

سنگها هم میسوزند

دکتر جاوید فیوضات
با استفاده از انتشارات یونسکو

چگونه آثار برجسته هنری و شاهکارهای فنی معماری بوسیله عوامل طبیعی و صنعتی مورد تهدید قرار میگیرند

در طی سالهای اخیر در اغلب کشورها متوجه این نکته شده‌اند که میراث معماری جهانی رویزوال گذارده است. کلماتی نظیر « خوره یا بیماری سنگها » اغلب بگوش میرسد، علائم این بیماری مضمحل‌کننده مرتباً رو بتزاید است و تقریباً غیر قابل علاج بنظر میرسد، آثار و بناهای تاریخی که ضمن قرون متمادی از دستبرد زمانه مصون مانده بودند در طی نیم قرن اخیر آسیب‌های فراوان دیده‌اند. علت این امر را باید در آلودگی هوای شهرها و مراکز صنعتی جستجو کرد زیرا هوای این مناطق غالباً با دود حاصل از سوخت کوره‌ها و منازل اشباع شده است. از میان مواد مضریکه از سوختن نفت و ذغال در هوا منتشر میشود میتوان دوده و گازهای نظیر انیدرید کربنیک و انیدرید سولفورو را نام برد. گاز اخیر در آب و مه و باران و برف حل‌شده بدوآ به‌اسید سولفورو و بتدریج به‌اسید سولفوریک تبدیل میشود که همگان تا حدودی از خواص مخرب و خورنده آنها آگاه میباشند. بطور متوسط شش درصد (۶٪) وزن سوخته‌های معمولی تبدیل به دوده میشود و از دوده نیز تا پنج درصد (۵٪) اسید سولفوریک بدست می‌آید. معمولاً هواییکه در هر متر مکعبش بطور متوسط پنج میلی‌گرم انیدرید سولفورو یافت شود هوای آلوده بشمار می‌آید. باید در نظر داشت که در نتیجه سوختن هر کیلوگرم ذغال در حدود بیست گرم انیدرید سولفورو متصاعد میشود و باین ترتیب میتوان پیش‌بینی نمود که در مراکز صنعتی سالیانه چه مقدار معتدبھی از این گاز مضر در هوا منتشر میگردد و وجود همین گاز است که سنگهای آهکی را بتدریج سنگ گچ تبدیل مینماید. خوشبختانه فقط مقدار کمی از این گاز با مواد آهکی ابنیه مجاور میشود زیرا قسمت اعظم آن در آب باران حل میگردد. در مراکز صنعتی در طی سال بطور متوسط در حدود پنج تا ده تن اسید سولفوریک بوسیله باران در هر کیلومتر مربع پخش میشود.

مصرف روزافزون روغنهای سنگین مانند مازوت و نفت سیاه و غیره وضعیت را وخیم‌تر نموده است زیرا میزان انیدرید سولفوروی حاصل از سوختن آنها بر مراتب بیشتر از زغال میباشد و در حقیقت با توجه بارقام بالا میتوان ادعا کرد که مراکز صنعتی و شهرهای بزرگ بمنزله یک کارخانه و منبع بزرگ تولیدکننده اسید سولفوریک میباشد.

بهر حال در هوای آلوده روی سنگهای آهکی که بسبب موقعیت خاص کمتر با آب باران شسته میشوند معمولاً قشر غیر قابل نفوذ و سختی از دوده و گرد و خاک تشکیل میشود که دارای مقدار زیادی گچ میباشد. تشکیل این لایه سیاه‌رنگ و بدنام اولین قدم خرابی و فساد است دومین مرحله



سنگ ساختمانی که در اثر عوامل مخرب موجود در هوا متخلخل شده و بصورت فوق درآمده است.

آن هنگامی شروع میشود که فساد بعلت نفوذپذیری لایه مزبور از آن تجاوز کرده و بطبقات زیرین برسد و در نتیجه تبلور مواد مختلف در زیر این قشر اتصال آن بسنگ سالم از بین رفته و بتدریج جدا میشود. وقتی سنگی نتواند در مقابل دود و مواد متشکله آن مقاومت کند میگویند سنگ قابلیت «سولفات شدن» پیدا کرده است و بمرور زمان قشر سولفاتی بشکل تاولها و فلسهائی درآمده و بتدریج پوسته پوسته شده و میریزد و طبقه ای که از زیر آن نمایان میگردد کم کم با آب باران شسته شده یا بوسیله باد باسانی سائیده میشود.

