

الفصل السابع
صيانة الأحجار
Coservation of Stone

obeikandi.com

٧-١ - التشخيص Diagnosis:

قبل البدء فى علاج وصيانة الأحجار ، يجب أولا دراسة عوامل التلف التى تؤثر فيها ، وتؤدى إلى تلفها ..

هذه الدراسة تشمل :

* تحديد نوع الحجر ، وتركيبه الكيميائى أو المعدنى سواء فى الأجزاء الأصلية السليمة التى لم يصيبها التلف، أو تلك التى أصابها التلف وتحلل أجزائها.

* معرفة كمية الشروخ بالحجر ، وتصنيفها ، ومعرفة المسام الداخلية وكيفية انتشارها داخل الأحجار ، وذلك لتجنب ازدياد الماء ، ولتحديد بداية الإجهادات الداخلية - راجع الفصل الأول .

إذ أن المياه تشكل عامل أساسى وهام من عوامل تحلل المواد الأثرية حيث أنها تنتشر داخل الأحجار المسامية ، وتتلفها ، كما أنها تنتشر أيضا داخل الكثير من المواد الإنشائية الأخرى فى المباني الأثرية، وذلك بطرق متعددة ... مثل : التكاثف ، الإرتفاع الشعرى ، رشح مياه المطر ..

* مسح عام لحالات الطقس والمناخ .. مثل : الاختلاف فى معدلات الحرارة والرطوبة ، ومستوى التلوث الجوى ، التربة الملحية .. الرياح ..

هذا المسح ربما يمدنا بمعلومات إضافية موقفة عن أصل عمليات التلف المختلفة .. مثل: تبلور الأملاح Salt Crystallization والصقيع Frost التكاثف فى الجو الملوث .

Condensation in Polluted Atmosphere

* دراسة بيولوجية .. وذلك إذا توقعنا وجود عوامل تلف بيولوجية .. مثل: الفطريات *Algae* والبكتيريا *Bacteria* .. التي يجب تحليلها لمعرفة نوعها وطرق مقاومتها .

وكما أوضحنا في الفصل الأول .. فإن اتحاد عوامل التلف المختلفة تتعلق بالحجر نفسه ، أو بالبيئة المحيطة به ، وربما تكون نتيجة لعدد مختلف من عمليات التلف ..

والدراسات السابقة ربما تتناسب حالة واحدة فقط ، وليس كل الحالات. وبصفة عامة فإن الاستعدادات اللازمة لصيانة الآثار يجب أن تتم فقط بعد دراسة وتعريف عمليات التلف ، أو على الأقل بناء هذه الاستعدادات على أساس تجريبي .. وذلك لتجنب الأخطاء التي قد تنتج عن التصنيف غير الدقيق لأسباب التلف على المدى البعيد .

٧-٢- التنظيف *Cleaning*:

يجب تنظيف أسطح الأحجار جيدا قبل تطبيق عمليات التقوية *Consolidant* والحماية *Protective* لها .

أيضا يجب أن نحافظ على سطح الحجر نظيفا ، ومحما من المطر بصفة خاصة، حيث أن مياه المطر قد تتسرب داخل المسام ، وتؤدي إلى تفتت الحجر ببطء شديد *Slowly eroded* .

ولسوء الحظ فإن عمليات التنظيف المتعددة أو الواسعة الانتشار حاليا، تسبب بعض الأضرار للأسطح المسامية ، وربما تشكل خطر محتمل على الآثار التي يتم تنظيفها في المستقبل ، أي بعد التنظيف .

أضف إلى ذلك أنه يجب الوضع في الاعتبار أن بعض المواد ، ربما تفقد لو تم تطبيق عمليات التنظيف عليها بطريقة غير سليمة لذلك فإن عمليات التنظيف يجب أن تتم بحساسيه خاصة وبتقنيات عاليه، خاصة للأسطح المزخرفة أو المرسوم عليها .

وفيما يلي نذكر قائمة بعمليات ومواد التنظيف التي تسبب بعض الأضرار لمواد الآثار :

- الأحماض Acids:

تؤدي إلى تفتت غير منتظم لأسطح الأحجار ، كما تؤدي إلى تكوين أملاح ذائبة Soluble salts وهذه يحتمل ادمصاصها داخل مسام الحجر ، مما ينتج عنه إجهادات داخلية Internal Stresses .

ومن أمثلة الاحماض الخطرة على الآثار الحجرية : حمض الهيدروكلوريك Hydrochloric Acid وحمض الكبريتيك Sulphuric acid وحمض النيتريك Nitric acid ، كما يلاحظ أن حمض اليهيدروفلوريك Hydrofluoric acid وملح بايفلوريد الأمونيا Ammonium bifluoride أقل خطورة على الأحجار من الأحماض السابق ذكرها ، حيث تكون أملاحا قليلة الذوبان ، ولكنها في المقابل أكثر خطورة على المرمم الذي يقوم باستخدامها في عمليات التنظيف .

