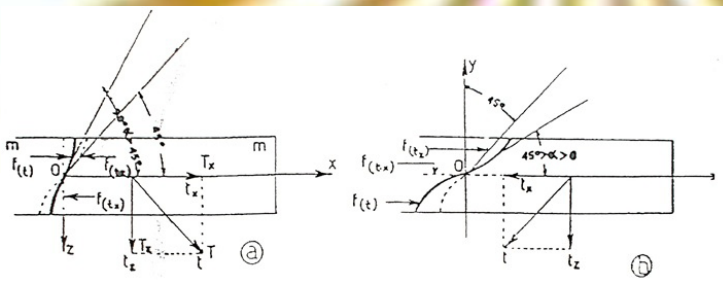
$l < 1\frac{1}{2}h$ کوتاه

جابجایی افقی معمولا در بناهایی با شالودههای با عمق کم روی زمین های رسی– ماسهای یا ماسه ای–رسی قرار دارد، اتفاق میافتد. پس از خشک شدن، اینگونه زمینها منقبض شده ترکهای عمودی بوجود میآید که این ترکها از زمین آزاد به زیر ساختمان نیز میرود و در ایام باران بدلیل انبساط زمین بسته می شود و حرکتها به ساختمان منتقل می شود. -

۲. جابجایی عرضی

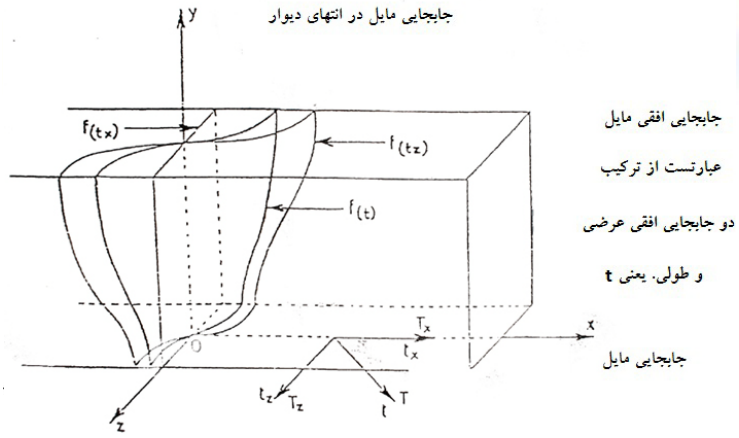
جابجایی عرضی انتهایی. جابجایی عرضی در جهت عمود بر نمای دیوار صورت می گیرد و حاصل انبساط و انقباض متناوب زمین است.





۳. حرکت مایل انتهایی

این حرکت حاصل از ترکیب دو حرکت افقی عرضی و طولی است که شکل بسیار متداول حرکت های افقی را ارائه می دهد.

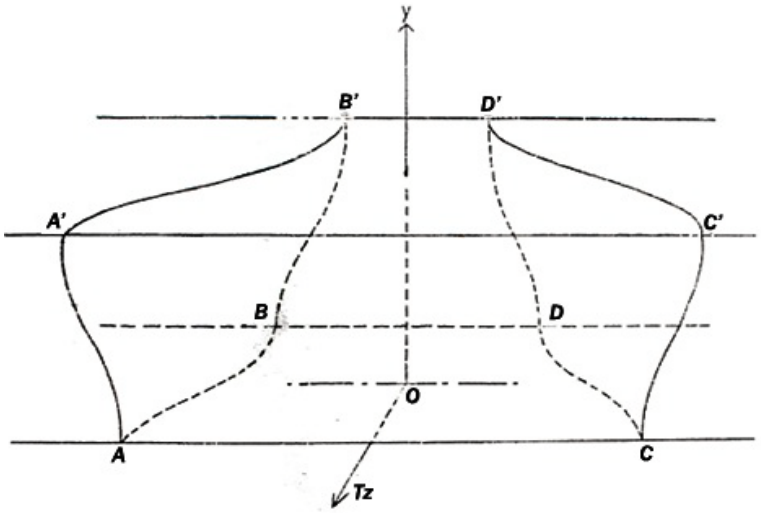


٤. حرکت یا جابجایی مایل شامل:

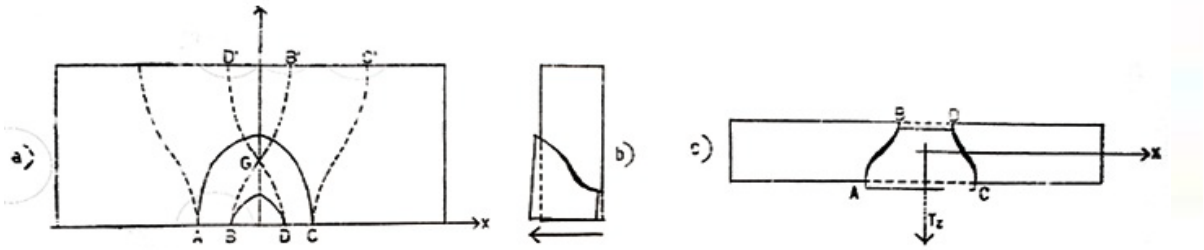
الف – نشست های بلند

ب- نشست های کوتاه

علت ها، احتیاط ها و درمان ها

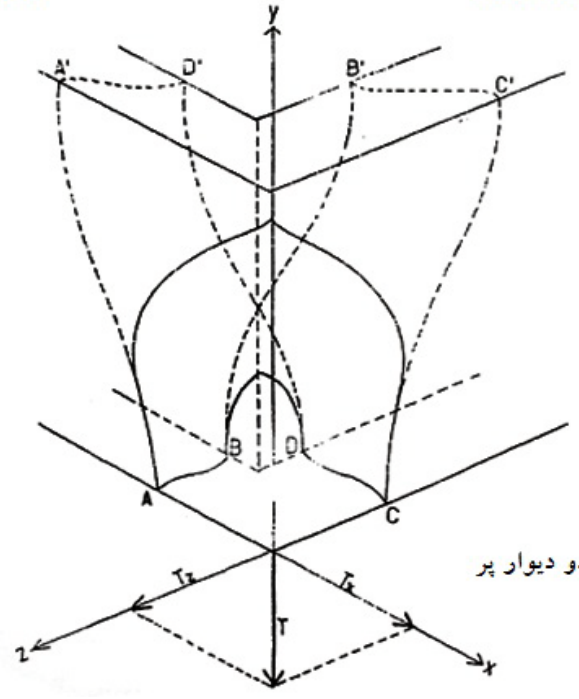


جابجایی مایل میانی دیوار



تظاهر ترک در نمای دیوار

تظاهر ترک در پلان دیوار



جابجایی افقی در برخورد دو دیوار پر

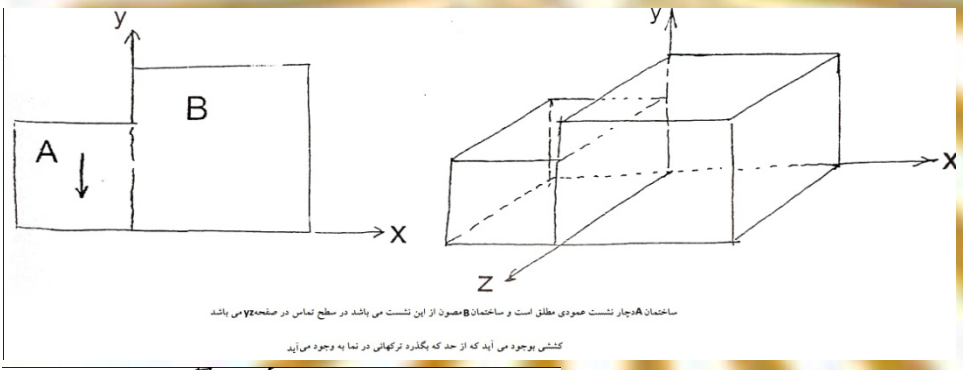
۱. **علتها.** دیدیم که حرکت های جابجایی افقی، یعنی انقباض و انبساط متناوب زمینهای رسی بدلیل تغییرات درجه رطوبت آن بوجود می آید.

۲. **احتیاطها.** برای جلوگیری از این حرکت باید پی را تا میزانی عمیق ساخت که لایه های زیرین در برابر تغییرات درجه رطوبت خارجی تحت تاثیر قرار نگیرند و بهترین شکل آن اینستکه پی روی صفحه های بتن آرمه قرار گیرد و کانال ناکش که این ارتباط را قطع کند.

۳. **درمان.** درمان آن بطور اساسی بر تعبیه کشهای فلزی در طول دیوارها است.

ب- جابجایی عمودی

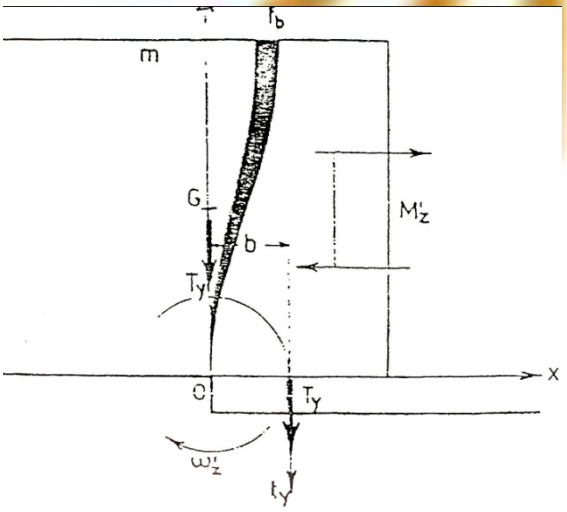
۱ –جابجایی مطلق در نتیجه پایین کشیده شدن ساختمان بشکل یکنواخت و بدون ایجاد جابجائی نسبی است.



ساختمان Aدچار نشست عمودی مطلق است و ساختمان Bمصون از این نشست می باشد در سطح تماس در صفحهyz می باشد

کششی بوجود می آید که از حد که بگذرد ترکهائی در نما به وجود می‌آید

۲ –جابجایی نسبی عمودی

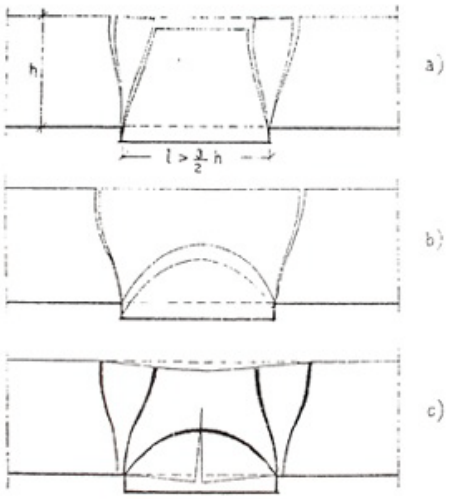


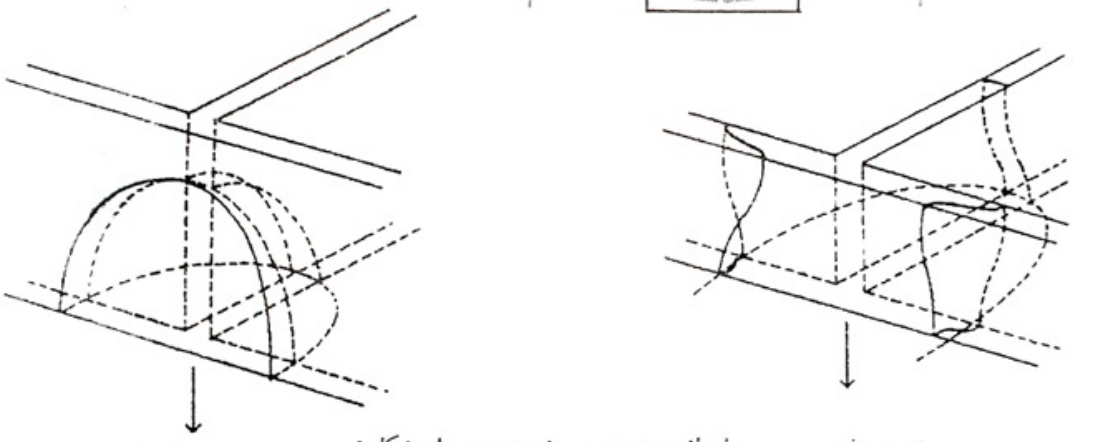
جابجایی عمودی

a پس از ایجاد ترک در مرحله

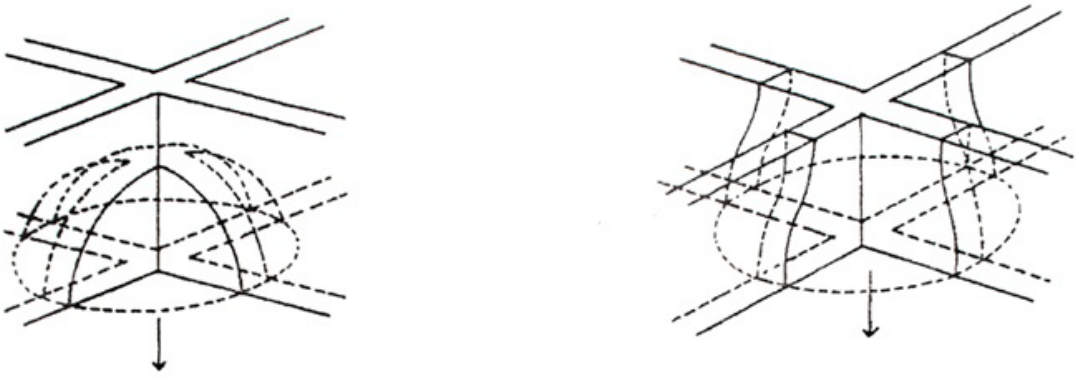
b پیشرفت آن یا بصورت

c است یا بصورت پارابولیک

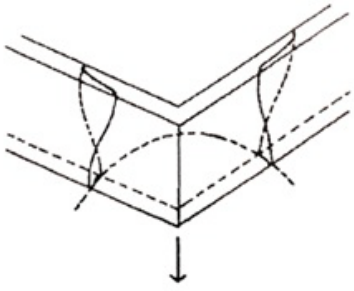




نشست بلند — جابجائی عمودی در برخورد سه دیوار بشکل تی — نشست کوتاه



نشست بلند — جابجائی عمودی در برخورد چهار دیوار بشکل صلیب — نشست کوتاه



جابجائی عمودی در زاویه برخورد دو دیوار

عدم تعادل جابجایی عمودی از چند علت ناشی می شود:

۱ –نشست خودبخودی زمین

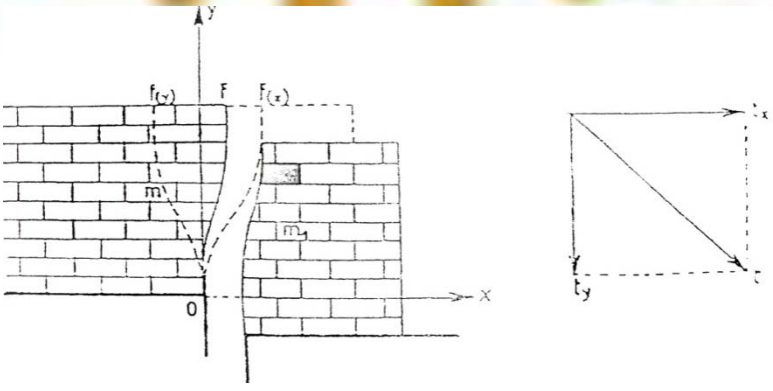
۲ –انقباض عمودی زمین که بار بر آن وارده آمده (زمین زیر ساختمان)

۳ –عدم تعادل های داخلی سازه

نشست از نوع اول عموما به خاطر کاهش میزان رطوبت یا فرآیندهای اکسیداسیون لایه های مضطرب یا شستشوی دائمی لایه های زیرین و انتقال ذرات زمین از زیربنا است. نشست های ناشی از انقباض عمودی زمین زیر بار زمانی اتفاق می افتد که پایه شالوده ای به حد کافی وسیع نباشد که بتواند فشار را تا حد قابل تحمل پایین بیاورد که از محاسبات غلط ناشی می شود، با افزودن بار اضافی از طریق بالا بردن ارتفاع ساختمان و یا زمین مجاور است که در زمین ساختمان اثر می گذارد و بار اضافی وارد می آورد. بدلیل همکاری متقابلی که قبلا داشته است و نظائر آن نشست مرتبط به خود سازه مستقل از مقاومت زمین است، نظیر تنش های حاصل از قوسها یا نعل درگاه ها، خرد شدگی بخش پایه ای، فشار خمش و خمش دیوار (بر اثر فشار جانبی و غیره که در حجم بالاتر تظاهراتی مشابه جابجایی عمودی بوجود می آورند).

جابجایی بر سطوح کج

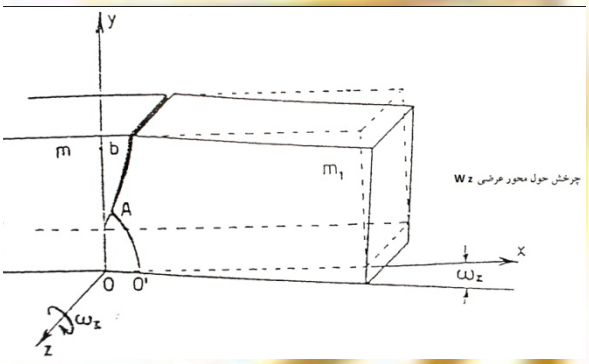
اینگونه جابجایی ناشی از ترکیب جابجائی عمودی و جابجائی افقی است.



جابجائی کج بخش انتهایی دیوار

جابجائی کج دیوارها علت رانش دارد. آب عامل اصلی رانشها است که به دو صورت عمل می کند. در لایه های زیرزمین جریان می یابد و تراکم آنرا از طریق حمل ذرات ریز به خارج کاهش می دهد و بدین طریق فضاهای خالی بسیار کوچکی را بوجود می آورد که در نتیجه آن توده بالائی آنها شروع به ریزش تدریجی می کند و بر حسب لایه تضعیف شده، حرکت های جابجائی عمودی یا کج را بوجود می آورد و یا از طریق نفوذ به لایه های قابل نفوذ زمین و تجمع آن در لایه های غیر قابل نفوذ و بدین طریق لایه های کناری را بخصوص اگر رسی باشد مرطوب می کند و ضریب چسبندگی آنرا کاهش می دهد تا به مرحله لغزش می رساند. حرکتهای رانشی معمولا در قله ها صورت می گیرد جائی که آب تمایل به حرکت به سوی دره دارد.

چرخش ها



در عدم تعادلهای ناشی از جابجائی در آغاز پارگی، حرکت ثانوی که چرخش باشد حادث می شود، این چرخش بر اثر لنگر لغزش اتفاق می افتد.

تشخیص نشستهای شالودهای

ترک خوردگی معمولا مراحل زیر را طی می کند:

ترکهای موئی ⟵ ترکهای موئی پیشرفته ⟵ چرخش ⟵ جدائی کامل

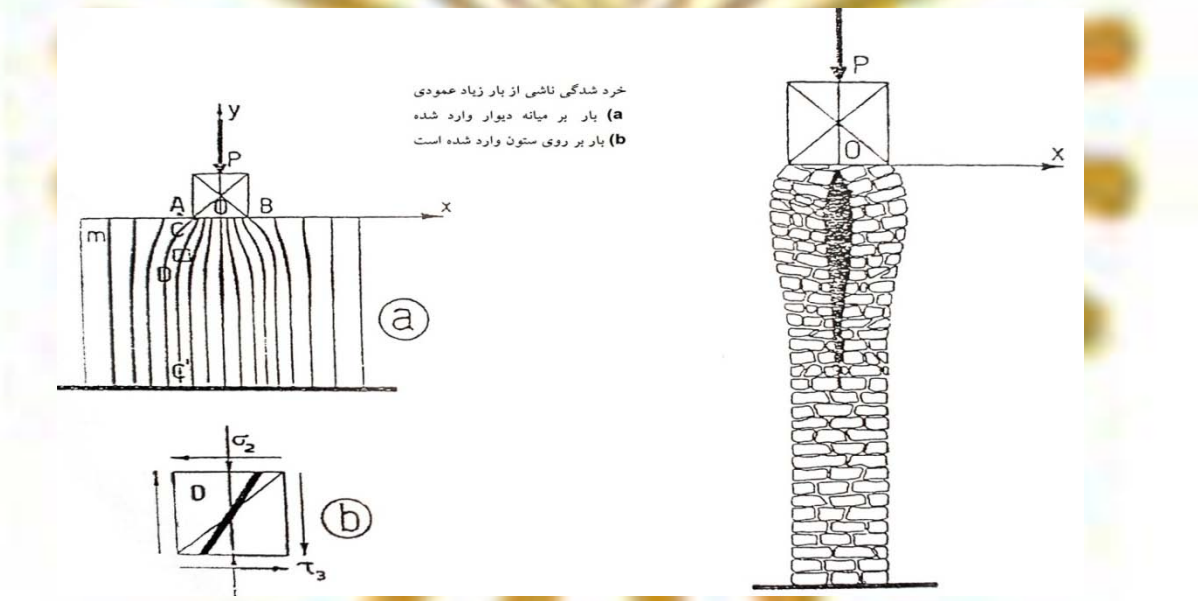
نشست سازهای دیوارهای

۱ –عدم تعادل های داخلی مستقل از نشست های شالوده ای می باشند و منحصرا از ضعف استاتیکی و سازه ای اعضاء سیستم ساختمانی ناشی می شوند.

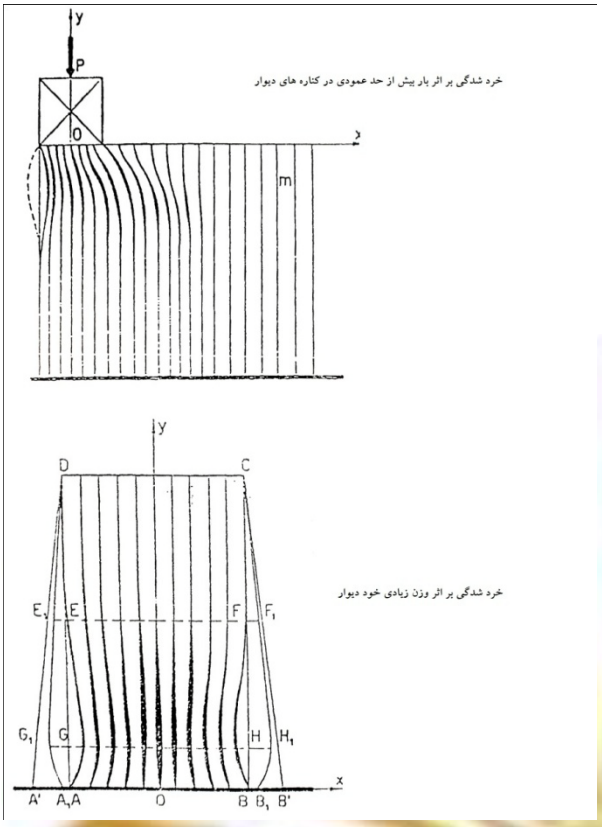
الف – نشست های حاصل از برپائی بنا که نشستی است ناشی از حرکتهای مطلق و نسبی

حرکت مطلق نشأت گرفته از نشست زمین بر اثر بار وارده بر آن است و حرکت های نسبی نشأت گرفته از انقباض دائمی مصالح و یا کاهش حجم ملات است در دوران خودگرفتگی.

ب – خرد شدگی ناشی از بار اضافی



در ساختمان هایی با طبقات متعدد، نیروی موثر هر یک از طبقات عبارتست از وزن یک طبقه بعلاوه نیروی اضافی برف و وسایل و نفرات، مجموعه این نیروها بطور عمودی وارد شده و روی برشهای مقاومتی مقطع حمل بار (ستون یا دیوار) که بر مبنای فرم معماری بنا تقسیم بندی میشوند.



تعادل استاتیکی مجموعه این نیروها زمانی تامین میشود که ستونهای باربر بتوانند نیروهای وارده را متحمل شوند و همچنین مقاومت سطح مقطع هر ستون و برش سطحی آن در مقابل نیروها بالاتر از حد تعیین شده باشد. در صورتیکه سطح مقاطع باربر کمتر از اندازه تحمل باربیش بینی شده باشد در آنصورت پس از گذشت مدت زمانی در ساختمان ترکهایی بوجود میآید، این حالت را اصطلاحا له شدگی مینامند. (schiacciamento)[1]

علل خرد شدگی یا له شدگی را به شرح زیر می توان خلاصه کرد:

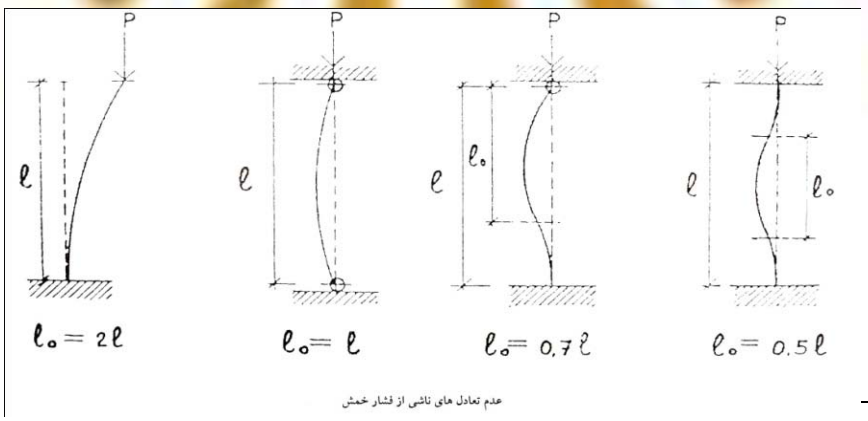
۱ – مقطععرضی بدلیل محاسبه نادرست، کافی برای تحمل بارواردہ نیست یا مصالح نامرغوب بکار رفته است.

۲ –به دلیل پیری و فرسودگی است و یا ساختمان بد است.

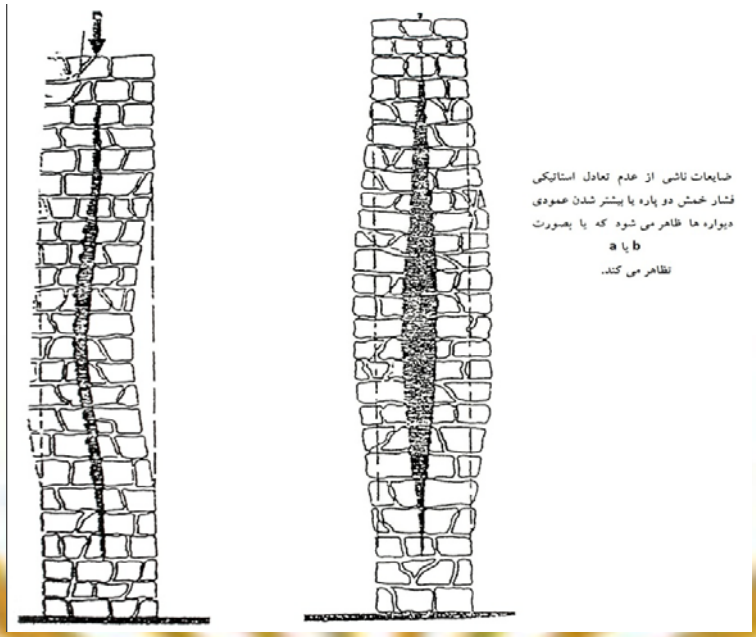
۳ –افزایش وزن و نصب تاسیسات سنگین

٤ –حاصل از نشست های شالوده ایست و یا عدم تعادل منتقل شده

۵ –نقض ناهماهنگی مقاطع که عدم تعادل را در توزیع نیروها موجب می شود.



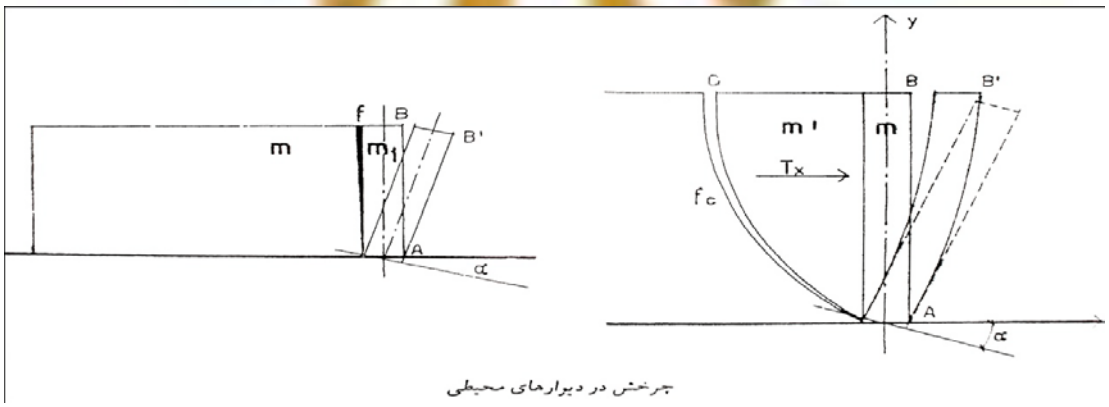
[1] دوست، دی آنجلیس، راهنمایی مطالعه اصولی آثار هنری و عوامل مخرب آن، ۱۳۶۸، ترجمه. مجتبی رضازاده، دانشکده هنرهای زیبا، ص ۹



خسارات ناشی از عدم تعادل استاتیکی فشار خمش دو پاره یا بیشتر شدن عمودی دیواره ها ظاهر می شود که یا بصورت a یا b نظاهر می کند.

فشار، خمش و له شدگی دو چهره متفاوت از فرسودگی است که از مشکل ترین مباحث مداخلات استحکامی دنیا بشمار می آیند. علل آن بطور خلاصه به شرح زیر است:

- ارتفاع دیواره که تحت تاثیر فشار محوری قرار می گیرد.
- مقاطع افقی یکنواخت نیستند.
- مقاطع عرضی یکنواخت نیستند
- دیواره ها بد ساخته شده اند.
- ملات از کیفیت بدی برخوردار است.
- وجود رانشهای حاصل از تاقها و لنگه تاقها و چرخش شالودهای و از مرکز ثقل خارج شدن.



چرخش در دیوارهای محیطی

دلایل نشست در رابطه با نیروی متمرکز عمودی

(CAUSE DI DISSETO RELATIVA SOLLECITAZIONI NON VERTICALE)

نیروهای غیر عمودی و مورب نیز در ساختمان وجود دارد. بعلت خصوصیات بنا و ارگانیزم معماری در شرایط خاص علاوه بر نیروهای طبیعی مانند باد و برف و زلزله، نیروهای دیگری نیز بر ساختمان اثر میکنند که افقی یا عمودی نمی باشند. این نوع نیروها را ***نیروهای دورانی*** مینامند. این نیروها اصولا محدودتر از نیروهای افقی و عمودی بوده در شرایط عادی معماری به دیوارهای تکیه (مثل استخر و دیوارهای نگهدارنده شهر) و دیوار حوض و از این قبیل منحصر میشوند که نیروها بر دیوار نگهدارنده حرکتی دورانی ایجاد میکند و سعی در برگرداندن یا جابجا کردن دیوار دارد. این نیرو در قسمت خارجی دیوار محسوس خواهد بود. مهمترین این نیروها، نیرویی است که از قسمت فوقانی ساختمان وارد اسکلت بنا میشود. مانند نیروی رانش حاصل از وزن و ساختمان گنبد که در محل اتصال گنبد به سر ستونها وجود دارد و در صورت عدم استفاده از بستهای فلزی نگهدارنده پای گنبد، بالای ستون ها به سمت خارج متمایل میشود، در قوسهای پای گنبد نیز نیروهای هدایت شده از گوشه ها به سنگ انتهایی قوس نیروی مایلی وارد مینمایند.

این نیروهای مورب به نیروهای عمودی و افقی قابل تقسیمند که نیروی افقی به سنگ گوشه ساختمان نیروی چرخشی بطرف بیرون وارد مینماید. در قوسها و گنبدهای بتن آرمه یا ساخته شده از بلوک های کوچک و یا آجر با ملاتی با چسبندگی زیاد، بنا به یک بلوک سنگی یکپارچه تبدیل میشود که در آن نیروهای مایل وجود دارند و اگر قسمتی از آن ترک بردارد، معادلات استاتیکی دچار پیچیدگی میشود. در چنین حالتی محاسبات تئوریک قابل اتکا نیستند و باید نسبت بوضعیت پیش آمده و موجود و تعادل بین

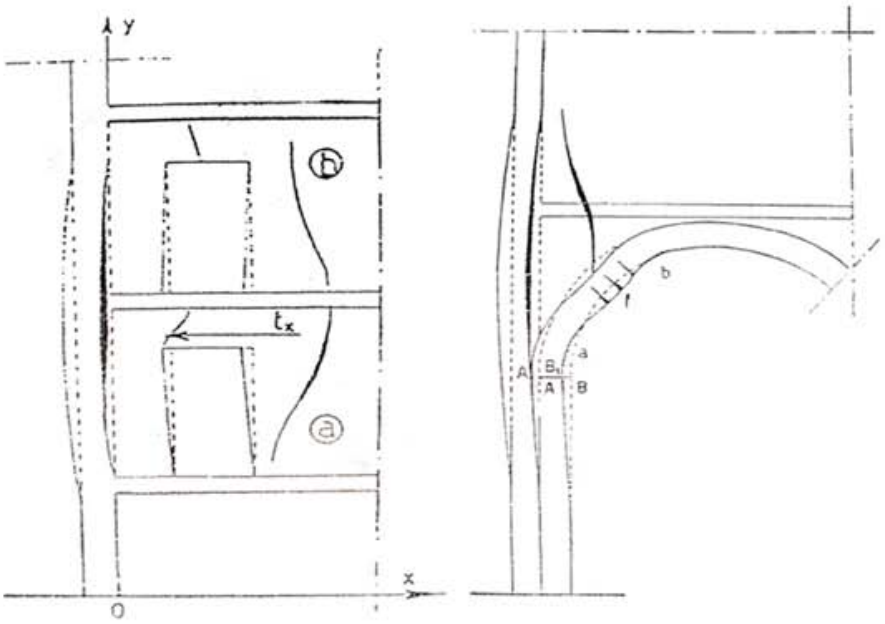
آنها توجه نمود. بهرحال ساختمانهای مخروطی شکل نیاز به تجزیه و تحلیل استاتیکی دارند. در حقیقت فرضیه های ذهنی فقط در صورتی به نتایج عملی رضایتبخش میرسند که حالت ایستایی خوبی داشته باشند، بنابراین و بطور خلاصه نباید نیروهای مورب را فراموش نمود. بدین منظور در سقفهای شیبدار در نقطه اتصال، سیمهائی بعنوان کشنده های افقی بکارگرفته میشوند. بخصوص در سقفهای سبک که از یک لایه تشکیل یافته اند. در چنین شرایطی محل تمرکز نیروهای مایل اطراف ستونهاست و ظهورشان در نقاط اتصال گنبد به پاکار می باشد. در این نقطه نیروی مایل میتواند به دو نیروی افقی و عمودی تجزیه شود. بطور مشابه وقتی روی قوسها مطالعه می نماییم در مواقعی که ساختمان سبک وزن است، وزن قوس و ساختمان بالای آن نیروهای مورب کمتری ایجاد مینمایند. در صورتی که ساختمانهایی که گنبدی روی قوس ساخته شده باشد، نیروی مایلی که از گنبد به دیوار نگهدارنده آن وارد میشود حتی با وزن خود دیوار هم قابل مقابله نیست. بخصوص در قسمت فوقانی دیوار و محل اتصال گنبد این نیرو بیشتر ظاهر میشود و مقدار آن چشمگیر است.