با وجود اینکه آلودگی هوا عامل مهم از بین رفتن سنگهای آهکی بشمار میآید معذالک باید توجه داشت که عوامل دیگری از قبیل چگونگی جریان آب باران، جنس و خواص هر قطعه سنگ و موقعیت بخصوص هر یک در بنا نیز در این مورد دخالت دارند و بهمین جهت تمام قطعات سنگی یک بنا یکسان فاسد و مضمحل نمیشوند.

عده ای از محققین تغییرات درجه حرارت را عامل اصلی کننده شدن قشر روئی از قسمتهای زیرین میدانند زیرا ضریب انبساط قشر مزبور بیش از ضریب انبساط سنگهای سالم است و تکرار انقباض و انبساط که در نتیجه تغییرات درجه حرارت محیط صورت میگیرد منجر به جدا شدن ورقه روئی از سنگ سالم میگردد.

عده ای دیگر تشکیل ورقه سولفاتی را بفعالیت حیاتی موجودات ذره بینی مربوط میدانند ولی باید در نظر داشت که بزخلاف انتظار هجوم این موجودات برسنگهای سالم بیشتر از سنگهای آسیب دیده میباشد.

بهرحال مطالعات زیادی برای افزایش مقاومت سنگهای آهکی در مقابل «سولفات شدن» انجام میگردد ولی تاکنون هیچ وسیله مؤثر و درعین حال عملی برای رسیدن باین هدف کشف نشده است فقط این نکته مسلم شده سنگهائیکه بوسیله آب باران شسته میشوند معمولاً سالم تر میمانند و تشکیل قشر گچی و لایه های قابل تو ورق بیشتر در قسمتهائی دیده میشود که باران بآنها نمیرسد، بهمین جهت سعی میشود حتی الامکان این نقیصه را با پاشیدن آب جبران نموده و بر مقاومت مصالح بیفزایند. ضمناً دانشمندان باین نتیجه رسیده اند که تصفیه هوای شهرها ازدود و گرد و خاک طریقه بسیار مؤثری برای حفظ ابنیه میباشد و بدین سبب کوشش میشود که حتی المقدور کوره ها و کارخانه های بزرگ را بخارج شهرهائیکه دارای ابنیه و آثار تاریخی متعدد و باارزشی میباشند منتقل نمایند.

موضوع قابل توجه دیگر اینستکه تاولها و قشرهای سولفاتی نه تنها بر سنگهای آهکی تشکیل میشود، بلکه سنگهای سیلیسی متخلخل نیز دچار این عارضه میگردد مخصوصاً اگر نمای بنا با سنگهای آهکی مفروش و مزین شده باشد. عین همین پدیده که «آلودگی» نامیده میشود بر آجرها و خشتهائیکه زیر سنگهای آهکی قرار دارند نیز دیده میشود.

غالباً مشاهده شده است که سنگها بوسیله نمکهای دیگری غیر از سولفات کلسیم نیز آلوده میشوند این املاح مانند نیترا تها و کلرورها و سولفاتهای قلیائی حاکی عموماً در خاک یافت میشوند و چون اکثر آنها محلول میباشند میتوانند در هنگام تبلور نیروی کافی ایجاد کنند که مقاومت سنگها و مصالح ساختمانی را درهم شکسته و آنها را از هم بگسلد.

با مطالعه انواع مصالح ساختمانی و ارتباط سرعت فساد با مواد متشکله آنها وهمچنین آزمایش قشرهای تشکیل شده و آثاریکه از نمکهای محلول بجای میماند باین نتیجه رسیده اند که نفوذ و جریان آب در خلل و خرج مصالح ساختمانی اثر قطعی در فساد و از هم پاشیدگی ابنیه دارد مثلاً کم دوامی و عدم استقامت مجسمه ها و ابنیه آشوری را که از مرمر سفید (کربنات کلسیم) ساخته شده اند باین طریق توجیه میکنند که «کربنات کلسیم» غیر محلول بمرور زمان تبدیل به «بیکربنات کلسیم» محلول گردیده و با جریان آب از بین رفته است.

در نواحی استوائی و در مناطق گرمیکه میزان بارندگی زیاد است قسمت اعظم مواد متشکله سنگها بتدریج بصورت محلول از آنها خارج میشود و تشکیل گل و لای قرمز رنگی را میدهد که حاکی از وجود ترکیبات آهن میباشد.

