دليل رواق لصيانة وترميم المباني التاريخية في فلسطين

دليل رواق لصيانة وترميم المباني التاريخية في فلسطين

خلدون بشارة



مركـز المعمـار الشعبـي

سلسلة رواق في تاريخ العمارة في فلسطين

8

يتوجه رواق بالشكر

لِسيدا: الوكالة السويدية للتنمية والتعاون الدولي

Sida: Swedish International Development Cooperation Agency

لتبرعها السخي لدعم هذا الدليل ضمن سلسلة رواق: "تاريخ العمارة في فلسطين"

سلسلة رواق في تاريخ العمارة في فلسطين
محرر السلسلة: سعاد العامري

دليل رواق لصيانة وترميم المباني التاريخية في فلسطين
© حقوق الطبع محفوظة: رواق، رام الله، 2004
ISBN 9950-303-02-8

الناشر:
رواق: مركز المعمار الشعبي
ص.ب. 212، رام الله، فلسطين
تلفون: 6887 240 2 972
فاكس: 6986 240 2 972
بريد إلكتروني: riwaq@palnet.com
صفحة إلكترونية: www.riwaq.org

التصميم والاخراج الفني: أحواء للتصميم تصوير ورسومات: خلدون بشارة

بدعم من سيدا

فهرس المحتويات

1 المونة الجيرية
2 القصارة الجيرية التقليدية
3 الطراشة بالجير
4 الكُحْلَة الجيرية التقليدية
5 التشبيع بالمونة الجيرية
6 تنظيف الجدران الحجرية
7 معالجة مشاكل الرطوبة
8 التخلص من الأملاح
9 صيانة الأعمال الخشبية

"Imbued with a message from the past, the historic monuments of generations of people remain to the present day as living witnesses of their age-old traditions. People are becoming more and more conscious of the unity of human values and regard ancient monuments as a common heritage. The common responsibility to safeguard them for future generations is recognized. It is our duty to hand them on in the full richness of their authenticity."

Venice Charter 1964

"تحمل المعالم التاريخية رسالة روحية عن ماضي البشرية، وتبقى بالنسبة لمجرى الحياة شاهداً حيًّاً على التقاليد العريقة للشعوب الغابرة. البشرية جمعاء أصبحت تعي أكثر فأكثر بوحدة قيمها الإنسانية، وتعتبر هذه المخلفات تراثاً مشتركاً تلتزم بالحفاظ عليه وصيانته وتبليغه بكامل عناصره للأجيال القادمة."

وثيقة البندقية 1964

'The process of restoration is a highly specialized operation. Its aim is to preserve and reveal the aesthetic and historic value of the monument and is based on respect of original material and authentic documents…' [Article 9] . 'Where traditional techniques prove inadequate, the consolidation of a monument can be achieved by the use of any modem technique for conservation and construction, the efficacy of which has been shown by scientific data and proved by experience' [Article 10] . 'The valid contributions of all periods to the building of a monument must be respected, since unity of style is not the aim of restoration…' [Article 11] . 'Replacement of missing parts must integrate harmoniously with the whole, but at the same time must be distinguishable from the original so that restoration does not falsify the artistic or historic evidence.' [Article 12].

Venice Charter 1964

"الترميم عملية متخصصة بشكل استثنائي. وهي تهدف إلى المحافظة على القيم الجمالية والتاريخية للمعلم وإبرازها، وتستند إلى احترام المواد الأصلية والوثائق الأصيلة... (المادة 9). وإذا أتضح أن التقنيات التقليدية غير ملائمة، فإن تدعيم المعلم وتقويته يمكن أن يتم باللجوء إلى أي من تقنيات البناء والترميم الحديثة التي أظهرت نجاعتها المعطيات العلمية والتجربة (المادة 10). إن المساهمات المختلفة من كل العصور في تشييد معلم يجب احترامها، إذ أن توحيد الأسلوب ليس الهدف المنشود من عملية الترميم ... (المادة 11). كما أن التعويض عن عناصر مفقودة يجب أن يكون بطريقة منسجمة مع المعلم ككل، مع إبرازها عن العناصر الأصلية حتى لا تتسبب عملية الترميم بتزييف الأدلة الفنية أو التاريخية (المادة 12)."

وثيقة البندقية 1964

شكر

كغيره من منشورات رواق حول العمارة في فلسطين، تضافرت جهود عدة وكبيرة لولاها لم يرَ هذا الدليل النور. وأخص بالشكر كلاً من نورجيهان رياض، وفرحات يوسف، ومهند حديد ونظمي الجعبة، الذين لم يبخلوا بوقتهم وجهدهم في مراجعة النص وتقديم النصح والإرشاد، كما أشكر الفنان خليل رباح على متابعته الفنية في إخراج الكتاب، وأخص بالشكر الزميلة ليندیتا كيرفيديتش* من كوسوفو لمساهمتها ببعض صور تنظيف الحجر، كما أشكر شركة أضواء لعملها التصميم، وعبد الرحمن أبو شماله لتدقيقه اللغوي للنص. كما أشكر سيدا-الوكالة السويدية للتنمية والتعاون الدولي لدعمها السخي في نشر الدليل. والشكر موصول أيضاً للدكتورة سعاد العامري لمراجعة وتنقيح المادة، بالإضافة إلى دعمها المعنوي لنشر هذا الدليل.