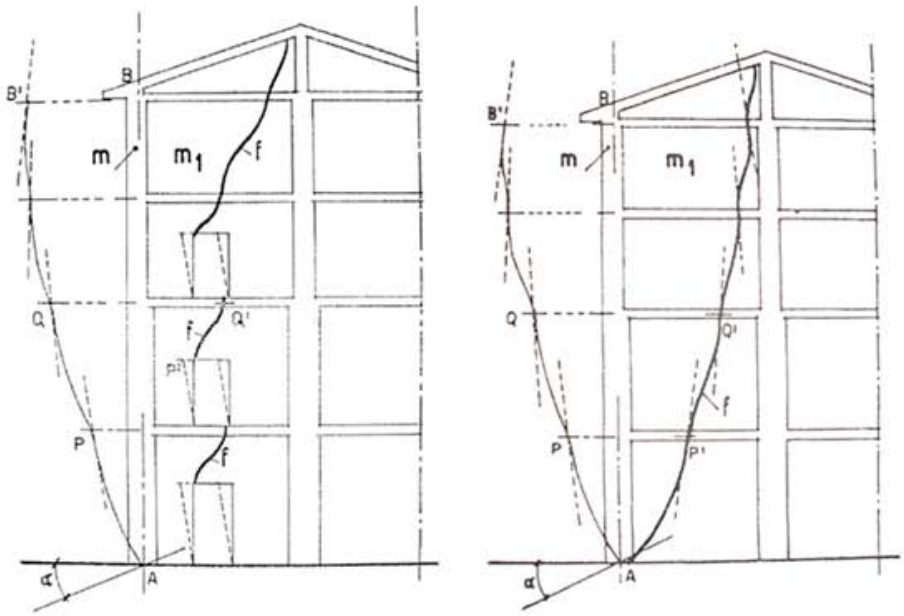
همانطور که قبلا اشاره شد و تابحال در مورد عملکرد نیروهای عمودی و مایل صحبت شد، برای پیدا کردن مفید ترین راه حل در مشکلات ساختمانی باید اطلاعات دقیقی از نوع مشکل داشته باشیم تا بتوانیم راه حلهای مختلفی برای همه نقائصی که ممکن است در ساختمان ها پیش آید داشته باشیم. بعنوان مثال در ترک خوردگی دیوار، اطلاعات دقیق میتواند درمان را بخوبی پیش بینی و اجرا نماید. نوع عملکرد برای هر شرایطی، کاربردی مفید خواهد داشت، زیرا وضع نشست ساختمان بدو دلیل میتواند باشد:

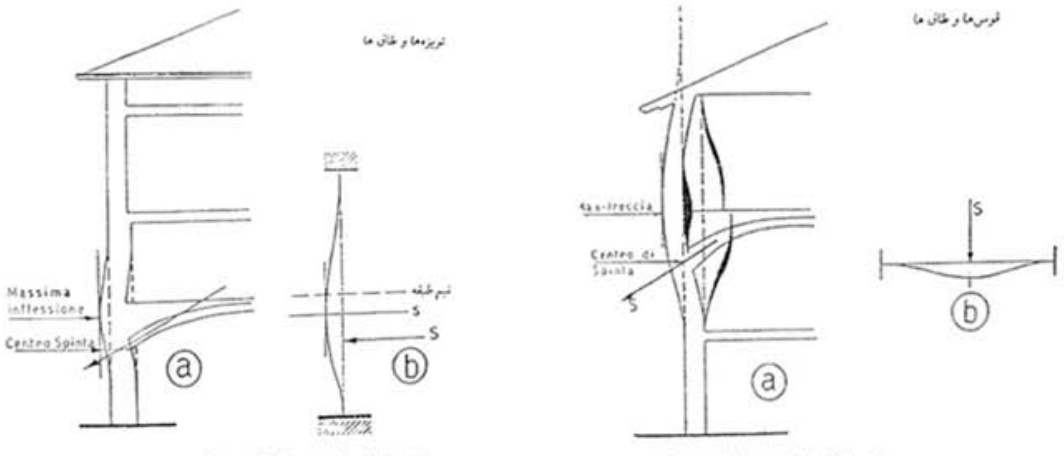
۱ –مشکلات ناشی از ترکیب مواد ساختمانی

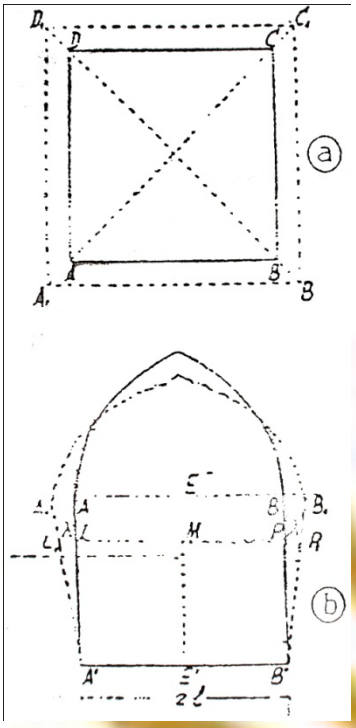
۲ –مشکلات نوع و نحوه ساخت[۱]

[۱] دوست، دی آنجلیس، راهنمایی مطالعه اصولی آثار هنری و عوامل مخرب آن، ۱۳۶۸، ترجمه. مجتبی رضازاده، دانشکده هنرهای زیبا، ص ۱۳–۱۴


y
x
O
tx
a
b
A
B
f


B
B'
m
m1
f
Q
Q'
P
P'
A
α


تیرپرمها و طاق ها
Massima inflessione
Centro Spinta
a
b
تغییر شکل ماکزیمم مرکز نیروی جانبی
قوس‌ها و طاق ها
Centro di Spinta
S
تغییر شکل ماکزیمم مرکز نیروی جانبی



در ارتباط با نشستهای خودبخودی لنگه تاق و تاقها

- میتواند براثر پیش بینی غلط درباره ظرفیت تحمل لنگه تاق و تاقها بر اثر بار زیادی به وجود آید.
- می تواند بر اثر عمل تجزیه کننده شیمیایی بر مصالح تاثیر گذارد.
- می تواند بر اثر پخت ناقص آجرها و جدا شدن تدریجی قشرهای آجر و پودر شدن آن باشد به ویژه بر اثر یخ زدگی
- بکارگیری ملات بد

ملات گچ با مرور زمان ایدراته می شود و ظرفیت چسبندگی خود را از دست می دهد که همگی موجب حرکت های عرضی و چرخشی عناصر قائم بنا می شوند.

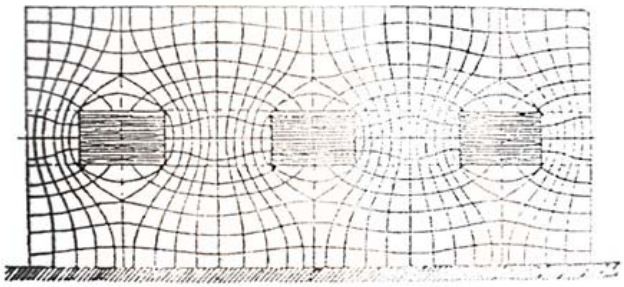
اشاره بر پدیده های لرزشی

طوفانها و بادهای شدید، تحریکها و لرزشهای ناشی از زلزله، حرکت سریع و سنگین وسایل نقلیه شهری و ماشین آلات، عوامل اصلی بوجود آورنده حرکتهای متناوب می باشند که ویژگی حرکت های پاندولی را دارند.

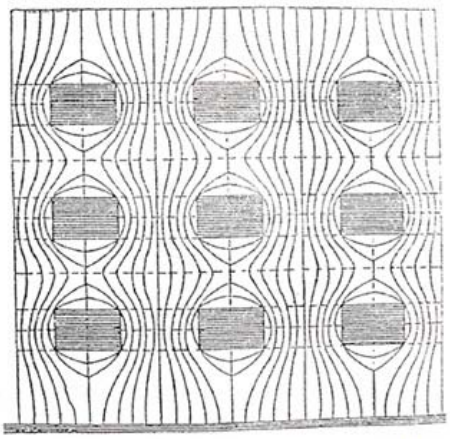
خطرناکترین ویبراسیون ها برای ساختمانها ویبراسیون های ماوراء صوت است که می تواند پریود آن برابر شالوده ای هر بنائی باشد که در رژیم آزاد نوسان است و امکان ایجاد پدیده خطرناک رزنانس (تشدید) شود.

در یک دیوار ممتد هر جا ضعف مصالح یا فقدان آن بوجود آید خطوط نیرو در اطراف آن متمرکز می شود. مثال بارز و عمومی آن روزنها هستند. مقاومت مصالح در جائی که فقدان مصالح وجود دارد عملا

صفر می شود و خطوط در اطراف روزنها به نحوی شکل می گیرند (انحنا می گیرند) که می خواهند جایگزین حذف شده (روزن) بشوند و نقاطی از نظر استاتیکی خطرناک می شوند که خطوط نیرو متراکم می شوند. از همین رو است که در اطراف روزن که خطوط نیرو متراکم می شوند باید تقویت شوند.[1]



وضع خطوط نیرو دردیوار ممتد با یک ردیف روزن

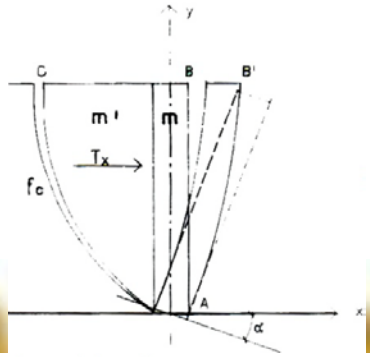


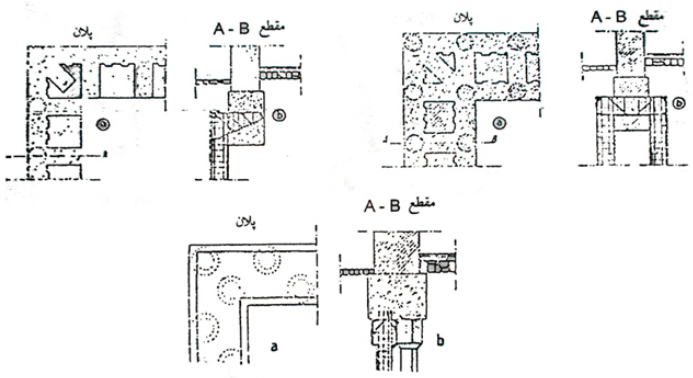
وضع خطوط نیرو در دیوار ممتد با ردیف روزن افقی و عمودی

[1] ماساری، جوانی، ماسترودی، کازا، برگردان اجمالی و آزاد از کتابهای. سالم سازی محیطهای مرطوب–عدم تعادل، ترجمه. آیت الله زاده شیرازی، باقر

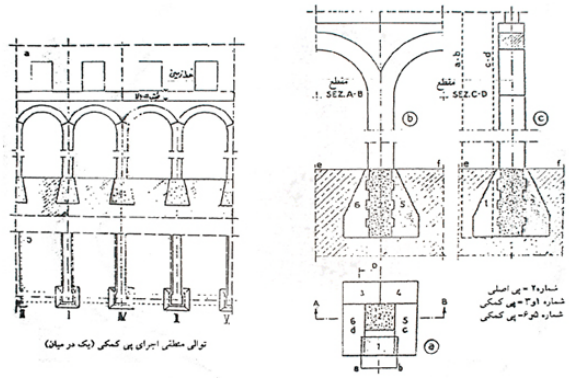
انواع ترک بر اثر نشست پی:

روند تخریب پل فرح آباد بر اثر نشست پی





نمونه اجرای فونداسیون جدید که به صورت کمکی عمل می نماید



نمونه اجرای فونداسیون جدید که به صورت کمکی عمل می نماید

اجرای میکروپال

مزایای روش میکروپال:

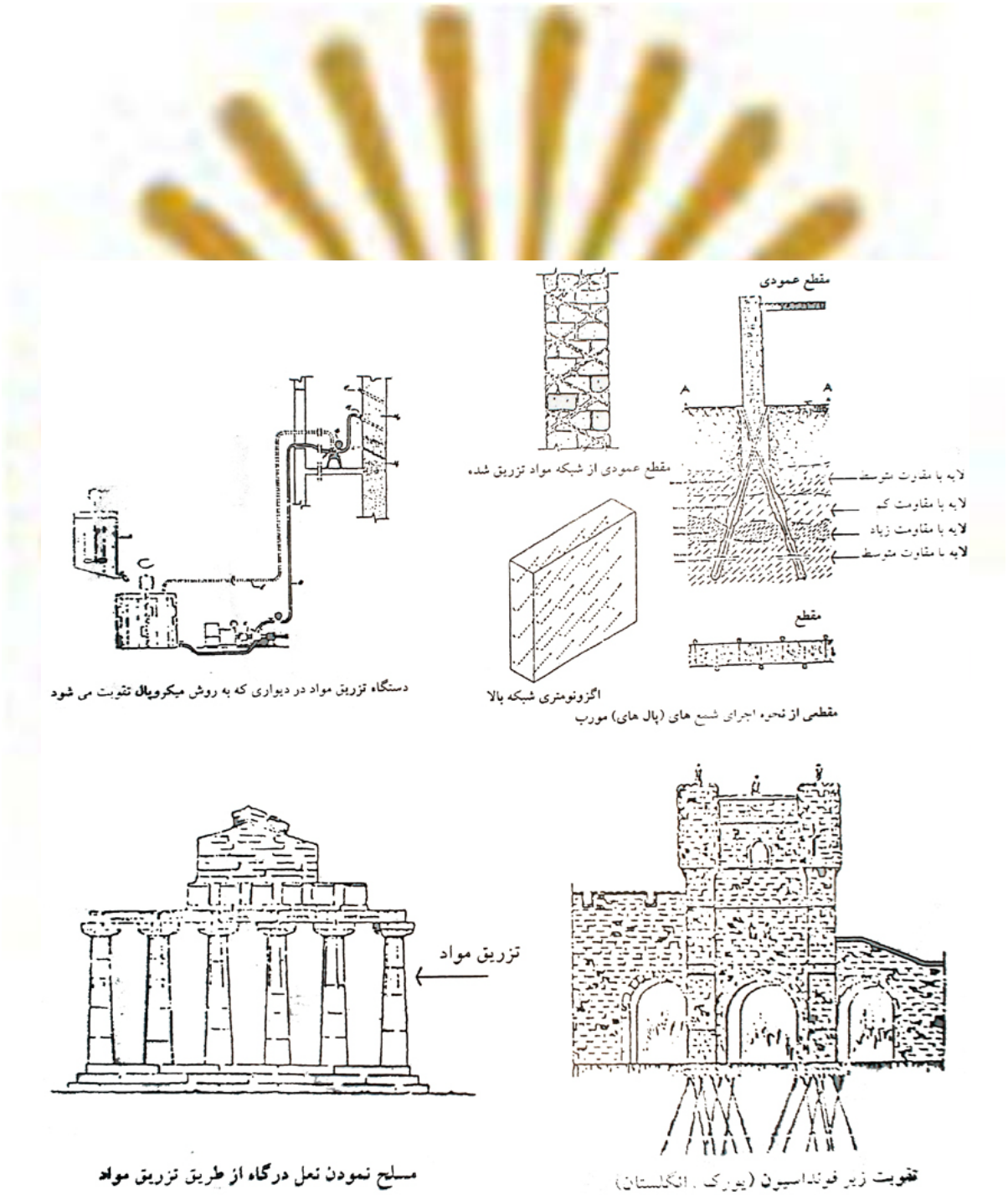
۱. به علت اجرای تدریجی، عملیات استحکام بخشی، فاقد هزینه های حفاظتی فراوان است.

۲. با توجه به اینکه ماهیت چنین روشی جنبه تقویتی دارد، لذا به تناسب نیاز می توان عملیات را به صورت مستمر و در طول زمان و تدریجی انجام داد.

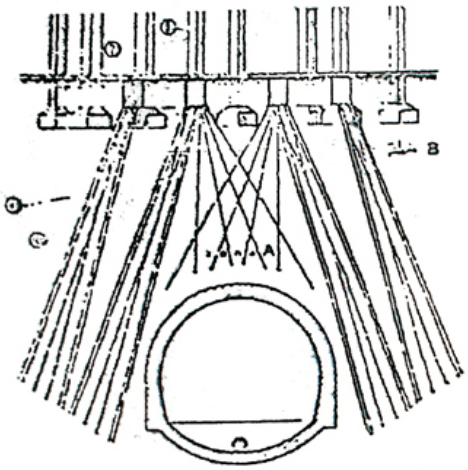
۳. جدا از کاربری این سیستم در امر درمان پی، امکان بکارگیری آن در جرزها و طاق ها نیز وجود دارد.

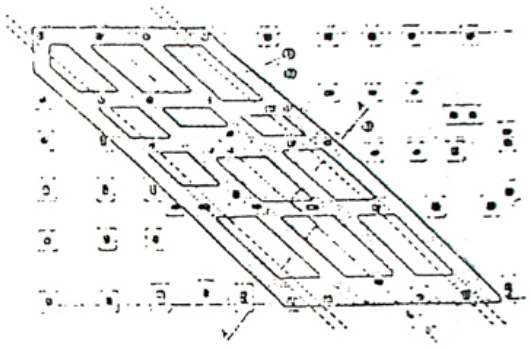
٤. در این سیستم، امکان حفظ مواد و مصالح قدیمی و تاریخی موجود در بنا وجود دارد، لذا اصالت سند تاریخی، مورد آسیب واقع نمی شود.

۵. به سازه قدیمی بنا، ضمن استحکام بخشی، احترام گذاشته می شود.[1]

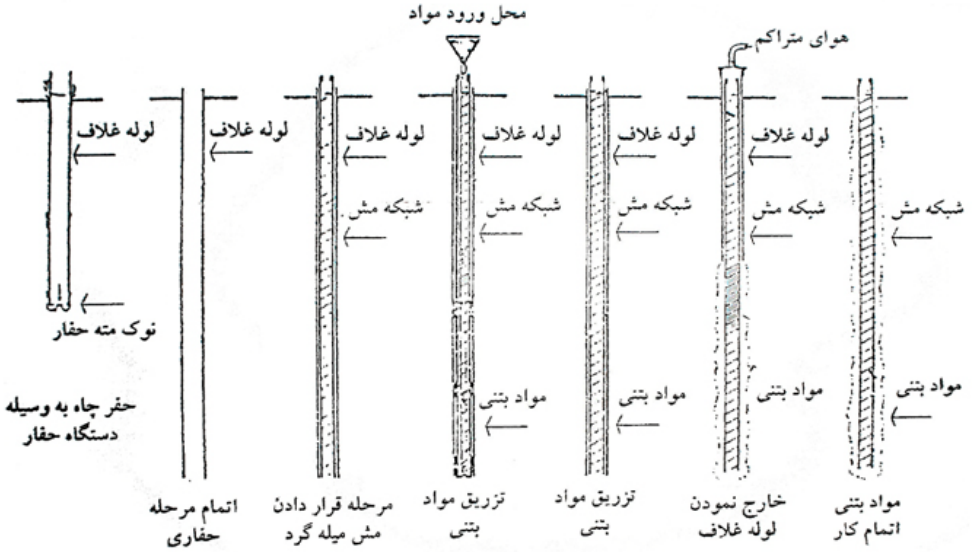


[1] جزوه آموزشی آسیب شناسی، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی

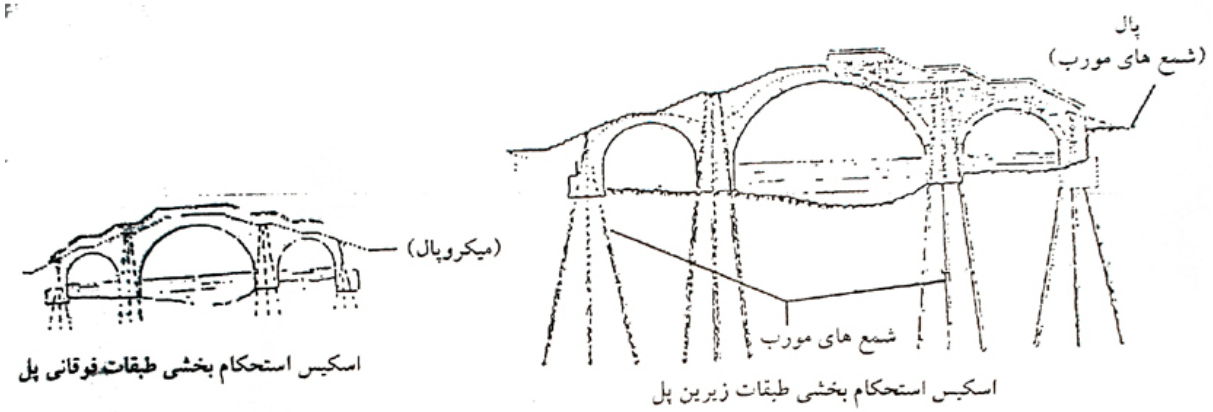




نمونه ای از روش اجرای شمع های مورب (پال)



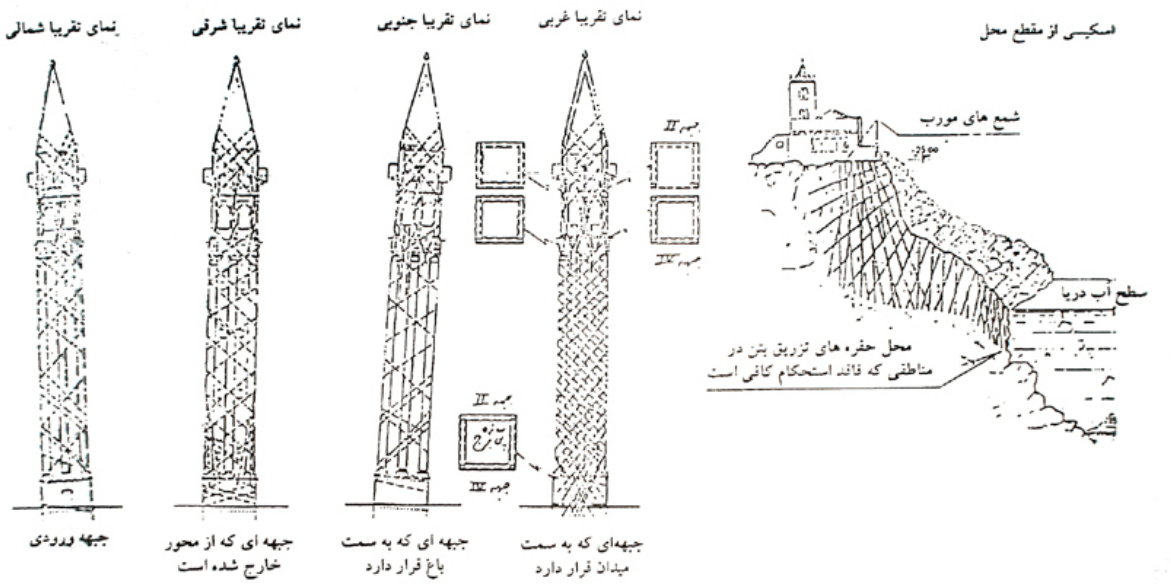
نحوه اجرای پال



اسکیس استحکام بخشی طبقات فوقانی پل

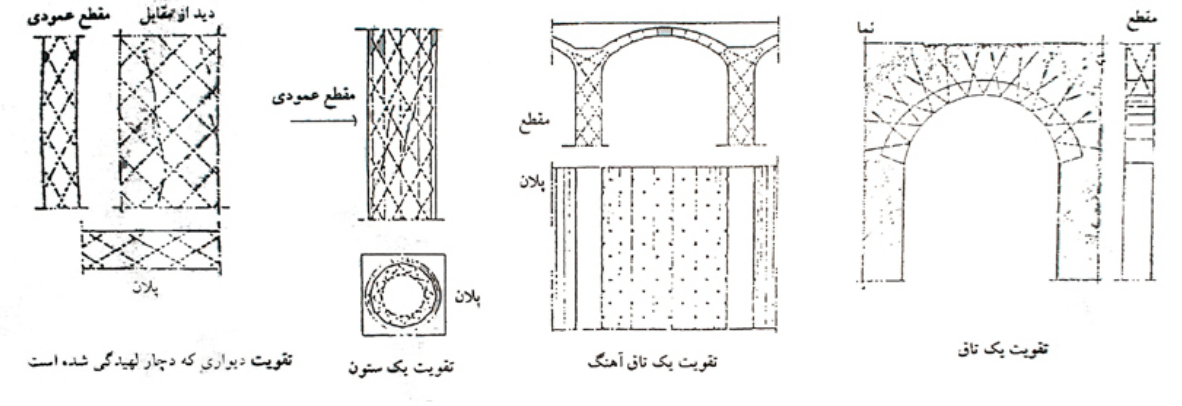
اسکیس استحکام بخشی طبقات زیرین پل

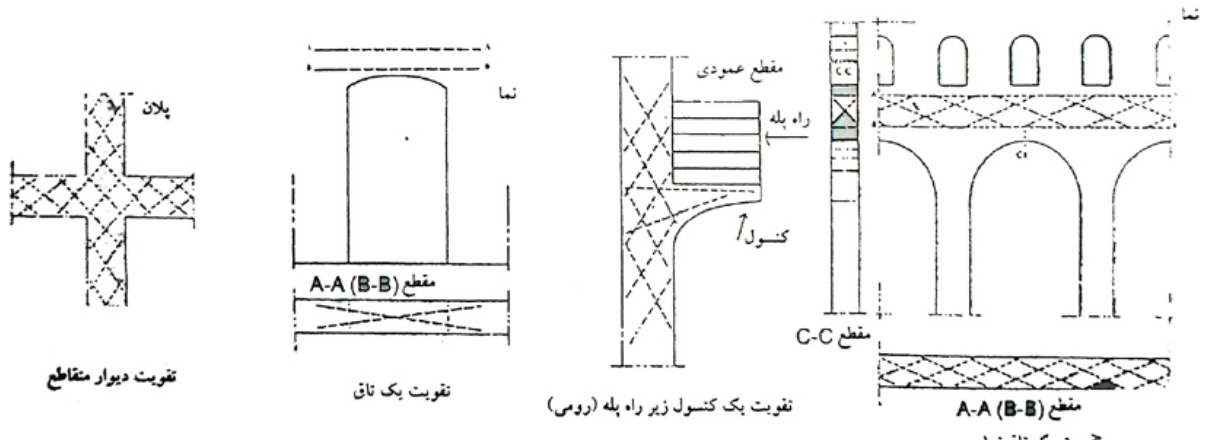
استحکام بخشی پل ونیز به روش پال و میکروپال



نحوه استحکام بخشی صخره ای که کلیسای سنت پیرو ایتالیا بر روی آن قرار دارد به وسیله شمع های (پالهای) مورب

مراحل استحکام بخشی برج کلیسای سنت مارتین ونیز به روش میکروپال





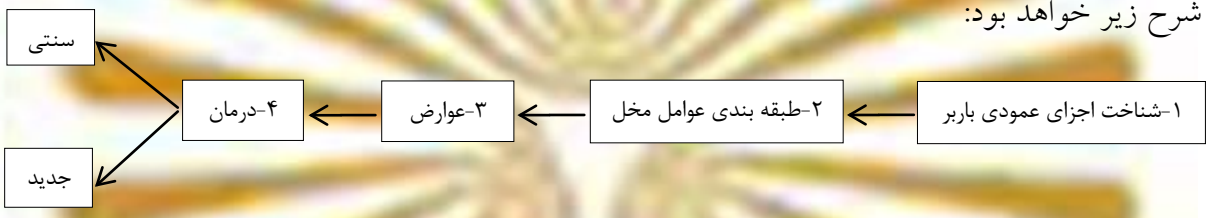
اسکیس انواع مختلف شبکه های تقویت شده با مواد بتنی به روش میکروپال

بخش پنجم:

استحکام بخشی بنا «اجزاء عمودی باربر»

تکنیک های مرمت

پیشگفتار: به دنبال بحث هایی که در مبحث بیمار شناسی بنا صورت گرفت، یکی از بیماری های بنا ضعیف شدن توان باربری اجزای عمودی آن است. در این بخش، پس از شناخت مقدماتی اجزاء عوامل مخل و سپس عوارض حاصل از آن و نحوه درمان اجزای مذکور مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در مبحث درمان، روش های سنتی و همچنین روش های جدید تجزیه و تحلیل می شوند. توالی منطق کار به شرح زیر خواهد بود:



۱ -شناخت اجزای عمودی باربر (جرز یا دیوار)

تعریف: عناصر یا اجزای عمودی باربر، نقش جدا کننده و محصور کننده بنا را به عهده دارند، ضمن آنکه از طریق پوشش ها، بار بنا را به واسطه پی به زمین زیر پی انتقال می دهند. این عمل به مدد دیوار یا جزر صورت می گیرد. دیوارها معمولاً بر دو گونه اند: باربر و غیر باربر. دیوارهای باربر جزء عناصری هستند که ضمن انجام عمل جداکنندگی فضاها، وظیفه باربری بار بنا را نیز عهده دار هستند. اما دیوارهای غیر باربر فقط نقش جداکنندگی را به عهده دارند. دیوار باربر بر سه نوع است: منقطع، نیمه پیوسته و پیوسته. جدول زیر انواع دیوارها را نشان می دهد.

انواع دیوار		غیر باربر
	منقطع (مثال. ستون)	

		نیمه پیوسته (مثال. دیوارهایی که در زیر طاق و تویزه دارند)
		پیوسته (مثال. دیوارهایی که در زیر طاق آهنگ قرار دارند).

مسجد جامع دزفول – نمونه ای از ستون سنگی

چهل ستون – نمونه ستون سنگی

مواد و مصالح تشکیل دهنده اجزای عمودی:

در بناهای قدیمی، معمولاً از مواد و مصالح زیر به عنوان اجزای عمودی (اعم از باربر و غیر باربر) استفاده می شده است.

۱ –استفاده از خاک یا سنگ طبیعی مقاوم موجود در بنا از طریق تراشیدن اطراف آن و به دست آوردند جزء یا اجزاء باربر.

۲ –چینه، که از طریق مخلوط خاک رس با آب، پس از ورز دادن به دست می آید. چینه فاقد قالب مشخص (همچون خشت و آجر) بوده و از طریق گذراندن قطعات گل بر روی هم جزء مورد نیاز باربر یا غیر باربر به دست می آید.

۳ –خشت خام به اشکال مختلف

٤ –انواع آجر با اشکال و نحوه پخت مختلف (سلاتی، ختایی، نظامی، شکری [آب انباری]، قزاقی، فشاری، ابلق، جوش و...)

٥ –سنگ طبیعی به اشکال مختلف (قلوه، لاشه، مالون، حُکمی، یکپارچه و...)

٦ –چوب به اشکال مختلف (گرده، تراشدار و..)

۷ –ترکیبی از مواد و مصالح فوق (آجر با خشت، چینه با خشت، چینه با آجر و سنگ و...)

۲ –طبقه بندی عوامل مخل:

عوامل مخل به دو دسته با عملکرد آنی و بطئی تقسیم می شوند. تمام مواردی که در مبحث عوامل مخل با عملرد آنی در رابطه با پی بنا مطرح شد در این مورد صادق است. اما عوامل مخل بطئی به شرح زیر هستند:

۱ –کم شدن سطح مقطع دیوار (مثال. تراشیدن، اثر رطوبت بر روی دیوارهای خشتی و...)

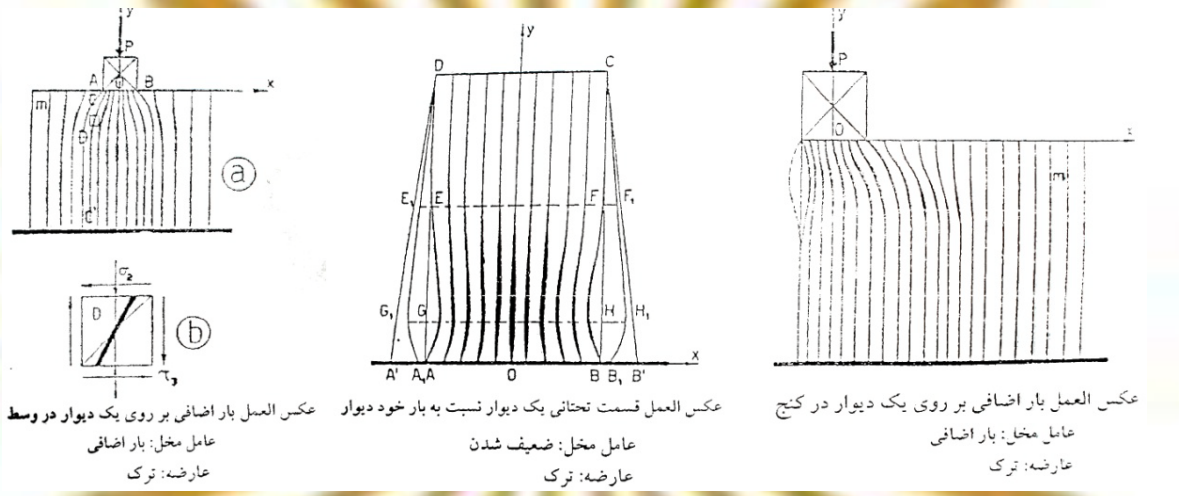
۲ –ضعیف شدن مواد و مصالح تشکیل دهنده (مثال. پوسیدگی، کهنگی، فرسایش و...)

۳ –ضعیف شدن و از دست دادن چسبندگی و توان باربری ملات ها (مثال. ملات گچی یا گلی که در معرض رطوبت قرار گیرد و...)

٤ –اضافه شدن یا تغییر فرم بار بر روی اجزای عمودی (مثال. لایه های ایزولاسیون که مرتباً به بنا اضافه می شود، پوسیدگی کلاف ها و..)

۳ –عوارض:

در کلیه مواردی که عامل مخل (آنی و بطئی) بر اجزاء عمودی اثر می گذارند، پس از رسیدن



عکس العمل بار اضافی بر روی یک دیوار در کنج
عامل مخل: بار اضافی
عارضه: ترک

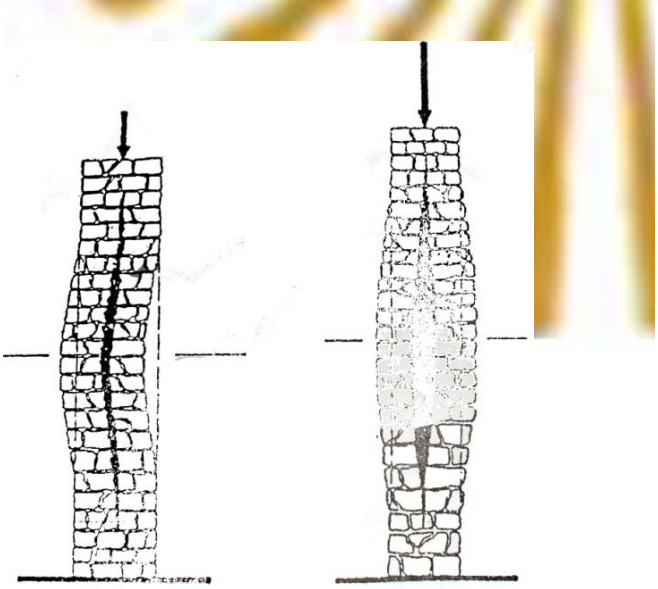
عکس العمل قسمت تحتانی یک دیوار نسبت به بار خود دیوار
عامل مخل: ضعیف شدن
عارضه: ترک

عکس العمل بار اضافی بر روی یک **دیوار در وسط**
عامل مخل: بار اضافی
عارضه: ترک

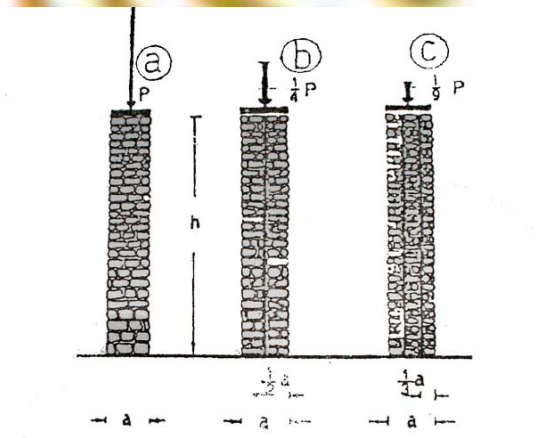
به مرحله عدم تعادل، عوارض زیر مشاهده می شود:

عوارض:
- ترک (به اشکال مختلف)
- لیهدگی مواد و مصالح تشکیل دهنده همراه با ترک های مویی و ترک های خشن
- تغییر فرم و اجزاء باربر
- ترکیبی از موارد فوق

تصاویر بعدی، نمونه های آزمایشگاهی و تجربی و تجربی حاصل از عملکرد عوامل مخل و عوارض حاصله از آن را نشان می دهد.