یخبندان نیز در نواحی مرطوب و در نقاط سرد و کوهستانی یکی از عوامل مهم خرد شدن سنگها بشمار میآید. چه بطوریکه همه میدانند اگر آب لیوان شیشه ای یخ ببندد باعث ترکیدن آن میشود زیرا در اثر یخ بستن نه درصد (۹٪) بحجم آب افزوده میگردد و همین عمل یخ بستن آب موجود در خلل و فرج سنگهاست که سبب از هم گسیختگی آنها میشود از اینرو غالباً عبارت «سرما و یخبندانیکه سنگ را میترکاند» را نیز برای تشریح و توصیف یخبندان های سخت بکار میبرند.

برای اطلاع یادآوری میشود که اگر درجه حرارت را بطور ناگهانی به پنج درجه زیر صفر تقلیل دهند فشاریکه در نتیجه یخ بستن آب بر هر سانتیمتر مربع وارد میشود بالغ بر پانصد کیلوگرم (نیم تن) میگردد و این مقدار فشار میتواند اغلب سنگهای معمولی را بترکاند.

معمولاً سنگهائیکه دارای خلل و فرج متوسطه میباشند بیش از سنگهای کاملاً متخلخل بسبب یخبندان در معرض انهدام قرار میگیرند زیرا کاهش ناگهانی درجه حرارت فرصتی برای خروج ذرات یخ از لابلائی آنها باقی نمیگذارد همچنین سنگهای نواحی مرطوب که اشباع از آب میباشند بهنگام سرما بیشتر از سنگهای نقاط خشک شکاف برداشته و میترکند.

عواملی نظیر اختلاف فاحش درجه حرارت روز و شب یا سطوح رو بآفتاب و پشت بآن (واقع در سایه) و همچنین مصالح ساختمانی که در اثر تابش خورشید گرم شده و در نتیجه تزلزل ناگهانی باران درجه حرارتشان کم شود ممکن است در انهدام سنگها مؤثر باشد زیرا اغلب سنگها



قطعه سنگ حجاری شده‌ای که در ابتدا صیقلی بوده ولی در اثر عوامل جوی پوسته پوسته شده و سطح صیقلی آن بکلی ریخته است.

نمی‌توانند حرارت را خوب هدایت نمایند و در نتیجه اختلافی که میان انبساط و انقباض سطوح قشری و قسمت‌های درونی سنگ پدیدار می‌شود نیروئی بوجود می‌آید که قادر است سنگها را از هم بپاشد. بعلاوه همین عامل بطوری سبب تغییر شکل اشیاء مرمری می‌شود که اغلب شگفت‌انگیز می‌باشد. گاهی تغییر ماهیت بعضی موادیکه در مصالح ساختمانی وجود دارند باعث از هم گسیختگی آنها می‌شود مثلاً مرمرها و آجرهاییکه دارای ترکیباتی نظیر سولفور آهن (پیریت Pyrite یا مارکاسیت Marcassite) می‌باشند در مجاورت هوای مرطوب تولید سولفات آهن و اسید سولفوریک می‌کنند و جسم اخیر نیز بنوبه خود سبب تجزیه سایر مواد می‌شود. در نواحی گرم و مرطوب و فور موجودات ذره‌بینی مانند کفکها و قارچها و خزها و اسیدهایی که در نتیجه فعالیت حیاتی آنها تولید می‌شود یکی از عوامل مهم فساد مصالح ساختمانی شمار می‌آید.

گیاهان عالیتر نیز ممکنست در خرابی ابنیه سهمی باشند ولی اثر آنها بیشتر جنبه مکانیکی دارد مانند شکافتن سنگها در اثر رشد و نمو ریشه و تنه درختان قطور و نظایر آن. اثر فضولات حیوانی مخصوصاً پرندگان و خفاشها نظیر اثر هوای آلوده می‌باشد چه اسیدهای موجود در آن واکنشهایی شبیه «سولفات شدن» بوجود می‌آورد. خرابیهای ناشی از بادهای توأم با گرد و خاک را که در مجاورت کویرها و در مناطق بایر

میوزد نباید از نظر دور داشت و برای جلوگیری با توجه بوضع و موقعیت هر بنا میتوان به نرده‌ها یا پرچین‌های فلزی و پلاستیکی متوسل شد و حتی با کاشتن درختان مقاومی از برخورد مستقیم و ساییده باد برنمای ساختمانها کاست.