القلويات Alkali:

مثل الصودا الكاوية Caustic Soda والبوتاسا الكاوية Caustic potash إذا استخدمت في تنظيف الأحجار قد تسبب تكوين أملاح قابلة للذوبان .

- ضخ المياه Water jets :

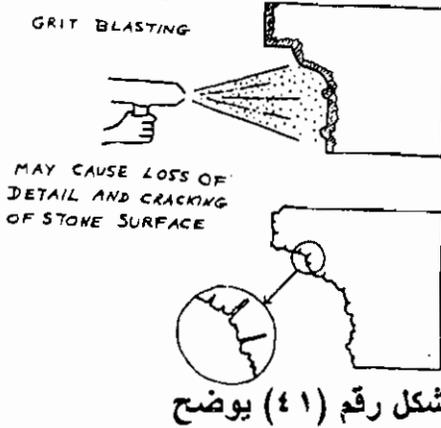
استخدام طريقة إطلاق المياه أو ضخ المياه ، ربما يسبب تخلل عميق للمياه داخل مسام الحجر ، خاصة إذا تم استخدام كميات كبيرة من المياه في هذه العملية .

وإذا تسربت المياه إلى داخل الحجر، تؤدي إلى زيادة الرطوبة داخل المبنى الأثرية ، وربما تعجل من تأثير بعض عمليات التلف أو تتسبب في وجود بعض عمليات التلف.

- النسف بالحصى Gritblasting :

الحصى الرطب أو الجاف عند استخدامه في عمليات التنظيف بطريقة النسف، قد يسبب ضياع سطح الحجر الذي يتم تنظيفه وتعرض سطح جديد لعمليات التلف.

هذا في الوقت الذي يسبب فيه النسف بالحصى ظهور سطح جديد غير منتظم ، ويحتوى على شروخ عديدة Veryirregular & Full of cracks وهذه النتائج في الغالب تؤدي إلى تسريح معدلات التلف . انظر الشكل رقم (٤١).



طريقة النسف بالحصى لتنظيف أسطح الأحجار ومدى خطورتها

- النحت أو الكشط Chiselling or scraping :

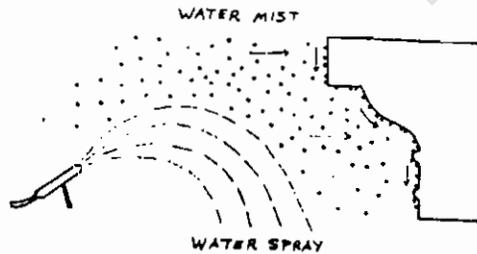
حيث يتم استخدام الادوات المعدنية أو الفرش المختلفة لتعطي نفس نتائج الطريقة السابقة ، لكن على مساحات أوسع .

وبصفة عامة فإن عمليات تنظيف الأحجار فى المباني التاريخية أو الأحجار المستخدمة فى الأعمال الفنية عمليات عالية الدقة ، ويجب أن تتم بحرص شديد ، ومهارة فائقة ، مع ملاحظة إستمرار تطوير هذه العمليات لتناسب كل حالة .

وفيما يلى نذكر أمثلة لأهم الطرق المناسبة للاستخدام فى تنظيف الأحجار فى المباني الأثرية .

- رذاذ الماء Water mists :

طريقة التنظيف باستخدام رذاذ الماء عملية متخصصة جدا ، وتؤدي إلى تحلل قشرة السناج Soot crust التى قد تغطى الأحجار ، لأن نقط المياه الدقيقة جدا The tiny droplets تتعلق فى الهواء مكونة سطح نوعى كبير ، وخالقة لسطح بينى متسع Creat a large interface عندما تترسب على سطح الحجر . انظر الشكل رقم (٤٢)



طريقة تنظيف باستخدام رذاذ الماء

- النسف الدقيق Micro- Blasting:

تتم عملية النسف هذه باستخدام أجهزة تطرد الحصى بقوة كبيرة ،
وبسرعة عالية فى صورة عمود دقيق جدا Very narrow beam of grit
ويمكن التحكم فى قوى طرد الحصى ، طبقاً لنوع الرواسب المطلوب إزالتها،
ومدى تماسكها ، وقوة التصاقها بالحجر .

ومن مميزات هذه الطريقة أنه يمكن تطبيقها فى المساحة المطلوب
نظافتها فقط ، وذلك حسب رغبة المرمم.

ويلاحظ أنه إذا أحسن إستخدام هذه الطريقة ، وأحسن توزيعها جيدا ،
فإنه يمكن التخلص من أو إزالة الطبقات السميكة أو الصلبة من الرواسب
غير المرغوب فيها فوق سطح الحجر أو الأعمال الفنية، دون فقد أى
تفاصيل، ودون إحداث أدنى تلف بسطح العمل الفنى على وجه الخصوص.

- كمادات الطين Clay packs:

تضع كمادات الطين من طينيات عالية الإدمصاص ، مثل : طينة
Sepiolite وطينة Attapulgitite والتي غالباً ماتقوى بألياف سيليلوزيه
قصيرة Short cellulose fibres ويخلط بالماء .