نمایش تغییر فرم (انحنا) یک دیوار در اثر بار اضافی



نمایش حالات مختلف نحوه اجرای یک دیوار

a - مقطع ثابت
b - مقطع دو تکه
c - مقطع سه تکه
h - ارتفاع
P - وزن (بار)

٤ -درمان

درمان

سنتی

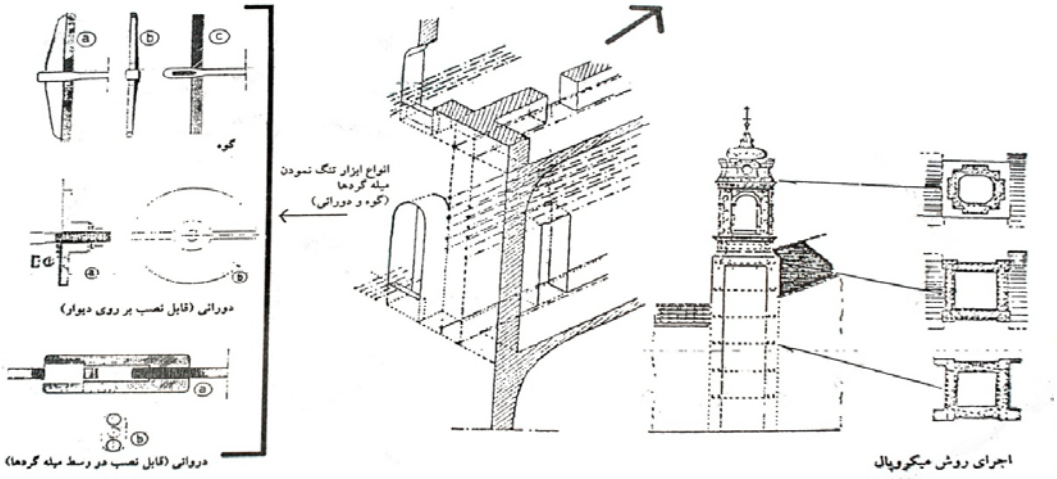
٤. افزایش سطح مقطع به وسیله مواد و مصالح همگن
٥. تعویض مواد و مصالح و ملاتهای آسیب دیده و جایگزینی مواد و مصالح و ملاتهای مقاومتر
٦. کاهش بار اضافی
٧. ایجاد توازن در توزیع بارهای متمرکز
٨. حذف نیروهایی که ایجاد بارکششی در اجزاء باربر مینمایند، از طریق ایجاد "میل مهار"یا "کش"
٩. احداث پشت بند

جدید

١ – تزریق مواد بتنی جهت بهبود وضعیت باربری مواد و مصالح موجود بهروش "میکروپال " و یا مسطح نمودن با میله گرد
٢ – سبک کردن بارهای اضافه از طریق بکارگیری موارد و مصالح جدید
٣ – ایجاد توازن در توزیع بارهای متمرکز
٤ – حذف نیروهایی که ایجاد بار کششی در اجزاء باربر می نمایند با بکارگیری میله گرد، تسمه و...
٥ – تقویت اجزاء عمودی با الحاقی اسکلت فلزی و یا بتنی

استفاده از چوب کش

استفاده از پشتبند



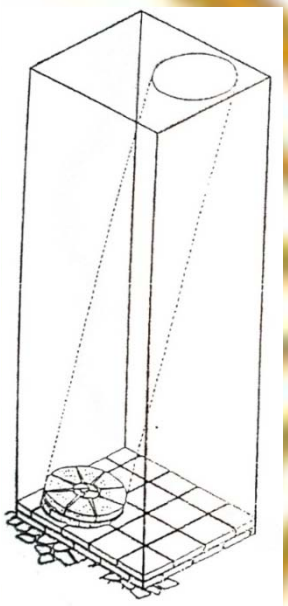
کاهش بار اضافی سقف با برداشتن لایه های اضافی تقویت اجزای عمودی با الحاق اسکلت فلزی – مسجد جامع دزفول

اسکیس از روش درمان حذف نیروهایی که ایجاد بار کششی در اجزای باربر می نمایند از طریق بکارگیری میله گرد

مسجد جامع اصفهان. افزایش سطح مقطع در جرز عمودی باربر منقطع (ستون). نمونهای از تدابیر گذشته گذشتکان برای استحکام بخشی اجزا باربر. (در اطراف ستون خمیده یک ستون ثانی با مقطع مربع ساخته شده که ستون اول را تماما در بر گرفته است.

جمع بندی

از جمله مباحثی که در این گزارش ارایه گردید می توان این نتیجه را استنتاج نمود که در نحوه تقرب به درمان و قبل از اتخاذ تدابیر فنی در رابطه با مشکلات اجزای عمودی باربر، شناخت نحوه اجرای این اجزاء یک امر ضروری است. پس از آگاهی به این مرحله از کار، عوامل مخل و سپس عوارض ناشی از عملکرد این عوامل باید دقیقاً ثبت و ضبط و آنگاه مورد مداخله قرار گیرد. زیرا به مجرد شناخت عوارض و تجزیه و تحلیل حاصل از آن می توان عامل مخل مربوطه را مورد شناسائی قرار داد. در این مورد باید توجه داشت که نحوه نوع درمان می بایست به تناسب امکانات موجود و منابع مالی که در اختیار طراح مرمت کار قرار دارد و بر حسب نیاز بنا، انتخاب گردد.[1]



بخش ششم:

رطوبت (عوامل، عوارض و نحوه درمان آن)

[1] جزوه آموزشی آسیب شناسی، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی

فلات مرکزی ایران به علت شکل استقرار جغرافیایی و به علت قلت بارندگی سالانه (حدود ۳۰۰ میلی متر) به استثناء مناطق بسیار محدودی از کمی آب رنج میبرد. از همین رو گذشتگان ما، آب را الفبای آبادانی میدانستهاند بسیاری از شهرها، روستاها و محلات را با پیشوند و پسوند «آب» مینامیدند و از بیابان (بی آب آن) دوری می جستند. آنان مبارزه مستمری با طبیعت را جهت دستیابی و استخراج و کنترل آبهای درون زمین شکل دادند. برف، باران، آب و رطوبت را به هر صورتی که بود مبنای خیر و برکت میدانستند. لذا اگر در جایی رطوبت خود را به صورت عامل زیان بار نشان می داده با طراحیهای ویژه آن را جهت مبارزه با خشکی بیش از حد هوا و تعدیل گرما، تبدیل میکردند.

متون قدیمی، اطلاعات بسیار گرانبهایی در این خصوص به دست می دهند. یکی از این متون کتاب ارجدار استخراج آب های پنهانی است. در کتاب مزبور می خوانیم.

- سطح تراز آب های زیر زمینی را برابر دانسته و از داخل زمین به هم مرتبط دانسته است، یعنی با ایجاد زه کش ارتفاع سطح آب را می توان در حوزه پائین آورده و اجازه غرقابی شدن پی و زمین زیر پی را نداد و اگر چنانچه سطح آب بالا باشد ساختمان را بوسیله ستون یا کرسی چینی از زمین و آب داخل آن فاصله می دهند.
- تبدیل بخار به آب و آب به بخار در شرایطی خاص را الزامی دانسته است.
- انتخاب مصالح یکی از مهمترین روش های کنار آمدن با رطوبت را تشکیل می دهد.
- در ملات ها با ترکیب مواد و مصالح مختلف مقاومت بالا رفته و با متراکم نمودن آنها، این مقاومت به حد کمال مطلوب می رسد.
- و...

عوامل

رطوبت در بناهای قدیمی از عوامل زیر ناشی می شوند.[1]

ردیف	عامل	نام عامل
۱	اثر رطوبت سطحی ناشی از آب های سطحی و آب های تحت الارضی	رطوبت بالا رونده زمین
۲	از رطوبت موجود در هوا	رطوبت اشباع در هوا
۳	از رطوبت ناشی از باران همراه با باد	رطوبت جریان هوا توأم با باران
٤	از رطوبت ناشی از بکارگیری مصالح جاذالرطوبت	رطوبت حاصل از مصالح متفاوت

روشهای ساده تحقیق درباره نوع رطوبت

۱. رطوبت تصاعدی طبقه همکف و طبقه زیرزمین را مورد مزاحمت قرار می دهد و به ندرت بیش از سه متر از سطح زمین اطراف بالاتر می رود از اینرو رطوبت های طبقات بالا به هیچ وجه رطوبت تصاعدی نیست. این رطوبت هیچ گاه در فصلها کاهش پیدا نمی کند. میزان آن را در حجم دیواره ها می توان اندازه گیری کرد. به این گونه رطوبت "رطوبت ساختاری" نیز می گویند.

۲. رطوبت حاصل از تعریق معمولا فصلی است، جائیکه در زمستان ظاهر می شود در تابستان و بهار دیده نمی شود و بالعکس. معمولا جذب سطح دیوارها می شود، از همین رو به آن "رطوبت اندود " گفته می شود.

رطوبت زمستانی معمولا ساختمانهای سبک را مانند سازه های بتن آرمه ترجیح می دهد، یا سازه های سنتی سنگین را (هر چند دارای ضخامت زیاد باشد) زمانی که از سنگ لاشه ای آهکی یا سیلیس سنگین ساخته شده باشد.

[1] جزوه آموزشی آسیب شناسی، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی

معمولا در اتاقهای خواب و آشپزخانه مزاحمت فراهم می آورد. در مورد سازه های بتن آرمه در فضاهای شمالی و خاوری فوقانی و اتاقهای گوشه دیده می شود. هرچند قطع گرمایش شبانه در زمستانها ی طولانی و سرد بیشتر باشد این رطوبت بیشتر می شود.

۳. زمانی که رطوبت حاصل از تعریق تابستانه – بهاره باشد معمولا فضاهایی را مورد هجوم قرار می دهد که دارای اینرسی حرارتی بالا باشد، مانند انبارهای زیرزمینی و مسکونی شبستانی (نیمی از سطح زمین پایین تر) بخصوص اگر آفتاب بدانها نتابد و فاقد گرمایش زمستانه باشد، کلیساها، کاخ های بزرگ که دیوارهای ضخیم دارد. هرچه بهار گرمتر باشد و یا هرچه گرمایش زمستانه کوتاهتر باشد اثرات کسل کننده بیشتری دارد.

رطوبت های متفاوت در بناهای کهنه در دیوارهای باربر:

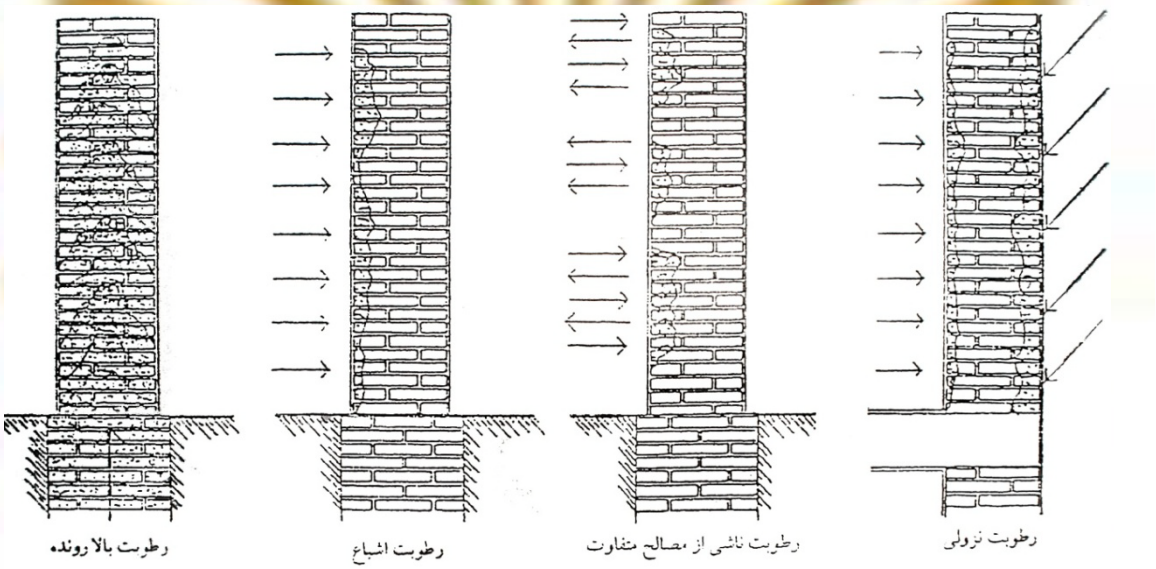
منشاء رطوبت در بناهای کهنه صرفنظر از آنها که منشاء نگهداری بد دارد شامل چهار مورد زیر است:

- رطوبت بالا رونده از زمین
- رطوبت ناشی از تعریق هوا
- لکه ها (که می توانند ناشی از تعریق نیز باشند)
- رطوبت ناشی از نفوذ جانبی آب باران و باد

تعبیر و تفسیر آسیبهای مشهود حاصل از رطوبت

آسیب های قابل مشاهده، مقیاس مناسبی برای قضاوت درباره جدی بودن هجوم رطوبت به بنا نیست، بلکه نشانه های مفیدی است از علل آن است. نه تنها نباید آنرا نادیده گرفت، بلکه لازم است که محل آنرا مشخص کرد و شدت ضعف جریان هوا را معاینه کرد. تظاهر نشانه های رطوبت و تبادل هوا رابطه مستقیمی با یکدیگر دارد.

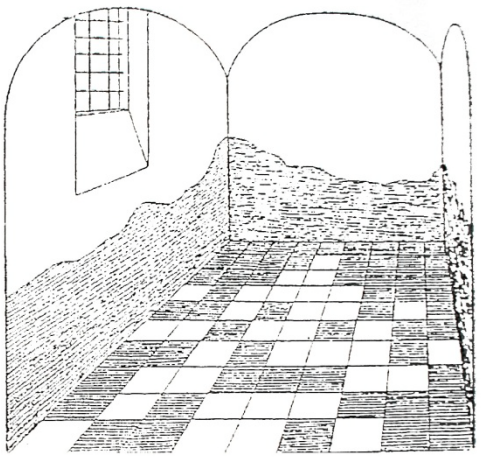
در شرایط سکون و یا تازه کردن هوا شدت یافتن یا ناپدید شدن بسیاری از اثرات رطوبت حاصل می شود. نظیر: کپکها، قارچها، افلوسانس و فرسایش.



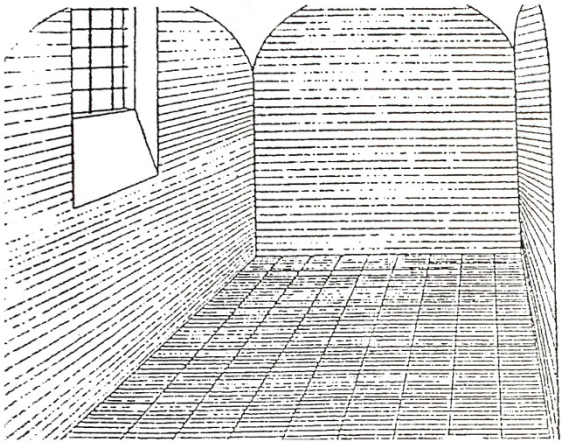
علل متداول رطوبت در بناهای کهنه عبارتند از: آب متصاعد از زیر زمین، آب موجود در هوا، لکه های مختلف باران با باد

بطور مثال باد کردن، رنگ پریدگی مبلمانها و تخته سه لائیها تنها حاصل بالا بودن میزان رطوبت نیستند، بلکه نتیجه حاصل هوای بسته و راکد است که در مرحله اول کمبود تهویه را نشان می دهد.

لکه های مشخص و دائمی کف، زمانی که رنگی ثابت دارند، نشان از رطوبت متصاعد از زیرزمین است که توسط تیره شدن رنگ بدنه های متصل به کف که تا ارتفاع مشخص دیده می شود تائید می گردد.



لکه های مشخص و دائمی کف و بدنه ها نشانه رطوبت تصاعدی از زیر زمین است



غشاء یکنواخت و نازک نشانه رطوبت حاصل از تعریق است

برعکس غشائی یکنواخت روی ازاره های رنگ آمیزی شده روی سنگ فرش ها با فرشهای سرامیکی نشانه غیر قابل اشتباهی از رطوبت حاصل از تعریق است.

مشاهده لکه های مجزا در ارتفاع های مختلف از کف که از نظر رنگبندی متفاوت است و یا به مرور زمان به حد بی رنگی می رسد که در روزهای شرجی و بارانی به یکباره ظاهر می شود نشانه ای از رطوبت متغیر مصالح مجزا است که گاه با رطوبت تصاعدی یا حاصل از تعریق تشدید می شوند.

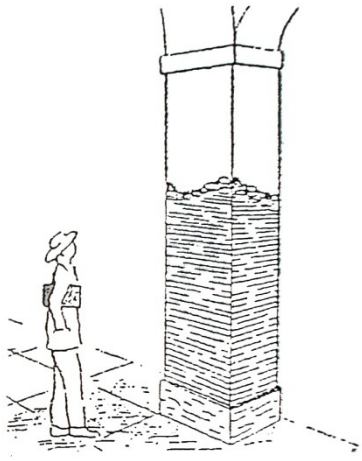
فرسایش های داغدار و سوراخ سوراخ اندود، در بالا و بطور نواری بستگی به عمل ترکیب یافته از رطوبت متصاعد و تغییرات زیاد حرارت و تهویه دارد.

یعنی که اندود تحت تاثیر خشک شدگی متناوب و جذب رطوبت قرار می گیرد و این ویژگی فضاهای خارجی و نیم باز، نظیر رواق ها است که هوا همیشه جریان دارد و رطوبت ندارد.

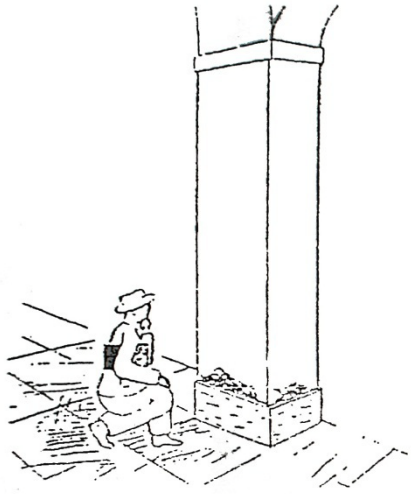
لکه های مجزا و پراکنده اینجا و آنجا و در هر ارتفاعی و با رنگ بندی متفاوت نشانه رطوبت متغییر است

در صورتیکه فرسایش اندود کم باشد و در بخش پایینی قرار داشته باشد و بلافاصله بالای ازاره سنگی یا چوبی کف قرار داشته باشد و قابل مشاهده در راهروها و سرسراها و رواقهای باز به روی فضای آزاد است، نسبتا حاصل عمل متناوب خیس شدن بر اثر تعریق جوی است که هوای مرطوب زمستانه و گرم یا متعاقب باد سرد خشک کننده است می باشد.

همچنین رنگ باختگی و بالا آمدن پوسته رنگ بدنه ها ناشی از رطوبت بالارونده یا تعریق است، بستگی به این دارد که داغ مشخص در بالا داشته باشد و یا بطور خفیفی در پایین باشد. در بناهای جدیدی که رنگ آمیزی بدنه ها بیش از خشک شدن صورت می گیرد این پدیده شکل می یابد.



فرسایش مشخص اندود بالای بخش مرطوب در ارتباط است با عمل ترکیب رطوبت بالا رونده و جریان (تهوره) فراوان هوا



فرسایش سبک در بخش بلافاصله ازاره سنگی یا چوبی کف در نتیجه تعریق رطوبت اتمسفریک است

در پایان پدید آمدن قارچهای خانگی بیش از هر چیز نشانه فقدان کامل تهویه است، برخی از این قارچها به کمی رطوبت و برخی به رطوبت بسیار نیازمندند ولی همگن نیازمند سکون هوا می باشند.

کپکها به سادگی در هر جایی ظاهر می شوند که بستر ارگانیکی وجود دارد، بویژه روی چرم (شیرازه کتابها و...)بیش از هر چیز در ارتباط با رکود تهویه است تا وجود رطوبت.

نشانه ها یا آسیب های قابل رؤیت بر اثر رطوبت بطور خلاصه به شرح زیر قابل ارائه است:

آسیب های قابل رؤیت و عوامل (رطوبت های) مرتبط با آن

الف- لکه های دائمی روی کف

ب- لکه های دائمی روی بدنه ها از کف به بالا (رطوبت متصاعد از زیر زمین)

ج- فرسایش شدید اندود در دیواره مرکزی یا بالای دیوارهها (رطوبت همراه با جریان هوا "تهویه" فعال)

د- لایه عمومی و نازک، توزیع شده بطور یکنواخت (رطوبت بالا رونده)

ه- لکه های پراکنده و مجزا، که از حیثیت رنگ ورزی با روز دیگر متفاوت است (رطوبت متناوب مجزا، رطوبت متصاعد)

و- فرسایش مختصر اندود در پایین، درست بالای کف یا ازاره (رطوبت تعریق و بندرت رطوبت متصاعد خفیف)

ز- افلورسانس که "سالنیترو" گفته می شود و بصورت نوار و لکه است (رطوبت گاه بر اثر نفوذ باران ولی غالبا بر اثر رطوبت متصاعد)

ح- افلورانس مانند مورد قبل روی آجرهای پراکنده بدنه (نشانه کافی برای تشخیص نوع رطوبت نمی تواند باشد)

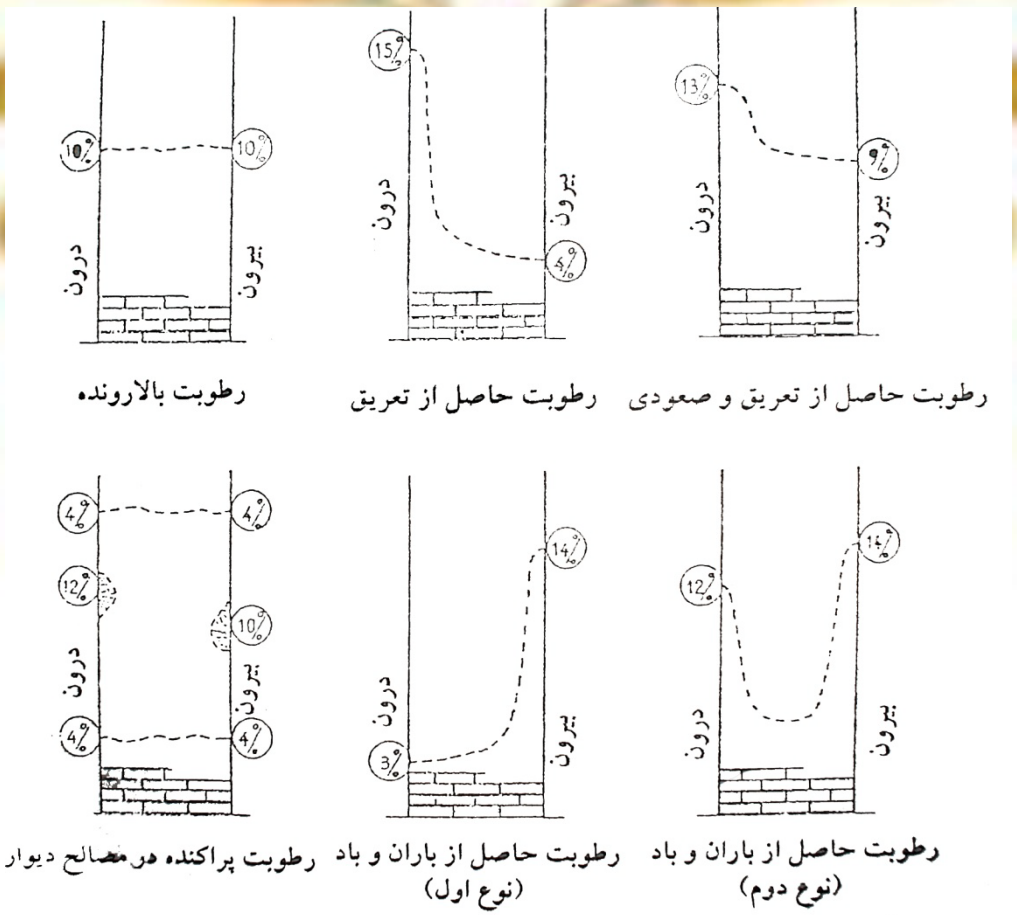
ط- کپکها

ی- قارچهای خانگی (از هر نوع رطوبت می تواند ناشی شده باشد، چون فقدان تهویه و وجود سلولز است)

بهرحال موارد فوق نباید بصورت مکانیکی مورد بهره برداری قرار گیرد، استنتاج حاصل از نشانه ها همیشه می یابد از طریق اندازه گیری ها کنترل شود به ویژه که در ارتباط با رطوبت دیواره ها قرار می گیرد.

نحوه توزیع آب در داخل ساختار بر حسب نوع آن

محتوای درصدی آب در دیوار بسته به نوع رطوبت متفاوت است. در ارتباط با رطوبت متصاعد میزان آن هرچه از زیرزمین به بالا می آید کاسته می شود ولی بهرحال بیشترین میزان را رطوبت متصاعد نسبت به سایر رطوبتها به خود اختصاص می دهد. در طبقات همکف و در بناهای آجری و در موارد حاد از نه تا پانزده درصد رطوبت از ازاره به بالا وجود داردکه گاه تا سه متر ارتفاع می گیرد و هر چه به طرف بالا می رود کاسته می شود. درصد معمولی و قابل عمل معمولا ۳٪ است. ویژگی رطوبت متصاعد ثابت بودن میزان آن در مقطع افقی می باشد. گاه بیشترین میزان آن در جوار فضاهای داخل می شود که این افزایش احتمالا حاصل از رطوبت تعریق است. تفاوت بین بدنه داخل و خارج دیواره بهرحال کم است که از ۲٪ تا ٤٪ است.



بالعکس در رطوبت حاصل از تعریق درصد آب در بدنه داخلی یک اتاق در تمام ارتفاع از کف تا سقف ثابت است، ولی از نمای داخلی به سوی نمای خارجی در مقطع افقی کاهش می یابد در شبه تعریق فصلی بدنه داخلی دیواره خشک باقی می ماند، در مورد باران همراه با باد آزمایش ها نتایج متفاوت حاصل می شود. گاه دیواره بدنه خارجی و گاه داخل و خارج و هسته آن خشک است.[1]

[1] ماساری، جوانی، ماسترودی، کازا، برگردان اجمالی و آزاد از کتابهای. سالم سازی محیطهای مرطوب–عدم تعادل، ترجمه. آیت الله زاده شیرازی، باقر

ویژگی های رطوبت متصاعد از زمین

شناسائی منشاء آب

برخلاف رطوبت حاصل از تعریق، که معمولا در طبقات فوقانی امروزی ساخته شده از بتن آرمه، بعلت ضخامت کم دیواره ها، رخ می دهد، رطوبت متصاعد بناهای کهنه و تنها دو طبقه نزدیک به کف زمین را (زیرزمین، طبقه همکف،طبقه شبستانی) مورد تهاجم قرار می دهد. و بناهای بیشتری را در همان منطقه در صورتیکه هم زمان باشند و از یک نوع مصالح ساخته شده باشند در بر می گیرد.

معمولا دیوارهای آجری در معرض حمله قرار دارند و سپس مصالحی که به تدریج دارای سختی بیشتری نسبت به آجر هستند. هرچه دیوار آجری بهتر اجرا شده باشد رطوبت سریع تر و عمیق تر و گسترده تر است. که همیشه بستگی به دو عامل زیر دارد:

- ذخیره فراوان آب زیر زمینی
- خاصیت موئینه ای موادی که با یکدیگر پیوسته اند.

در صورتیکه مواد بکار رفته در ساختمان، با آجر یا سنگ، ضریب تخلیه بالای رطوبت را نداشته باشد تنها خاصیت موئینه ای ملات کافی نیست که گسترش رطوبت را باعث شود. بلکه لازم است مصالح متخلخل و تخلیه کننده رطوبت حضور داشته باشد تا موجب صعود رطوبت در توده ساختمانی شود.

رطوبتی که از زمین صعود می کند از دو طریق تغذیه می شود:

- آب پراکنده در سطح (آب های سطحی)
- آب های مربوط به لایه های زیر زمینی

عامل اول اتفاقی است و همیشگی نیست و بهرحال بوسیله وسائل و تمهیدات مناسب قابل جلوگیری است، دومی دریاچه زیرزمینی به حساب می آید که خشک شدنی نیست، راه درمان این دو کاملا متفاوت است. در مورد اول باید تمام اقداماتی انجام شود که مشروب شدن آب را توسط زمین مانع می شود و با آب سطحی (معمولا ناشی از باران یا فاضلاب ها) رفع می شود.

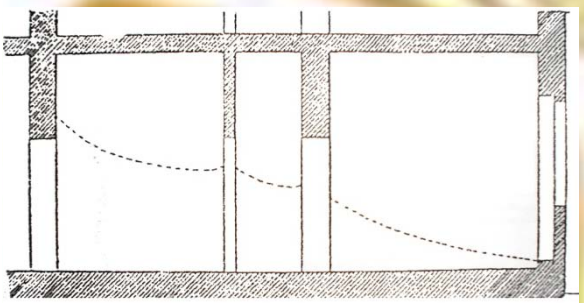
در صورتیکه منشاء رطوبت مشخص نگردید ضرورت انجام بازرسی لازم در اطراف بنا به شرح زیر وجود دارد.

الف– در اطرف بنا و در جوار دیواره های مرطوب گمانه هایی تا رسیدن به خاک خشک بزنیم

ب– از چاه ها، آب انبارها و فاظلاب های اطراف معاینه بعمل آورید که نشست نداشته باشند.

ج– آب های سطحی را مورد بررسی قرار دهیم

د– لوله های آب را تحت فشار قرار دهیم و خروج احتمالی آب را از آنها مورد بررسی قرار دهیم و یا احتمالا مساله تعریق آنها را بررسی کنیم و موارد مشابه دیگر.



جهت آبی که از زیر زمین پخش می شود گاه ممکن است از نمود تقاطع رطوبت همسایه های بعدی باشد

در برخی موارد منشاء رطوبت چندگانه است که باید مورد بررسی قرار گیرد.

ویژگی های رطوبت ناشی از آبهای سطحی یا باران

- تظاهر زیاد (شدید) دارد ولی غالبا موضعی است یا در یک جهت ساختمان است یا بخشی از آن
- معمولا به یک ساختمان و یا یک گروه ساختمان خیلی نزدیک به یکدیگر تعلق دارد.
- غالبا نوسان سالیانه در ارتفاع دارد.

ویژگی های رطوبت حاصل از لایه های آبهای زیرزمینی

- تمام طبقه ساختمان را به شکلی یکنواخت فرا می گیرد مگر آنکه سازه از مصالح متفاوت (که ضریت جذب رطوبت متفاوت داشته باشد) ساخته شده باشد
- ارتفاع حداکثر صعود رطوبت در جبهه شمالی و شمال غربی و ارتفاع حداقل در جبهه آفتابگیر است.
- تمام ساختمان های یک منطقه را با وضعی مشابه فرا می گیرد، در صورتیکه عمری یکسان و با مصالحی مشابه ساخته شده باشد
- خط تخلیه رطوبت آن در طول سال تغییر نمی کند.

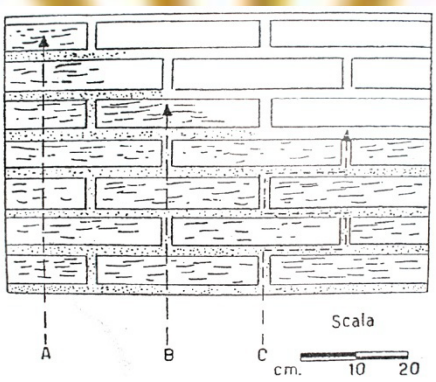
تماس بین آبهای زیرزمینی و شالوده ساختمان ممکن است بر حسب اتفاق خاصی که روی می دهد سالها بعد رخ دهد. مثلا بدلیل ایجاد سدی در نزدیکی منطقه، سطح آبهای زیرزمینی بالا آید و زیرزمینهائیکه قبلا خشک بوده، خیس می شود و یا بالعکس بر اثر پایین رفتن سطح آبهای زمین فضاهائی که قبلا خیس بوده اند خشک شوند. مثلا بدلیل حفر چاه آب های زیر زمینی.

دیوارهای موافق و دیوارهای دشمن گسترش رطوبت

هر ماده ای در آزمایشگاه قدرت جذب خاصی را دارد، در عمل این مواد با ملات کار می شود که سازه را هموژن سازد و دیواره ترکیبی می شود از ماده اصلی و ملات در عمل قدرت کلی جذب دو ماده در جهت رسیدن به قدرت جذب ماده اصلی تمایل پیدا می کند. مثلا در یک دیوار آجری با ملات ماسه سیمان قدرت جذب کلی تمایل به قدرت جذب آجر پیدا نمی کند بدیهیست که هر چه ملات نازکتر باشد این تمایل بیشتر می شود.

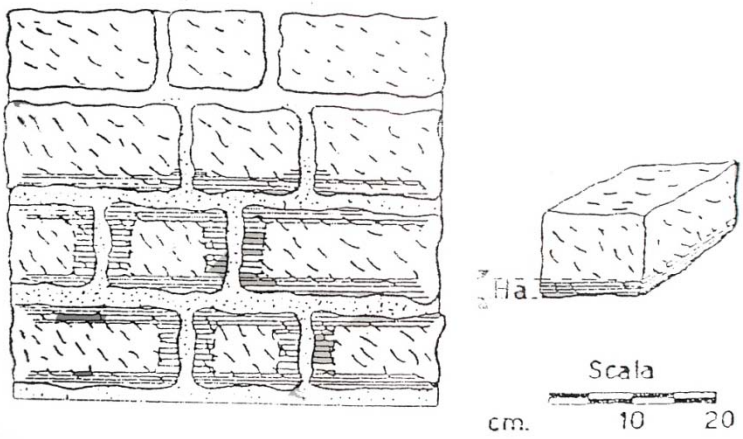
در دیوارهای خشتی که ملات و ماده اصلی از یک جنس هستند دیواره عملا قدرت جذب خشت را خواهد داشت.

ماده پایه می تواند نسبت به ملات گونه ای همکاری فعال یا غیر فعال داشته باشد. زمانی فعال (اکتیو) است که ماده اصلی رطوبت را با سرعتی بیشتر یا مساوی ملات منتقل سازد و زمانی غیرفعال است که ماده اصلی رطوبت را به حساب ملات نگه می دارد.



گسترش رطوبت در دیوارهها راه کوتاهتر را طی می کند **A** یا **B** زمانی که مصالح اصلی قدرت جذبی بیشتر از ملات داشته باشند راه طولانی را طی می کند **C** و زمانی که مصالح اصلی خاصیت ضد موئینهای داشته باشد راه کوتاهتر میشود

در صورتیکه سازه ای از ماده اصلی دارای خاصیت ضد موئینگی (مثلا گرانیت) تشکیل شده باشد در تمامیت آن (در مجموع) برای پذیرش گسترش رطوبت تنبل می شود، چرا که باید رطوبت مسیر ملات را که خاصیت موئینگی بالا دارد طی کند که در اینصورت حرکت آهسته می شود و سنگ با ملات در جذب و توسعه رطوبت هماهنگی ندارد. (Ha = میزان جذب و کشش رطوبت در مصالح)



در صورتیکه ارتفاع قطعه سنگ خیلی بیشتر از Ha یعنی میزان جذب باشد مصالح در پیشرفت رطوبت در هسته خود (مصالح) مساعدت نمی کند

بالعکس در یک دیوار آجری، این مصالح است که پلی برای عبور رطوبت بین یک ملات با دیگری را تشکیل می دهد.

در دیوارهای سنگی پیشرفت رطوبت همیشه کمتر از دیوار آجری است، بعلاوه همکاری فعال مصالح بستگی به ابعاد قطعات بکار رفته سنگ و قدرت جذب رطوبت در آن دارد.

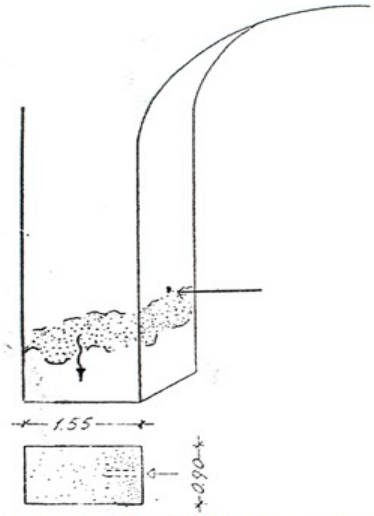
بدین طریق می توان چنین نتیجه گرفت که دو دیواری که بطور یکسان در برابر آب قرار گرفته است یکی ساخته شده از قطعات بزرگ (ارتفاع < Ha ارتفاع جذب رطوبت) و در دیگری (ارتفاع < Ha) رفتاری متفاوت خواهند داشت اولی مقاوم و دیگری همراه در برابر هجوم رطوبت است.