خلدون بشارة

* Lindita Cervadiku

مقدمة

تتعرض العمارة التقليدية في فلسطين لشتى أنواع التدمير والخراب. فبالإضافة إلى ما يسببه الاحتلال الإسرائيلي من تدمير للمراكز والمباني التاريخية في فلسطين، فإن خراب المباني التاريخية وتآكلها يعودان بالأساس إلى إهمال هذه المباني وهجرانها وتركها للطبيعة القاسية تعبث بها وتتركها أثراً بعد عين. من الخراب كذلك ما هو بفعل البشر؛ فكثيرون يعتقدون، خاطئين، أن المباني القديمة لا تصلح لمتطلبات الحياة الحديثة، ولا بد من هدمها واستبدالها بمبانٍ عصرية، غير آبهين بما لهذه المباني من قيمة حضارية وبيئية كبيرة. كما أن هناك نوعاً آخر من التخريب الذي تتعرض له المباني التاريخية، وهو التخريب الناتج عن سوء صيانة هذه المباني وسوء ترميمها؛ فأغلب عمليات الترميم يقوم بها مقاولون، ومهندسون، وعمال تنقصهم تجربة الترميم، وليست لديهم معرفة جيدة بالمباني القديمة ومواد البناء التقليدية وتقنياتها، الأمر الذي يؤدي في كثير من الأحيان إلى تدمير المباني التاريخية ببطء لا نلحظه.

وللمباني التاريخية، التي بنيت بمواد وأساليب بناء تقليدية، قانونها الخاص، والتعامل معها يختلف تماماً عن التعامل مع المباني الحديثة التي تبنى في العادة من الحجر والخرسانة المسلحة وغيرها من مواد البناء التي تطورت بعد الثورة الصناعية، وشاع استخدامها مع مطلع الثلاثينيات من القرن العشرين في فلسطين. وهنا لا بد من فهم خصائص مواد وأساليب البناء التقليدية، ليتسنى لنا التعامل معها بحساسية وتجنب استخدام مواد البناء وتقنياته الحديثة التي ثبت ضررها على المباني القديمة.

لقد غلب على أعمال صيانة المباني القديمة وترميمها ممارسات خاطئة كانت لها انعكاسات سلبية على حالة هذه المباني، فمثلاً يكثر استخدام المونة الإسمنتية في القصارة والكُحْلَة للتعويض عن القصارة والكُحْلَة الجيرية المتآكلة، الأمر الذي يؤدي إلى تشققات في القصارة والتآكل السريع في جوانب الحجر في الواجهات الخارجية. كذلك يتم استخدام الدهانات الزيتية بشكل واسع في طراشة الجدران والعقود القديمة، الأمر الذي يؤدي إلى صم الجدران وإغلاق مساماتها ومنعها من التنفس ونفث رطوبتها للخارج، الأمر الذي يؤدي إلى تقشير الطراشة عن القصارة وسقوطها. أما شيوع استخدام الضرب بالرمل أو القرص الكهربائي (الصاروخ) في تنظيف الحجر القديم، فيؤدي إلى إزالة طبقة بسيطة من وجه الحجر، وزيادة مساحة سطحه المعرضة لعوامل

الجو، وبالتالي تسريع تآكله. كذلك من الممارسات الخاطئة، أيضاً، عمل مدات خرسانية في الطوابق الأرضية والساحات لعزل الأرضيات، فيؤدي -على عكس المُراد- إلى زيادة كمية الرطوبة الصاعدة بالخاصية الشعرية في الجدران، وبالتالي تآكل القصارة وتقشير الطراشة عنها. ومن الأمور التي تؤدي إلى تغيير ملامح المباني التاريخية وتشويهها، استبدال كميات كبيرة من الحجارة القديمة بأخرى حديثة، دون محاولة ترميمها أو تقويتها. كذلك الحال بالنسبة لإزالة القصارة الجيرية عن جدران المباني التاريخية، وإعادة تكحيلها، كما أن إزالة القصارة الجيرية عن الجدران الداخلية للمباني التاريخية وإعادة تكحيلها يغير من ملامح المبنى القديمة، بالإضافة إلى تسريع تآكل الحجر الذي يترك بدون حماية القصارة والطراشة. ومن الأمور التي تؤدي إلى تغيير ملامح المبنى القديمة، إضافة عناصر أو طوابق جديدة للمبنى التاريخي دون دراسة متأنية لبنية المعلم التاريخي الأصيلة.