هذه الكمادات بطينة النتائج ، إلا أنها آمنة التأثير خاصة على طبقات
السناج، أيضا فإنها مفيدة جزئيا عندما تستخدم فى التخلص من الأملاح القابلة
للذوبان من مسام الحجر .

الهلاميات القلوية Basic Jellies:

حيث تعالج الطبقات المترسبة على سطح الأحجار ، بطبقة من عجينة
هلامية القوام ، قاعدية الخواص (قلوية) تحتوى على بيكربونات

Bicarbonates وعوامل كيميائية أخرى Chemical agents تعمل على إزالة أيونات الكالسيوم ، وتحتفظ بها ذائبة في المياه وتسمى هذه العوامل : عوامل فصل Sequestering agents وهذه العوامل أكثر تأثيرا ، وأنشط فعلا من كمادات الطين على القشرة الصلبة من الرواسب غير المرغوب فيها.

المادة الهلامية (جل) تتكون من: لواصلق ذائبة Sluble adhesive مثل: ميثيل سيليلوز Methyle cellulose أو السيليكا جل Silicagel دقيقة الحبيبات Micronized silica، هذه اللواصلق تجعل عجينة البيكربونات سهلة التطبيق على الأسطح الرأسية والمنتدلية Vertical or overhanging surfaces دون أن تسمح للساند بالجريان خارج المساحات المعالجة.

وبمقارنة كل طرق التنظيف الدقيقة ، والمناسبة للاستخدام في تنظيف المواد الأثرية ، نجد أنها بطيئة نسبيًا، وتحتاج إلى شخص متخصص، ومتدرب تدريبًا عاليًا على استخدام هذه الطرق.

لذلك فإن عمليات تنظيف المباني الأثرية، أو الآثار بصفة عامة، عمليات غالية الثمن جدا إذا ما قورنت بطرق التنظيف التجارية The commercial cleaning التي غالبا ما يتم تطبيقها عند الحفاظ على المباني غير الأثرية..

بعض الأسطح الحجرية المتحللة تكون ضعيفة جدا بحيث لا يستطيع احتمال أى عمليات تنظيف ، لذلك إذا حدث وتم تنظيفها بطريقة غير مناسبة، ربما تفقد كمية كبيرة من موادها ، وقبل أن يحدث ذلك لا بد من معالجة السطح المطلوب تنظيفه معالجة خاصة تسمح بعمليات التنظيف.. هذه المعالجة تتضمن التقوية المؤقتة Temporarity consolidated كان يعالج السطح بأحد الراتنجات الصناعية المناسبة ، من مجموعة ثرموبلاستيك

Thermoplastic ، وبعد ذلك يتم التنظيف باستخدام طريقة النسف بالحبيبات الدقيقة أو طريقة الهلاميات القاعدية .

وأحيانا تتم عمليات التقوية الجزئية بالتناوب مع عمليات التنظيف حتى يتم الحصول على نتائج مرضية ، لإزالة الرواسب المتكلسة على سطح الأحجار .

٣-٧- التقيوية Consolidation

- الأهداف Definition of Aims

نتيجة لعمليات التحلل والتفتت التي تحدث للأحجار عند تعرضها لعوامل التلف ، يحدث أن يفقد الحجر تماسكه ، ويتآكل سطحه لأعماق كبيرة هذامن ناحية، ومن ناحية أخرى قد يتشقق الحجر ، أو تحدث به شروخ ، تسمح بانفصال شظايا صغيرة Splinters أو قطع كبيرة نسبيا من حواف الشروخ أو الشقوق .

ويكون الهدف من صيانة الأحجار فى المباني الأثرية أو الأعمال الفنية.. هو تجنب أى فقد أو ضياع أى جزء من الحجر مهما كان صغيرا. لذلك فإن عمليات التقوية .. بمعنى إعادة الترابط والتماسك للمادة.. تعتبر من أهم عمليات الصيانة خاصة إذا فقدت الأحجار تماسكها ، وأصبح بقاؤها مهددا بخطر الضياع.

بعض عمليات التقوية أيضا تعطى الحجر نوعا من الحماية ، إذ أنها تعمل على تحسين قدرته على مقاومة العوامل البيئية المتلفة ... مع أن هذه الفكرة ليست دائما صحيحة ، إذ أنه من الممكن أن يتم معالجة الحجر وتقويته،

إلا أنه يظل فى حاجة ماسمة إلى معالجات أخرى لحمايته
.Protective treatment

ويجب حماية الحجر المعرض لبيئة سيئة أو بيئة عدوانية
An aggressive enviroment عن طريق طبقة حماية قربائية
Sacrificial protective layer أى طبقة حماية مؤقتة يمكن ازالتها كل فترة
.. هذه الطبقة تنفذ غالبا على شكل طبقة سطحية ، بينها وبين الأصل مسافة
صغيرة، وتعمل كطبقة واقية ، تقي السطح المعالج من العوامل البيئية المتلفة،
وكلما أصبحت هذه الطبقة غير قادرة على تادية وظيفتها، يتم التخلص منها
...لذلك أطلق عليها هذا الاسم: طبقة حماية قربائية Sacrificial
.protective layer

- التشبييع Impregnation:

المواد المقوية عادة تكون فى صورة سائل ،وعندما تعالج الأحجار
بالمقويات وتتخلل الأخيرة سطح الحجر ، وربما تمتد إلى أعماق كبيرة بعيدا
عن السطح ، حتى تصل إلى الجزء السليم من الحجر The sound core
of the stone وتؤدى فى النهاية إلى ارتباط الأجزاء التالفة التى كان من
الممكن إزالتها بالأجزاء السليمة .