همانگونه که یاد شد بهرحال هجوم تصاعدی رطوبت همیشه همراه با دو عامل است:

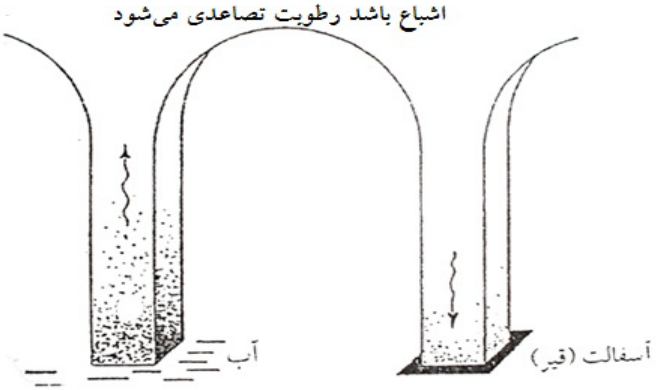
- تغذیه مداوم از سوی زمین به دیوار
- قدرت بالای جذب رطوبت (Ha) مصالح غرق در ملات

این دو شرط ملازم یکدیگرند، اگر مصالح در برابر جذب رطوبت مقاوم باشد حتی اگر تغذیه مداوم وجود داشته باشد قدرت خوب جذب ملات برای صعود رطوبت در دیواره کفایت نمی کند و اگر آب

تغذیه کننده نامنظم و متناوب باشد رطوبت صعود نمی کند بلکه رطوبت در تمام جهات بسوی پایین توسعه می یابد، هرچند که مصالح قدرت موئینه ای خوب داشته باشد.



رطوبت آزمایش، در یک جرز خشک از طریق تزریق رطوبت (آب) رنگی مشاهده می‌شود که رطوبت در سطحی پایین‌تر از محل تزریق سرایت می‌کند . یعنی که نفوذ رطوبت زمانی حالت موئینه‌ای و تصاعدی دارد که محل تغذیه آب زیرزمینی باشد. یعنی که در تمام دیگر جرز نفوذ رطوبت تصاعدی غیر موئینه‌ای تابع قانون جاذبه است و حرکت آب به سوی پایین است. تنها زمانی که دیواره‌ای در بخش پایینی از آب اشباع باشد رطوبت تصاعدی می‌شود



رطوبت تا زمانی تصاعدی است (سمت چپ) که توسط بخش پایینی آن، در آب زیرزمینی باشد و بمحض این که این منبع تغذیه قطع شود (سمت راست، از طریق عایق کردن مقطع تغذیه ستون) جهت آب معکوس می شود و جهت تباین پیدا می کند و تابع قانون جاذبه می شود

اندکس صعود رطوبت

زمانی که دو شرط رطوبت تصاعدی وجود داشته باشد، سرعت صعود رطوبت بستگی به عوامل زیر خواهد داشت:

الف– شرایط اقلیمی محیط

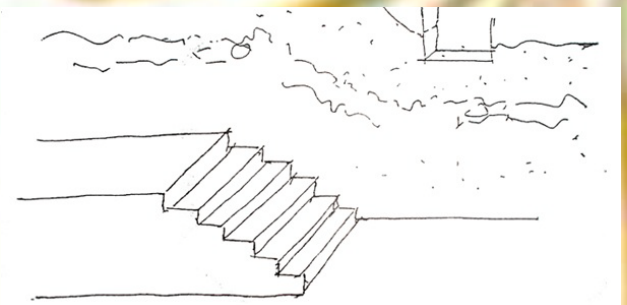
ب- میزان عایق بودن دیواره مرطوب

ج- عمر ساختمان

شرایط عمومی آب و هوا تاثیر عمده ای روی تظاهرات قابل رؤیت و پیشرفت دیوارها دارد، چونکه در یک اقلیمی که مستمرا مرطوب است هوا خود در حد اشباع است در تبخیر دیواره ها مشکل بوجود می آید و پیشرفت رطوبت را موجب می شود.

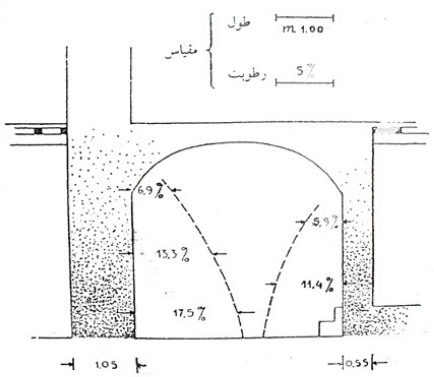
طبیعی است که شرایط تبخیر در اقلیمی خشک معکوس است.

صرفنظر از ویژگی های عمومی اقلیم، شرایط خود اقلیم تاثیر خود را نیز می گذارد، یعنی موقعیت بنا در خیابانی مشخص یا یک مجموعه ساختمانی با محدودیت های محیطی ویژه آن در واقع موارد حاد رطوبت و تاثیرگذار بر شرایط بهداشتی در اماکن تهویه مطلوب وجود ندارد و یا عایقکاری مناسب نیست، در گذرهای تنگ و حیاطهایی که هیچگاه نور آفتاب به کف آن نمی رسد بدنه های سوی نه سرد و در جوار باغ و باغچه و درختکاری های دائم سبز و شرایطی مشابه آن مشاهده می شود.



خط رطوبت از شیب پله‌ای که به دیوار چسبیده و تعادل هیدرولیک آنرا بهم زده است تبعیت می‌کند

میزان آبی که در واحد زمانی جذب دیوار (مقطع افقی دیواره) می شود، بستگی به خروج آب از زمین دارد و می توان آنرا "جریان مقطع جاذب" نامید و اگر ارتفاع رطوبت ثابت ماند، باید دیوار تعادلی هیدریک وجود داشته باشد که در آن جریان مقطع جاذب برابر است با میزان



در دیوار از یک زیرزمین آن دیواری مرطوب‌تر است که ضخامت بیشتری دارد

تبخیر آب در تمام سطوح دیواره به بیانی دیگر هرچه آب وارد دیوار می شود بهمان میزان تبخیر می شود و اگر بهر دلیلی سطح تبخیر دیوار کاهش یابد رطوبت بالا می رود تا به تعادلی مجدد برسد.

در یک بررسی انجام یافته در ساختمانی قدیمی در رم رابطه بین سطوح تبخیری و جاذب بطور متوسط به شرح زیر بود:

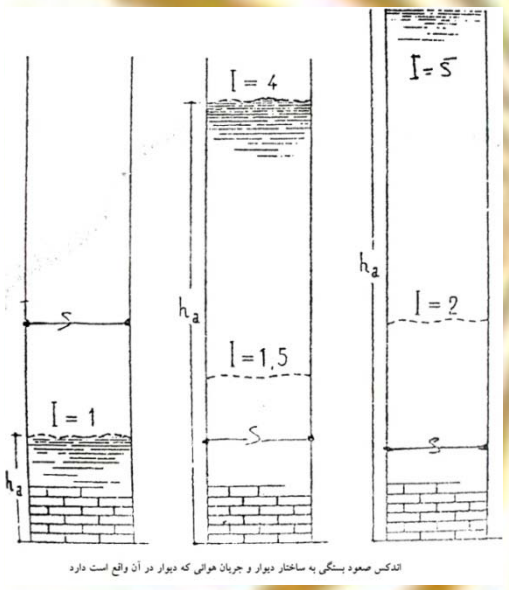
الف- در جرزهای منفرد سطوح تبخیری ÷ سطوح جاذب = ۲ تا ۳

ب- در دیوارهایی با بدنه خارجی سطوح تبخیری ÷ سطوح جاذب =۳ تا ۸

ج- در دیوارهای تکیه سطوح تبخیری ÷ سطوح جاذب = ٤ تا ۱۰

شاید اندکس صعود را بتوان چنین نشان داد. **اندکس صعود** = $\frac{ha}{s}$

که در آن ha بالاترین خط صعود آب و s سطح جاذب است که آنرا نسبت به دو اندازه خطی میتوان نامید.



اندکس صعود بستگی به ساختار دیوار و جریان هوائی که دیوار در آن واقع است دارد

حال با توجه به شکل، چنین می توان گفت:

الف- در جرزهای منفرد که از هر سو در معرض جریان هواست ارتفاع صعود آب برابر است با ضخامت آن، یعنی اندکس یک است.

ب- در دیوارهایی با یک بدنه خارجی از یک و نیم تا چهار برابر ضخامت دیوار است، یعنی اندکس ۱.۵ تا ٤ است.

ج- در دیوارهای داخلی (تکیه) از دو تا پنج است. یعنی اندکس ۲ تا ۵ است.

عملا بیشترین ارتفاعات صعود آب در زمستان، در دیوارهای آجری، به سوی شمال و زمانی است که آب جذب شده آکنده از املاح محلول باشد و زمانی به حداکثر خود می رسد که هوا اشباع و در حد آن باشد، همانگونه که در فضاهای بسته و بدون تهویه رخ می دهد.[1]

[1] ماساری، جوانی، ماسترودی، کازا، برگردان اجمالی و آزاد از کتابهای. سالم سازی محیطهای مرطوب–عدم تعادل، ترجمه. آیت الله زاده شیرازی، باقر

راه های مقابله با رطوبت بالارونده از زیرزمین

بسته به منبع رطوبت سه حالت وجود دارد:

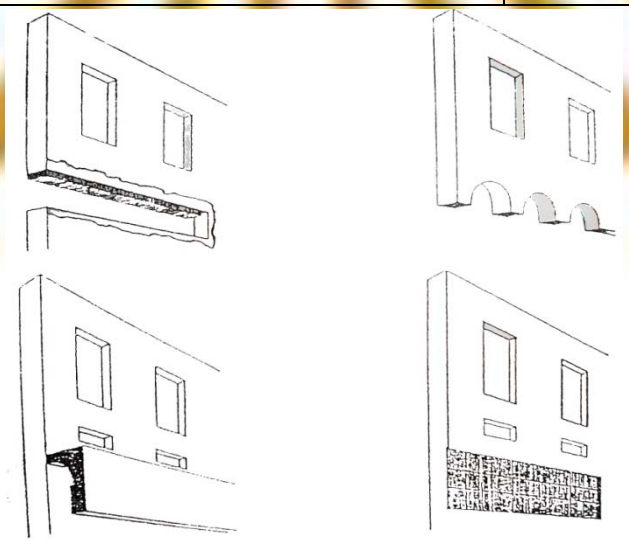
الف- از آبی پراکنده در سطح زمین با منشائی مشخص

ب- از آبی یکنواخت در زمین بدون منشائی مشخص

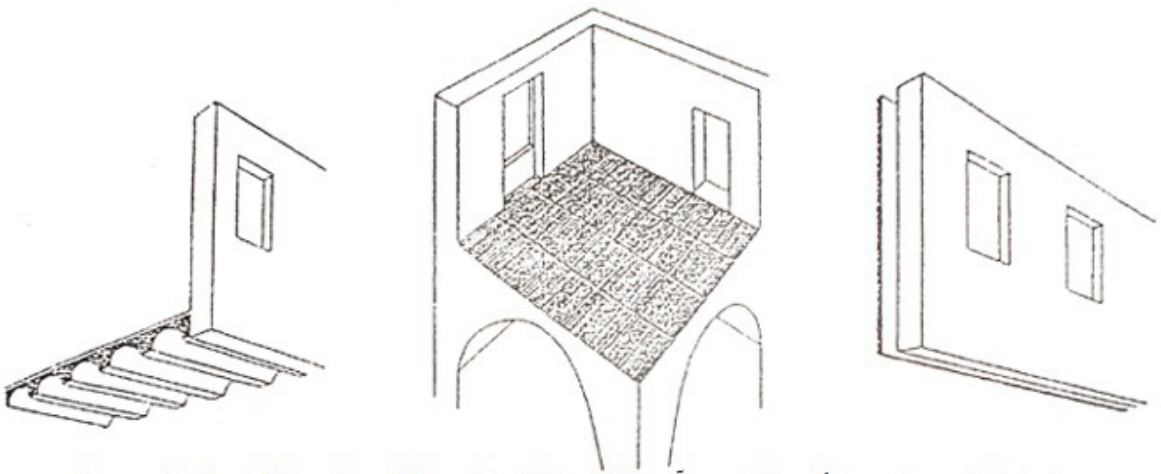
ج- از آبی عمیق و پایان ناپذیر

در مورد اول دستورالعمل روشن است. سالم سازی، خشک کردن تمام زمین اطراف بنا، یعنی دور کردن آب. مورد دوم و سوم از نظر دستورالعمل ها در واقع مشابه می باشند، چون باید تلاش شود که آب را قطع کنیم و یا حداکثر از تبخیر آب در فضای داخلی جلوگیری نمائیم. ابزاری که در برابر رطوبت تصاعدی داریم که از آبی تغذیه می شود که نمیتوان آنرا دور کرد بر سه دسته تقسیم می شود:

گروه اول	گروه دوم	گروه سوم
-ایجاد مانع در ضخامت دیوار -کاهش دادن سطح مقطع جاذب رطوبت -ایجاد ناکش عمودی خارجی -ایجاد عایق خارجی	-ایجاد دیوارههای داخلی در برابر دیوارهای مرطوب -ایجاد گربهروهای افقی در کف	-تعویض هوا از طریق تهویه -گرمایش

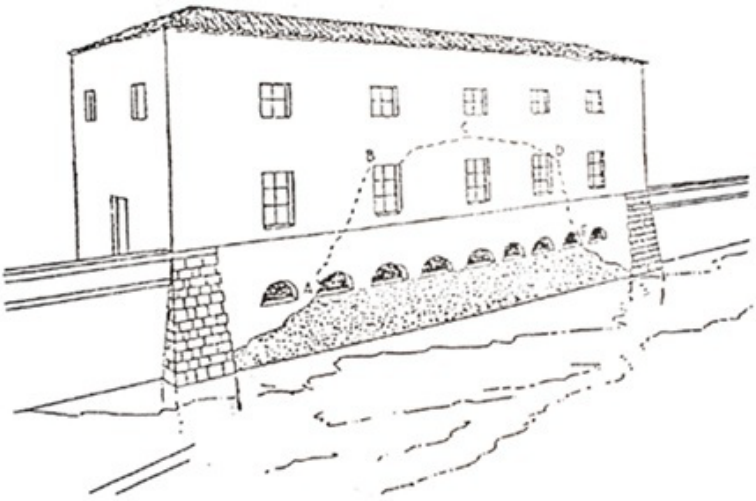


چهار روش اعمال شده روی دیواره مرطوب بمنظور جلوگیری از خروج آب از ساختار آن دو روش که در بالا است صعود عمودی آب را در دیوار مانع می شود و آن دو راه حل زیرین از نفوذ جانبی رطوبت در دیواره جلوگیری می کند

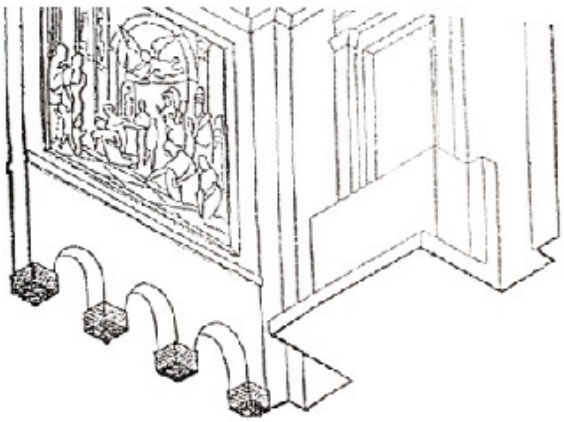


سه روش اعمال شده بمنظور جلوگیری از خروج آب، بشکل بخار از دیوار: در بالای دیواری مقابل دیوار مرطوب در پایین گربه‌رو و عایقکاری کف

بحث از این است که از تلفیق راه‌حلهای متفاوت ارائه شده به راه حلی موثر و ارزان دست یابیم



در ارتباط با کاهش دادن مقطع جاذب رطوبت آزمایش انجام یافته به شکل ارائه شده در شکل فوق نشان می دهد زمانی که سطح مقطع جاذب رطوبت به ۱/۳ کاهش می یابد سرعت هجوم رطوبت به ۱/۷ کاهش می یابد

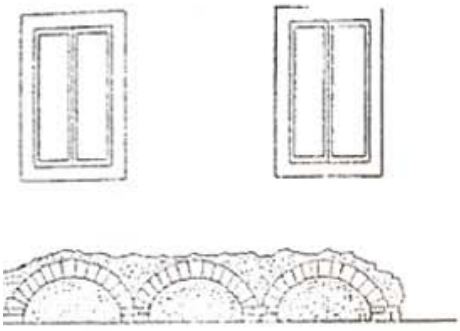


یک نمونه از اقدام انجام یافته توسط معمار Koch که فرسکی در کلیسایی از طریق کاهش قطع جاذب رطوبت را نجات داد

ایجاد مانع در ضخامت دیوار–روش ماساری

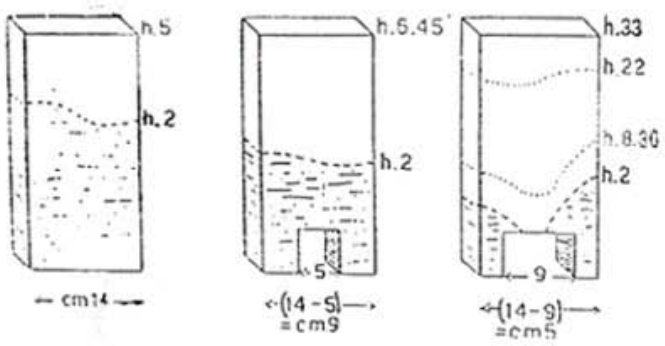
از حرکت دادن لایه های عایق که می توان آسفالت گرم، صفحه های فلزی و یا صفحاتی از جنس عایق مواد صنعتی مناسب بصورت سرد، برای مثال لایه های سربی به ضخامت ۱.۵ تا ۲ میلیمتر که سه لایه روی یکدیگر چسبانده شده است و نظائر آن این اقدام با تانی باید صورت گیرد. (در ادامه بیشتر توضیح داده خواهد شد)

+++

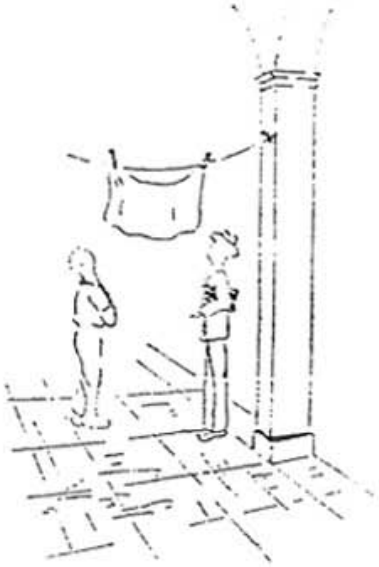


ایجاد مانعی در ضخامت دیوار از طریق ایجاد قوس

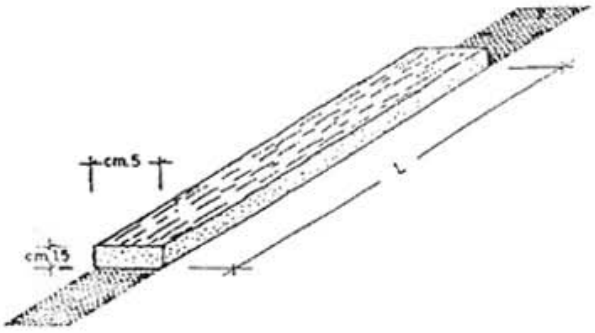
ایجاد مانع در تمام ضخامت دیوار از طریق لایه های افقی از ماده ای غیر جاذب



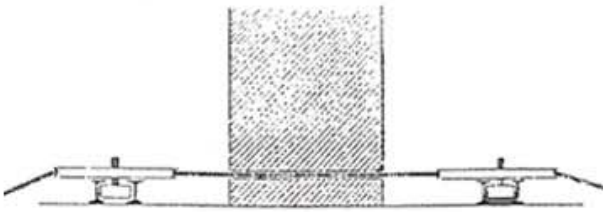
افزایش سطح مقطع ارتفاع دیوار با آب زیرزمینی و بالا رفته



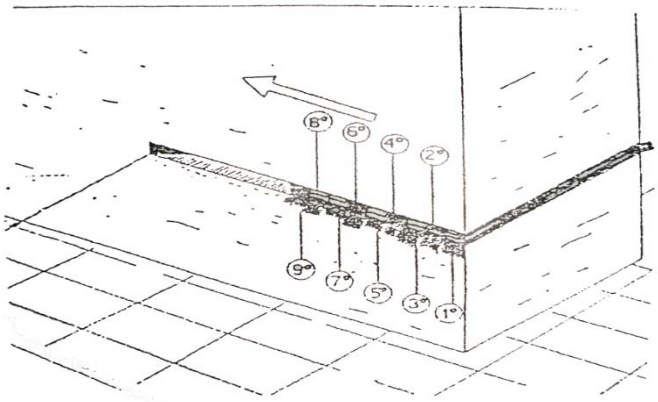
یک کنترل بهداشتی رطوبت در یک محیط بسته:
تغییر حالت دادن پارچه آغشته شده به نمک طعام
نوع غیر عملی کنترل رطوبت



نواری پلاستیکی به طول برابر ضخامت دیواریکه می باد بریده شود که روی نواری از توری با طولی بزرگتر قرار داده شده است



ایجاد برش در دیواره مرطوب با نوار الکتریکی



شکل کار در حالیکه نه قطعه نوار عایق کار گذاری شده است

ناکش محیط خارجی

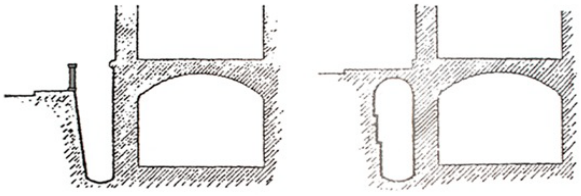
ناکش ها معمولا دو نوع هستند، ناکش که بصورت عمودی در جوار دیواره های محیطی فضای مرطوب ساخته می شود و ناکش که بصورت افقی در کف اتاق (بصورت گربه رو) ایجاد می شود.

ناکش عمودی میتواند روباز یا روبسته باشد. از آزمایشهای بعمل آمده روشن می شود که ناکش روباز در پایین آوردن رطوبت متصاعد تاثیر خوبی دارد، در حالیکه ناکش روبسته تاثیر فوق العاده ای ندارد و در بعضی موارد حتی غیر مفید است، ولی چون همیشه امکان ناکش روباز عمودی وجود ندارد، ناکش روبسته را مورد بررسی قرار می

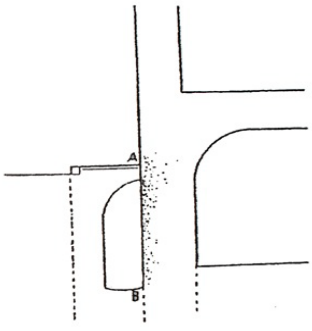
دهیم، ناکش روبسته حداقل فایده

اش جلوگیری از نفوذ آبهای پراکنده

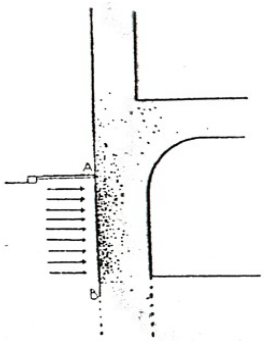
سطحی و یا جانبی است.



دو نوع ناکش عمودی مجاور دیوار محیطی باز و بسته



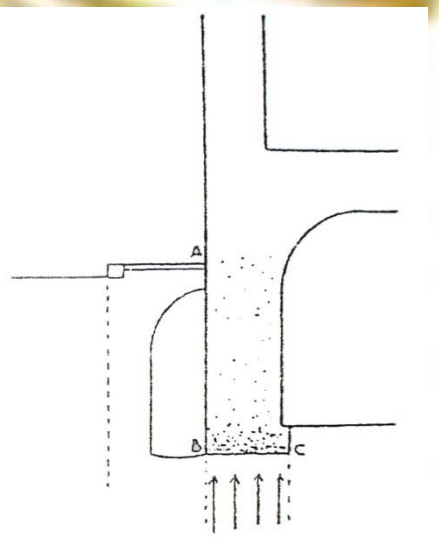
ناکش عمودی ارتباط نفوذ آب سطحی را در بدنه **AB** با دیوار قطع می کند



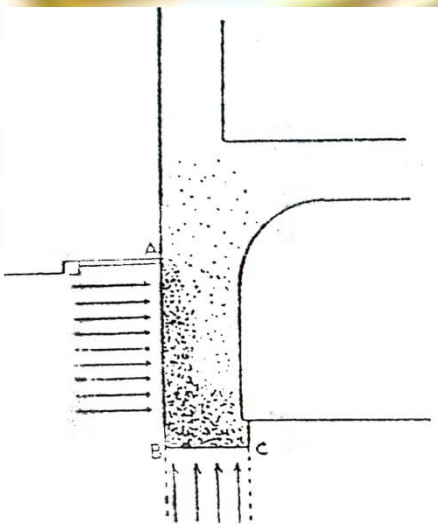
رطوبت سطحی پراکنده در بدنه **AB** به دیواره نفوذ می کند

درصورتی که رطوبت دیوار منحصرا از آب سطحی نفوذ کرده و در سطح A B اثر گذارده است، ناکش عمودی یک اقدام نتیجه بخش است، مشروط بر اینکه تا عمق B بلند باشد. به منظور دریافت عمقی که آبهای سطحی تاثیر گذار است، حفر چاهی در جوار دیوار مرطوب می تواند ما را به آن یاری دهد، بهر صورت این ناکش نقش "قطع کننده" دارد.

در صورتیکه آب از طریق B C (شالوده) وارد دیوار شود، نقش ناکش در این صورت باید "نقش خشک کننده" باشد. یعنی قادر باشد میزان آبی که از شالوده به دیوار وارد می شود را از طریق A B تبخیر شود و این میزان آب باید آنقدر باشد که ارتفاع رطوبت را در دیوار از سطح کف اتاق پایین تر آورد تا رطوبت از طریق دیوار در فضای اتاق تبخیر نشود و از اثرات منفی روی بدنه جلوگیری نماید، بهر تقدیر زمانی این ناکش نقش خشک کننده موثری دارد که روباز باشد و یا به تعبیری بسان خندق در اطراف دیواری محیطی ایجاد شده باشد.



ناکش نمی‌تواند نفوذ آبی را که از طریق **BC** وارد دیوار می‌شود ولی تا حدی آب نفوذی از طریق **AB** (که نقش خشک کننده می‌تواند داشته باشد) تبخیر می شود



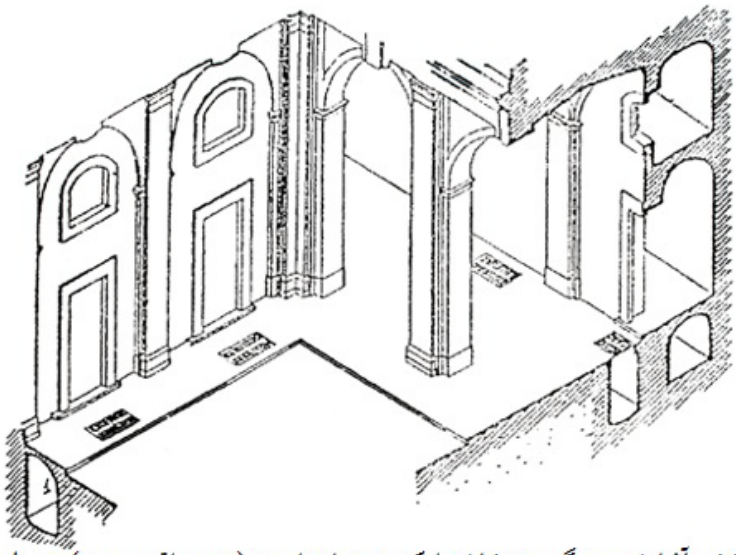
رطوبت نه تنها می تواند از بدنه **AB** نفوذ کند، بلکه از طریق شالوده**BC** نیز وارد می شود

چنین به نظر می آید که در فرضیه ها تبخیر سطحی واحدی بدنه دیوار که ناکش قرار دارد حداقل چهار تا پنج برابر کمتر از بخش بیرونی آنست، از اینرو ناکش باید حداقل چهار تا پنج بخش مرطوب دیوار در بیرون خاک پایین رود. بدین معنی که اگر رطوبت ۱.۲۰ سانتیمتر بیرون خاک باشد برای آنکه ناکش بطور موثر عمل نماید، عمق آن باید حداقل ۵ تا ٦ متر باشد، که عملا یک چنین چیزی غیر ممکن است، علاوه بر این قدرت خشک کننده ناکش به میزان زیادی بستگی به وسعت سطح تبخیری، عمق آن و تهویه ای موثر دارد. معمولا تهویه امریست که توجه زیادی به آن نمی شود ولی باید دانست که عملکرد ناکش خشک کننده به محض آنکه هوای داخل آن به اشباع برسد متوقف می شود. هوای داخل ناکش تنها می تواند کمی بیشتر از رطوبت نسبی هوای بیرون باشد و این میزان با توجه به آزمایشهای انجام شده نباید بیش از ۸ الی ۱۰ درصد باشد، آنهم در روزهای خوب و بهنگام نیم روز و اگر این اختلاف از ۱۰ الی ۱۵ درصد بیشتر شود، بطور قطع تهویه کافی نیست و ناکش در انجام وظیفه ای که برای آن ساخته شده است شکست خواهد خورد.

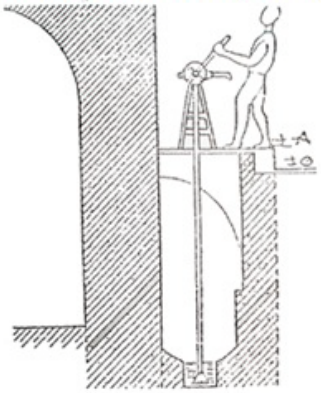
برای فعال کردن ناکش نصب هواکش های الکتریکی بدلائل عملی توصیه نمی شود. ایجاد هواکشهای کوچک عمودی در دیوارها نیز موثر نیست. ولی ایجاد هواکش های واقعی که از آن یاد خواهد شد مناسب است.

در ناکش های معمولی بدون هواکش های عمودی دو اقدام برای تسهیل تهویه در ناکش توصیه می شود. از ایجاد ناکش های مجزا برای هر ضلع بجای یک ناکش پیوسته در اطراف بنا خودداری شود. توصیه می شود که این ناکش های پیوسته به منظور اختلاف فشار و درجه حرارت و تسهیل تهویه، اختلاف سطح در کف داشته و آفتابخوری های متفاوت داشته باشد. دیگر آنکه باید دهانه ها و یا شبکه های هواده در کف پیاده رو (روی ناکش) و یا بشکل عمودی در ازاره متصل به آن با گشاده دستی بکار رود و حداقل

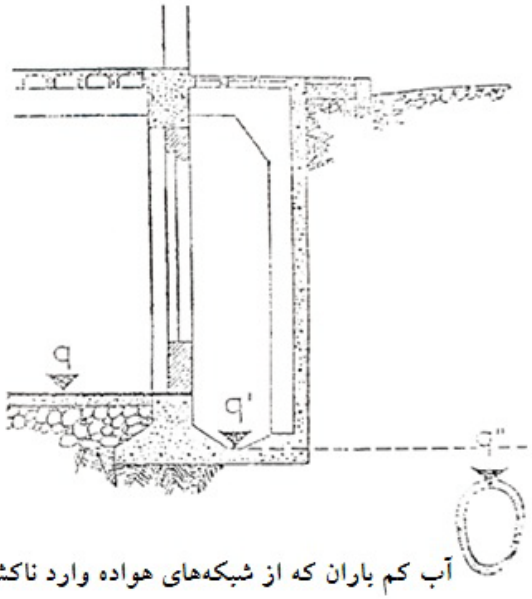
شبکه ها یک متر طول و هر چهار متر یک شبکه باشد. عرض شبکه با دهانه ناکش باید تطبیق کند، بهتر آنست که هوا ده ها بیشتر باشد تا کمتر.



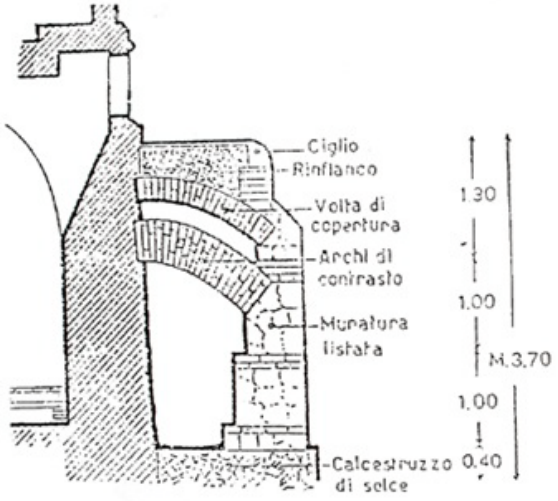
شاخه جدای ناکش آفتابخور و گرم به شاخه ایکه در سایه است (در رواق و سرد) متصل می شود تا جریان را بر اساس اختلاف درجه حرارت فعال سازد



شبکه‌های شیشه‌ای کف پیاده‌روهای روی ناکش برای نوردهی خوب است ولی خاصیتی از نقطه نظر تهویه ندارد.



آب کم باران که از شبکه‌های هواده وارد ناکش می‌شود به راحتی قابل هدایت به چاهک‌ها می‌باشد.



یک نوع ناکش در یک ساختمان امروزی که درآن آب کانال کف ناکش به راحتی قابل انتقال به سیستم فاضلاب شهری یا چاه می‌باشد

بهرحال ناکش های سرپوشیده در عمل صرفا برای جلوگیری از نفوذ آبهای سطحی کارساز است و برای جلوگیری از آبهای عمیق بی فایده است.

برای حصول اطمینان از کارکرد ناکش در یک بنای قدیمی حداقل هر سه سال یکبار به طریق زیر عمل شود:

- اندازه گیری ارتفاع آب در دیوار از سطح بالای زمین.
- اندازه گیری پایین آمدن درصد آب موجود در دیوار زیر زمین.
- بررسی رطوبت داخل ناکش که نباید ده درصد بیش از رطوبت بیرون باشد.

ناکش های بسته و تنگ

به ناکش هایی اطلاق می شود که فعال کردن تهویه در آن از طریق هواکش صورت می گیرد. در یک روز زمستانی و بدون آفتاب هوای بیرون در هر سوی بنا دارای یک درجه حرارت است و در ناکش جریان هوا تقریبا صفر است، ولی اگر بخشی از ناکش به لوله بخاری قدیمی وصل شود فضای گرم شده خانه که مثلا حدود ۱۵ درجه است هوا سبک تر می شود، اختلاف درجه حرارت، اختلاف درجه فشار بوجود می آورد و هوا در ناکش جریان پیدا می کند.

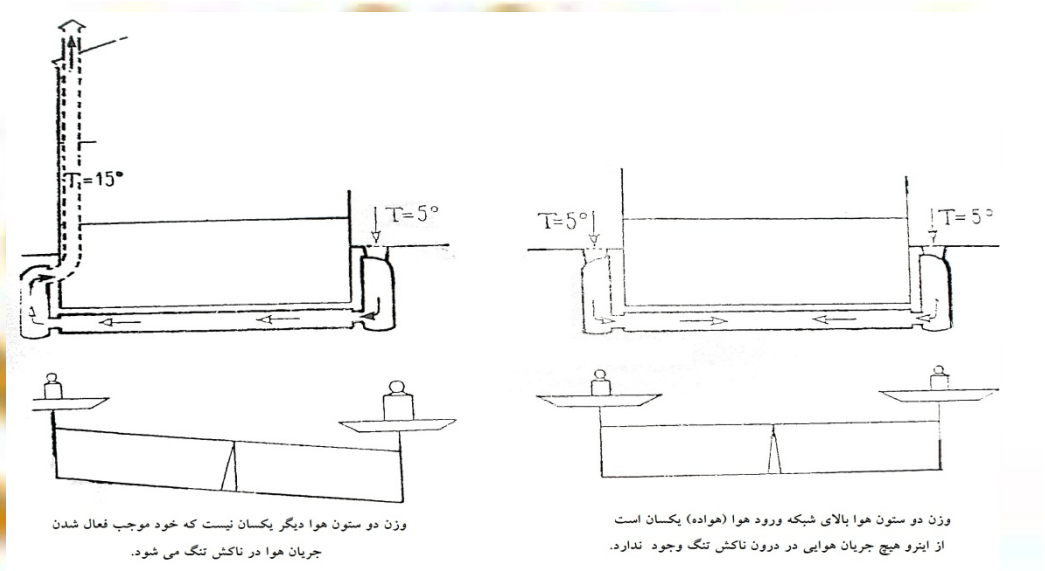
از این قضیه ناکش های تنگ با هواکش های مکش بوجود می آید که بر معیارهایی مبتنی است که با ناکش های معمولی متفاوت است و عمدتا به شرح زیر است:

الف– عرض آن بین ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر و عمق آن (بطور معمول) حداقل تا همکف طبقه زیرزمین است. در واقع شکافی است که دور دیواری که قرار است سالم شود میگردد و در سطح خیابان دیده نمیشود.