يأتي "دليل رواق لصيانة وترميم المباني التاريخية في فلسطين" لنقل ولو اليسير من المعلومات التقنية حول أعمال الترميم، وكلنا أمل أن يكون هذا الدليل ذا منفعة للمهندسين والمقاولين والعاملين في هذا المجال، للوصول إلى أعمال ترميم وصيانة نوعية، تساهم في رفع شأن عمارتنا التقليدية، وتساهم، أيضاً، في استمراريتها جزءاً من هويتنا الثقافية.

يستعرض هذا الدليل تقنيات ومواد البناء التقليدية وطرق صيانة المباني القديمة، ويتطرق لأكثر أعمال الترميم شيوعاً مثل القصارة، والطراشة، والكُحْلَة، وتنظيف الحجر، والتشبيع بالجير، ومعالجة الرطوبة، ومعالجة مشاكل الأملاح في المباني القديمة، وصيانة الأعمال الخشبية وترميمها. سيتم التركيز في هذا الدليل على استخدام المواد الطبيعية سهلة التحضير والمتوفرة في السوق المحلية. ويعتمد الدليل على بحوث ومراجع ودراسات مختلفة في مجال الترميم، وعلى نتاج ورش الترميم والاختبارات التي أجراها رواق على عشرات المشاريع التي نفذها منذ تأسيسه العام 1991.

1

المونة الجيرية



Lime Mortar

المونة الجيرية

Lime Mortar

تتكون المونة الجيرية من أربعة مكونات رئيسية: الجير (lime as a binder) والحبيبات (aggregates) وبعض الإضافات (additives)، وماء.

الجير المائي والجير الهوائي

يصنف الجير بحسب إمكانية تصلبه بوجود الماء إلى نوعين: الجير الذي يتصلب بوجود الماء ويعرف بالجير المائي (جير هيدروليكي Hydraulic Lime)، والجير الذي لا يتصلب بوجود الماء، بل بتعرضه للهواء ويعرف بالجير الهوائي (جير غير الهيدروليكي Non-Hydraulic Lime).

يتصلب الجير المائي في وسط رطب مثله كمثل الأسمنت البورتلندي، ويعود ذلك إلى وجود شوائب طينية أو سيليكات في الحجر الجيري الذي تم حرقه لتحضير الجير. فعند حرق الحجر الجيري الذي يحتوي على السيليكات أو شوائب طينية، فإن الشوائب الطينية تتفكك عند حرارة 400 إلى 600 درجة مئوية، ومن ثم

تتحد عند حرارة 950 إلى 1250 درجة مئوية (درجة الحرارة العليا لحرق الحجر الجيري للحصول على الجير المائي التي تعرف بدرجة التَلَبُّد (sintering) تحصل ما بين 1300 و 1400 درجة مئوية) مع بعض الجير مكوناً سيليكات وألومينات، وبخاصة سيليكات الكالسيوم (Tricalcium Silicate)، وألومينات الكالسيوم (Dicalcium Aluminates). الجير الناتج يتكون من خليط من الجير الحي،[1] ويعرف أيضاً بالجير الحر، ومواد ذات خصائص أسمنتية (cementitious material)، ومواد أخرى خاملة مثل السيليكات أو شوائب طينية حرة. الجير الحي الناتج من حرق الحجر ذي الشوائب يتم إطفاؤه بكمية كافية من المياه لتحويله إلى هيدروكسيد الكالسيوم على شكل مسحوق لتجنب بدء التفاعل والتصلب.[2]

أما الجير الهوائي الذي يستخلص من حجر جيري خالٍ من الشوائب، فيتصلب بالكَربَنة، أي بوجود ثاني أكسيد الكربون من الهواء فقط. ويبقى الجير الهوائي على شكل عجينة ما دام تغطيه طبقة بسيطة من الماء. لهذا، فعملية استخلاص الجير الهوائي وإطفائه، والذي يعرف أيضاً بالجير النقي (purelime)، هي أقل تعقيداً من عملية إنتاج الجير المائي، وتحتاج إلى طاقة أقل. وسيتم التركيز في هذا الدليل على الجير الهوائي، لأنه أكثر توفراً وشيوعاً لرخص تكلفة إنتاجه.