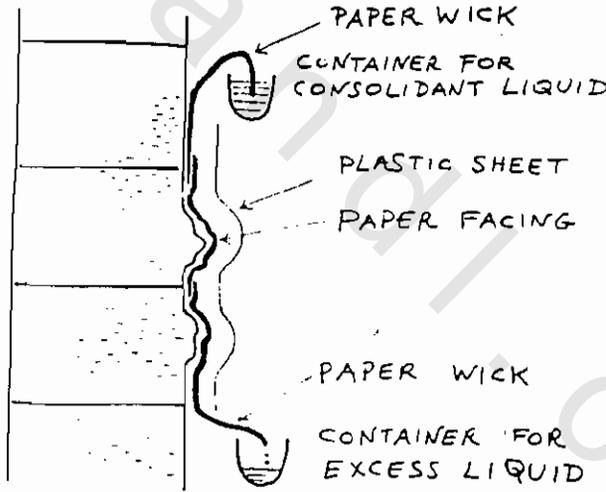
وهذا هو الهدف من عملية التشبييع بالمقويات وتكون عملية التشبييع
سليمة وصحيحة ، وأدت الغرض منها، عندما تصل المادة المستخدمة فى
التقوية عن طريق التشبييع إلى لب الحجر Core of the stone وتؤدى إلى
ترابط وتماسك جميع مكوناته .

ومن السهل تنفيذ عملية التشبييع للأحجار التى يتم نقلها إلى المعمل
،وذلك عن طريق نقعها فى محلول مناسب ، حيث يمكن انجاز هذه العملية

بنجاح خاصة في الأحجار الصغيرة ... ويزداد نجاح المرمم في تنفيذ عملية التشبييع ، إذا تمت في جو مفرغ من الهواء Under a vacuum حيث أن إزالة الهواء من المسام الداخلية في الحجر ، يسمح بإحلال السائل المقوى كله وبالتالي تزداد فرصة المقوى في التغلغل وملئ المسام الداخلية للحجر وربط جميع مكوناته .

وفي حالة الأحجار المستخدمة في البناء والتي لايسهل نزاعها ونقلها الى المعمل لتجرى لها عملية تشبييع بتفريغ الهواء أو في جو مفرغ ، تظل التقنيات التقليدية هي الأمثل دائما عند تقوية هذه الأحجار .

ومن أمثلة هذه الطرق - تكتيك الغطاء الورقي Paper-facing technique . انظر الشكل رقم (٤٣) .



شكل رقم (٤٣) يوضح

طريقة التشبييع باستخدام تكتيك الغطاء الورقي لتقوية الأحجار

ويعتمد الأساس النظرى لهذا التكنيك على حفظ سطح الحجر وكذلك الغطاء الورقى رطباً أو مبللاً باستمرار لعدة ساعات ، وفى بعض الأحيان لعدة أيام To keep the surface continuously wet مع تجنب عملية البخر التى قد تحدث للسائل المقوى حتى يتم إنجاز عملية التشبييع لأكثر عمق ممكن .Until deep penetration

وفى هذا التكنيك - كما هو موضح فى الشكل رقم (٤٣) يتم تغطية السطح بغطاء ورقى Paper sheets يلتصق بسطح الحجر بواسطة لاصق خفيف Light adhesive ويحفظ الغطاء الورقى بعد ذلك وباستمرار مبللاً بسائل التشبييع .

تكنيك آخر فى التقوية هو : تكنيك التفريغ Vacuum هذا التكنيك يمكن تنفيذه أو تطبيقه على المواد كبيرة الحجم ، أو على قطاع من مبنى، وذلك عن طريق لف ورق بلاستيك أو مطاط A Plastic or Rubber Sheet على سطحها، مع عمل مص للهواء Suction بواسطة صمام Valve يمر خلال طبقة الورق " أى يتم تفريغ الهواء من بين الورق وسطح الجدار مثلاً" وبعد ذلك يتم حقن السائل المقوى داخل الحجر من خلال قطاع مناسب، يترك بدون تغطية Left free

- مقويات الحجر Stone consolidants:

- يمكن تقسيم مقويات الحجر إلى مجموعتين :
- مجموعة المقويات غير العضوية .
- مجموعة المقويات العضوية .

أولاً: مجموعة المقويات غير العضوية **Inorganic Consolidants**

المقويات غير العضوية ، تشمل : السوائل التي في الظروف المناسبة

تكون مواد غير قابلة للذوبان Insoluble substances .