ب– بر خلاف ناکش معمولی که از آن یاد شد به قطعات مجزا تقسیم می شود و پیوسته نیست.

ج- در میان هر قطعه یک هواکش (دودکش) مکش است که ارتفاع آن کمتر از ۸ تا ۱۰ متر نیست و سطح مقطع آن هر چه بیشتر بهتر.

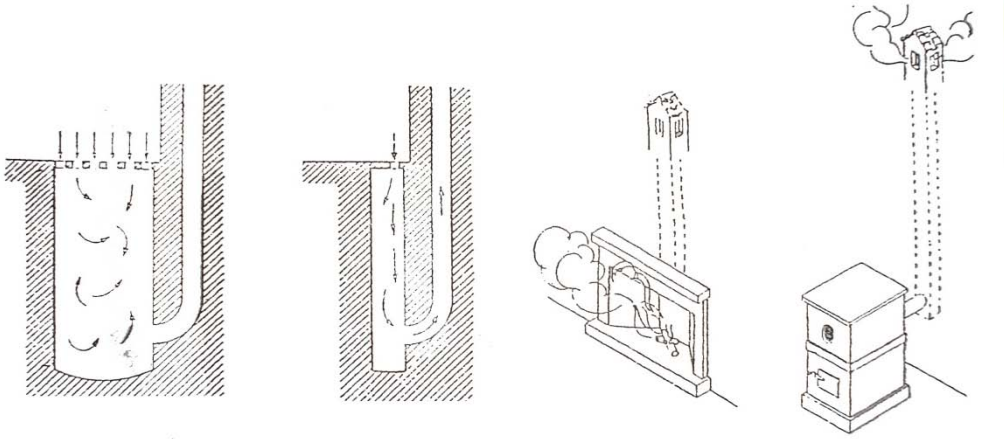
د- طول هر قطعه، هر چند باشد هوادهها در سطح زمین دو عدد است، یکی از راست و دیگری در چپ دودکش برای ورود هوا به ناکش تنگ.



وزن دو ستون هوا بالای شبکه ورود هوا (هواده) یکسان است از اینرو هیچ جریان هوایی در درون ناکش تنگ وجود ندارد.

وزن دو ستون هوا دیگر یکسان نیست که خود موجب فعال شدن جریان هوا در ناکش تنگ می شود.

مقایسه بین کشش دود در یک لوله بخاری و کارکرد ناکش هوادار (دودکش دار) در شکل زیر مشخص می شود، زمانی که دهانه بخاری خیلی بزرگ باشد هوای گرم نمی تواند داخل دودکش شود و می گوئیم بخاری نمی کشد، زمانی که دهانه را کوچک کنیم، یعنی بجای بخاری دیواری یک بخاری معمولی



همان لوله دود کش در مورد بخاری هیزمی با دهانه گشاد عمل نمی‌کند ولی با یک بخاری معمولی کار می‌کند و دود را می‌کشد.

همان لوله تهویه در ارتباط با ناکش معمولی کارآئی ندارد ولی با ناکش تنگ به کار می‌افتد

بگذاریم، ملاحظه می کنیم که همان دودکش کار می کند و دود را می کشد.

چیزی مشابه، در ارتباط با ناکش تنگ اتفاق می افتد که در آنجا مقدار هوایی بسته را احتراز هوایی ناکش گشاد گرم می شود و عمل تهویه به کار می افتد.

مهم این است که ناکش تنگ باشد، چون تبخیر از یک سطح مرطوب متناسب با سرعت هواست، از اینرو با همان حجم تعویض کمک می کند سرعت هوا افزایش یابد، بالعکس برای آنکه لوله دودکش بیشترین جریان (ظرفیت) را داشته باشد باید بیشترین ابعاد را داشته باشد، حتی اگر آن سرعت هوا را کم کند، در واقع لوله دودکش نباید خشک شود و افزایش سرعت کاری نمی کند جز اینکه کشش را بدون هیچگونه موازنه ای افزایش دهد.

ابعاد ناکش ها و بویژه لوله های هوا کش آنها قابل محاسبه است، ولی در شکل معمولی آن همانگونه که اشاره شد مشخصات زیر وجود دارد:

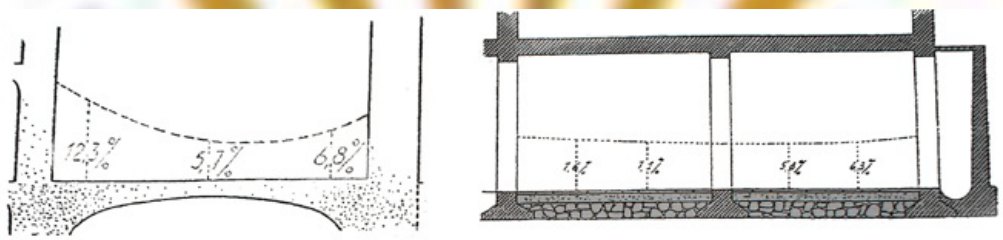
- عرض بین ۲۵ الی ۳۰ سانتیمتر
- ارتفاع حتی الامکان زیاد
- به قطعاتی که بیش از سی متر نباشد تقسیم می شود
- ابعاد لوله دودکش هرچه بیشتر، بهتر و در هر صورت نباید از ۳۰ * ۳۰ سانتیمتر کمتر باشد و بدنه هایی لیز و صاف داشته باشد.
- ضرورت ندارد که لوله ها همگی دارای یک ارتفاع باشد.

یکی از مشکلات بناهای قدیمی یافتن جایی برای تعبیه لوله های دودکش است و بهترین شکل آن استفاده از لوله های دودکش موجود در بنا است. در پیچ ها لازم است که هر چه بیشتر از اصطکاک جلوگیری شده و از تغییر جهت های ناگهانی مقاطع و زوایای تیز خودداری شود.

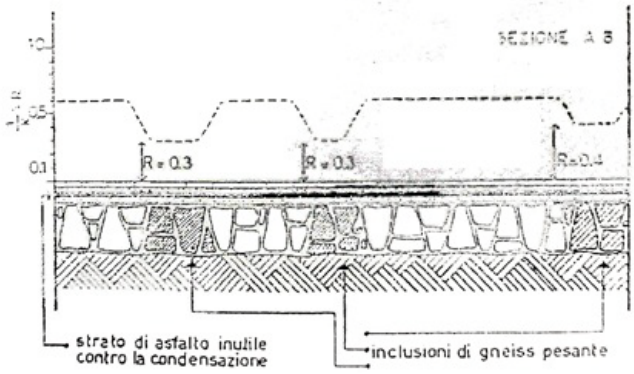
از آنچه گفتیم اشتباه است که نتیجه گیری شود که در فقدان اختلاف درجه حرارت شدید، لوله هواکش بی فایده باشد، در حقیقت لوله ها و هوای دریایی (با وجود باد سریع) کارایی بالایی دارند.

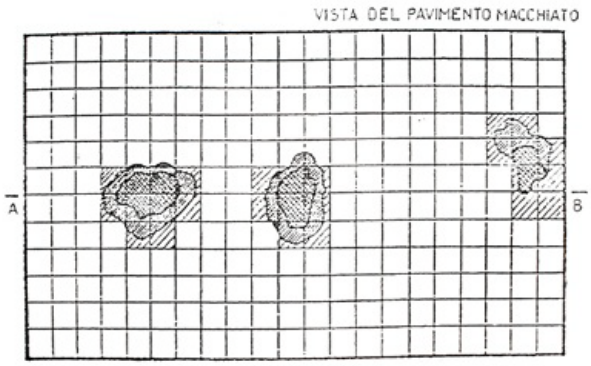
کفهای مرطوب بدلیل اجرای اشتباه آمیزستی "آیا گربهروها را تهویه کنیم یا خیر؟"

از آزمایشهای انجامیافته چنین نتیجهگرفته میشودکه بیشاز نیمی از رطوبت محیط اتاق بسته، در طبقه همکف و اول، از کف ناشی میشود، در واقع بار رطوبت کف تقریبا بیشتر یا مساوی بار رطوبتی بدنههای اتاقست.



در کف طبقات زیرزمین توزیع رطوبت تقریبا یکسان افقی می باشد در کف های واقع روی طاقها نمودار رطوبت حالتی منحنی دارد





رطوبت پراکنده حاصل از تعریق بصورت لکههایی روی کف حاصل از وجود مصالح سنگین در میان سنگ آهکی سبک است

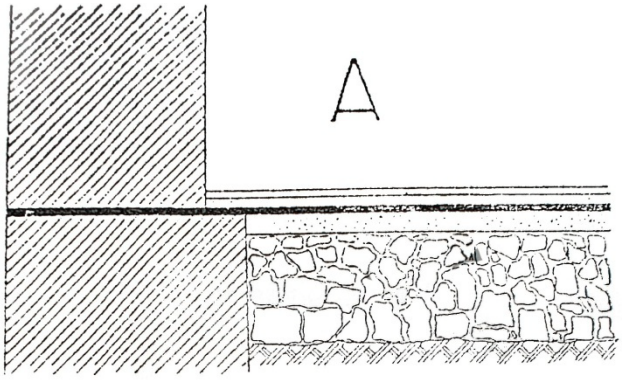
در اماکن خیلی مرطوب، در تمام سطحش تبخیر صورت می گیرد، در حالیکه بدنه های آن اماکن در نیمی از آن از دو متر تبخیر صورت می گیرد، در مواقعی که بخاطر مشکلات مالی قرار است که از معالجه صرفنظر شود، بهتر است که کف ها در اولویت قرار گیرند. گربه روها یا ناکش های افقی درمانی است که برای رفع رطوبت کف ها در طبقه اول و زیرزمین تجویز می شود. وجود رطوبت و تظاهر نشانه های آن در کف ناشی از سه عامل زیر می تواند باشدک

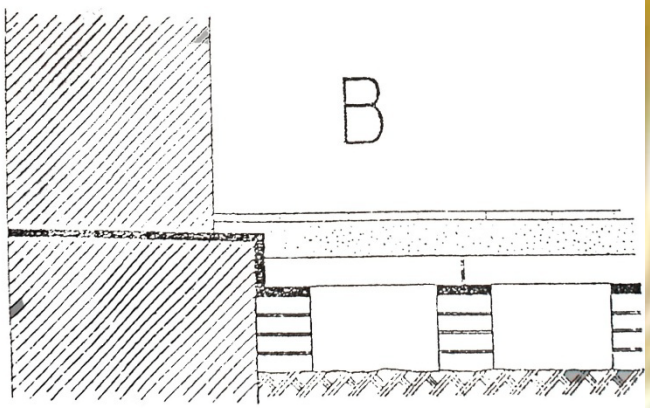
۱ –رطوبت متصاعد از آب زیر زمین ۲– رطوبت حاصل از تعریق ۳– وجود مصالح حساس در برابر رطوبت (ایگروسکوپیک)

که از طریق انجام آزمایش هر یک از سه عامل مشخص می گردد.

معمولا رطوبت تصاعدی ثابت است و درصد بالایی دارد که معمولا از ۱۵٪ تا ۲۵٪ است، در حالیکه رطوبت ناشی از تعریق متغییر است و از ۵ تا ۱۵٪ تجاوز نمی کند. گاه لکه های حاصل از تعریق چنان مشخص است که سایه گربه رو ها را روی کف می توان مشاهده کرد، مصالح با وزن مخصوص بالا، مجزا، با سایه ای تیره و مشخص دیده می شوند.

اگر از بررسی قطعه برداشته شده آزمایش از لایه زیرین کف ثابت شود که رطوبت لایه زیرین بیشتر از لایه های روئین است نوع رطوبت صعودی است، اگر بالعکس رطوبت لایه روئین بیشتر باشد رطوبت از نوع تعریق است که ممکن است حاصل هوا باشد. اگر گرم و مرطوب (برخاسته از دریا) باشد و زمین سرد (بهاره – تابستانه یا شرجی زمستانه) یا هوای برخاسته از زمین باشد، اگر زمین گرم باشد و هوای خارج سرد (زمستان) در حالت اول آب حاصل از تعریق روی کف می ماند و در حالت دوم زیر کف.





گربه روهای (کانال افقی) سنتی معمولا به دو صورتA و B یعنی یه بصورت بلوکاژ یا اطاقکهای هوا ساخته می شوند که از رطوبت متصاعد زیرزمینی جلوگیری می کنند و نه از رطوبت حاصل از تعریق

در دو شکل زیر دو راه حل مناسب پیشنهادی برای رطوبت متصاعد و رطوبت حاصل از تعریق از هوا می باشد. بدیهیست که با توجه به مصالح عملی می تواند تغییر کند ولی بطور عمومی موارد زیر توصیه می شود.

۱ –کاربرد مصالح وزن مخصوص پایین و خشک، پرهیز از کاربرد توف، سنگهای آهکی، خر ریگ، ماسه.

۲ –آسفالت باید زیر گربهرو کار برده شود و نه زیر کف، برای اینکه تمام ساختار گربه رو خشک بماند

۳ –کف را مستقیما روی ستونچه های بتن آرمه قرار ندهید، چون هر تکیه ای به روی کف بخاطر تعریق، لکه هایی ایجاد می کند، اگر چیزی پیدا نشود حداقل قطعات آجر مجوف زیر کف بکار رود.

٤ –معمولا مقاومت حرارتی کلی در یک گربه رو خوب، بین کف و سطح زمین طبیعی نباید کمتر از $^{mgh}/_{\text{cal}}$ ۱ باشد. برای آنکه احساس ملموسی از این اندازه داشته باشیم بطور خلاصه با ۱ = R نشان داده می شود.

۵ –در نقاطی با سرمای بیشتر (جبهه های عایق نشده، فاقد گرمایش زمستانه و غیره) مقاومت حرارتی را باید تا ۱.۵ افزایش داد یا آنرا با پوکه معدنی خشک یا لایه ای از پشم سنگ پر کرد، تمام مصالحی که به کار برده می شود در بالای آسفالت باید کاملا خشک باشد.

آیا گربه رو (ناکش افقی) تهویه بشود یا نه؟

در گربه رو های سنتی قدیمی آکنده از رطوبت، تهویه ضرورت دارد. در غیر اینصورت کپک و خیسی شکل می گیرد. گاه نیز بر اثر تهویه زیاد و تبخیر فراوان ممکن است کف بیش از حد سرد شود و نیاز به گرمایش باشد از اینرو بهتر آنست که کف ها بر اساس اصول قبلی ساخته شود و گربه رو های ساختمان های قدیمی که علی الاصول مرطوب می باشد، تهویه ضرورت دارد، چه بقولی در فقدان کفشهایی خشک چاره ای جز با کفش های تر راه رفتن نیست و در گربه روهای جدیدی که از روی اصول ساخته شده باشد ضرورتی برای تهویه وجود ندارد.

دیوارهای حائل (یا تیغه های مضاعف داخلی)

این دیوارها مشتمل بر تیغه های نازکی است به ضخامت یک آجر و نازکتر که در فاصله ای کم، از ۵ تا ۱۰ سانتیمتر، از دیوارهای مرطوب و بدون تماس با آن ساخته می شود.

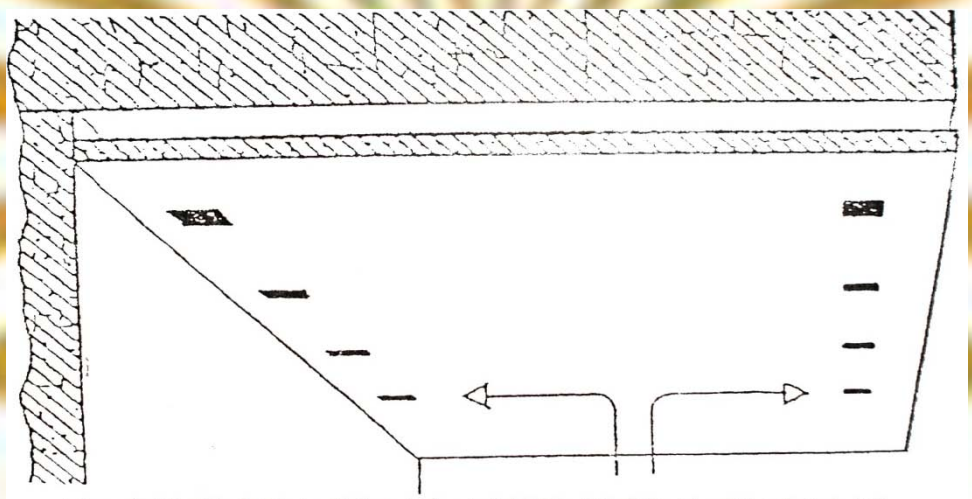
یادآور می شویم که عدم اتصال تیغه به دیواره مرطوب یک ضرورت محض است، اشتباه دیگر تهویه بین دیوار و تیغه توسط هواکش های در پایین و بالای تیغه است، به نحوی هوای مرطوب و ناسالم را وارد اتاق می کند که قرار است سالم سازی گردد

علی الاصول ساخت حائل را در برابر دیوار مرطوب به سه شکل زیر توصیه می کنیم:

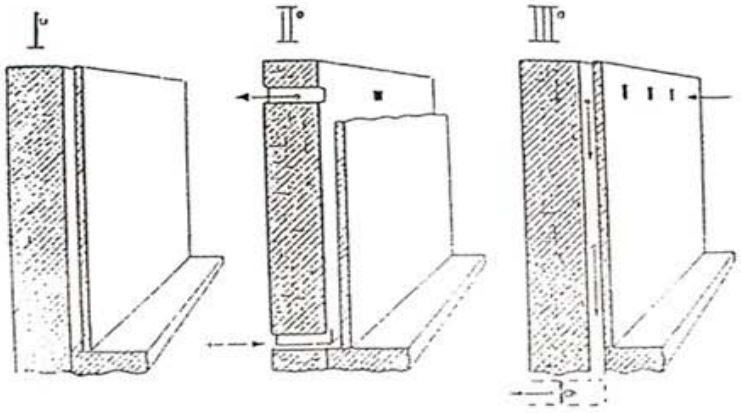
۱ –فضای بین این دو کاملا بسته باشد.

۲ –فضای بین این دو از طریق سوراخهای تهویه بالا و پایین به بیرون مرتبط باشد (نوع کلاسیک و تیروویان)

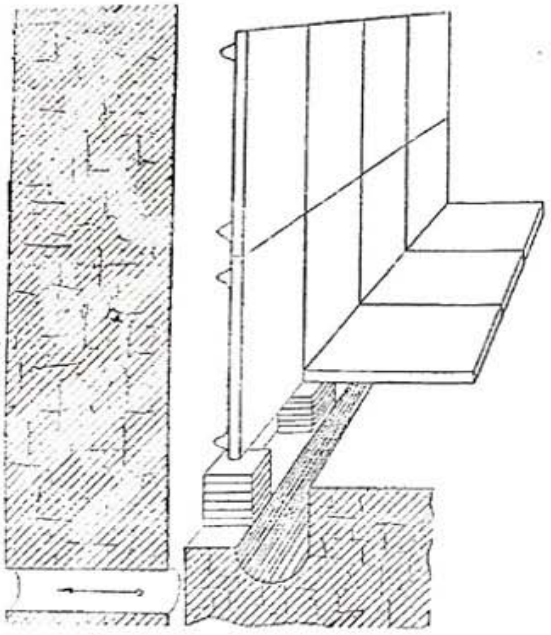
۳ –فضای بین این دو از بالای تیغه به اتاق مرتبط بوده و از پایین دیوار مرطوب از طریق هواکش مکنده به فضای بیرون.



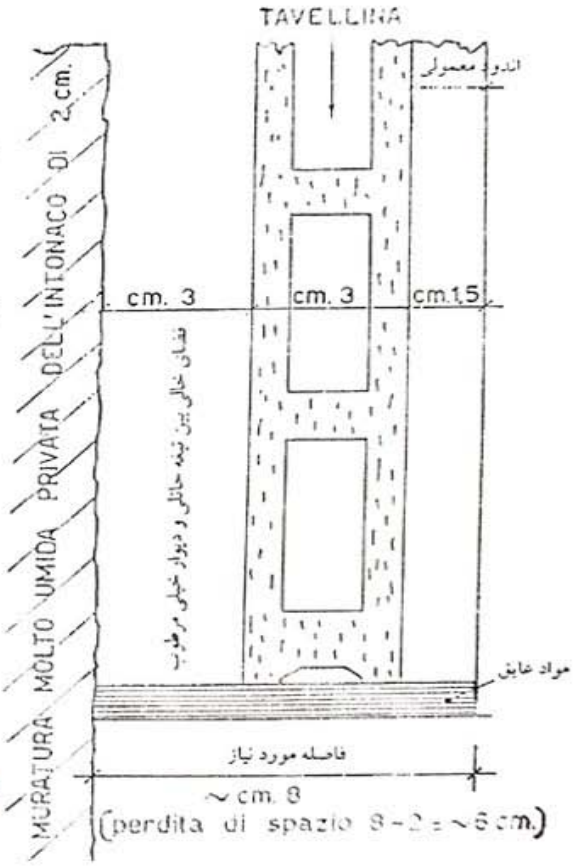
اشتباه است که هواکش را در داخل فضائی که قرار است سالم شود باز کنیم چون هوای اتاق را ناسالم می کند.



سه نوع ساخت درست دیوار حائل



جزئیات دیوار حائل نوع ۲، آنگونه که روسیها می‌ساختند



جزئیات نحوه ساخت دیوار حائل بمنظور جلوگیری از اشغال فضا و کاستن از ضخامت آن

ضوابط ساختمانی یک دیوار حائل خوب به قرار زیر است:

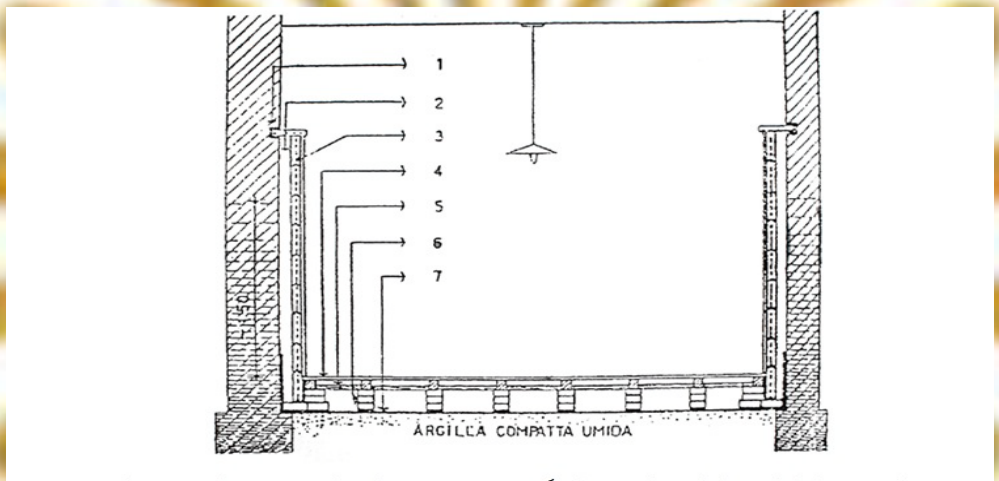
الف– از هر گونه اتصال بین دیوار حائل و دیوار مرطوب خودداری گردد مگر آنکه نقاط اتصال عایق گردد، مثلا با قیر.

ب- هیچگونه ارتباطی بین هوای دو دیواره و اتاق که قرار است دیواره های آن سالم سازی شود برقرار نباشد.

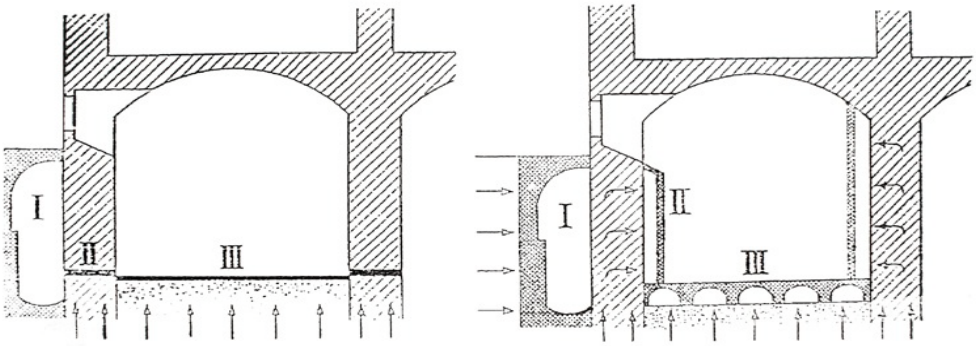
ج- تیغه روی لایه عایقی نظیر آسفالت یا موارد مشابه قرار گیرد.

د- بیرون راندن هوای مرطوب بین دو دیوار به خارج ترجیحا با هواکش مکنده قوی الکتریکی در صورتیکه رطوبت تصاعدی مطرح باشد.

ه- هرگونه ارتباط فضای بین دو دیوار با بیرون وجود نداشته و کاملا بسته باشد. در صورتیکه رطوبت تصاعدی مطرح باشد، طبعا در ایجاد تیغه از کاربرد مصالح آبکش مانند ملات گچ و چوب و تخته سهلایی باید خودداری کرد. برعکس بکاربردن مصالح مصنوعی غیرآلی و نازک و مقاوم توصیه می شود.



سالم سازی (شکل خشک) از طریق به کارگیری تیغه های حائل نازک: ۱- ماستیک ۲-فاصله به cm



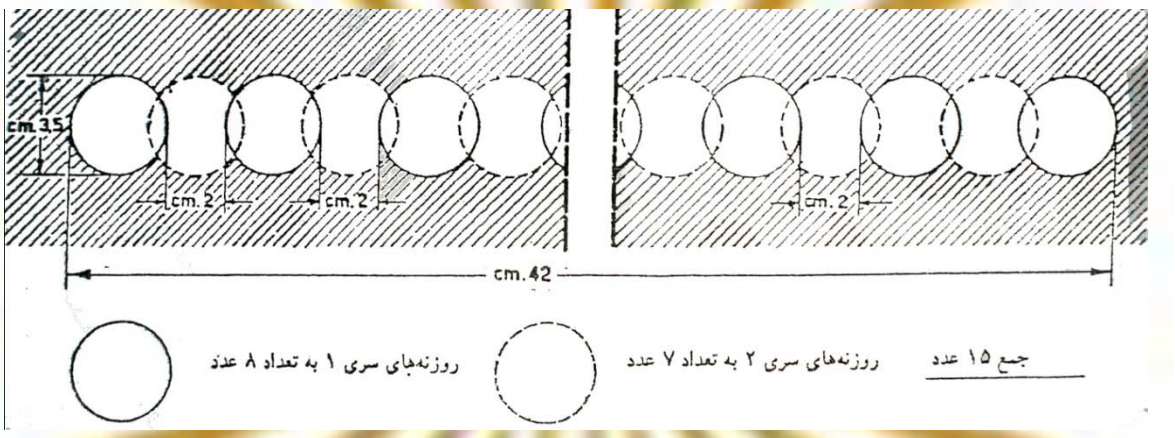
در صورتیکه دیوار حائل خوب اجرا شود فاصله سه سانتیمتر بین این دو نیز کفایت می کند.[1]

[1] ماساری، جوانی، ماسترودی، کازا، برگردان اجمالی و آزاد از کتابهای. سالم سازی محیطهای مرطوب-عدم تعادل، ترجمه. آیت الله زاده شیرازی، باقر

روش ماساری

درمان رطوبت در این روش به طریق زیر صورت می گیرد:

ابتدا با دریل های چند شاخه که قطر هر حلقه آن ۳۵ میلیمتر است، در طول ٤٢ سانتیمتر، دیوار را از جایی که بخواهند رطوبت را از بین ببرند مطابق شکل سوراخ می نمایند. آنگاه قسمت خالی را در طول ٤٢



سانتیمتر با ملات خاصی پر می کنند. ضخامت لایه ملات ۲/۵ سانتیمتر است که در طی زمان حداکثر یک سانتیمتر آن رطوبت را جذب می نماید.

ترکیب ملات داخل حفره عبارتست از:

الف. مخلوطی از پودر مرمر وماسه به نسبت حجم مورد نظرکه بایستی پر شود(٦٢٪)

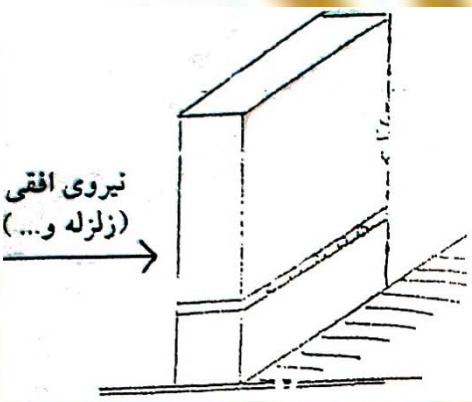
ب. چسب ازنوع پولیستر Gabraster که با پودر آهک در حدود پنجاه و دو درصد ترکیب شده است.(٣٨٪)

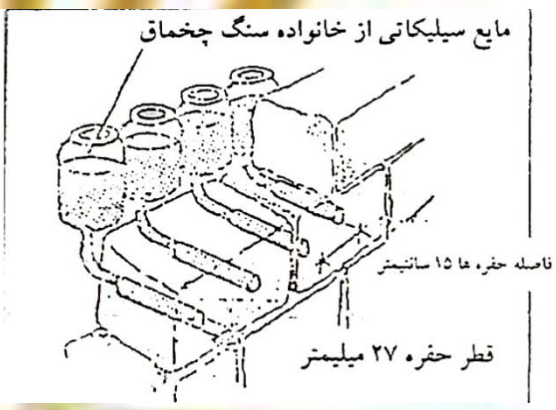
نکات اجرایی:

- در موقع اجراء کار حرارت گذرگاه نبایستی از ۲۰ درجه کمتر باشد.
- ترکیب فوق باید بنحوی تهیه شود که تمام سوراخ را پر نماید.
- عملیات پلیمریزه شدن حداکثر ٤-۳ ساعت به طول می انجامد.
- در عرض ٢٤ ساعت بعد از ریختن ملات حداقل ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب بار تحمل می نماید.

البته خستگی فشاری در حد گسیختگی.

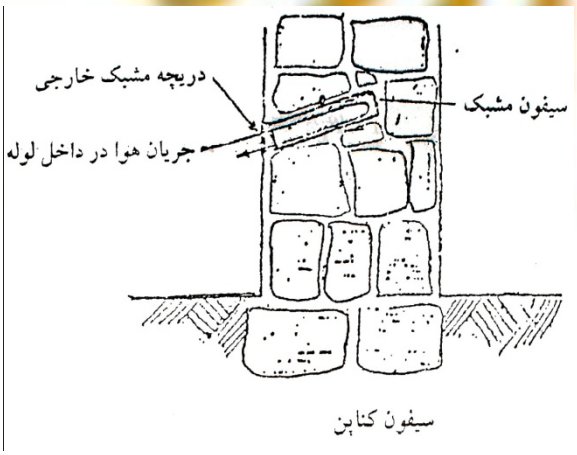
ضعف روش ماساری:





این روش مقاومت دیوار را در مقابل نیروهای افقی کم نموده و در نهایت باعث برش و لغزندگی دیوار از قسمتی که ملات در آن تزریق شده است، می گردد.

سیفون کناپن



سیفون کناپن

سیفون آتمسفر کناپن عبارتست از لوله ای به قطر داخلی تقریباً ۳ سانتیمتر و به طول ۳۰ سانتیمتر که بر اساس تئوری زیرین استوار است:

کناپن معتقد است که با این لوله می توان

رطوبت موجود در دیوارها را از آن خارج نمود. لوله مزبور به طور مایل در دیوار مرطوب کار گذارده می شود و دهانه آن به طرف پایین قرار می گیرد. اصل تئوری بر این پایه استوار است که اگر ما ظرفی پر از آب داشته باشیم و روی آن لوله ای از روغن قرار دهیم، چون روغن از آب سبک تر است، بنابراین روغن در روی آن قرار می گیرد.

حال اگر لوله ای پر از آب کرده و بطور مورب در داخل ظرف آب قرار دهیم، در این حالت لوله پر از آب باقی می ماند، چون دهانه آن در داخل ظرف آب است. اما اگر لوله را به موازات خود بالا آورده و دهانه آن را در داخل روغن قرار دهیم، در این حالت مشاهده می کنیم که آب داخل لوله خالی شده و روغن در آن بالا رفته و بتدریج جای آب داخل آن را می گیرد.

کناپن از روی این کار نتیجه گرفت که چون هوای خارج خشک تر است بنابراین سبک تر است و هوای داخل لوله که همان دیوار باشد به علت اینکه مرطوب تر است بنابراین سنگین تر است. در نتیجه همانطوریکه قبلا گفته شد، قرار دادن این لوله در دیوار موجب ورود هوای خارج به داخل لوله شده و هوای مرطوب داخل آن را به خارج هدایت می کند.

ولی رابطه ای که کناپن بین روغن و هوای خشک بر قرار کرده دارای قاعده علمی نیست. زیرا در حقیقت آب و روغن یک رابطه ثابت و دائمی دارند که مربوط به وزن مخصوص آنهاست و دلیل بالا رفتن و پایین آمدن آب در لوله نیز ناشی از آنست و در هر حالتی این وزن مخصوص ها ثابت بوده و رابطه آنها نیز ثابت است. لوله در حالت اول پر از آب می ماند و در حالت دوم که در سطح روغن قرار می گیرد، آب آن خالی شده و پر از روغن می شود.

اما در مورد هوای خارج و داخل سیفون، وزن مخصوص های این دو هوا بستگی به درجه حرارت آنها دارد. بنابراین همیشه ثابت نیستند. همچنین به مقدار بخار آب آنها نیز بستگی دارد که مختلف است. بنابراین رابطه وزن ها مختلف بوده و جهت حرکت هوا در لوله نیز ممکن است عوض شود. حرکت هوای داخل لوله یک مجهول دایمی است و نه یک امر ثابت مثل (حرکت آب و روغن).