عند حرق الحجر الجيري، سواء أكان ذلك بالطريقة التقليدية في الكبارة[3] أو بالفرن الحديث (وهو بناء من

1 "Quick Lime (CaO) known also as "Freelime".
2 Ashurst. John. 2001.
3 الكبّارة (اللتون) عبارة عن بناء دائم أو مؤقت على شكل مخروط يتكون من مستويين: المستوى السفلي، حيث يوضع الخشب ليحرق كمصدر لحرارة التفاعل، والمستوى العلوي، حيث يوضع الحجر الجيري بدءاً بالحجارة الكبيرة ومن ثم الأصغر فالأصغر وليس من المحبذ الخلط بين أحجام الحجر المختلفة في نفس المستوى. يتم إشعال النار تحت الحجر الجيري لعدة أيام، بحيث تصل حرارة الكبارة إلى أكثر من 880 درجة مئوية، عندها يتحول الحجر إلى جير، ثم تفتح الكبّارة أو تهدم للحصول على الجير الحي الذي يبرد في الهواء قبل غمره بالماء لإطفائه. يمكن معرفة درجة حرارة الكبّارة في الداخل من خلال مراقبة التغيير اللوني على الحجر من خلال فتحات التهوية، فاللون الأحمر الخمري (mellow cherry red) يدل على درجة حرارة حوالي 800 درجة مئوية. من المعروف أن تصنيع الجير بالكبّارة هو الطريقة التقليدية المعروفة، ومن محاسنها قلة التكلفة وتوفر المواد، ومن مساوئها التلوث وإتلاف الأشجار التي تستخدم كمصدر لحرارة التفاعل، كما أن هناك بعض الحجر قد يحترق لأكثر من 880 درجة مئوية وبعضه قد لا تصل حرارته إلى تلك الدرجة مما ينتج جير غير متجانس.

الباطون، مصفح من الداخل بالطوب الحراري الذي يبنى بمونة طينية، ويفصله عن الباطون طبقة من العازل الحراري)، فإنه يتحول إلى ما يعرف بالجير الحي بنوعيه المائي والهوائي، وعند إفاضة الماء عليه، بعملية تعرف بالطفِي،[4] يتحول الجير الحي إلى جير مطفأ.[5] إذا أضيفت كمية الماء اللازمة للتفاعل فقط، فإن الجير الحي يتحول إلى جير مطفأ على شكل مسحوق،[6] وفي حالة الاستمرار بإفاضة الماء على الجير الحي، فإنه يتحول إلى عجينة أو ما يعرف بالجير المصوَّل،[7] وإذا ما استمرت إفاضة الماء، فإن الجير يتحول إلى سائل الطراشة الجيرية.[8] التفاعلان التاليان يبينان التغير الكيميائي الذي يطرأ على الحجر الجيري عند حرقه لتحويله إلى جير حي، ومن ثم إفاضة الماء عليه لتحويله إلى جير مطفأ:

الحجر الجيري[9] + حرارة ⟵ أكسيد الكالسيوم (الجير الحي) + ثاني أكسيد الكربون

$$CaCO_3 + (880\ ^{o}C)^{10} \longrightarrow CaO + CO_2$$

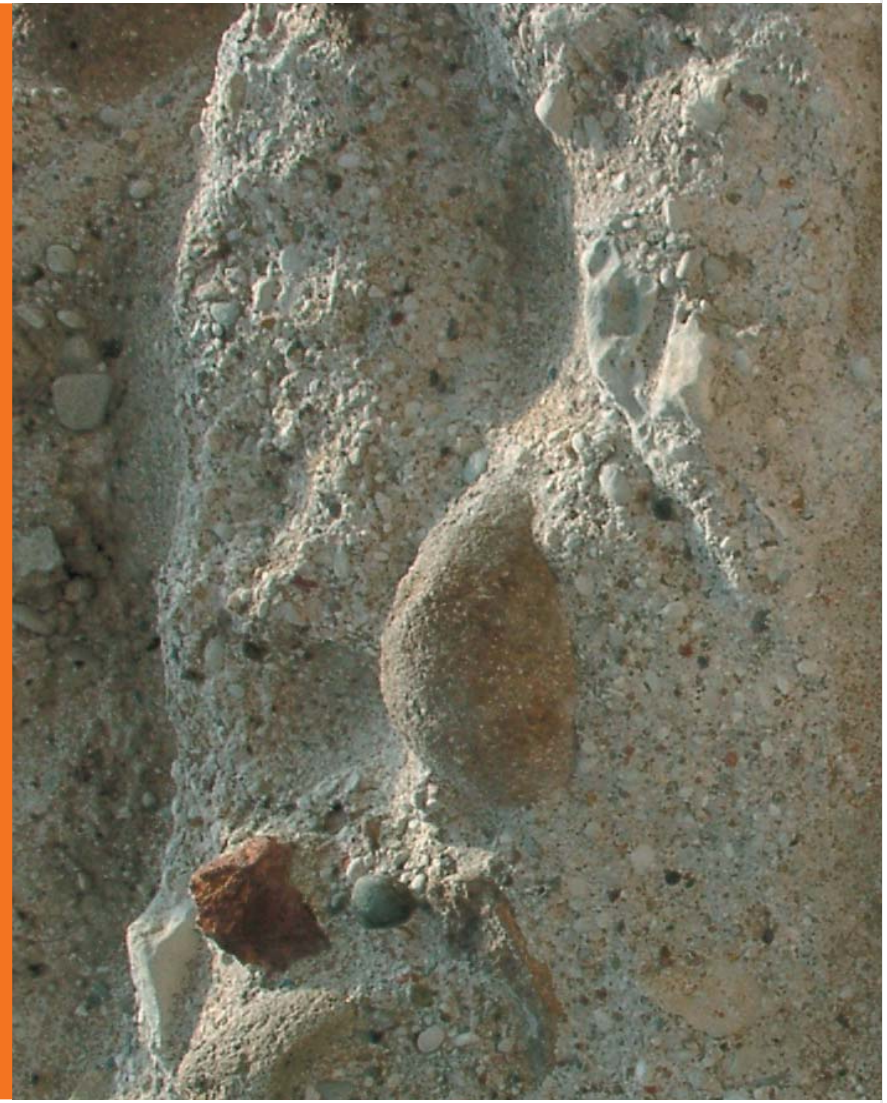
الجير الحي + ماء ⟵ هيدروكسيد الكالسيوم (جير مطفأ) + حرارة