ويجب أن نعرف بداية أن المقويات غير العضوية من خواصها أنها

تكون روابط من البللورات المنفصلة عن بعضها في الأحجار المتحللة .

ويعتمد تأثير المقويات غير العضوية في تقوية الأحجار على تكوين

السيليكا المائية Hydrated silica مثلما يحدث في حالة السيليكات والفلوسيليكات Fluosilicates أو تكوين كربونات الكالسيوم أو الباريوم

Calcium or Barium Carbonates مثلما يحدث في طرق التقوية

باستخدام الباريوم والجير Lime and Baryta Processes أو تكوين الومينا

كما في طريقة التقوية باستخدام الومينات البوتاسيوم

Potassium aluminate process.

كما أن بعض المقويات غير العضوية تكون : أملاحاً ذائبة Soluble

salts كمنتج جانبي Byproduct في تفاعلات التقوية ، على سبيل المثال :

تلك الأملاح التي تتكون بواسطة سيليكات الصوديوم أو سيليكات البوتاسيوم .

ويلاحظ أن مثل هذه المقويات التي تكون أملاح تستخدم فقط في حالة

إتخاذ الاحتياطات اللازمة لازالة أى أملاح ذائبة تتكون على سطح الحجر بعد

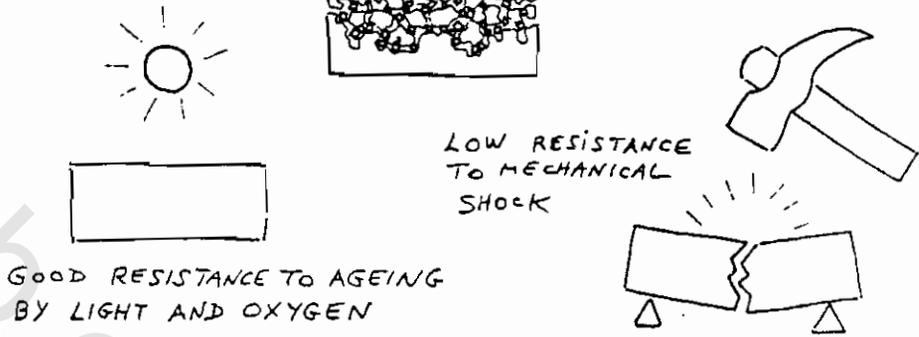
التقوية .

كما يلاحظ أن المقويات غير العضوية تتمتع بخواص جيدة ضد القدم

Ageing بواسطة الضوء والأكسجين إلا أن أهم عيوبها أنها لاتقاوم

الصدمات الميكانيكية . انظر الشكل رقم (٤٤)

INORGANIC CONSOLIDANTS



شكل رقم (٤٤) يوضح

مقاومة المقويات غير العضوية لعامل القدم وعدم مقاومتها
للصدمات الميكانيكية

ثانيا : مجموعة المقويات العضوية Organic Consolidants:

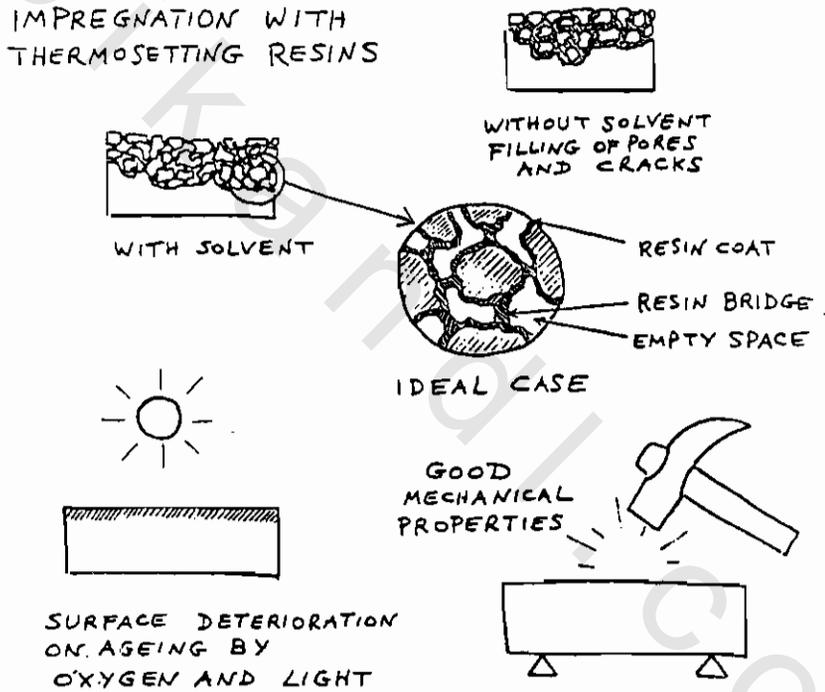
تعتمد هذه المقويات فى الأساس على لدائن ثرموسيتنج
Thermo-setting synthetic plastics التى تستخدم فى علاج الحجر .
وتكون فى صورة سائلة ، وتخلط بمجمد أو مصلب Hardener والأخير
يسبب شك المقوى بعدما يأخذ مكانه داخل مسام الحجر ، أو الشروخ
الموجوده به .