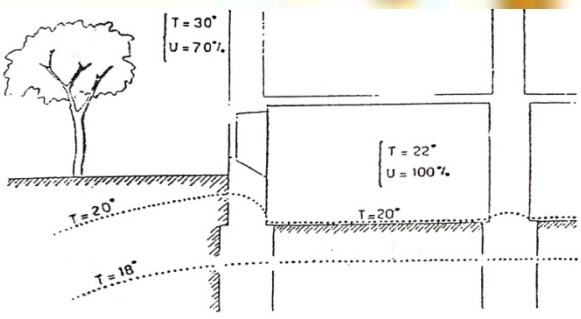
برای اینکه هوای داخل لوله (دیوار) خارج شود کافی نیست که بخار آب به آن اضافه شده و بر خلاف آنچه تصور میشود هوا هر چقدر خشکتر باشد، سنگینتر است. در زمستان درجه حرارت دیوارها از درجه حرارت هوای خارج زیادتر است و برای اینکه هوای داخل سیفون بتواند خارج شود، باید دهانه آن به طرف بالا باشد. این سیستم و روش در مدت زیادی از سال کار نمیکند. در این مورد حتماً باید توجه داشت که درجه حرارت دیوار باید یا کمی کمتر از درجه حرارت خارج و یا حداقل مساوی آن باشد.[1]

[1] جزوه آموزشی آسیب شناسی، گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی

تمهیدات لازم در برابر رطوبت حاصل از تعریق

تعریق حاصل از سرما و دیوارهای از دست دهنده حرارت

علی الاصول تعریق منحصرا از سرمای هوا ناشی میشود که به دو عامل وابسته است، اول پایین آمدن متناوب درجه حرارت هوا بر اثر تغییر فصل و تغییرات احتمال الوقوع هوا که به صورت اصلی خود را نشان میدهد، بصورت ***زمستانه و تابستانه.*** شکل زمستانه آن زمانی رخ میدهد که مکان آسیب دیده به حد لازم از سوی دیوارهها در برابر سرمای بیرونی محافظت نشده باشد و شکل تابستانه آن زمانی رخ می - دهد که سرمای زمستانه باقی مانده در عمق زمین به داخل مکان آسیب دیده در تابستان سرایت کرده باشد. لازم به توضیح است که معمولا نوسان حرارت روزانه به بیش از یک متر عمق زمین نفوذ ندارد، در حالیکه نوسان سالیانه با تانی به عمق نفوذ میکند و این امر پس از گذر سه ماه از زمستان، در مکانی (بر اساس آزمایش انجام یافته در شهر پادانا) که درجه حرارت بین یک تا دو درجه بوده است، به عمقی تا سه متر و سی سانت در آوریل میرسد. از این رو باید تصور کرد که در زیر زمینهایی با عمق سه یا چهار متر از کف خیابان سرمای واقعی در آوریل فرا میرسد و این زمانی است که هوای بیرون ولرم است و آکنده از رطوبت که بسادگی در زیر زمین موجب تعریق میشود. در تابستان که درجه حرارت بیرون سی درجه است، در زیر زمین میزان حرارت ۲۰ تا ۲۲ درجه و برابر روزهای آوریل است و نسبت به بیرون سرد است، رطوبت حاصل تعریق بر خلاف رطوبت متصاعد پدیدهای غیر مستمر است، ولی به همان میزان زیان آور است و میتواند محیط را غیر قابل سکونت سازد.



در اقلیم های چهار فصل رطوبت تعریق زمستانه-تابستانه از ویژگی‌های فضاهای زیرزمینی و شبستانی (نیمه زیرزمینی) که بدون گرمایش زمستانه باقی می ماند می باشد.

بهر حال تعریق پدیده ایست که منحصرا حرارتی. سطوحی که ارزش حرارتی پایین تر دارند، تعریق را به سوی خود جلب می کند بهمان طریق که زمین پست آب باران را بسوی خود می خواند و برای درمان مکان مبتلا به تعرق تنها وسیله گرما می باشد.

باید از سرد شدن هوا جلوگیری کرد، که از دو طریق ممکن است، یا توان حرارتی مکان مورد نظر زا باید افزایش داد از طریق بالا بردن مقاومت دیواره ها در برابر از دست دادن حرارت) یا پراکنش دیگر حرارتهایی که از دست دادن حرارت را بتوان جبران کند. به بیان دیگر گرم کردن مکان است. گرمایش معمولا درمان تعریق در زمستان و تابستان است، ولی اگر دیواره مکان (بسته) مورد نظر تحت تاثیر رطوبت متصاعد و یا به عللی دیگر خیس و مرطوب باشد، گرمایش توصیه نمی شود.در واقع هوای فضای بسته در درجه حرارت ثابت هر زمان که آب در دسترس باشد امکان تبخیر فراهم می آید.

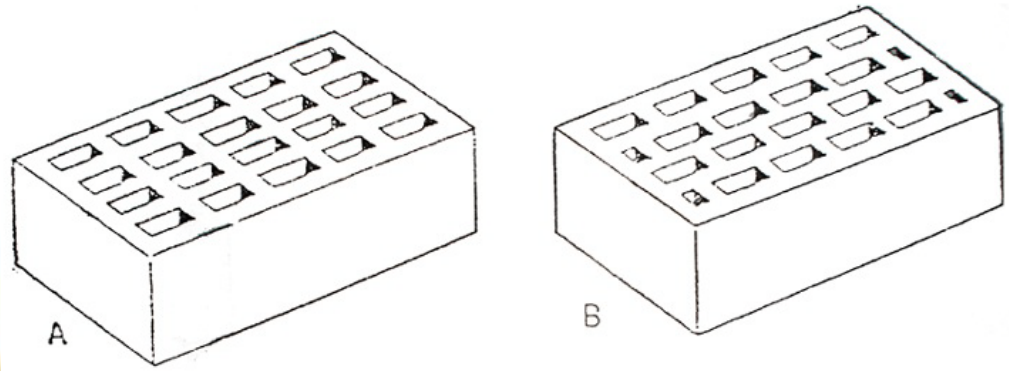
هرگاه بحث از تعریق سطحی صرف باشد، بستگی به نوع مصالح نمای خارجی ساختار، خیس می شود، در صورتیکه مصالحی مانند فلز، سنگ، سرامیک و اندود سیمانی عایق باشد و لکه برمی دارد، رنگ تیره تر می شود، در صورتیکه مصالح جاذب رطوبت باشند.

بهرحال همان لایه آب تعریق روی سطوح است که در طول سالها فرسایش سنگها در بنای سرد (مانند کلیساها) را موجب می شوند.

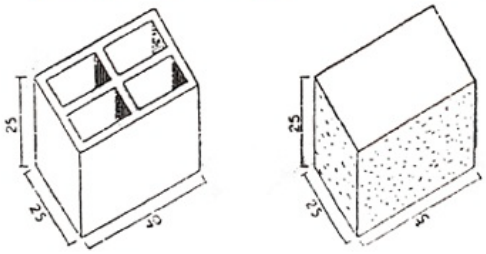
اصول مقابله با رطوبت حاصل از تعریق

این معیارها چهارگانه اند. اول کاهش میزان تبخیر است، در صورتیکه منشاء آب از داخل فضایی است که قرار است بهسازی شود، دوم حذف (در صورت امکان) مصالح سنگینی است که هادی خوب حرارت می باشند، نظیر مرمرها، سیمان و غیره... از طریق افزایش مقاومت حرارتی تا ضایع شدن حرارت

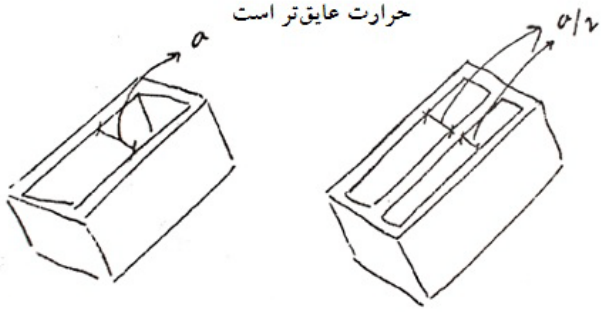
جبران شود و سوم که ممکن است باور نکردنی باشد و آن جایگزین کردن گرمایش مصنوعی است با سیستم تهویه های الکترونیکی و چهارم و آخرین که این نیز مغایر باور عمومی است، جایگزین کردن سیستم گرمایش در زمستان را که در صورتیکه دیواره ها بر اثر رطوبت متصاعد مرطوب باشد و تبخیر را



در آجرهای توخالی که در تیغه‌ها به‌کار می‌رود نوع قرارگیری سوراخ‌ها در اثرگذاری آن نقش دارد. درصورتیکه سوراخ‌ها جابجا باشد (شکل**B**) حدود۲۲٪ مقاومت حرارتی را بالاتر از آجری می‌برد که سوراخ‌ها در یک ردیف‌اند.



درصورتیکه دو قطعه مساوی از نظر حجم و وزن داشته باشیم آن قطعه که پر تخلخل و سبک است در برابر حرارت عایق‌تر است



دو لایه پی در پی هوا موثرتر از یک لایه هوا با همان ضخامت است

افزایش می دهد، با تهویه ملایم و طبیعی با هوای سرد و خشک که بخار را بیرون می برد.

چند نکته درباره بکارگیری تمهیدات مرتبط به عایق را در اشکال زیر مشاهده می کنید.

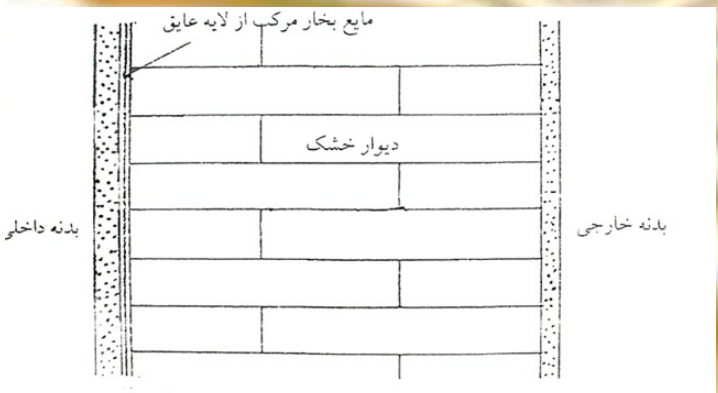
تنها برای جلوگیری از گرما در تابستان، اتاقک های افقی (گربه روها) خوب است که تهویه شود. تا آنجا که مربوط به مقاومت حرارتی باشد، افزایش هر درجه حرارت ۱٪ افزایش مقاومت بوجود می آورد.

از آزمایشهای بعمل آمده توسط cammere و در ارتباط با مسأله تعریق چند نتیجه زیر حاصل می شود:

الف – برای کاهش دادن آب تعریق از داخل دیوار، دو شرط لازم است. اول مرتبط به هوای خارج است، یعنی که حرارت آن از منهای یک درجه پایین تر نرود و دیگری بستگی به دیوار دارد، یعنی که از مصالحی باشد که خاصیت موئینه خوب داشته باشد، البته این امر اندود را نیز شامل می شود.

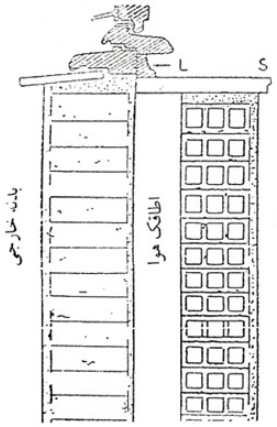
ب – دیواری که در کاهش آب تعریق بهتر عمل می کند، دیواری است که با آجرهای معمولی ساخته شده باشد.

ج – دیوارهایی با ضخامت متوسط و با کیفیت خوب موئینه ای (آجرها، سنگ های آهکی سبک) روزانه اجازه عبور میزان آبی به وزن ۳۰۰ گرم از هر متر مربع را با توجه به تفاوت حرارتی ۱۶ درجه بین داخل و خارج می دهد.



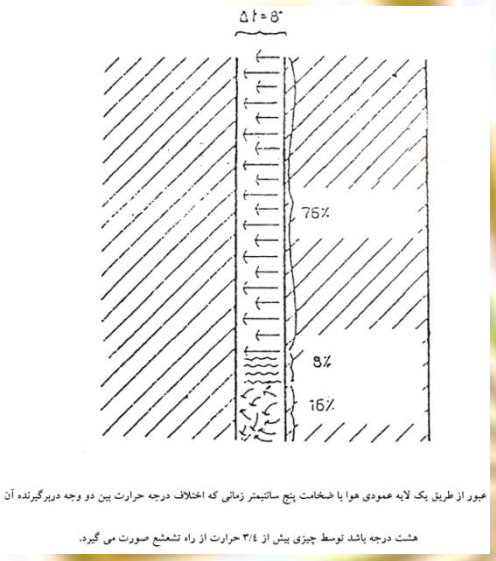
امروزه در برابر رطوبت تعریقی زمستانه روی دیواره ها در شرائط بسیار سخت اجرای جزئیات فوق توصیه می شود بدین طریق که اندودی داخلی جاذب رطوبت که روی لایه ای کاملا عایق کشیده شود.

بهرحال مقابله با رطوبت حاصل از تعریق زمستانه هوای داخلی مبتلا به سرزمین های اقلیم سرد است و گاه تعریق شبانه در مناطق گرمسیر رخ می



پیش زدگی پنجره ها از طریق تیغه حائل آجری بخوبی از تعریق جلوگیری می کند.

دهد و آن زمانیستکه کاهش فوق العاده حرارتی بین شب و روز وجود دارد.



عبور از طریق یک لایه عمودی هوا با ضخامت پنج سانتیمتر زمانی که اختلاف درجه حرارت بین دو وجه دربرگیرنده آن هشت درجه باشد توسط چیزی بیش از ۳/٤ حرارت از راه تشعشع صورت می گیرد.

سقوط قطرات کوچک

پدیده زمستانه ای است که بستگی به ورود هوای گرم مرطوب از خارج به داخل اماکن باز طبقات پایین، بویژه آنها که توسط دیوارهای ضخیم محافظت می شود و یا از سطح پایین تر قرار گرفته اند، به بیان دیگر در اماکنی که هوای سرد را بدلیل اینرسی بالای حرارتی نگهداری می کنند.

معمولا عواملی که در زمستان موجب این امر می شوند سه عامل هستند:

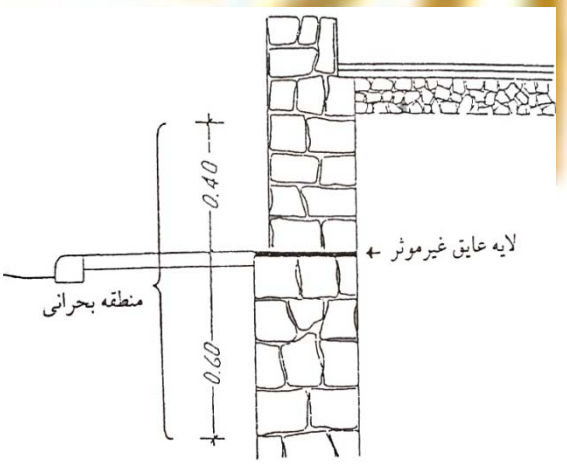
۱ –فقدان گرمایش

۲ –دیواره های ضخیم به ویژه سرد بدلیل موقعیت و ساختارشان، دیوارهای با موقعیت شمالی (نسار)، رواقها، کوچه های تنگ و غیره.

۳ –تقلیل فشار و تغییرات جوی (ملایمت حرارتی) پس از یک مرحله هوای سرد

رطوبت هوای زیر زمینی – منطقه بحرانی Knapen

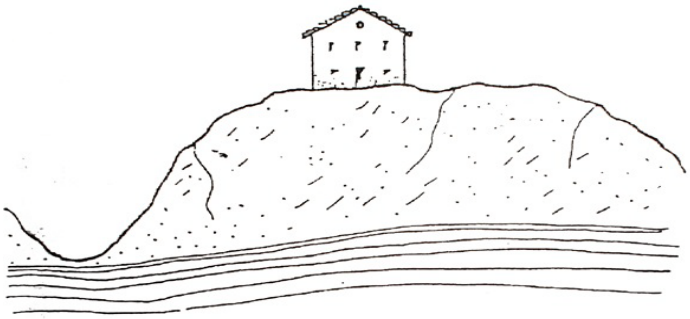
در مخالفت با نظریه قدیمی که مدعی است که آب زیرزمین حاصل از نفوذ آبهای باران سطحی است، از سوی برخی از محققین اظهار شده بود که منشاء آب زیرزمینی را میباید از تعریق بخار موجود در هوای زیرزمینی جستجو کرد. این نظریه بسیار مورد بحث قرار گرفت، با وجود اینکه به خوبی وجود چشمهها در فراز قلّه برخی کوهها که شکلگیری زمین شناسی آن هرگونه امکان تغذیه آنرا توسط مخازن بالاتر از طریق لایههای هدایتگر منتفی میسازد.



بر حسب نظر Knapen پایه دیوارها تحت تاثیر تعریق هوای زیرزمین در شصت سانتیمتر زیرزمین و چهل سانتیمتر بالای زمین قرار می گیرد که منطقه بحرانی می نامند.

بر همین قیاس، در ارتباط با رطوبت دیوارههای Knapen هرگونه بها دادن به رطوبت تصاعدی از آبهای زیرزمینی از طریق جذب موئینهای را نفی کرد و در عوض بر این نظریه جرأت آمیز که " رطوبت طبقات زیرین ساختمانها حاصل از تعریق بخار موجود در هوای گرم اشباع شدهای است که از زیرزمین با هر تغییر فشار جوی فرار میکند " اصرار ورزید. استنتاج Knapen از این قیاسها شهامتآمیز است و ما آنرا بدون آنکه قبولش داشته باشیم مطرح میکنیم. برای مثال امکان بالا رفتن رطوبت را از طریق جذب موئینه - ای تا ارتفاع سه متر قابل قبول نمیداند و بالعکس آنرا از طریق تعریق بخار آب قابل توضیح میداند و در تعقیب این نظر که عایقکاری افقی را در دیوار مفید نمیداند واقعا خیلی عجیب است. رطوبت پایه دیواره - ها، به ویژه مورد توجه این محقق است و بحث از "منطقه بحرانی" میکند که حدود یک متر ارتفاع آن است که شصت سانتیمتر آن زیرزمین و چهل سانتیمتر بالای زمین بر روی دیوارهها قابل مشاهده است.[1]

در برخی از روزها با تغییرات فشار جوی رطوبت حاصل از تعریق هوا، که از درزها فرار می کند قابل روئیت در بندهای (درزها) سنگ ها یا موزائیک های کف فرش است.



رطوبت غیر قابل انتظاری که در خانه ای واقع بر روی بلندیها و روی زمین خشک دیده می شود تنها با توجه به پدیده تعریق هوای زمینی قابل توجیه است.

[1] ماساری، جوانی، ماسترودی، کازا، برگردان اجمالی و آزاد از کتابهای. سالم سازی محیطهای مرطوب–عدم تعادل، ترجمه. آیت الله زاده شیرازی، باقر

عوارض

به طور کلی عوارض مربوط به آسیبهای رطوبتی را می توان در این جدول مشاهده کرد:

ردیف	نوع عارضه	نام عارضه
۱	ظهور لکه های دائمی بر روی کف سازی	رطوبت بالا رونده زمین
۲	ظهور لکههای دائمی بر روی دیوارها از سمت کف به بالا	رطوبت بالا رونده زمین
۳	فرسایش شدید (ساییدگی)روکش دیوارها در ناحیه وسط دیوار یا بخش بالایی آن	رطوبت جریان هوا توام با باران
٤	تیره شدن یک دست و کم رنگ در تمامی بخش های اتاق یا فضا	رطوبت اشباع در هوا
٥	ظهور لکه های پراکنده و متغیر در طی زمان	رطوبت اشباع در هوا و رطوبت حاصل از مصالح متفاوت
٦	ساییدگی اندک روکشها در قسمت پایین یا بلافاصله بعد از کفسازی یا قرنیز	رطوبت اشباع در هوا، در حالتی خاص در اثر رطوبت اندک بالا رونده زمین
۷	عمل آمدن مصالح نمک دار (شوره زدن) که به آن نیترات پتاسیم هم گفته میشود که خود را به صورت لکههای پراکنده و یا به صورت رگه نشان میدهد	گاهی در اثر رطوبت جریان هوا توام با باران و اکثراً ناشی از رطوبت بالا رونده زمین -
۸	عمل آمدن یا شوره زدن مصالح نمک دار بر روی برخی آجرها (این ملات برای تشخیص رطوبت کافی نیست)	رطوبت بالارونده زمین، رطوبت اشباع در هوا،رطوبت جریان هواتوام با باران
۹	ایجاد انواع قارچ های خیلی کوچک که حتی در اثر حداقل رطوبت نیز پدیدار می گردند، ناشی از راکد ماندن هوا، فقدان نور خورشید، وجود عوامل ارگانیک (طبیعت زنده)	رطوبت بالا رونده زمین، رطوبت اشباع در هوا،رطوبت جریان هوا توام با باران
۱۰	ایجاد قارچ های خانگی که در اثر رطوبت و عدم وجود کوران و همچنین وجود سلولز به وجود می آیند	رطوبت بالا رونده زمین، رطوبت اشباع در هوا،رطوبت جریان هوا توام با باران
۱۱	زیاد شدن تبادل حرارتی داخل و خارج بنا	رطوبت بالا رونده زمین
۱۲	ایجاد پدیده تعرق در قسمت دیوارهای سرد و مرطوب که در فصول مختلف تغییر می یابد	رطوبت اشباع در هوا
۱۳	اضافه شدن بار مرده	رطوبت بالا رونده زمین، رطوبت اشباع در هوا،رطوبت جریان هوا توام با باران

درمان

به طور کلی درمان های سنتی در مقابله با آسیبهای رطوبتی را می توان بدین گونه بیان کرد:

نمونه هایی از روش های سنتی	نمونه هایی از روش های جدید
۱ – احداث ناکش	۱ – قطع کردن ضخامت دیوار
۲ – احداث زه کش	۲ – ایجاد فضای خالی عمودی
۳ – احداث گربه رو	۳ – ایزوله کردن بخش خارجی نما
٤ – ایجاد دیواره های جدا کننده	٤ – خشک کردن بنا توسط حرارت
٥ – قرار دادن مصالح مقاوم در برابر رطوبت (بلوکاژ)	٥ – تقلیل مواد جاذب الرطوبت (روش کخ)
٦ – کرسی چینی بنا (بلند و کوتاه) در مناطق مرطوب	٦ – استفاده از روش الکترواسمز
۷ – احداث بنا در جهت کوران باد	۷ – استفاده از روش ماساری
۸ – نصب انواع چادر در نمای بنا برای محافظت از نما و تزئینات در بنا	۸ – احداث دیوار و حافظ داخلی ۹ – سیفون کناپن
۹ – احداث شرفی (یزد)، شیرسر(اصفهان) و دامنه (شمال) در پیشانی بنا	۱۰ –تضعیف موئینگی ۱۱ –روش مکانیکی
۱۰ –حفر چاه جهت تقلیل رطوبت بالا رونده	۱۲ –روش شیمیایی
۱۱ –استفاده ثانوی از قنات (لاریز) که به عنوان زه کش عمل می نماید	۱۳ –روش شیمیایی فیزیکی لادیکوم ۱٤ –روش کوبیدن ورقهای فلزی

روش های جدید خشکانیدن بناهای تاریخی

"خلاصه گزارش گردهمایی متخصصین دفع رطوبت و خشکانیدن بنا از اول لغایت ششم مهرماه ۱۳٦٤ در شهر ویزمار کشور آلمان."

پس از بررسی و آزمایشات و تجربیات فروان در جهت شناخت عوامل مختلف رطوبت در بناهای قدیمی و کوشش هایی که تاکنون در دفع آن با بکارگیری روشهای متداول بعمل آمده است. اخیراً یک گردهمایی با شرکت دست اندرکاران کشورهای مختلف در دانشگاه شهر ویزمار کشور آلمان شرقی تشکیل شد که نماینده سازمان ملی آثار باستانی ایران نیز شرکت داشت.

– موضوع سمینار عبارت بود از بررسی و شناخت عوامل و انواع رطوبت و ضایعات فیزیکی اقتصادی و انسانی آن در بناهای قدیمی. روش تشخیص و طبقه بندی دیوارهای مرطوب، آشنایی با سیستم های سنجش رطوبت و رطوبت سنج ها، عمل تبخیر، وجود املاح، لزوم نمک زدایی به روش های متداول رطوبت زدایی در سایر کشورها و بالاخره معرفی روشی جدید و ساده جهت خشکانیدن بناها.

معرفی این روش که هدف نهایی و اصلی گردهمایی بود توسط آقای پرفسور پوپی (Poppe) فیزیک دان کشور آلمان شرقی، مخترع روش جدید انجام گرفت.

پس از معرفی و نشان دادن عملکرد در آزمایشگاه نتایج عملی این شیوه خشکانیدن بناها را در روزهای آخر سمینار در شهرهای روستوک و شورین مشاهده شد، که خانه های قبلا مرطوب یک طرف خیابانی را با موفقیت چشم گیر رطوبت زدایی نموده بودند و طرف مقابل را جهت بازدید و بررسی عمل رطوبت زدایی به نمایش گذاشته بودند. مردم که سالها در اماکن مرطوب زندگی کرده بودند، موفقیت این سیستم را تأیید می نمودند.

قابل توجه است که در این کشور حدود یکصد هزار بنای مسکونی و تاریخی و فرهنگی وجود دارد که سالیانه تعداد زیادی از آنها با همین روش خشکانیده می شوند. گفته شد که ارزش اقتصادی خانههای قابل سکونت ولی مرطوب بالغ بر ده میلیارد مارک میباشد. در جهت دفع رطوبت از بناهای تاریخی نیز که بسیار پراهمیت و حساس است موفقیتهایی به دست آوردهاند.

در ابتدا لازم است که خلاصه سر فصل سخنرانیهای انجام شده توسط برگزار کنندگان دوره آموزشی تشخیص و درمان ضایعات رطوبت را ذکر نموده، سپس به تشریح روش جدید معرفی شده در سمینار پرداخته شود.

بررسی رطوبت و مسائل مربوط به ضایعات ناشی از آن در بناها

1. **ضایعات رطوبت از دیدگاه مسائل فیزیکی و اقتصادی**

- ضایعات بر گچ کاری، رنگ وسایز تزئینات داخلی
- ضایعات بر مصالح ساختمانی که موجب تقلیل مقاومت مکانیکی تا حد تخریب کامل می شود (لازم به ذکر است که نقصان مقاومت مصالح را با دستگاهی به نام مقاومت سنج اندازه می گیرند)
- کاهش خواص عایق حرارتی
- کاهش خواص عایق صوتی
- تغییر فرم در اسکلت
- تولید حرکات ناشی از انقباض و انبساط که باعث ایجاد ترکها می شوند
- ضایعات بر لوازم موجود بر داخل ساختمانها (از قبیل اشیاء پارچه ای، مبلمان، اجناس هنری، کتابها، موکت، فرش و..)
- ایجاد کپک و شوره (ورود آب به پی ها نمکا زا است – نمک در آب حل شده و در اثر تبخیر بیرون می زند.)

- لطمات بر مواد داخل بناها (ایجاد رطوبت هوا، حرارت اشعه ای و نسبی در اثر جابجایی هوا، احساس سرما و گرمای مرطوب و غیر عادی و مطبوع)
- لطمات بر سلامتی انسانها (بیماریهای تنفسی و..)
- ضایعات مالی (از قبیل عایق کاریهای مجدد، نوسازی و تخلیه اماکن برای مدت زمان تعمیرات)
- ایجاد هزینه های اضافی برای گرم کردن بناهای مرطوب
- ضایعات غیر قابل محاسبه در بناهای تاریخی

به عنوان مثال در کشور آلمان شرقی تعداد ۲۲۰ خانه اعیان نشین قدیمی و ۱۰۰ قصر سلطنتی تاریخی جالب ولی متأسفانه مرطوب وجود دارد و در شهری که سمینار برگزار شد تعداد ۷۰ بنای تاریخی وجود دارد که بیشتر آنها مواجه با ضایعات رطوبت هستند. در این کشور سالیانه ده میلیون تن زغال سنگ اضافی برای گرم کردن خانه های مرطوب مسکونی مصرف می شود که رقم قابل توجهی است.

اساس علمی مراحل انتقال رطوبت:

۱ –طرق انتقال و پیشرفت تدریجی و مداوم رطوبت

- مکانیزم انتقال مویی اجسام (به هم فشردگی، خلل و فرج)
- مراحل تبخیر
- مراحل چگالش مویی (جذب از طریق سطوح)
- اثرات الکتریسیته (انرژی پتانسیل، ایجاد میدان الکتریسیته)
- هیدروسکپی و اسمز (نمکهای محلول، انتقال رطوبت در اثر تغلیظ و تمرکز املاح)

۲ –ساختمان اجسام متخلخل

- ساختمان اجسام متخلخل
- حجم منافذ
- پراکندگی منافذ
- شکل منافذ

۳ –پیشرفت تدریجی رطوبت و اثرات آن در بنا

- تعریف حد متوسط و غیر قابل قبول درصد رطوبت
- اثرات رطوبت در نماها و ضایعات ناشی از آنها
- تجمع املاح در بناها
- انفصال یون ها
- تأیین میزان رطوبت نفوذی در یک دیوار در اثر اعمال فیزیکی و شیمیایی.

اکثراً دیده می شود که مردم جلوی دیوارهای مرطوب، دیواری کاذب ایجاد می نمایند که عمل درستی نیست، در چنین حالتی رطوبت دیوار حبس شده و عکس العمل بدتری را خواهد داشت. در نمای خارجی بناها نیز نباید از روکش سیمان، لاکتس، روغن ها، موزائیک و غیره استفاده نمود که نه تنها چاره ساز نیست، بلکه موجب صعود رطوبت به ارتفاعات بالاتر نیز می شود.

بررسی و تحلیل رابطه رطوبت و تخریب در بنا:

۱ –روش اندازه گیری و تعیین اندازه گیری در رطوبت

- ارتفاع رطوبت، امکانات موجود برای اندازه گیری بدون تخریب در بناها
- نمودارهای رطوبت در جهت افقی و عمودی ماسونری

۲ –طریقه اندازه گیری ضایعات

- دستیابی به ضایعاتی که ناشی از رطوبت در بنا است و معرف میزان خسارت
- طبقه بندی و تشریح ضایعات مختلف
- ارائه مثالها و نمونه ها در عمل
- بررسی نمودارها
- دستیابی به یک روش ریاضی
- بهره گیری از اطلاعات علمی و تداوی بناهای رطوبت زده به صورت عملی

تجزیه و تحلیل آمارهای قطعی ضایعات رطوبت و نتایج تداوی ها:

۱ –تجزیه و تحلیل و بررسی نمودارها و طبقه بندی آنها

- وجود و یا عدم عایق کاری در بنا
- امکان هوادهی ساختمان
- وضعیت گرمایشی
- آفتابگیری بنا
- عایق حرارتی فعلی و آینده
- وجود ضایعات در بنا
- ارتفاع رطوبت و نمودارها
- راه نفوذ آب به بنا که بسیار قابل اهمیت است (از قبیل آب باران و برف بام، بخار آب در ساختمان، رطوبت و آب زمین های مجاور در بنا و آبهایی که از پایین یعنی زیر پی ها نفوذ می کند).

۲ –هدف از تداوی

- تقلیل عمل انتقال آب در جهت عمودی
- جلوگیری از نفوذ رطوبت در زمین های مجاور
- به حداقل رساندن خاصیت تبخیر رطوبت از طریق کف طبقه تحتانی
- افزودن خاصیت جذب رطوبت بیشتر هوای محیط
- تأمین مدت زمان مورد نیاز فاز رطوبت زدائی
- اثبات دفع رطوبت با ارائه ارقام

ضایعات رطوبت در بناهای تاریخی

۱. تجزیه و تحلیل و تفاوت های موجود بین اماکن مسکونی و بناهای تاریخی (مانند قدمت، وسعت، معماری و تکنیک ساخت بنا)

- طبقه بندی بناهای تاریخی بر اساس قدمت، هدف اصلی مصرف آنها، فرم معماری، مصالح بکاربرده شده و نحوه استفاده در حال و آینده
- تاریخچه و هدف اصلی از ایجاد بنا
- بناهایی که به منظور استفاده نسبتاً ساده ای ایجاد شده اند مانند. مساجد، کلیساها و تالارها

- بناهایی که با هدف استفاده های نسبتاً متغیر ایجاد شده اند مانند. کاخ ها و برج ها
- بررسی های مربوط به گرمایش بنا، استفاده فعلی، تعداد بازدید کنندگان، وضعیت هدایت آبهای زمینی، لوله کشی ها، درجه هوای مرطوب داخل بنا در اثر تبخیر که تولید قطرات آب می کند، تهویه بنا، وضعیت سرویس ها، پذیرایی، فاضلاب و مسائل ایمنی بنا، و...

توجه به موارد بالا در خشکانیدن بنای تاریخی مرطوب ضرورت کامل داشته و در نتایج نهایی موثر میباشد.

اندازه گیری عملی درصد رطوبت:

۱ –نمونه برداری صحیح جهت انجام آزمایشات در لابراتوار
- انتخاب دستگاه خشک کننده
- توزین
- خشکانیدن نمونه ها
- تعیین درصد رطوبت به نسبت وزن

توضیح اینکه نمونهها از نظر مقایسههای بعدی ضرورت دارد. لازم است که محل نمونهبرداری، عمق و درصد رطوبت در نقشهها مشخصگردد. میزان رطوبت مجاز تا ۳٪ وزن است و این است که دستگاههای مدرن رطوبت سنج رطوبت بیش از ۳٪ را با زدن بوق اعلام میکنند. بعضی از دستگاهها میزان درصد نمک را نیز اعلام میکنند. لازم به ذکر است که به هنگام استفاده از دستگاههای رطوبت سنج بایستی میزان درجه حرارت محیط را اندازه گرفته و به دستگاه داد. با تماس دستگاه به سطح دیوار، میزان رطوبت در ارتفاعات مختلف به دست میآید و البته دستگاهها میتوانند درصد رطوبت را در عمق دیوارها نیز اعلام نمایند.

در اینجا توجه به این مطلب لازم است که هیچ گاه نباید با دید خالی و یا اندازه گیری های سطحی در مورد درصد و ارتفاع رطوبت دیوار اظهار نظر قطعی نمود، زیرا آنچه مسلم است در عمق دیوار وضعیت رطوبت کاملاً فرق خواهد داشت.

۲ –طرق اندازه گیری درصد رطوبت

- برداشت موضعی نمونه ها از عمق و عمل آن در داخل قوطی های مخصوص
- اندازه گیری سطحی رطوبت با دستگاه Kondensator یا نظایر آن که با قابلیت جریان برق، میزان رطوبت را تعیین و یا دستگاههایی که بر اساس هدایت گرما کار می کنند.
- روش استفاده از کالسیوم کاربیت (نمونه های برداشته شده از عمق و ارتفاعات مختلف را در آزمایشگاه با کاربیت از نوع مرغوب مخلوط نموده و با اندازه گیری فشار باز تولید شده میزان درصد رطوبت را تعیین می کنند.)
- روش نویترون
- روش اشعه مادون قرمز
- روش اندازه گیری بخار ایجاد شده از رطوبت
- روش تعادل

۳ –آشنایی با دستگاه های مختلف الکتریکی تعیین درصد رطوبت و آگاهی از اشتباهات هر یک از دستگاه ها در عمل و بررسی آنها از دیدگاه اقتصادی

بررسی طرق مختلف و متداوم رطوبت زدائی

در این بخش ضرورت دارد که تمام روشهای متداول با هم مقایسه شوند و کارایی و درصد نتایج مطلوب و قابل قبول آنها در عمل و با تجربیات به دست آمده بررسی گردد. آنچه که مسلم است نتایج بعضی از روشها رضایت بخش نبوده است. در اینجا به ذکر چند روش اشاره می شود.

۱ – **روش مکانیکی**: قطع صعود آب به وسیله کوبیدن ورقهای فلزی غیر قابل زنگ زدن در ملات و ارتفاع مورد نیاز، بدیهی است کوبیدن و جاسازی این ورقهای عایق رطوبت بدون ایجاد لرزش و خطر نخواهد بود. تعویض ملات و تزریق مواد غیر قابل نفوذ آب هم یک روش مکانیکی است که در بعضی موارد از آن استفاده شده است. روش مکانیکی دیگری که می توان از آن نام برد ایجاد یک سری سوراخ افقی و یا مایل درکنار هم و تزریق مواد خاص است. هلالی از سطح سوراخها بایستی همدیگر را بپوشانند. روش دیگر عبارت است از ایجاد خلاء در زیر خاک برای پائین آوردن ارتفاع رطوبت.

۲ – **روش شیمیایی**: تزریق مواد شیمیایی رقیق با فشار به دیوارها در ارتفاع مورد نیاز، یک لایه عایق رطوبتی ایجاد نموده و قسمتهای بالا را از رطوبت و ضایعات آن حفاظت می کند. این روش در هلند موفقیت هایی داشته و سالیانه چندین بنا را خشکانیده اند. در این کشور مایع تزریقی از اختلات دو مایع شیمیایی رقیق که بتواند مایع ای با قابلیت ارتجاع باشد ترکیب شده است.

۳ – **روش الکترو اسمز**: این روش هم بسیار متداول بوده و در کشورهایی نظیر ایتالیا، سوئد و... مورد استفاده قرار گرفته شده است این روش پر کار و با هزینه زیاد است.

٤ – **روش کانال کشی و بلو کاژ**: این روش از گذشته های دور متداول بوده و هنوز هم به کار می آید. اساس آن بر قطع دیوارهای خارجی و یا داخلی بنا از خاک اطراف و امکان هوا دهی دیوارها می باشد. عمل بلوکاژ کف ها نیز از رطوبت به بالا جلوگیری نموده و ضایعات بر ایستایی بنا نیز همراه ندارد. با این حال این روش مانند روش کانال کشی قادر به ممانعت صعود رطوبت از ناحیه پی ها نبوده و چه بسا عملیات پر کار و هزینه بدون نتیجه مطلوب باشد.