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

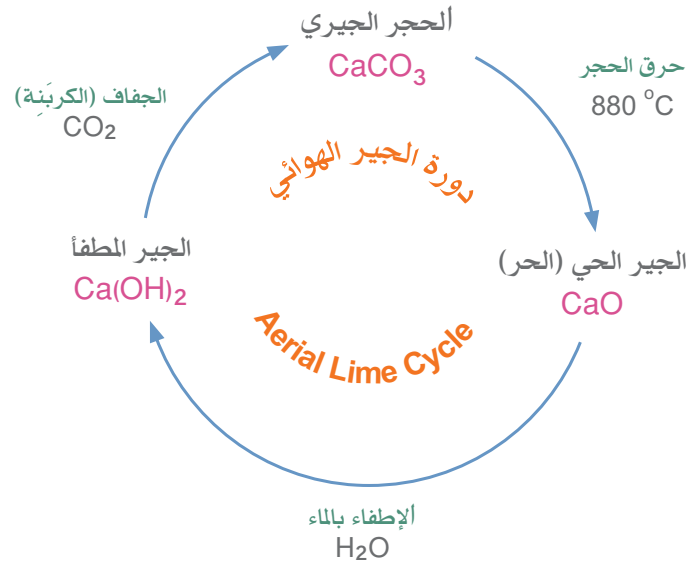
[4] Slaking.
[5] Hydrated Lime.
[6] Lime Powder $Ca(OH)_2$.
[7] Lime Putty $Ca(OH)_2$.
[8] Lime wash.

9 الحجر الجيري يعرف أيضاً بالحجر الكلسي أو علمياً بـ كربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

[10] webmaster@townplan.dundee.ac.uk



تحتوي المونة التقليدية على مواد طبيعية وعضوية مثل الجير، التراب، الرمل، كسر الحجر، كسر الفخار، الرماد، القش ...



تحضير المونة الجيرية باستخدام الجير الهوائي:

تحضير المونة الجيرية باستخدام الجير الهوائي من الأمور البسيطة، وموادها متوفرة ورخيصة الثمن، والعمل بها لا يتطلب سرعة أو مهارة خاصة. يتم نقع الجير الهوائي قبل العمل لمدة ثلاثة أيام على الأقل، وذلك بإفاضة المسحوق داخل براميل تحتوي على ماء نقي، ويتم تحريك مسحوق الجير أثناء إغراقه بالماء لضمان انتشاره وعدم تشكيل كتل لا يصلها الماء. والجير أو الشيد المقصود هنا هو الجير المطفأ الناشف المطحون على شكل مسحوق، الذي يباع في الأسواق بأكياس سعة 25 كغم. في حالة استخدام الجير المصوَّل (جير هوائي

منقوع مسبقاً) الذي يباع في السوق المحلية ببراميل، فليس هناك حاجة لنقعه.[11] يتم خلط مكونات المونة الجيرية بالمياه التي يحتويها الجير المصوَّل عند إخراجه من البراميل فقط، ولا توجد حاجة لأي كميات إضافية من الماء.

من عيوب الجير الهوائي بطء عملية جفافه، ويتم التغلب على بطء عملية جفاف المونة عند استخدام الجير الهوائي في تحضير المونة الجيرية بإضافة نسبة قليلة من الأسمنت الأبيض[12] للخلطة (لا يتجاوز 4% من مجموع حجم الخلطة)، أو إضافة أي مادة بوتسلانية للخلطة مثل كسر الفخار، أو القرميد المطحون، أو كسر الحجر البركاني.[13] عند استخدام الجير الهوائي في المونة الجيرية، فإن نسبة عمل الخلطة يكون 9 رمل / ½ 2 جير هوائي / ¼ كسر فخار / ¼ إسمنت أبيض. كما يمكن الاستغناء عن الإسمنت الأبيض بزيادة كسر الفخار أو إدخال كسر الحجر البركاني مثلاً في الخلطة، عندها تكون نسبة الخلط 8 رمل / ½ 2 جير هوائي / ½ كسر فخار / 1 كسر حجر بركاني. من الأمور البسيطة التي تساعد في عملية تسريع جفاف القصارة، فتح الشبابيك والأبواب، وإضافة مروحة أوتوماتيكية تشكل مجرى هواء يجفف الأسطح.