وتستخدم راتنجات الإيبوكس والبولى إستر فى أغراض تقوية
الأحجار ، وغالبا ماتخلط هذه الراتنجات مع المذيبات Solvents التى تسبب

لزوجتها Viscosity وتؤخر تفاعلات شكلها، وتعمل على ملء كل الفراغات الموجودة في الحجر بمادة الراتنج قبل تصلبه .

ويلاحظ أن المقويات العضوية تعمل على تحسين الخواص الميكانيكية للحجر المقوى، إلا أن الراتنجات نفسها تتحلل ببطء تحت تأثير الأوكسجين والضوء ، على عكس المقويات غير العضوية . انظر الشكل رقم (٤٥)

كما أن المقويات العضوية تبقى داخل مسام الحجر لفترة طويلة جداً، وتعمل كمادة واقية أو حافظة ضد عوامل التجوية .



شكل رقم (٤٥) يوضح

مقاومة المواد العضوية للصدمات الميكانيكية

وعدم مقاومتها لعامل القدم

- السيليكونات Silicones:

تتميز السيليكونات بخواص المقويات العضوية وغير العضوية في نفس الوقت ، أى أن جزء منها عضوى ، وآخر غير عضوى راجع فصل (١١).

لذلك فإننا نجد أن السيليكونات من الممكن أن تمثل حل وسط بين خواص كل من : المقويات العضوية وغير العضوية عند التقوية .

السيليكونات فى طبيعتها تحتوى على جزء عضوى ، وجزء آخر غير عضوى، لذلك فهى تجمع فى خواصها بين مجموعتى المقويات - كما أسلفنا.

ومن أهم خواص السيليكونات الهامة جدا والمفيدة جدا عند استخدامها فى التقوية ، أنها مواد طاردة للماء ، وبما أن الماء عامل أساسى من عوامل تلف المواد الأثرية ، فإن خاصية طرد الماء Water Replency عامل هام يخفض معدلات تلف هذه المواد .

أيضا فإن السيليكونات تتأكسد بواسطة الأوكسجين والضوء ، بصورة أكثر ببطا من راتنجات ثرموسيتنج.

- المقويات المؤقتة Temporary consolidants:

تستخدم المقويات المؤقتة عندما يكون المطلوب تقوية الحجر فى الحال، ولكن القرار النهائى فى اتخاذ النوع الأمثل فى عمليات الصيانة يجب أن يتخذ ويكون له الأولوية ، وعادة تستخدم فى مثل هذه الحالات ، أيا من راتنجات الترموبلاستيك أو راتنجات الترموسيتنج . انظر الفصل (١٠) حسب الحالة التى يراها المرمم .

راتنجات ثرموبلاستيك لا تتخلل مسام الحجر الصغيرة بسهولة، وذلك لأن جزئياتها كبيرة جدا، أيضا فإن خواصها الميكانيكية أقل من الخواص الميكانيكية لراتنجات ثرموسيتنج.

وبالرغم من ذلك فإن راتنجات ثرموبلاستيك تتمتع بصفة العكسية Reversible حيث يمكن إذابتها وتحويلها إلى حالة السيولة باستخدام أحد المذيبات المناسبة، في حين أن راتنجات ثرموسيتنج والسيليكونات، والمقويات غير العضوية، مواد غير عكسية Irreversible Materials أى غير قابلة للإذابة.

علاوة على ذلك، بعض راتنجات الثرموبلاستيك، وبصفة خاصة، راتنجات الاكريلك Acrylic resins أكثر مقاومة لعملية الأكسدة من راتنجات ثرموبلاستيك.

ولاشك أن عملية اختيار المقوى المناسب للحجر المتحلل تظل عملية صعبة الحل في معظم الحالات، ويجب أن تتم على أسس سليمة، وغالبا ماتتم عملية الإختبار بناء على إختبارات التجوية المقارنة Comparative wathering tests التى تتم على عينات من الأحجار.

في مثل هذه الاختبارات يتم عمل عينات من الأحجار، ومعالجة بعض منها بمقويات مختلفة، وترك بعضها دون علاج، وتعرض الجميع في نفس الوقت لدورات التجوية، ويتم بعد ذلك مقارنة النتائج التى يتم الحصول عليها.

كما يعتمد إختيار طريقة التقوية في بعض الأحيان على نوع الحجر، فالحجر الرملى، يفضل أن يعالج بمقويات من نوع السيليكات فى حين يفضل

معالجة الحجر الجيري باستخدام مقويات من نوع كربونات الكالسيوم أو كربونات الباريوم .

السيليكونات وراتجات ثرموسيتنج يمكن تطبيقها على أى نوع من أنواع الحجر .