۵ – **روش شیمیایی فیزیکی لادیکوم:** همانگونه که قبلاً گفته شد این روش توسط فیزیکدان آلمان شرقی پرفسور پوپی (Prof. Poppel) کشف گردید و معرفی آن هدف اصلی گردهمایی در دانشگاه شهر ویزمار بود و اینک مطلبی در مورد این روش جدید.

سالیان درازی است که مسأله رطوبت در بناهای قدیمی و ضایعات آن متخصصین و دست اندرکاران مرمتگر را در جهان به خود معطوف کرده است. این ضایعات که به صورت چشم گیر در بناهای مسکونی و تاریخی و فرهنگی مشاهده شده از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. در مورد بناهای مسکونی علاوه بر زیانهای مالی، لطمات به سلامتی انسانها غیر قابل چشم پوشی است.

متخصصین جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت و ضایعات آن در بناهای قدیمی و تاریخی کوشش های فراوانی به کار میبرند و روشهای مختلفی را با موفقیت های کم و بیش به کمک خود فرا خوانده اند و شرکت های گوناگونی در این زمینه به فعالیت پرداخته اند.

معمولاً با ایجاد برشی در دیوار و کارگزاری یک لایه عایق که در بعضی موارد تنها از لایه های قیر و گونی و یا پلاستیکی می باشد، سعی در قطع صعود آب به قسمتهای بالاتر بنا می شود. بدیهی است که این برش ها بایستی در ارتفاعی بالاتر از سطح زمین انجام گیرد که معمولا نتیجه مطلوب را نخواهیم داشت و می توان گفت که با توجه به پیشرفت تکنیک این روش از نظر اجرا و هزینه هم مقرون به صرفه نبوده است. این امر موجب شد که دانشمندان یا متخصصین دست اندر کار به دنبال راه حلی بهتر باشند.

اختراع مهمی که در این زمینه شد روش الکترواسمز نام گرفت که فراوان هم بکار گرفته شد و طرفداران متعددی داشت. اساس روش متکی بود بر ایجاد جریان برق در داخل دیوار خیس و هدایت آن با به کارگیری از دو سری فلزات مختلف و اتصال آنها به یک رشته الکترودهای دیگر به وسیله انجام جوش

کاری که هم طول مدت اجرا و هم پیچیدگی کار مسائلی را ایجاد می نمود و غیر از اینها ضرورت داشت که سوراخ هایی نیز در زمین ایجاد شوند تا بتوان الکترودها را با عمق آبهای زیرزمینی فرو برد که باز موجب پیچیدگی عملیات می شد، بخصوص اینکه لازم بود که گهگاه طبقاتی از بتن به کار برده شده در اطراف بناها به عنوان محوطه سازی، به سختی و زحمت زیاد سوراخ گردد.

به هر حال روشی است که با کمک جریان برق غیر متناوب سطح رطوبت پائین می آید. تا کنون همه روشهای بکار گرفته شده یک نقطه ضعف مشترک و اساسی داشته اند و آن اینکه در این روش ها دیوارها را فقط دو بعدی در نظر می گرفتند نه واقعی که سه بعدی است و این امر مسلماً بعلت مشکلات کار بوده، بطور مثال یک رشته الکترود با فلزهای مختلف در دو سطح موازی بالا و پایین دیوار مرطوب کار گذاشته و سپس بوسیله رشته های دیگری که هادی الکتریسیته بودند، به هم متصل می شدند و این کار سیستماتیک انجام می گرفت. بدین معنی که به میدانهای الکتریسیته که به صورت سه بعدی در دیوار موجود است توجهی نمی شد. به همین دلیل هیچوقت نمی توانستند یک نظر قاطع و صد در صد در مورد نفوذ آب بخصوص در دیوارهای ضخیم اظهار نمایند، ضمن اینکه در بکارگیری روش الکترواسمز ایجاب می کند که از یک منبع الکتریسیته خارجی استفاده شود.

با همکاری دانشمندان و متخصصین عملی دفع رطوبت و خشکانیدن بناهای قدیمی روش جدیدی در آلمان شرقی ابداع گردیده که در مقایسه با سایر روشهای شناخته شده و بکار گرفته شده دارای امتیازهای خاصی است.

بعنوان اولین نتایج بکارگیری این روش می توان از هزارها ساختمان قدیمی صدمه دیده از رطوبت را که خشکانیده شدهاند و نتیجه مطلوبی نیز داشته نام برد. آنچه که حائز اهمیت است سادگی و امکان

بکاربردن آن در همه بناهای تاریخی است. بناهائیکه با این روش رطوبت زدائی شده اند از نقاط مختلف با انواع مصالح ساختمانی حتی سنگ و از نوع سنگ های طبیعی سخت مثل گرانیت با ضخامت های متفاوت و چندین متری بوده است.

نفوذ آب بطور کلی به چهار نوع تقسیم می شود:

۱ -آبهائیکه به ساختمانها پاشیده می شود (آبهای سطحی، بوسیله دست، اتومبیلها و...)

۲ -آب باران و برف

۳ -آبهای ناشی از بخار (پخت و پز، تنفس و...)

٤ -آبی که از زمین های مجاور و یا از پائین پی ها نفوذ می کند.

مراحل فیزیکی در دیوارهای مرطوب:

غیر از بتن سنگین هر دیواری شامل حفره های ریز و درشت است که حجمی تا ۳۵٪ از کل حجم را می تواند داشته باشد. اما به ندرت ممکن است تمام حفره ها پر از آب باشند. با این حال مواردی بوده که در بناهای چند ساله آجری میزان رطوبت حدود ۲۰٪ درصد اندازه گیری شده و این بدین معنی است که همه حفره ها مملو از آب بوده اند. ولی معمولاً میزان رطوبت حدود ۲۰٪ وزن بوده، یعنی در یک متر مکعب دیوار حدود ۱۸۰ لیتر آب جذب شده است. در یک چنین درصد بالایی از رطوبت، ایستایی مکانیکی و خاصیت حرارتی دیوار پایین می آید. در اثر تبخیر آب از دیوارها مقداری حرارت مصرف می شود که باعث سردی اتاق ها می گردد. به همین دلیل است که ساختمانهای مرطوب از طرف ساکنین داخل آن سرد تلقی می شوند. ضمناً دیوارهای مرطوب نه تنها خاصیت جذب بیشتری را خواهند داشت بلکه در انتقال رطوبت در جهت عمودی فعالتر نیز می شوند.

آزمایشات و تجربیات نشان داده است که سرعت صعود آب در دیوارها متناسب با فاکتورهایی از قبیل قدرت جذب مصالح بنایی، تراکم، اثرات باد، خورشید و شکل سطح خارجی است. در میزان تبخیر نیز نوع روکار کاملاً موثر بوده و بعضی روکشها غیر مجاز می باشند. ارتفاع رطوبت در سطح خارجی بنا به سه متر هم می رسد و این اکثراً در مواردی است که روکار بنا غیر قابل قبول انتخاب شده است.

انتقال آب در بناها را می توان به عنوان یک حرکت دایره مانند در نظر گرفت که بوسیله سه نیروی فیزیکی انجام می شود:

۱ –فشارهای اسمزی

۲ –کاپیلاریتت (خاصیت جذب اجسام)

۳ –وجود بارهای الکتریکی

در اثر انتقال آب از پایین به طرف بالا و تبخیر شدن آن، فعل و انفعالاتی بوجود می آید که موجب تفکیک بارهای الکتریکی می شود و در بخش تسخیر بارهای الکتریکی تجمع می نمایند که این بارهای الکتریکی تقریباً بدون حرکت هستند. بارهای الکتریکی مخالف نیز در قسمت پایین، یعنی در ناحیه پی ها (آبهای زیرزمینی) جمع می شوند و این حالتی است شناخته شده که در روش الکترواسمز از آن بهره گیری شده است.

کشیده شدن یونهای مثبت به طرف یونهای منفی یعنی بالا، علت تشدید صعود آب میشود. بطوریکه دیوار مانند یک موتور آب مرتباً رطوبت را به طرف بالا حرکت می دهد. بدیهی است میزان بار الکتریکی تولید شده را می توان با دستگاههای خاص اندازه گیری نمود که حداکثر یکصد میلی ولت می باشد. بوسیله نمودارهائیکه یک طرف آن طول دیوار و طرف دیگر میزان الکتریسیته است نتایج اندازه گیریها با هم مقایسه می شوند. تابعیت میزان رطوبت و بارهای الکتریکی و پیشرفت تکنیک و کارهای آزمایشگاهی

متعدد دانشمندان را به راه حلی مطلوب جهت جلوگیری از صعود رطوبت و خشکانیدن بناهایی هدایت نموده که تشریح آن از نظرتان می گذرد.

اساس این روش بر این پایه است که اگر در دیوار مرطوبی میله های فلزی تعبیه شوند، بعلت خاصیت جابجایی سریع یونهای فلز دو قطبی شدن آن و تجمع الکترونهای فلز در جهت عکس بارهای الکتریکی دیوار و عمل خنثی سازی یک ناحیه الکتریسیته خنثی در دیوار مرطوب به وجود می آید که مانع عبور ذرات آب می شود و این بدین معنی است که پمپاژ آب از کار افتاده است.

در داخل دیوار مرطوب سوراخی تعبیه می شود، مثلاً بصورت مایل از بالا به پایین و با یک زاویه معین، این سوراخها به منظور جایگذاری میله ها می باشند. پس از جایگذاری میله ها، سوراخ مجدداً با ملات پر می شود. در دیوارهای نازک ایجاد سوراخ ضروری نیست، بلکه شکافی عمودی از داخل و یا از خارج دیوار کافی خواهد بود. با توجه به اینکه تأثیر هدایت رطوبت یونهای مثبت و منفی خیلی بیشتر از جذب و انتقال مولکولهای آب از طریق مصالح ساختمانی است، در حالتی که عمل تبخیر که بستگی به رطوبت و دمای هوای محیط، نور خورشید و جریان هوا دارد، بدون وقفه ادامه دارد. عمل صعود آب رو به کاهش می گذارد و خاصیت پمپاژ متوقف می شود. یعنی رابطه مقدار تبخیر مساوی است با نفوذ آب به داخل دیوار مرطوب موجودیت خود را از دست می دهد. با این روش خشکانیدن بناها نیازی به سایر عملیات متداول دیگر نیست، فقط ضرورت دارد که سطوح خارجی قسمتهای مرطوب در مجاورت هوا قرار گیرد و مانعی در جبهه عمل تبخیر موجود نباشد.

تعداد، قطر و فاصله میلگردها وطول مدت عمل خشک شدن بستگی به درصد رطوبت، وضعیت جوی، ضخامت دیوارها و ارتفاع رطوبت دارد که بایستی قبلاً محاسبه شوند. در شرایط عادی و با در نظر گرفتن رطوبت مجاز مدت زمان لازم بین سه تا دوازده ماه می باشد که در آن با بکارگیری این روش ساده

می توان رطوبت را در ارتفاع دلخواه و مورد نظر ثابت نگه داشت و از این حد به بالا را طبیعی و یا با کمک گیری سایر امکانات موجود خشکانید. امتیازهای فنی و اقتصادی این روش با مقایسه سایر روشها عبارتنداز:

۱ –تقلیل میزان کار

۲ –حذف کارهایی از قبیل جوشکاری، ایجاد سوراخهایی در زمین اطراف و عمل پر نمودن با فشار

۳ –عدم تخریب در بنا

٤ –قرار نگرفتن بنا تحت فشارهای غیر مکانیکی و الکتریکی

٥ –هزینه کم

٦ –سهولت عملیات

۷ –قطع صعود رطوبت از ناحیه پی ها

۸ –مدت زمان تاثیر تقریبا نا محدود

با این روش در کشور آلمان شرقی تعداد بی شمکاری از خانه های مسکونی قدیمی، چند موزه تاریخی و ساختمان های تاریخی و تعدادی از بناهای تاریخی رطوبت زدایی شده است که از آن جمله می توان به قصرها، کلیساها، برج ها و بناهای قدیمی در مجاورت بنادر اشاره نمود. گفته شد که استفاده از این روش اخیر در کشور های اروپایی نیز متداول گشته و نتایج قابل قبولی به دست آورده اند. در خاتمه توجه به چند نکته مهم در اندازه گیری و دفع رطوبت از بنا های تاریخی ضروری است:

۱– امکان دادن تنفس به دیوار ها و تهویه بنا برای خشکانیدن سریع و موثر ضروری است

۲– دفع هر گونه خاکریز از اطراف و داخل بناها

۳– پاک نمودن برف از اطراف بناها و هدایت هر گونه آب به محلی دور

٤– تشخیص منع نفوذ آب ضروری است

٥– بررسی و تداوی هر دیوار به طور جدا گانه انجام شود

٦– لازم است میزان نمک های موجود در دیوار قبلا تایین گردد که با سه درجه کم و متوسط و زیاد اعلام می شود که مورد اول خوب، مورد دوم قابل بررسی و مورد سوم غیر مجاز می باشد.

۷- اگر میزان نمک ها در دیوار زیاد باشد باید قبلا نمک زدایی نمود

۸- تمییز نمودن شوره ها با برس انجام می شود و نه با آب، چون در غیر این صورت نمک ها در آب حل شده و مجددا وارد دیوار می شوند

۹- نمک زدایی از بنا را می توان با بکارگیری از الکترود های مخصوص و عبور دادن جریانی بیش از ۵۰ ولت انجام داد درصد رطوبت بنا را فقط زمانی می توان تقلیل داد و یا به حد خشکی رسان که هوای محیط امکان آن را بدهد. بطور مثال رطوبت زدایی دیوار با ۲۰درصد رطوبت در محیطی که درجه رطوبت هوا بیش از ۵۰ درصد باشد ممکن نخواهد بود.

نکات کلی بحث:

۱- نمایش مهمترین علل ایجاد رطوبت در بناهای قدیمی

- آب باران و برف بام
- آب های سطحی اطراف بنا
- آب های تبخیر شده داخل بنا
- صعود آب از پی ها

۲- یک دیوار مثلا آجری می تواند چند صد لیتر آب در هر متر مکعب خود جذب کند، علل آن می تواند مخفی باشد.

۳- جهت حرکت آب از پایین به بالا و تبخیر آن در اثر این انتقال و با گذشت زمان در دیوار میدان الکتریسته ای ایجاد می کند که عملکرد یک بمب آب را داراست.

الکترود های فلزی جا سازی شده در دیوار بصورت دو قطبی (Dipole) درآمده و با خنثی سازی بارهای الکتریکی دیوار، جریان موجود را قطع می نماید و در حالی که تبخیر طبیعی ادامه دارد به تدریج بنای مرطوب خشکانیده می شود.[1]

جمع بندی

[1] مجله اثر، خسرو شاهیان، محمود، شماره های ۱۲ و ۱۳ و۱۳۶۵،۱۴

آنچه تا کنون ارائه گردید مباحثی بود در زمینه شناخت مبحث رطوبت، بررسی عوارض و عوامل مخل و چگونگی درمان آن. در مبحث درمان هم به برخی از انواع روش های سنتی و جدید درمان اشاره شد. در مورد خاص ایران باید توجه داشت، یکی از اصول حاکم در زمینه درمان رطوبت ایجاد کوران هوا در بنا بوده است، گرچه برای خشت که عنصر اصلی بناهای قدیمی و تاریخی ایران، میزان اندکی رطوبت ضروری و مورد نیاز است، در زمینه مرمت و احیاء بناهای قدیمی همواره باید به این اصل توجه داشت که از تدابیر فنی که منجر به عدم ایجاد کوران می گردد، شدیدا اجتناب نمود (مثل ایزولاسیون با قیرگونی در کف ها، نصب سنگ و... و دیگر تکنولوژی های جدید ساختمانی که به کوران لطمه می زند).

میزان قلیل رطوبت و وجود کوران هوا، در غیاب تکنولوژی جدید سرمایش (کولر و...)، در گذشته زمینه زندگی مطلوبی را در فصول گرم فراهم می آورد. توجه به این مساله، امروزه نیز می تواند، زمینه ساز تامین محیط سالم زندگی راحت در بناهای قدیمی گردد. میزان رطوبت در این رابطه باید دقیقا مدنظر قرار گیرد تا نتواند هم به بنا و هم به ساکنین آن لطمه زند.

بخش هفتم:

انواع متعارف آسیب دیدگی

ما با روشهای قدیمی در رنگ دوباره روی الوارها، آشنایی لازم را داریم. البته عمر رنگهای پلاستیکی ناشناخته بوده و عملکرد پوشش های جدید ناشناخته می باشند. رنگ هایی که با آب رقیق می شوند وقتیکه برای رنگ دوباره یک سطح بکار می روند اغلب دارای خاصیت چسبندگی ضعیفی میباشند. در حال حاضر بیشترین مصرف و کاربرد را رنگهای گروه ALKYD دارا می باشند تا رنگهای روغنی، اما

شکنندگی بیشتری در موقع پوشش دارا می باشند. اگر چوب به علت بنا بودن سیستم انتقال آب باران یا فاضلاب در یک زمان متناوب آب را جذب کند دچار پوسیدگی می گردد همچنین اگر چوب رطوبت را از طریق پوشش چمن مرطوب بگیرد قسمت های انتهایی آن بیشتر دچار آسیب می گردند.

تعمیرات و نگهداری:

یک خانه چوبی قدیمی ممکن است که یک حالت فقیرانه یا خرابه را تداعی کند که اغلب آن مربوط به پوسته بیرونی است که دچار آسیب دیدگی میشود. احتمال خطر ریزش اسکلت داخلی کمتر است. یعنی ممکن است که احتمال ریزش پوسته بیرونی بیشتر باشد. وقتیکه منبع رطوبت انتقال داده شود تعمیر سطوح پوشش بیرونی فقط بوسیله رنگ آمیزی کافی نیست بلکه به ندرت احتیاج به قطع یا تزریق جهت حفاظت الوارها میباشد. چوب از نظر ماده بودن دارای خاصیتیی می باشد که این اجازه را به تعمیرات میدهد که بدون آسیب دیدگی به ایستایی ساختمان نمای آنرا بهبود بخشیم. الوارهایی که تهویه می شوند کمتر مورد آسیب واقع می شوند. همجواری الوارها با رطوبت به مدت طولانی با خود خسارات بسیاری را به همراه دارد.

اغلب تکه های الواری پوسیده را در دیوارهای قدیمی که عموماً بوسیله رطوبت پوسیده شده است می یابیم. الوارهایی که بعنوان سازه و پی در داخل زمین قرار گرفته اند به آسانی مورد حمله قارچها واقع می شوند چون که در زیر زمین تهویه صورت نمی گیرد.

قارچ های MERULIUSE LACRIMANC بیشترین تهدید را برای الوارها دارند و نیز قارچ های مشابه این نوع قارچ بسیار یافت می شود. (Coniophora Putuiana).

الوارها به وفور تحت حمله حشرات قرار می گیرند. دو نوع از سوسک (Long homed) و (Death watch) تنها موردهایی هستند که سلامت ساختمان را به شدت تهدید می کنند.

این سوسکها با توجه به شرایط جغرافیایی فقط در بخشی از سوئد که در آنجا شرایط جوی برای آنها بسیار مساعد است یافت می شوند.

- سوسک (Long honed) فقط در ساحل بالتیک تا Gavel پیدا می شود:

این سوسک زندگی خود را به صورت کرم در درون الوارها آغاز می کند وقتی که این کرم تبدیل به یک بچه سوسک می شود از سوراخ هایی که در درون الوار به جا می گذارد کاملا قابل مشاهده است.

- سوسک (Death watch) خود را با صدای تیک تیکی از جویدن ساختن مسیر عبور ایجاد می کند پدیدار می کند و توده ای از خاک اره در زیر الواری که مورد حمله واقع شده است به جا می گذارد.

Korsabruk و Dalecarlia، آسیاب چکشی – "اواسط قرن نوزدهم "

از الوارها فقط برای ساختن ساختمان استفاده نمی شود بلکه بر حسب رسومات موارد بسیاری وجود دارند که با الوار ساخته شده اند و چیزی بر جای مانده است باید برای نسل های آینده محافظت شود.

ساختمانهای چوبی:

چوبهای مرطوب که با درجه بالای غلظت هوا ترکیب می شوند دچار پوسیدگی می گردند همچنین مهم است از اینکه مطمئن باشیم که قسمتهای چوبی تماما در آب قرار دارند (در پی ها) و یا در جائی هستند که کاملا تهویه می شوند که خشک بمانند. پوسیدگی یک مورد عمومی در چوبها است و باید مقدار آن را جهت جلوگیری از پوسیدگی اندازه گیری نمود. حمله حشرات به چوب مخاطره آمیز است ولی عملکرد درست، بریدن قسمتهای آسیب دیده نمی باشد.

طراحی و عملکرد:

در اعصار اولیه بیشتر ساختمان ها غالبا از چوب تشکیل شده بودند حتی در ساختمانهایی که به عنوان ساختمانهای سنگی می شناسیم در قسمت هایی مثل خرپاها و سقف آنها از چوب استفاده شده است. در طراحی الوارها حتی در دوران اولیه قطعات ضخیم چوب به قطعات کوچکتر جهت ساخت تبدیل می شوند. استادکاران در آن روزها سعی می کردند که از مغز چوب و تنه های درخت های خشک شده استفاده کنند که محکم ترین چوب ها جهت کار می باشند. بیشترین استفاده در صنعت چوب از همین مغز چوب بوده که به طور طبیعی در برابر حمله حشرات و پوسیدگی مقاومت می کند. تنه های چوبی قدیمی اغلب دارای یک حالت خمیدگی می باشند با این وجود این مورد به تنهایی خطری برای ریزش ساختمان نمی باشد. یک خمیدگی در تنه های چوبی، در همان سالهای اولیه به دلیل تحت بار قرار گرفتن ساختمان بوجود می آید. بعد از آن تنش های بیشتر به آهستگی صورت می گیرد.

الوارها اغلب به وسیله حشرات مورد حمله قرار می گیرند این حشرات خیلی وابسته به شرایط آب و هوایی می باشند و در نقاط خاصی معمولا پیدا می شوند. جاهایی که شرایط آب و هوایی مناسب برای رشد آنها باشد از دیگر حشرات می توان به سوسکها و انواع خاصی از آنها اشاره نمود.

تعمیرات و نگهداری:

قسمت های پوسیده الوارها یا باید به طور کامل یا قسمتی از آن تعویض گردد و اغلب از چوب یا آهن جهت تقویت استفاده می گردد. الواری که بوسیله حمله حشرات آسیب دیده باید جهت دور نمودن حشرات ضد عفونی گردد (از طریق دود). الواری که جابجا کردن آن سلامت سالختمان را تهدید نمی کند. باید تحت فشار عایق شود یا اینکه بوسیله متخصصان مربوطه با تزریق انواع مختلف سموم حفاظت شوند.

قسمت هائی که مورد حمله قارچ ها قرار می گیرند باید در معرض نور و هوا قرار گیرند که این عملیات معمولا با بکارگیری مواد سمی نیز همراه است. اگر پوسیدگی باعث ضعف در حالت ایستائی ساختمان شود تعویض قطعات یا استحکام بخشی، مورد نیاز می باشد.

آسیب دیدگی دیگری که معمولا دیده می شود به وسیله قارچ های نوع Merulius lacrimanc به وجود می آید که اکثر قطعات آسیب دیده باید تعویض گردند.

نماهای سنگی و اندود شده (پلاستر):

تخریب چوب های ساختمان از طریق انواع قارچها

روشهای استحکام بخشی به الوارهای چوبی اسیب دیده

- اندود آهکی را به طور مرتب به کار ببرید زیرا دیوار را خشک و در یک حالت نرمی نگه می دارد و از نقطه نظر تاریخی نیز حائز اهمیت می باشد و برای تغییر رنگ و تعمیر، به کارگیری آن ساده می باشد، همچنین آسیبی به ساختمان نمی رساند.
- سفید کاری نما را در زمان مناسب انجام دهید.
- نوع دیگری که از نظر عملکرد به اندود آهکی نزدیکتر است ترکیبی از آهک و سیمان می باشد که بعد از آن لعابی از مخلوط سیمان (خیلی کم) و آهک روی آن کشیده می شود.
- از کوبیدن اندود (پلاستر) خود داری کنید.
- ساختمان های قدیم احتیاج به تنفس دارند
- از ساخت اندود به صورت خیلی سفت خودداری کنید. در ساختمانهای قدیم حرکت و تنش های درونی وجود دارد.
- در رابطه با استفاده از مواد دافع آب دقت عمل نمائید، زیرا که نتیجه ممکن است اغلب مخالف آن چیزی باشد که ما انتظار آنرا داریم.
- در موقع شستن نماها دقت عمل به خرج دهید و فقط از آب پاک و تمیز استفاده نمائید.

طرح و عملکرد:

نمای بیرونی یک لایه پوست برای ساختمان می باشد و ساختمان را در برابر واکنش های بیرونی حفظ می کند. نما باید دارای مقاومت در برابر باران ها و تغییر حالات آب و هوا، باد، تغییرات دما و سایر فشارهای خارجی باشد بدون اینکه یک صدمه خیلی جدی ببیند. هم چنین باید طوری طراحی گردد که آب باران نتواند در اسکلت اصلی ساختمان نفوذ کند. هم چنین باعث بروز ریزش نمای ساختمان نگردد. نمای ساختمان هم چنین باید قادر به تنفس باشد و تنش ها و حرکت های معمولی را در خود عبور داده بدون اینکه به نمای بیرونی آسیب وارد آید. سطوح نما ممکن است از یکی از مصالح ساختمان تشکیل شده باشد، مثل آجر یا سنگ طبیعی. این دو نوع مصالح ذکر شده دارای خاصیت حفاظت در برابر آب و هوا بوده و به طور طبیعی بدون یک پوشش دیگر می توانند ساختمان را حفظ کنند.

با این وجود اغلب نماها دارای پوششی از رنگ یا پلاستری جداگانه می باشند. نوع قدیمی رنگهای لعاب عبارتند از دوغابی از آهک و حتی نقاشی با نفت خام که دارای ارزشهای منحصر به فرد بوده که نوع جدید نقاشی با پلاستیک ها فاقد آن می باشند.

اندود خالص آهک در قرن حاضر هم روش خوبی برای کلیه کارهای اندود کاری هم در داخل و هم در خارج ساختمان به شمار می رود. خواص اندود آهک از اندودی که با سیمان امروزه به کار گرفته می شوند متفاوت می باشند بطوریکه مقداری از رطوبت خیلی سریع خشک می شود و خطری برای پلاستر با مواد زیر آن ایجاد نمی کند یک لایه کوبیده شده پلاستر (همراه با سیمان) دارای خاصیت ذکر شده نیست.

بطوریکه اگر در یک دیوار قدیمی بکار گرفته شود در وضعیت رطوبت تعادل ایجاد نخواهد کرد و احتمال آسیب وجود دارد.

پلاستر آهکی دارای نرمی و لطافت بیشتری نسبت به پلاستر سیمان می باشد. درجه انعطاف پذیری یک خاصیت در سطح آن می باشد که باعث میگردد به حالت سخت در نیاید. با توجه به افزایش مقدار سیمان تعداد نرمی در پلاستر کاهش می یابد.

یک اندود با درجه غلظت بالای سیمان دچار یک سختی و سفتی می شود که قار نیست تکان هایی را که در الوارهای قدیمی وجود دارد در خود تحمل نماید و باعث بروز ترک هایی خواهد شد. چسبندگی به مواد زیرین اغلب خوب می باشد. پلاستر روئی نباید محکم تر و سفت تر از دیوار زیرین باشد بطوریکه در صورت تعمیر و برداشتن نما، آسیبی به دیوار زیرین نرسد.

معمولا ترک در درون دیوارها خود عامل خطری می باشد برای از بین رفتن پلاستر (اندود گچ) در ساختمان های قدیمی، یک اندود بدون خاصیت انعطاف، در برابر تغییرات دمای بیرونی عکس العمل

مناسبی انجام نمیدهد، فشارهای وارد در ظرفیت چسبندگی پلاستر تأثیر دارند و باعث بیشتر سخت شدن آن می گردد همچنین خطر افزایش گشادی ترک ها. نرمش پذیری موجود در اندود های قدیمی آهکی احتمالا دلیلی می باشد برای ماندن این نماها برای صدها سال با وجود چسبندگی ضعیف آنها.

نماها نسبت به سایر قسمت های ساختمان خیلی بیشتر در معرض آب باران قرار دارند که یک مقدار کم از آن جذب شده و مقداری هم دفع می گردد. همچنین مقداری از آب هم از طریق پلاستر به دیوار زیرین نفوذ می کند و باعث گسترش بیشتر آن می گردد. مقدار حجم آب نفوذ یافته در لایه اولیه (نما) باید به مقدار کمی باشد. ظرفیت بالای پلاستر برای انتقال رطوبت در خشک شدن نقش مهم تری دارد. این عمل مکش به این معنی خواهد بود که دیوار خیلی سریع میتواند خشک گردد.

نماهای جدید با ترکی سیمان مقدار کمی از آب را جذب نموده و خلل و فرج پلاستر به طور کامل اشباع نخواهند شد. طبله در درزها شکل میگیرند و طبقه هوا بعد از شکل گیری در بیرون از یک درز کوچک خواهد ماند و از نفوذ آب جلوگیری میکنند. یک پلاستر باید دارای خاصیت دفع رطوبت جذب شده به طور خیلی سرع باشد. بطوریک یک حالت حفاظت را برای نما ایجاد کند. نه فقط تعداد و اندازه منافذ بلکه طبیعت سطح نما در رابطه با مورد ذکر شده فوق موثر می باشد.

انواع متعارف آسیب دیدگی:

آلودگی هوا یک تهدید جدی برای سنگ به شمار می رود به خصوص سنگهای آهکی و نوع دیگر سنگهای ظریف. اسید سولفوریک رها شده در اتمسفر محیط که بر اثر وسایل نفت سوز و مراکز صنعتی بوجود می آید به کربنات موجود در سنگ حمله نموده و باعث تغییر شکل در آن می گردد.

موارد یاد شده بالا در ارتباط با وضعیت آب و هوا بوده و یکی از مهمترین و مشکل ترین مسائل برای تلاش در جهت حفاظت ساختمانهای قدیمی می باشد. بطوریکه میدانیم در مصالح تعداد زیادی از ساختمانهای قدیمی از سنگ آهکی و یا سنگ های شنی استفاده شده است.

وضعیت جوی هوا در ملات درزها تأثیر می گذارد بطوریکه همانطور که می دانیم بیشترین ملات درزها از آهک، سیمان یا بتن تشکیل شده است که این مواد نیز دارای کربنات ها می باشند. یک نما با پوشش سنگ طبیعی که دچار آسیب دیدگی از طریق وضعیت جوی هوا شده نباید بوسیله سنگ های حجاری یا قالب گیری شده (Cast Stone) تعمیر گردد.

سنگ حجاری شده خواص مشابه سنگ های طبیعی نمونه اصلی را ندارد. سنگ حجاری شده اغلب بدون خلل و فرج می باشند و رطوبت نفوذ یافته را در خود نگهداری می کنند. رطوبت جمع شده در پشت قسمت های تعمیر شده ممکن است باعث ترک در سنگ در مواقع یخبندان یا حالت شوره گردد و همچنین ممکن است با حمله به اتصالات، باعث فساد تدریجی گردد و آسیب دیدگی اتصالی را بدتر کند. سنگ حجاری شده ممکن است باعث تغییر رنگ گردد.

ترک هایی که بر اثر عوامل غیر ایستایی در ساختمان وجود آمده موجب نفوذ آب باران در آنها می شود رطوبت که در پلاستر بدون خلل و فرج نفوذ یافته، پشت آن جمع شده و دفع رطوبت نفوذ یافته در آن مشکل می باشد و این عمل باعث آسیب در دیوار و پلاستر آن می گردد. در یک پلاستر با خلل فرج

مثل پلاسترهای آهکی، رطوبت نفوذ یافته در ترک خیلی راحت تبخیر میگردد. ساختمان های قدیمی اغلب مقدار متناوبی از رطوبت را دارا بوده و ساختمان باید در وضعیتی باشد که عمل تبخیر در آن صورت گیرد.

اگر در دیوار چینی از مواد دافع آب (water repllent) مثل سیلیکون یا مواد مشابه استفاده شود، یا اینکه یک لایه غیر منفذ دار در آن بکار رفته باشد، باعث کم شدن خروج رطوبت به طور موثر می گردد. سپس رطوبت عملا از طریق ترک های کوچک و بزرگ خارج می شود. بوجود آوردن یک جدار در قسمتهای آسیب دیده دیوارها در سطوح خارجی، باعث افزایش خطر آسیب دیدگی بوسیله حرکت مسیر رطوبت به سطوح داخلی می گردد. رطوبت باید از ساده ترین مسیر خارج گردد. بکار نبرن مواد دافع آب به عنوان درمان همچنین باعث بروز لکه های پیش بینی شده در روی نما میگردد. سطوحی که در برابر باران قرار دارند تمیز شستشو می شوند و قسمت هایی که نیستند دچار لکه می گردند.

تعمیرات و نگهداری:

نباید فورا اقدام به تمیز نمودن لکه های سطوح آجری و سنگی نمود تا زمانیکه واقعا نیاز باشد بیشترین روش های امروزی باعث آسیب دیدگی بیشتر می گردند تا جلوگیری از آن، روش شیمیائی هم بصورت اسید و قلیایی و در بعضی مواقع ترکیبی از آنها اغلب برای شستشوی نماها بکار می رود. تجربه بدست آمده در پاریس برای مثال، در حدود ۶۰ سال قبل وقتی که دولت درخواست شستشوی نمای مورد نظر را نمود به ما نشان داده است که واقعا روش مقبول در شستشوی نماها عبارت است از شستشوی آنها با آب تمیز. این کمترین خسارت را در بر دارد. در پاریس مواد شیمیایی در شستشوی ساختمان های عمومی و تاریخی به تدریج منع شده است (هم چنین کاربرد مواد دافع آب مثل سیلیکون).

در تعمیرات با قطعات سنگهای جدید باید این سنگهای جدید در یک حالت رضایت بخشی با سنگهای قدیمی باشند. در تعمیرات پلاسترها (اندودها) باید پلاستری را با همان ترکیب مشابه پلاستر موجود بکار برد. ترکیب پلاستر سطوح مهم می باشد هم از نقطه نظر نفوذ و هم ترکیب مواد. سطوح آهکی قدیمی، جنبه های زیبایی خود را برای سالها حفظ می کنند علی رغم این واقعیت که به علت آلودگی هوا خرد می گردند. لعاب های جدید بکار رفته در نماها اغلب از ترکیبی از سنگ مرمر خرد شده تشکیل یافته و باعث یک ترکیب خشن تر می گردد و لکه در آن اندک اندک شکل میگیرد، ساختمان های قدیمی با وجود پایداری دارای تنش و حرکت می باشند و نباید پوشش بیرونی آنها فاقد خمش پذیری باشد و آنها اغلب احتیاج دارند که رطوبت جذب شده در خود را رها کنند و پلاستری که در آن خلل و فرج مشاهده نمی کنیم زیان آور است. پلاسترها با یک مقدار زیاد آهک و مقدار کم سیمان در تمام موارد توصیه می گردند. پلاسترهایی نظیر بتن و سنگ های آهکی، در مقابل تأثیر اسید سولفوریک موجود در هوا می باشند. پلاستری که حاوی درصد بیشتری از کربناتها است سریع تر فاسد می شود.

آبروهای بام:

- تمام آبروهای شیروانی، لوله ها و حوضچه های صدمه دیده باید تعمیر گردند.
- هدایت و زهکشی آب حتی در طبقه همکف به نقاط دورتر صورت گیرد.
- اطمینان از قرار گیری قسمتهای الحاقی ساختمان در حالت شیب نسبت به نماها.
- تمیز نمودن و نگهداری نمودن سقف و دیوارها.

طرح و عملکرد:

پیشامدگی های لبه بام طوری طراحی میگردند تا که آب باران از سقف بدون صدمه زدن به ساختمان به بیرون هدایت شوند. نخست سایبان ها کار هدایت آب به بیرون را از طریق سقف بدون تماس با نما انجام میدادند، بعدا آبروهای شیروانی بوجود آمد و همچنین لوله های فاضلاب اضافه گردید.