11 يباع الجير المصوَّل في السوق المحلية ببراميل يحتوي كل منها في العادة على 100كغم من مسحوق الجير المطفأ الذي يتم شراؤه على شكل بالات كبيرة وليس أكياساً، ما يجعل عملية التصويل عملية مربحة لتجار الجير أو المقاولين الذين يعملون بالترميم على الدوام، وتكلفة الجير المصوَّل أكثر بقليل من مسحوق الجير الهوائي، ولكنها أرخص بكثير من تكلفة الجير المائي المستورد.

12 تتم إضافة الأسمنت الأبيض لتسريع جفاف المونة الجيرية، وليس لزيادة صلابتها كما هو شائع.

13 Lava: الحمم البركانية ومنها نوعيات موجودة في السوق معروفة بالبومس (Pumice). هذه المادة بالإضافة إلى كونها مادة مسرعة للجفاف فإن كثافتها المنخفضة نسبياً (850غم لكل لتر) يجعلها مفيدة في تخفيف وزن الخلطة وزيادة مساميتها.

تحضير المونة الجيرية باستخدام الجير المائي:

الجير المائي يستخدم عادة في تحضير المونة لاستخدامها في الأماكن الرطبة، مثل الأساسات، أو التسويات التي لا يوجد فيها مجرى هواء يجففها، أو عند العمل في فصل الشتاء، حيث صعوبة جفاف المونة التي تعتمد على الجير الهوائي في تكوينها. كما ينصح باستخدام مونة الجير المائي لعمل التصوينات، وقصارة جدران المداخن، وعمل المدات الجيرية للأسطح، وبناء الحجر بأنواعه، وبخاصة في الأماكن المعرضة لمياه المطر باستمرار. إن الخصائص الإسمنتية التي يتمتع بها الجير المائي لا تجعل من الإسمنت مادة بديلة عنه، فلمونة الجير المائي مسامية عالية تسمح بحركة الأبخرة خلال الجدران، وتتميز بقدرتها على تحمل حركة المباني البسيطة، هذا بالإضافة إلى قدرتها على مقاومة الأملاح والتجمد.[14]

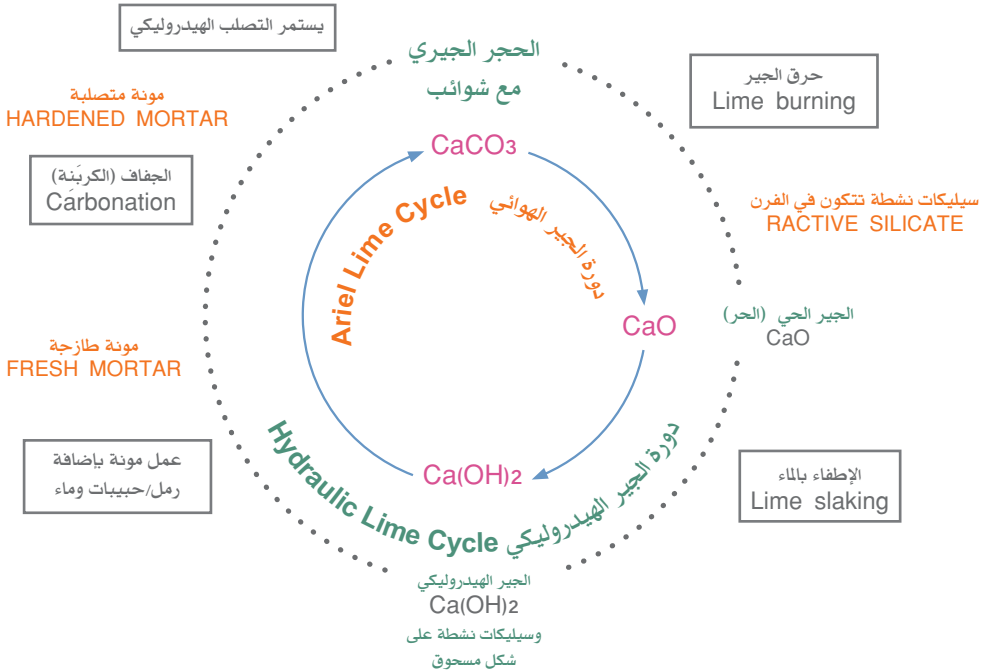
المونة الجيرية التي تحضر باستخدام الجير المائي مادة ثمينة[15] مقارنة بالمونة التي يتم تحضيرها باستخدام الجير الهوائي، ويعود ذلك لغلاء الجير المائي الذي يتم استيراده في العادة من فرنسا، وإيطاليا، أو بريطانيا، ويتطلب العمل بها مهارة خاصة وسرعة في التطبيق. يباع الجير المائي على شكل مسحوق بأكياس سعة 20 كغم أو 25 كغم، ومن نوعياته الجير الهيدروليكي الطبيعي NHL2 \ NHL3.5 \ NHL5، وقد رتبت هذه الأنواع تصاعدياً حسب القوة وسرعة الجفاف.[16] يمنع نقع الجير المائي مسبقاً في الماء تمهيداً لاستخدامه، ويخلط جافاً مع بقية مكونات الخلطة الجافة، كما هو الحال في تحضير المونة من الإسمنت البورتلندي. وكقاعدة أساسية في حال استخدام الجير المائي بدل الجير الهوائي، فإن نسبة الخلط تكون 3 رمل أو أي نوع من الحبيبات[17] المتدرجة / 1 جير مائي. ويضاف ما يكفي من الماء للحصول على المونة الجيرية بقوام متماسك، ويفضل أن تكون نسبة المياه في الخلطة قليلة.