بطور کلی میتوان گفت که خرابی و فساد سنگها مربوط بعوامل جئوی از قبیل آب و هوا و درجه حرارت میباشد که غالب اوقات آثار ناشی از فعالیت موجودات زنده نیز بدان ضمیمه میشود. البته ساختمان داخلی و نوع سنگ نیز در پیشرفت و سرعت فساد ناشی از عوامل نامبرده بالا مؤثر میباشد مثلاً مقاومت سنگهای سیلیسی در مناطق صنعتی (هوای آلوده به گازهای گوگردی و دوده) بیش از سنگهای آهکی است، همچنین سنگهایی که از دانه‌های درشتی تشکیل شده‌اند بیشتر از سنگهای با ذرات ریز آسیب می‌بینند و بالاخره وجود لایه‌های مطبّتی مانند میکا Mica در سنگها راه نفوذ آبرو آسانتر کرده و سبب تسریع فساد میشود. البته در این بحث خرابیهای ناشی از قهر طبیعت مانند زمین‌لرزه و آتشفشانی یا خسارت حاصل از جنگ و انواع خرابکاریهای دیگر نوع بشر مورد توجه قرار نگرفته‌اند.

هر چند آزمایشهای متعددی برای محافظت مصالح سنگی از یک قرن پیش در کشورهای مختلف آغاز شده ولی متأسفانه تاکنون نتایج عملی بدست نیامده است و باید اعتراف کرد که دانش فعلی بشر در این مورد با صد سال قبل چندان تفاوتی نکرده است فقط توصیه میشود که شستشوی نمای ساختمان با آب برای جلوگیری از تشکیل قشر سولفاتی بر سنگهای آهکی که باران با آنها نمیرسد و همچنین ایجاد کانال و زه‌کشی مناسب بمنظور جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت بداخل ساختمانها را نباید از نظر دور داشت.

بهنگام مرمت آثار تاریخی محافظت نقوش و تزئینات داخلی و خارجی آنها اهمیت خاصی را دارا میباشد و این کار باید تحت نظر و بدست کارشناسان کارآزموده‌ای انجام گیرد. باید بطرق مختلف بمردم گوشزد شود که آثار تاریخی جزء اموال ملی هر کشور بوده و حتی بعضی از آنها جنبه جهانی داشته و تعلق به بشریت دارد و بسیار بجاست که برای نگاهداری و حفظ چنین آثاری از کمکهای مالی و معنوی دریغ نوزند.

در سالهای اخیر آزمایشگاههای خاصی برای مرمت و حفاظت ابنیه تاریخی و اشیاء عتیق در اغلب کشورها تأسیس و دائر شده است که با مؤسسات بین‌المللی از قبیل کمیته بین‌المللی برای

حفظ ابنیه Le Comite International pour les Monuments.

شورای بین‌المللی موزه‌ها (ICOM) Conseil International des Musées

مرکز بین‌المللی برای مطالعه در طرق نگاهداری و مرمت اموال فرهنگی (در رم)

Le Centre International pour l'Etude de la préservation et de la restauration des biens culturels à Rome.

انستیتوی پادشاهی بلژیک برای محافظت میراث هنری (دربروکسل)

Institut Royal du Patrimoine Artistique de Bruxelles.

تماس داشته و در موارد مهم از راهنماییهای این مؤسسات برخوردار میشوند. باید متذکر گردید که چون اکثر مؤسسات نامبرده بالا وابسته سازمان یونسکو (UNESCO) میباشد لذا گاهگاهی کارشناسانی هم از طرف سازمان مزبور برای همکاری و ارائه طریق بکشورهای ذی‌علاقه اعزام میشوند که گزارشها و نتایج مطالعات آنها از طرف یونسکو منتشر شده و در اختیار مقامات محلی گذارده میشود چنانکه در چند سال اخیر بنابدرخواست دولتها منجمله دولت ایران هیئت‌هایی مرکب از کارشناسان یونسکو بکشورهای ذینفع اعزام شده و با کارشناسان محلی برای مرمت و احیای آثار باستانی همکاری کرده‌اند. کارشناسانیکه بدین‌منظور بایران آمده‌اند بیشتر درباره تخت‌جمشید و پاسارگاد و بناهای تاریخی اصفهان مطالعه کرده و گزارش خود را بمقامات ایرانی و یونسکو تسلیم کرده‌اند که فعلاً مورد استفاده و استناد میباشد. امیداست بتواند در مقاله جداگانه‌ای چکیده مطالعات و خلاصه پیشنهادهای دانشمندان مزبور را بنظر خوانندگان گرامی برساند.