- اللواصق والمعاجين Adhesive & Stuccoes :

عمليات التقوية عادة لاتسد الفتحات التى تزيد عن ١٠ مم ، لذلك فإننا غالبا مانلجأ إلى المواد اللاصقة ، وذلك لمعالجة الشروخ الواسعة حتى لاتكون سبباً فى تجميع المياه داخلها .

لذلك فإنه من أهم متطلبات ترميم الأحجار ، محاولة دمج سطح الحجر Compact surface حتى نتجنب تخلص السوائل الضارة Aggressive Liquids داخل مسامه ، وكذلك لمنع تأثير الملوثات البيئية على السطح ، ويتم ذلك من خلال ملء الشروخ بمادة لاصقة مناسبة ، من شأنها تحسين الخواص الميكانيكية للمنطقة المحيطة بالشروخ، وكذلك غلق الطرق أمام المياه الزائدة حتى لاتتغلغل داخل الأحجار .

وتعتبر راتجات ثرموسيتنج ، خاصة راتجات الإيبوكسى ، فى الحالة السائلة ، من أكثر الراتجات إستخداما فى معالجة الشروخ الدقيقة حيث يتم إستخدامها مع مالء مناسب فى صورة معجون . أما فى حالة الشروخ الواسعة نوعا فىستخدم عادة معاجين تتكون من : مالء مناسب ، عادة بودرة الحجر نفسه ، مع مادة رابطة ، إما أن تكون عضويه - راتنج صناعى - أو غير عضويه - جير نقى أو سيليكات الإيثيل Ethyl Silicate . انظر الشكل رقم (٤٦).

FILLING OF CRACKS



CRACKED &
DETERIORATED

I



CONSOLIDATED

II



FILLED WITH
STUCCO

III

شكل (٤٦) يوضح

أسلوب معالجة الشروخ والفجوات داخل الأحجار .

١ - شروخ وفجوات .

٢ - الشروخ والفجوات بعد تقويتها .

٣ - الفجوات بعد ملئها .

٤-٧ - الحماية Protection:

- الأغشية السطحية Surface Films:

طريقة استخدام الأغشية السطحية لحماية سطح الحجر طريقة قديمة،

استخدمت في الماضي ، وما زالت تستخدم حتى الآن .

والمواد التي استخدمت لهذا الغرض شملت : الزيوت الجفوفه مثل :

زيت بذر الكتان Linseed oil والدهن الحيواني Animal Fats والشموع

Waxes وشمع البرافين Paraffin wax.

ولكى يتم استخدام الأغشية السطحية لحماية الأحجار يجب تنفيذها فوق سطح قوى ونظيف ، وعادة يكون العلاج جيدا، إذا كان سطح الحجر لم يتعرض مسبقا لظروف التجوية Unweathered أما الحجر الذى تعرض للتلآف بسبب التجوية، فيجب أولا تنظيفه ، إذا كان متسا Dirty وتقويته إذا كان ضعيفا .

هذا وتعطى طبقات التغطية السطحية حماية جيدة فى حالة الأحجار قليلة المسامية، أما فى حالة الأحجار عالية المسامية فقد يحدث أن تتسرب المياه إلى الحجر من طرق جانبية غير السطح ، وفى هذه الحالة ، فإن زيادة المياه تؤدى إلى نمو الضغوط الداخلية Internal stresses فى السطح البينى (بين الغشاء والحجر).

وبالرغم من ظهور مواد كثيرة ، لها خواص جيدة ، وأنواع تجارية منها، تعطى درجات مختلفة من التقوية، إلا أن شمع البرافين - فى العصر الحديث - مازال مستخدما كمادة حماية جنباً إلى جنب مع شمع الميكرو كريستالين Micro crystalline wax.

كما أن راتنجات الأكريلك ، والسيليكونات أيضا مازالت مستخدمة كمادة حماية سطحية لأسطح الأحجار .

وبصفة عامة فإن الاتفاق على استخدام المواد الكيميائية فى عملية التغطية السطحية ، يجب أولا إختبارها لمعرفة قدرتها على حماية سطح الحجر ضد عوامل التجوية من عدمه، وذلك قبل استخدامها كمادة تغطية سطحية ، مع مقارنة نتائج الاختبارات ، واختيار أفضل المواد التى تحقق الغرض .

وقد يكون من الأفضل إختيار مادة حماية لها عمر محدد ، أو عمر افتراضى معروف ، وذلك لاستخدامها كطبقة حماية قربانيه Sacrificial مع مراعاة إتخاذ الاحتياطات اللازمة لتكرار عملية التغطية فور إنتهاء العمر الافتراضى للمادة المستخدمة فى الحماية .

- الحماية البيئية Enviromental protection:

لاشك أن التحكم فى عوامل التلف البيئية التى تؤثر على الأحجار تشكل أفضل طرق حمايتها ...

لذلك يرى بعض العلماء ، نقل الأحجار إلى بيئة متحكم فيها ، خاصة الأحجار التى يسهل نقلها .. كالتماثيل الصغيرة .. وغيرها .. ولكن هذا الحل لا يكون دائما ملائما لكل أنواع الأحجار ، خاصة ، تلك المستخدمة كمادة إنشاء.