14 Ashurst. John. 2001.

15 يتطلب تحضير الجير المائي درجة حرارة تصل إلى 1400 درجة مئوية، في حين يتحول الحجر الجيري إلى جير هوائي عند حرقه لدرجة حرارة 880 درجة مئوية، ولهذا فإن تحضير الجير المائي عملية مكلفة.

16 NHL2 قليل المائية Feebly Hydraulic ولونه رمادي فاتح، NHL3.5 متوسط المائية Moderately Hydraulic ولونه رمادي غامق ، NHL5عالي المائية Eminently Hydraulic ولونه ما بين الرمادي والبني.

17 ناعمة (كسر الحجر)، مَرْو (الكوارتز Quartz SiO)، مواد بوتسولانية مثل كسر الفخار، كسر القرميد أو كسر الحجر البركاني (البومس مثلاً)...الخ.



لا يجوز من حيث المبدأ خلط الجير المائي والهوائي في المونة نفسها، وذلك لاختلاف خصائصها وقوانينها، علماً بأن خبراء الترميم يفضلون العمل بالجير الهوائي، وبخاصة الجير المصوَّل لمدة طويلة، وذلك لنعومته وسهولة تشغيله وتشكيله وبطء جفافه.

الجدول التالي يبين تصنيفات الجير المائي وخصائصها بحسب تصنيفات لويس فيكات (Louis J Vicat) في القرن التاسع عشر والتي اعتمدت لاحقاً كطريقة لتصنيف الجير وخصائصه:

جدول 1 خصائص الجير[18]

Lime CHARACTERISATION

تصنيف الجير بحسب المائية		مواد طينية نشطة	بدء التصلب في الماء	مدة الطفي	التمدد	اللون
Lime classification		Active Clay Materials	Setting Time in Water	Slaking Time	Expansion	Typical color
النقي	FAT (pure or high calcium)	6% (في العادة 2%)	لا شك (عجينة)	سريع جداً	كبير جداً	أبيض
الفقير	LEAN	12% (في العادة 6%)	لا شك (عجينة)	سريع	كبير (الضعف)	أبيض – أبيض مكسور
المغنيسيا الدولوميتي	MAGNESIAN (dolomitic)	في العادة 10%	لا شك (عجينة)	بطيء جداً	متغير	أبيض – أبيض مكسور
قليل المائية	FEEBLY HYDRAULIC	21%	20 يوم	بطيء	قليل	أبيض مكسور – رمادي باهت
متوسط المائية	MODERETLY HYDRAULIC	12% - 18%	15 – 20 يوم	بطيء	قليل	رمادي فاتح- برتقالي
عالي المائية	EMINENTLY HYDRAULIC	18% - 25%	2 – 4 أيام	بطيء جداً	قليل	رمادي- رمادي غامق- بني
إسمنت طبيعي	NATURAL CEMENTS	30% - 40%	21 ساعة	بطيء جداً	قليل	بني فاتح – بني غامق