آب در یک مسیر مشخص باید به طرف زمین هدایت گردد اما جهت جلوگیری از جمع شدن آب در زیر زمین، آب باید بوسیله کانال (طبق شکل) هدایت گردد یا در یک شبکه جمع گردد. در حال حاضر آب باران بوسیله لوله به سیستم فاضلاب می پیوندد. اگر طراحی بگونه ای باشد که آب را هدایت نکند آب حاصل از باران یا برف روی آب چکان ها و قرنیز پنجره ها جمع خواهد شد.

انواع متعارف آسیب:

در زمستان وضعیت یک سقف که به طور مطلوب توسط هوای بیرونی تهویه نشده و از داخل تحت هوای گرم قرار دارد. باعث می شود که برف روی سقف آب شود و از آنجائی که دیوارهای بیرونی، آبروهای بام و لوله های فاضلاب دارای یک درجه دمای پائین نسبت به دمای سقف میباشند، برف آب شده یخ می بندد. یخ خود عامل ترکیدگی لوله ها و تخریب آبروهای بام میباشد. یخ سفت شده خود عمل یک سد را انجام میدهد و باعث میشود تا برف آب شده به جای خروج از طریق آبروها در داخل ساختمان نفوذ کند. سقف های فلزی اغلب دارای یک آبرو بام در داخل دیوارها یا آبرو بیرونی می باشند که بر اثر وزن یا تحت تأثیر سردی برف خارج شده از آنها، دچار خمیدگی می شوند. آبروها و لوله های آسیب دیده یا کج بسته شده به معنی این است که رطوبت می توان نماها را تخریب کند، انتخاب نوع فلز نیز مهم می باشد، مس دارای کارائی می باشد ولی آب عبور شده از روی آن باعث فساد در قسمتهای آهنی و بوجود آمدن

لایه از زاج روی آن می شود، در صورت کاربرد ورق های مسی می بایست یک لایه از رنگ حاوی روغن برزک روی آن بکشیم.

تعمیرات و نگهداری. مشکل شکل گیری یخ در آبروها ممکن است باعث یکسری مسائل شود، یک روش ممکن این است که آبرو را بوسله یک کابل الکتریکی حرارت دهیم. تمیز نگه داشتن لوله ها و آبروها مانع از برگشت و قرار گرفتن جریان آب در یک حالت دوران میگردد. قرنیزهای کوچک آسیب دیده باید تعویض گردند آنها میتوانند در فساد لایه نما کمک کنند. قرنیزهای قدیمی نیز میتوانند تعویض گردند و روش های معقولانه تر بکار گرفته شود تا با شرایط ساختمان سازگار باشد. کاربرد قرنیزهای پنجره به شکل فلزی در روی نما کاریهای قدیمی اغلب به طور نرمال در حفاظت ساختمان کارساز و مفید میباشد. اگر پلاستر نما در ارتباط مستقیم با فلز قرنیز میباشد میبایست جهت جلوگیری از جمع شدن آب، فلز یک یا دو سانتیمتر بالاتر گذاشته شود و فقط در قسمت انتهائی به نما اتصال یابد.

سقف ها:

- ترمیم و بستن همه سوراخها در اسرع وقت.
- یک سقف سوراخ شده میتواند به سرعت باعث خرابی یک ساختمان گردد.
- یک سقف با کارائی مناسب دارای یک پوشش بیرونی ضد آب می باشد و همچنین سطح داخلی آن در یک حالت خنکی و سردی و نیز تهویه، خوب میباشد.

طرح و عملکرد سقف ها:

سقف یک حفاظ مهم در برابر باران و برف برای ساختمان میباشد، و باید آب باران را به سطح بیرونی هدایت کند. سقف نقش مهمی را در ادامه عمر یک ساختمان دارا می باشد. در زمان حال تعریف سقف عبارت است از یک سطح سخت که از نفوذ رطوبت جلوگیری میکند.

همچنین در یکسری از سقف ها قبل از پوشش فلزی و قیر از پشم شیشه جهت ضدآب نمودن پوشش استفاده میشد. علی رغم بستن شکاف های آسیب دیده در بیرون، باز احتمال ورود لکه های آب وجود دارد و فضای زیرین باید دارای تهویه کافی باشد تا امکان تبخیر رطوبت را اندک اندک بوجود آورد. اجزا تشکیل دهنده سقف باید خشک باشند تا از آسیب دیدگی قسمت زیرین آن توسط سرما و پوسیدگی، جلوگیری شود. البته این مورد بیشتر در رابطه با سقفهائی است که مواد مهم آنها را نباتات تشکیل داده باشد مانند چوب، کاهگل و نیز میتوان آجر را در همین رابطه نام برد. یک سقف بدون منفذ در ساختمان احتیاج به تهویه خوبی در قسمتهای زیرین خود دارد به طوریکه پوسیدگی در مجموعه سقف رسوخ نکند.

تهویه عالی در قسمت های مهم، مثلا بالای طاقهایی که دارای هوای گرم و مرطوب هستند بسیار ضروری است. در زمانهای اولیه شکل گیری ساختار سقف ها اغلب بدون لایه واسطه است.

۱.سقف های سفالی قدیمی. این سقف ها از سفالهای خوابانده شده روی اسکلت چوبی میباشد که به وسیله ملات آهک به هم اتصال یافته اند و اغلب بوسیله طناب هایی از موی حیوانات به هم وصل می شدند. اگر ساخت سقف نزدیک به اتمام باشد قدرت ملات به کار رفته از نظر سختی باید کمتر از قدرت سفال ها باشد، در غیر این صورت در اثر تغییرات دما سفالها دچار ترک خوردگی میگردند.

۲. سقف کاهگلی یک سقف کاهگلی از یک لایه ضخیم که بوسیله پوشال به اسکلت سقف بسته شده است، تشکیل شده است. حصیر یا پوشال ها به صورت مایل برش داده شده تا که سطحی بوجود آید که کاهگل آب را به بیرون از ساختمان هدایت کند و آن را جذب نکند. اکثر این اجزا به یک لایه تخته ای که در زیر قرار دارد متصل هستند.

۳. از قرن ۱۸ به بعد بیشترین نوع سقف ها از نوع پوشش های فلزی بوده، این نوع سقف احتیاج به اسکلت بندی و نیز اجزائی در زیر آن جهت قرار گرفتن در یک وضعیت مناسب را دارد. سقف های فلزی، کما بیش ضد آب میباشد و احتیاج به یک تهویه خوب در فضای زیرین دارند. سقف های توفال همچنین احتیاج به یک لایه زیرین دارند که از تخته های چوبی ساخته شده اند و نیز شکافهایی برای تهویه در بین این تخته ها باید در نظر گرفته شود، تا از پوسیدگی توفال جلو گیری کند.

انواع متعارف آسیب دیدگی:

نفوذ آب و جمع شدن آن در دیوارها و اسکلت چوبی بیشترین نوع آسیب دیدگی به شمار می آید، فضاهای خشک با تهویه مناسب و وضعیت ایستایی مناسب کمتر دچار آسیب دیدگی می شوند.

سقف های سفالی: ریزش قطعات در سقف های سفالی معمولا علت اصلی عدم سالم ماندن آنها است. تراوش یا چکه از طریق ترک ها و سوراخ های بوجود آمده در سفال ها بروز می کند. اگر سقف ها فاقد یک لایه زیرین از قیر باشد درمحل تراوش و چکه، احتمال ایجاد آسیب دیدگی جدی به وجود می آید. اگر سفال ها از سقف ها فرو ریزند نفوذ رطوبت در لایه های داخلی و فضاهای زیرین باعث پوسیدگی لت ها یا تخته های چوبی زیرین آنها می شود و قادر به حمایت و نگهداری سفالها نیستند.

سقف های کاهگلی: اگر از یک سقف کاهگلی به خوبی محافظت کنیم یک سقف خوب و ایده آل است. اگر سقف کاهگلی دچار آسیب دیدگی شود آب به سرعت داخل لایه های زیرین و حصیر ها شده و باعث پوسیدگی در داخل میشود.

سقف های ورق فلزی: سقف های فلزی، (چه ورق های آهنی چه مسی) در برابر مقداری اسیدسولفوریک موجود در هوا قرار دارند. ورق های فلزی فاقد لایه رنگ، دچار فساد سریع خواهند شد.

میخ های فلزی وقتی که در ورق های فلزی به کار گرفته می شوند اغلب دچار زنگ زدگی میشوند (توضیح. منظور از میخ فلزی steel nail مواردی از قبیل پیچ، پرچ، میخ و یا غیره می باشد). سقف فلزی بدون اتصال محکم در بادهای شدید به آسانی شکسته خواهد شد. پارو نمودن سقف ها یکی از آسیب هایی است که به سقف های فلزی وارد می شود. وسایل به کار گرفته شده باعث از بین رفتن و بوجود آمدن سوراخ و زخم خوردگی در فلز میگردند. نوع مهم دیگر صدمه دیدگی است که در ارتباط با ترکیب غلط اجزا یا مواد در سقف بوجود می آید.

سقف های توفال: خزه ها اغلب در قسمت پائین سرازیری توفال شکل میگیرند، در جائی که بدترین وضعیت برای خشک شدن قرار دارد. یک پوشش از قیر از رشد خزه ها جلوگیری خواهد نمود. اما مهم آن است که از نوع قیر چوب استفاده شود. قطران، بی منفذ بوده و از تنفس توفال ها جلوگیری نموده و سبب آسیب دیدگی می گردد. میخهای به کار رفته برای بستن توفال ها اغلب دچار زنگ زدگی می شوند و باعث بیرون آمدن توفال می شوند البته نباید چکش زدن به طریقه غلط میخ ها را فراموش نمود که باعث نصف شدن و قطع شدن توفال ها شده و موجب نفوذ آب به میخ ها میگردد.

تعمیرات و نگهداری: اگر شخصی وضعیت تعادل آب و هوای ساختمان را بوسیله تغییر، در وضعیت موجود آن بهم بزند، مثلا قرار دادن لایه های چوبی در زیر آن، یا تغییر حالت تهویه، یا گذاشتن یک لایه بدون منفذ در زیر سقف قدیمی، احتمال آسیب دیدگی در چند سال آینده وجود خواهد داشت. قطعات آسیب دیده باید هر چه زودتر تعویض گردند. در ساختمانهای جدید باید لایه ای از گونی در زیر قیر قرار گیرد. در جائی که گونی آسیب دیده در زیر قطعات سقف قرار میگیرد باید محل های سوراخ شده سقف از

داخل بوسیله ملات گرفته شود. یک سقف کاهگلی که عمر آن بین ۱۵ تا ۲۰ سال می باشد باید هر سال بازرسی گردد، قسمت های آسیب دیده بوسیله رطوبت باید مورد بازدید قرار گرفته و تعویض گردند.

سقف های فلزی باید به طور مرتب مورد بازرسی و نگهداری قرار گیرند. بهترین کار حفاظتی در مورد سقف های فلزی یک لایه خوب از رنگ می باشد. همچنین اگر انتظار یک نتیجه مطلوب را داریم باید قبل از رنگ آمیزی، سقف را کاملاً تمیز کنیم. آسیب دیدگی در میخ ها یا بست ها اغلب باعث تعویض محل آسیب دیدگی می گردد. ورق های فلزی چکش خور یا مسی (در صورت حصول اطمینان از سلامت آنها) می توانند دوباره مورد استفاده قرار گیرند. توفال هایی که فروریخته اند می توانند در صورت وضعیت مناسب مجددا بکار گرفته شوند. توفال های پوسیده باید با نوع جدید تعویض گردند. یک پوشش محافظت کننده از قیر چوب باعث خشک نگهداشتن و جلوگیری از رشد خزه ها و صمغ چوب ها خواهد شد این درمان بخشی یا نگهداری هر ۵ سال یکبار باید صورت گیرد. قطران، آسفالت و پلاستیک در مورد این نوع سقف ها بی مصرف هستند. الوارهای جدید و تازه حاوی شیره چوب می باشند و پوسیدگی و از بین رفتن آنها بسیار سریع تر از انواع قدیمی صورت میگیرد. میخ های جدید باید از نوع فولاد ضد زنگ، مس و یا آلومینیم باشند. توفال های جدید نباید بوسیله اره برش داده شوند.

گرما زائی:

- جلوگیری از گرمازائی غیر ضروری که تقریبا دارای گرمای مطلوب نمی باشد، حتی یک مقدار کم گرمازائی می تواند در یک مدت زمان طولانی باعث بوجود آمدن هوای گرم شود.
- ساختمانهایی که قبلا در داخل فضای خود دارای هوای گرم بوده اند نباید در داخل آنها تغییر دما صورت گیرد و یا مانع گرمازایی در آن بشویم زیرا این عمل باعث آسیب دیدگی میشود.

- با احتیاط لازم همیشه مقداری رطوبت داخلی در هوای موجود داشته باشید. در غیر این صورت لوازم متحرک و داخل منزل ممکن است که آسیب نبینند ولی کالبد اصلی ساختمان دچار آسیب میشود.
- از تهویه مطلوب فضای داخلی مطمئن باشید، به خصوص وقتی که ساختمان حالت بادرو ندارد یا اینکه نور و گرما به آن راه ندارد.

طرح و عملکرد:

کاربرد آتش به عنوان یک منبع داخلی گرمازدائی بوده، ما در حال حاضر انواع سیستم های گرما زائی را دارا می باشیم که فعلا لازم دیده می شود دو نمونه مهم مورد بحث قرار گیرد. سیستم های گرمازای مداوم و ملایم، یک دمای مداوم و دائمی را در فضای داخلی بوجود می آورند در سیستم حرارت مرکزی از رادیاتورها یا کویل های الکتریکی استفاده می شود. سیستم های متحرک که کار حرارت زائی را در یک زمان کوتاه انجام میدهند مثل بخاریهای برقی، فن های گرمازا یا بخاریهای نفت سوز و یا گاز سوز می باشند. هوا وقتی که گرم می شود دچار تغییراتی در خواص خود میگردد، گسترش پیدا کرده و دارای یک وزن حجمی پائین می شود و وقتی که گرمای موجود در هوا افزایش می یابد باعث جذب آب می گردد.

هوای گرم سبک تر از هوای سرد است و به بالا می رود، که این مسئله باعث به وجود آمدن محوری از فشار در سقف میشود و در همان حال بخش همکف یک مرحله از فشار را متحمل میشود. فشار بالائی نزدیک سقف، هوا را از طریق ترک ها و سوراخ ها بیرون می دهد. در حالی که در محل های زیر فشار تحت تاثیر حالت مکش میباشند و هوای بیرونی را به داخل ساختمان از طریق ترک های دیوار میکشند. اگر در داخل اطاق یک شومینه کار گذاشته شود، نیروی مکنده بالایی تسریع می گردد. تقریبا میتوان گفت که هوای گرم "گرسنه تر " از هوای سرد می باشد.

انواع متعارف آسیب:

رابطه رطوبت در ارتباط با تغیرات فصول، بستگی به ساختمان و ضخامت دیوارهای بیرونی دارد. در یک ساختمان سنگی بدون گرمازائی در حدود ۱۵٪ و در یک ساختمان دارای گرمازائی در صورت تغییر فصول حدود ۵۰٪ یا بیشتر می باشد.

هوای فضاهای داخل در زمستان خشک می باشد و هوای خشک عبارت است از هوائی که از بیرون وارد میشود و سپس گرما داده می شود. هوای ورودی در تابستان ها دارای نمناکی و گرما می باشد. حرکت در چوبهای بکار رفته بستگی به رابطه رطوبت دارد در قطعات چوبی رنگی (بدون پوست چوب) رنگ آنقدر قدرت ندارد که مانع از ورم و انقباض و انبساط چوب گردد. اگر اتمسفر هوای داخلی خیلی خشک باشد باعث ترکیدگی در چوب خواهد شد. قبلا تصور می شد که وجود لکه های سیاه که در کلیسا ها بوجود می آیند بعد از شروع گرمازائی در آنها به علت وجود دود می باشد، در حالی که این مورد در حال حاضر رد می شود. این لکه های سیاه در روی سطح دیوارهای سردی که بوسیله هوای گرم احاطه شده می نشیند (البته با توجه به عدم وجود سیستم گرمازائی). این مطلب حقیقت را روشن می کند که گرمای منشعب از مواد تمایل حرکت به طرف سطوح سرد را دارند.

این شکل از بوجود آمدن لکه همچنین به صورت های دیگر نیز بوجود می آید. طرح دیوار چینی در پشت یک سطح اندود شده ممکن است قابل دید باشد. با توجه به تفاوت سنگ، آجرها و درزها و نیز اینکه دمای موجود در آجرها و درزها متفاوت می باشد و همچنین اشاره به قدرت جذب کثیفی توسط آنها و این مورد بالا در مورد بازشوهایی که توسط آجر چیده می شود و اغلب نا متناسب با سطح دیوار نمود میکند صدق می نماید. اگر که هوای موجود دارای مقدار متناوبی از غبار باشد نمایی از لکه ها و تکه های سیاه رنگ در یک اتاق به طور طبیعی بوجود می آید. از دیگر دلایل وجود لکه های سیاه رنگ در روی دیوارها که خیلی متداول است آتش است. جریان فشرده هوای گرم روی رادیاتورها را نیز به عنوان مثال میتوان بر

شمرد که بوسیله خط های سیاه در دیوار پشت آنها هویدا می شود. از دیگر دلایل بوجود آمدن لکه روی دیوارها وقتی است که هوای گرم بالا میرود و در قسمت زیرین سقف قرار میگیرد و باعث می شود که یک مرحله از فشار در سطح سقف بوجود آید و هوا از طریق ترک هایی که همیشه در ساختمان موجود هستند بیرون آید. یک مقدار متناوب از کثیفی در محل خروج هوا باقی می ماند و همچنین باعث گشاد شدن بیشتر ترک ها می شود. یک دیوار مرطوب وقتی که در مجاورت گرما قرار میگیرد بسیار سریعتر خشک میشود. بیشتر ساختمانهای قدیمی دارای دیوارهای مرطوب می باشند که اغلب رطوبتی که از زمین جذب می شود از سطوح داخلی و خارجی دیوارها تبخیر می شود. وقتی که هوای مجاور دیوارها در خشکترین وضعیت قرار دارد و سطوح کمتر دارای منفذ باشند دیوارها بیشتر در حالت تبخیر آب قرار می گیرند. آب جذب شده بوسیله دیوارها مقداری نمک محلول را در خود دارد که در دیوار مانده یا در زیر سطوح دیوار خودنمایی می کند و باعث ترک می شود.[1]

[1] جزوه مبانی نظری مرمت، آسیب شناسی و مرمت بناها و بافتهای تاریخی، اسماعیل طلائی

بخش هشتم:

حفاظت (Conservation)

حفاظت (Conservation)

مرمت به مفهوم عام خود، مشتمل بر سه اقدام یا تدابیر فنی و علمی است. این سه اقدام عبارتنداز: حفاظت، مرمت و احیاء. حفاظت یا محافظت (نگهداری، حراست)، مشتمل بر کلیه اقدامات و تدابیری است که به صورت موقت و سریع توسط طراح مرمت اتخاذ می گردد تا از عملکرد بیشتر عوامل مخل در بنا جلوگیری گردد. درمان اصلی بنا و مبارزه نهایی با عوامل مخل در مقطع تهیه و اجرای طرح های مرمتی صورت می پذیرد که در آن مقطع، سلامتی به کالبد بنا اعاده می شود. احیاء، عمل دمیدن روح تازه، یا اعطای عملکرد جدید به بناست. این اقدام نیز به هدف ضمانت ماندگاری و تداوم بنا در طول زمان صورت می پذیرد. اقدامات حفاظتی، همانند اقدامات اورژانس در فن پزشکی است، لذا مسأله زمان، نقش عمده ای را در امر حفاظت ایفاء می نماید.

از نقطه نظر زمان شروع عملیات حفاظتی، حفاظت به سه مقوله اساسی تقسیم می گردد:

۱ – حفاظت همزمان با استقرار و تجهیز کارگاه مرمتی

۲ – حفاظت در حین مرمت

۳ – حفاظت در حین احیاء

قبل از پرداختن به موضوع اصلی توجه به نکات زیر ضروری است:

- طراح مرمت باید همواره توجه داشته باشد که بهترین نحوه حفاظت، توسل به آن اقدامات فنی است که خود تداوم طرح مرمت باشد. این موضوع هم از نظر زمانی و هم از نقطه نظر اقتصادی حائز اهمیت است.
- در صورتی که بنا یا مجموعه ابنیه ای که تحت حفاظت قرار می گیرند، دارای عمکرد باشند (مثل بازاری که در حال فعالیت است) طرح حفاتی حتی المقدور باید به نحوی صورت گیرد که به حیات روزمره آن لطمه وارد نسازد.
- جهت ارتقاء و آگاهی مردم محل برای حفظ و نگهداری مواریث فرهنگی، به موازات اتخاذ تدابیر فنی و علمی، طراح مرمت باید کارهای فرهنگی را نیز در دستور کار خود قرار دهد.
- حفاظت گرچه یک اقدام فنی است، معهذا از جنبه های حقوقی (داخل و خارج) نیز باید مورد توجه قرار گیرد. لذا در این گزارش قبل از پرداختن به جنبه های فنی حفاظت، این موضوع مورد بررسی قرار می گیرد.

حفاظت از نظر حقوقی

الف. حقوق داخلی (ایران)

- به استناد بند ج از ماده واحده قانون تشکیل سازمان میراث فرهنگی کشور، مصوب ٦٤/١١/١٠، حفاظت از آثار ارزشمند منقول و غیر منقول فرهنگی تاریخی کشور به عهده سازمان مذکور است. همچنین در بند ١٠ ماده ٣ قانون اساسنامه میراث فرهنگی کشور مصوب ٦٧/٤/٢٨ تهیه و اجرا یا طرح های لازم به منظور حراست و حفاظت و... بناها و مجموعه های با ارزش فرهنگی تاریخی با سازمان موصوف است.
- در ماده اول قانون راجع به حفظ آثار ملی مصوب ١٢ آبان ماه ١٣٠٩ شمسی آمده است: «کلیه آثار صنعتی و ابنیه و اماکنی که تا اختتام دوره سلسله زندیه در مملکت ایران احداث شده، اعم از منقول و غیر منقول با رعایت ماده ٣ این قانون می توان جزء آثار ملی ایران محسوب داشت و در تحت حفاظت و نظارت دولت می باشد.» همچنین در ماده پنجم همین قانون آمده است: «اشخاصی که مالک یا متصرف مالی باشند که در فهرست آثار ملی ثبت شده باشد می توانند حق مالکیت یا تصرف خود را

حفظ کنند و لیکن نباید دولت را از اقداماتی که برای حفاظت آثار ملی لازم می داند ممانعت نمایند در صورتی که عملیات دولت برای حفاظت مستلزم مخارجی شود دولت از مالک مطالبه عوض نخواهد نمود و اقدامات مزبور مالکیت مالک را متزلزل نخواهد کرد.»

- در ماده نهم نظامنامه اجرای قانون فوق الاشاره آمده است: « برای حفاظت آثار امکنه ملی که از نظر تاریخ ایران حائز اهمیت مخصوص باشد ممکن است در مجاورت آنها مناطقی تعیین شود که در آن ساختمان و غرس اشجار و کندن حفره ها و احداث قبرستان ها ممنوع باشد در هر مورد تعیین شرایط برقراری این گونه مناطق ممنوعه و مبلغی را که برای جبران خسارت ممکن است به اشخاص ذی نفع داده شود با وزیر معراف خواهد بود ».
- بند ۳ ماده ٤٧ قانون مجازات اسلامی (تعزیرات): «هر کس بدون اجازه مسئولین مربوطه در مجاورت آثار و ابنیه مذهبی و ملی تا شعاعی که مسئولین امر تعیین و اعلام میکنند به قصد اضرار مبادرت به عملیاتی نماید که سبب تزلزل بنیان آنها شود یا در نتیجه آن عملیات به آثار و بناهای مذکور خرابی یا لطمه وارد آید، علاوه بر پرداخت خسارت وارده به حبس از یک تا سه سال محکوم می شود».
- ماده اول اساسنامه انجمن حفظ آثار باستانی: « منظور از تشکیل انجمن حفظ آثار باستانی، حفاظت آثار باستانی و حفظ و حراست اشیاء و عتیقه و تپه های باستانی بناهای تاریخی است که در حوزه هر بخش یا قراء و قصبات در دور دست کشور وجود دارد. »
- تبصره ۱ ماده ۲۹ آئین نامه اجرایی قانون زمین شهری مصوب ٦٧/٤/١٥ هیأت وزیران: « به منظور حفظ میراث فرهنگی، سازمان میراث فرهنگی مکلف است فهرست کلیه اینگونه اراضی در هر شهر را به وزارت مسکن و شهرسازی ارسال نماید. در صورتی که سازمان میراث فرهنگی نسبت به اراضی مذکور طرح تملک داشته باشد در اولویت قرار خواهد گرفت».
- تبصره ۲ از ماده ٦ آئین نامه اجرایی تبصره (۳۵) قانون بودجه سال ۱۳٦۸ کل کشور: « ابنیه و اموال و اجناسی که بنا به تشخیص هیأتی مرکب از یک نفر کارشناس منتخب سازمان میراث فرهنگی کشور و بر حسب مورد یک نفر کارشناس منتخب دستگاه ذیربط، منحصر به فرد و یا دارای ارزش های ویژه بوده و یا نشان دهنده هنر ملی در زمان های مختلف باشد و از نفایس ملی به حساب آید با توجه به

اصل هشتاد و سوم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران برای حفظ و نگهداری به دستگاه ذیربط تحویل می گردد ».

- هیأت وزیران بنا به پیشنهاد شماره ۵۰۱۷ مورخ ۱۳۳۷/۳/۱ وزارت فرهنگ در جلسه مورخ ۱۳۳۷/۳/۵ تصویب نمودند: اداره باستانی هر محل و در صورتی که این اداره وجود نداشته باشد اداره فرهنگ هر محل موظف است به منظور حفظ یادگارهای تاریخی و ابنیه و عماراتی که از آثار ملی است و اهمیت تاریخی دارد و مورد بازدید سیاحان و جهانگردان میباشد کمال جدیت و مراقبت را به عمل آورد تا این عمارات و اماکن همواره پاکیزه و آباد باشد و از رفت و آمد کسانی که به منظور لهو و لهب بدین اماکن میروند جلوگیری شود و هیچ گونه تغییر و تصرفی بدون اجازه در این ابنیه صورت نگیرد. استانداران و فرمانداران و بخشداران و همچنین رؤسای شهربانی و شهرداران موظفند در این وظیفه ملی با ادارات باستان شناسی و فرهنگ اشتراک مساعی نمایند.

ب. حقوق بین الملل

- ماده ٦٥ منشور آتن (۱۹۳۱ میلادی): « ارش های معماری می بایست محافظت شوند، چه آنگاه که صحبت از بناهای مفرد به میان است و چه آنگاه که هسته های کامل شهری مورد نظر هستند ». ماده ٦٧ همان منشور. « به خاطر آنکه حفاظت آنچه گفتیم مستلزم از خودگذشتگی گروه های انسانی ای نباشد که با شرایط غیر بهداشتی درگیر هستند... یک پرسش مجدانه از گذشته نمی تواند با قواعد عدالت ناآشنا بماند. بعضی ها که بیش تر به زیبایی شناسی نظر دارند تا به همدردی اجتماعی، موافق با حفاظت محلات قدیمی و زیبا و شاعرانه هستند بدون اینکه نگران فقر، همزیستی های نا به جا و بیماری هایی باشند که در آن ها رواج می یابند. سخن از یک مسئولیت سنگین به میان است. مسأله می بایست مورد مطالعه قرار گیرد و گاه با استفاده از راه حل های ابداعی گشوده شود؛ اما در هیچ موردی پرستش زیبایی های شاعرانه و آنچه به تاریخ تعلق دارد نمی بایست بر سالم زیستن در خانه های مسکونی، که رفاه و صحت روانی و اخلاقی فرد بدان پیوند دارند، ارجحیت یابد.

- مقدمه قطعنامه ونیز (۳۱ مه ۱۹٦٤ میلادی): « شاهکارهای تاریخی ملل بازگو کننده پیام معنوی گذشته بوده و در زندگی امروزی شاهد زنده و گویایی از سنن باستانی می باشد. بشریت که هر روز بیشتر مرتبه و ارزش انسانی را درک می کند این آثار را به منزله مواریث عموم مردم به شمار آورده و خود را

مکلف می داند که با اقدامات لازم در مورد احیاء و نگاهداری این ابنیه، آنها را در کمال اصالت به دست نسل های آینده بسپارد ».

ماده ۲ قطعنامه ونیز: « حفظ و مرمت ابنیه تاریخی نظمی است که از تمام علوم و فنونی که به مطالعه و حفاظت این مواریث فرهنگی و تاریخی می توانند کمک کنند مدد گرفته می شود.

- مرکز بین المللی مطالعه و نگهداری و مرمت گنجینه های فرهنگی ICCROM : این مرکز توسط کنفرانس عمومی یونسکو در سال ۱۹۵۹ میلادی از نهمین اجلاس آن پایه گذاری شده و دبیرخانه آن در رم واقع است. وظایف آن جمع آوری، مطالعه و پخش اسناد در مورد حراست و مرمت گنجینه های فرهنگی، هماهنگ کردن، برانگیختن و یا آغاز نمودن تحقیقات در این زمینه، در اختیار گذاردن راهنمایی ها و توصیه های لازمه در موارد عمومی یا تخصصی و بالاخره کمک به تربیت متخصصان و تکنسین های ضروری جهت ارتقاء و استاندارد عملیات مرمت است. این مرکز در یک ربع قرن فعالیت، توانسته جهت نگهداری از میراث فرهنگی منقول و غیر منقول راه حل ها و روش های بسیار ساده و در عین حال موثر ارائه نماید که قابل استفاده کشورهایی که دارای منابع محدود می باشند نیز باشد. ICCROM در مورد تربیت افراد ضروری نیز بسیار فعال است. این مرکز قادر است در مورد اقدامات حفظ و نگهداری از کمک های گروه وسیعی از افراد از استادکار تا دانشمند و در طیف وسیعی از دانش و اطلاعات و تکنیک جهت حفظ ونگهداری گنجینههای فرهنگی برخوردار گردد. یکی از فعالیت های این مرکز «مطالعه روشهای علمی حراست و نگهداری» است.
- شورای بین المللی ابنیه و اماکن ICOMOS : اساسنامه شورای مزبور در سال ۱۹۶۵ در ورشو به تصویب موسسان ایکوموس رسید. مقر ایکوموس در پاریس است. یکی از هدف های ایکوموس، ترویج مطالعه و تشویق نگهداری و ارائه شایسته ابنیه و اماکن باستان شناختی، تاریخی، زیبایی شناختی یا مردم شناختی بارز است که در این راستا تشویق ها، تداوین و اتخاذ توصیه های بین المللی ذیربط با مطالعه، نگهداری، مرمت و ارائه شایسته ابنیه و اماکن را دستور کار خود قرار داده است. همچنین مطالعه و ترویج همه فنون، از جمله تازه ترین آنها در زمینه نگهداری، مرمت و ارائه شایسته ابنیه و اماکن از جمله هدف های شورای موصوف است. کمک به گسترش مراکز منطقه ای، نگهداری و حمایت از آنها در فعالیت هایشان، مطابق با توافق نامه بین المللی یونسکو در مورد حفاظت از میراث فرهنگی و طبیعی جهان، بخشی دیگر از اهداف این شورا را تشکیل می دهد.

فهرست اقدامات و فعالیت هایی که در طرح حفاظت انجام می پذیرد:

۱ –استقرار پست نگهبانی و تعیین سرایدار و نگهبان در محل

۲ –حصار کشی و تعیین محدوده حفاظت جهت جلوگیری از تردد عوامل انسانی و حیوانی

۳ –تمیز کردن محوطه کارگاه (جمع آوری، طبقه بندی موارد و مصالح ساختمانی قدیمی، پاکسازی محیط و انتقال مواد زاید به خارج از کارگاه).

٤ –جمع اوری عوامل گیاهی موجود در بنا و محوطه آن.

٥ –تعیین مناطق خطر جهت جلوگیری از تردد عوامل کارگاهی.

٦ –ایزولاسیون و پوشش موقت (به وسیله چادر، نایلون، ایرانیت، حلب، کاه گل و...)

۷ –مسدود کردن موقتی برخی از روزنه های موجود در بنا (دودکش ها، نورگیرها و...)

۸ –استحکام بخشی موقت به منظور رفع خطر و ایمن سازی و اعطای ایستایی کافی به بنا (تنگ گذاری، شمع بندی، داربست و...)

۹ –نصب شاهد های گچی، پس از اجرای عملیات استحکام بخشی موقت.

۱۰ – کنترل سیستم های دفع نزولات (ناودان ها، آب روها و...) فاضلاب، قنوات، جوی ها و... با هدف دور نمودن آب های سطحی.

۱۱ – تعمیر اضطراری اجزایی که در معرض خطر قرار دارند.

۱۲ – سبک کردن متعادل بنا

۱۳ – آزاد کردن بنا از ملحقاتی که در وضع موجود به بنا آسیب می رسانند.

۱٤ – نورپردازی در محیط کارگاه

۱٥ – حفاظت موقتی از تزئیناتی که در معرض خطر قرار دارند.

۱٦ – حفاظت وضعیت محیط اطراف بنا (جلوگیری از احداث و تخریب بناهای اطراف).

۱۷ – حفاظت در حین احیاء

*کلیه مراحل حفاظت باید به روشهای مختلف (عکس برداری، تهیه فیلم، اسکیس، اسلاید و...) دقیقاً ثبت و ضبط گردد. آنچه در بالا تحت عنوان اقدامات حفاظتی مطرح شد، عمدتاً مربوط به آن دسته از

کارگاه های مرمتی است، که بعد از مرحله حفاظت مرمت را در دستور کار خود دارند. برخی از کارهای مرمتی که صرفاً به فعالیتهای حفاظتی محیطی می پردازند (تا در فرصتهای آتی، عملیات مرمتی صورت گیرد) ویژگی های خاص خود را دارند برای مثال در چنین کارگاههایی به دلیل فقدان سرایدار – نگهبان – شمع گذاری شرایط خاص خود را دارد. زیرا در شرایط موصوف در فوق امکان سرقت ابزار شمع کوبی و به دنبال آن ایجاد خطر برای ریزش بنا، وجود دارد.[1]

[1] جزوه آموزشی حفاظت، گزارش شماره ۸، دانشکده معماری و شهر سازی، گروه مرمت، ۱۳۷۲

منابع و ماخذ:

۱. خسرو شاهیان، محمود، *اثر*، **شماره های ۱۲ و ۱۳ و۱٤**، (۱۳٦٥)

۲. دانشکده معماری و شهرسازی، *"جزوه آموزشی آسیب شناسی"*، گروه مرمت، ۱۳۷۲

۳. دانشکده معماری و شهرسازی، "*جزوه آموزشی حفاظت*"، گزارش شماره ۸، گروه مرمت، ۱۳۷۲

٤. دوسات، دی آنجلیس، "*راهنمایی مطالعه اصولی آثار هنری و عوامل مخرب آن*"، ترجمه. مجتبی رضازاده، دانشکده هنرهای زیبا، (۱۳٦۸)

٥. طلائی، اسماعیل، جزوه "*مبانی نظری مرمت، آسیب شناسی و مرمت بناها و بافتهای تاریخی*"،

٦. فلامکی، محمد منطور، "*تکنولوژی مرمت معماری*"، نشر فضا، (۱۳۸۷)

۷. فلامکی، محمد منطور، " *حریم گذاری بر ثروتهای فرهنگی ایران* "، نشر فضا، (۱۳۸٤)

۸. گروه مرمت دانشگاه شهید بهشتی ، " توالی منطقی فعالیت ها برای ارائه طرح مرمت "، *هفت شهر*، **شماره ۱۱**، سال چهارم

۹. ماساری، جوانی، ماسترودی، کازا، برگردان اجمالی و آزاد از کتابهای: "*سالم سازی محیطهای مرطوب-عدم تعادل* "، ترجمه: آیت الله زاده شیرازی، باقر

۱۰. محبعلی، محمدحسن، مرادی، اصغرمحمد، امیرکبیریان، آتوسا، "*دوازده درس مرمت*"، وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ، (۱۳۸۷)

۱۱. میرزا کوچک خوشنویس، احمد، *"آسیب شناسی"* ، انجمن مهرازی ایران، (۱۳۸٥)