لذلك إقترح العلماء حلا آخر .. وهو إستخدام طبقة حماية مؤقتة Temporary protection حيث يتم عزل سطح الحجر باستخدام طبقة عزل حرارية معتمه An Opque Thermal Insolation Layer على شكل خزائن عرض كبيرة .

ويجب أن يكون واضحا ، أنه يتم الإزالة الدورية لهذ الطبقة عندما يصبح الجو صافيا فى المواسم التى يقل فيها تلوث الهواء ، وتنخفض فيها نسب التكاثر ، ولا يحدث فيها تجمد للمياه داخل مسام الحجر .

وفى هذه الحالة فقط يمكن كشف الحجر ليراه الزوار ، وكذلك ليتم الكشف الدورى عليه وفحصه بمعرفة المسئولين عن عمليات الصيانة.

أيضا فإن خزائن العرض الشفافة Trans parent show cases حل آخر بديل، إلا أن خطورتها تكمن في أن درجة الحرارة بداخلها ، قد ترتفع بصورة كبيرة ، عندما تتعرض لأشعة الشمس المباشرة ، كما يحدث في الدفيئة Green house أو المباشرة ، كما يحدث في الدفيئة Green house أو مايسمى: تأثير الصوبه الزجاجية Green house effect كما أن التمدد الحرارى الناتج عن ذلك- تأثير الصوبه- يسبب ضغوط مختلفة على الحجر . على جانب آخر فإن تكييف الهواء داخل فترينات العرض غالى جدا، وغير موثوق فيه Unreliable.

الأسقف الخارجية يمكن حمايتها ضد المطر ، ولكن يصعب حمايتها من ظاهرة التكاثف ، لذلك فإن اختيار الحلول المناسبة لمعالجة السطح بطبقة رقيقة واقية يمكن أن يكون حلا مناسباً لحماية سطح الحجر من التكاثف . وبصفة عامة يمكن الوصول إلى حماية بيئية جيدة للأحجار فى الحالات الآتية :

- مراجعة نظم المياه داخل المباني ، وفى هذه الحالة يمكن التحكم فى نسب ارتفاع الرطوبة داخل الجدران .
- التحكم فى البيئة ، وفى هذه الحالة يمكن وقاية سطح الأحجار من ظاهرة التكاثف.

ولكن فى كثير من الأحيان يصعب تطبيق هذه الاقتراحات خاصة فى حالة الأحجار ذات القيمة الغنية ، الموجودة فى الأسطح الخارجية للمباني ، والتي تتعرض مباشرة لعوامل التجوية الشديدة .

- الحفظ Maintenance:

كل إقتراحات صيانة الآثار لها زمن محدد ... بمعنى أن كل مادة قد تستخدم في صيانة المواد الأثرية لها عمر إفتراضى ، أحيانا لايمكن توقع إنتهاؤه بدقة ...

لذلك فإن صيانة الآثار أو الأحجار الأثرية يتطلب توقع فترة زمنية محددة ، لنظام صيانة محدد .. يمكن إستخدامه فى هذه الفترة .. وقد لا يصلح فى المستقبل ، حيث يمكن ظهور نظام آخر أفضل منه ...

فمثلا، إذا فشل نظام الحماية المختلفة المعروفة حاليا - نظم الحماية ضد مياه المطر ، الأغشية السطحية الواقية ، الأسقف ... الخ - قد يكتشف فى وقت آخر ، أو فى المستقبل ، نظم أخرى أكثر قدرة على حماية سطح الأحجار من سابقتها ، لذلك يجب باستمرار تطوير نظم الحماية المختلفة للمباني الأثرية ..

كما أن سياسة حماية المباني الأثرية تتطلب تغييرات عميقة فى نظم البناء ، وتدريبات متوالية على خدمات الصيانة .. وهذه تشمل:

تطوير الأدوات، والعدد، والآلات، وإدخال نظام التحكم الآلى Remote Control فى المواد والآلات المستخدمة فى الصيانة .

ويكون الهدف من هذه السياسة تجنب هجوم عمليات التلف بصورة تفوق إجراءات الصيانة ، مما يضر عمليات الترميم ويجعلها غير ذات قيمة .

وفى النهاية يجب اعتبار الأحجار القديمة ، مثل مريض فى مستشفى، أو مريض يحظى بالرعاية الكاملة داخل بيته، لذلك يجب عمل تقرير تحليلى أو Acinical file مبنى على الملاحظة الدقيقة للأثر ، لكى يمكن إنفاذه بقدر

المستطاع .. كما يجب وضع مثل هذا التقرير بل وكل الحقائق عن الأثر ..
فورا، وبصورة دوريه أمام المتخصصين لمعرفة حالة الأثر ... كما أن
الزيارات الدورية المتكررة، والتقارير العاجلة ، تشبه التمرينات الطبية، التي
يجب فعلها باستمرار بمعرفة القائمين على الصيانة ..