18 Ashurst. John. 2001. Based on DSIR Special Report No 9 "Lime and Lime Mortars" 1927.

الحبيبات

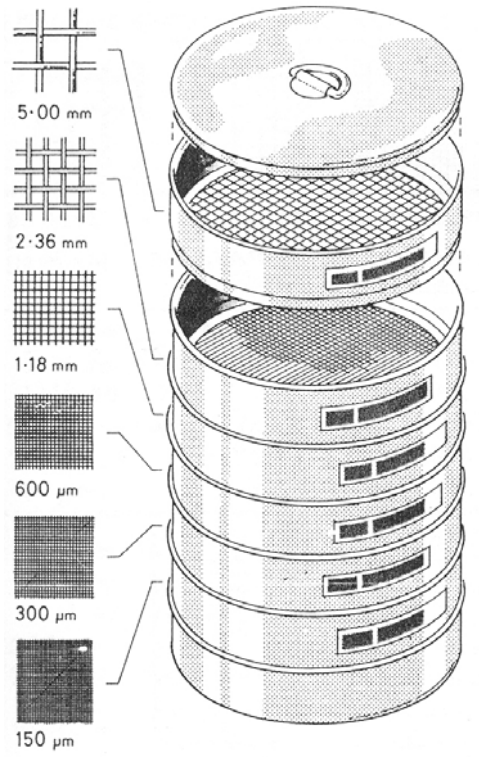
Aggregates

أما الحبيبات المستخدمة في الخلطات الجيرية بنوعيها الهوائية والمائية، فهي كثيرة ومتعددة مثل الرمل، وكسر الحجر (الناعمة)، والمَرْو (الكوارتز Quartz SiO)، وكسر القواقع البحرية، وكسر حجر الواد، وكسر الحجر البركاني، والبومس، ورماد الحطب ... . ويعتمد نوع الحبيبات على المواد المتوفرة في الطبيعة، وعلى نوع العمل المطلوب وملمسه (مونة تحشية فراغات كبيرة، مونة قصارة خشنة، مونة قصارة ناعمة ...)، وعلى لون الخلطة المطلوبة (لون فاتح، غامق، مُصفَر، مُحَمر ...)، ويظهر الجدول التالي التدرج الحبيبي لمكونات أنواع مختلفة من المونة الجيرية.

جدول 2 التدرج الحبيبي لخلطات المونة الجيدة يبين النسبة المئوية العالقة من العينات في كل من المناخل

Grain Size Distibuation

حجم فتحات المنخل بالمليمتر	حبيبات مونة خشنة للبناء أو تحشية الفراغات أو الوجه الأول في المدات الجيرية	حبيبات مونة خشنة الوجه الأول في القصارة	حبيبات مونة متوسطة النعومة للوجهين الأول والثاني في مونة القصارة أو الكُحْلَة	حبيبات مونة ناعمة للوجه الأخير في القصارة أو تكحيل حلول حجرية دقيقة
5.00	0%	0%	0%	0%
2.36	10%	10%	0%	0%
1.18	20%	25%	10%	10%
0.60	20%	25%	25%	25%
0.30	20%	20%	25%	25%



المنخل المعياري لفحص التدرج الحبيبي للمواد*





* Ashurst, John. Practical Building Conservation, Volume 2, 1988. p. 43

كما يبين جدول رقم 3 خلطات المونة الجيرية المختلفة التي تعتمد على الجير المائي في تركيبتها. وتجدر الإشارة إلى أنه في خلطة المونة العاشرة في الجدول، تم خلط نسب متساوية من الجير عالي المائية بالجير الهوائي في الخلطة نفسها، وهو أمر غير محبذ، إلا أن الهدف من خلط الجير الهوائي بالجير عالي المائية هو تخفيف مائية الأخير وتقليل سرعة جفافه:

جدول 3 خلطات مونة جيرية تعتمد في تركيبتها على الجير المائي[19]
Hydraulic Lime Mortars

Material	المادة	مونة 1	مونة 2	مونة 3	مونة 4	مونة 5	مونة 6	مونة 7	مونة 8	مونة 9	مونة 10
Eminently Hydraulic Lime	جير عالي المائية	1	1	1							½
Moderetly Hydraulic Lime	جير متوسط المائية				1	1	1				
Feebly Hydraulic Lime	جير قليل المائية							1	1	1	
Non Hydraulic Lime	جير هوائي										½
Brick Powder (reactive)[20]	كسر القرميد أو الفخار الناعم	½			½			½			½
Well Graded Sharp Sand	رمل متدرج	1 ½	2	2	1 ½	2	2	½	2	2	1
Soft Sand	رمل ناعم			½			½			½	½
Porous Limestone or Brick Aggregate	كسر حجر جيري او كسر فخار	½	1	1 ½	½	1	1 ½	½	1	1 ½	1
Mix (by Volume)	الخلط (بالحجم)	1-2½	1-3	1-4	1-2½	1-3	1-4	1-2½	1-3	1-4	1-3

19 Ashurst. John. 2001.

20 كسر القرميد هو الناتج من طحن القرميد نصف المشوي (على درجة حرارة أقل من 105 درجات مئوية)، ويمر جميعه من منخل بفتحات 100مايكرون (0.1 ملم). عند خلط كسر القرميد مع الجير، فإنه يتفاعل مع الجير الحر لتشكيل مادة بوتسلانية، وقد أثبتت التجارب أن نسبة معقولة من كسر القرميد (1 إلى 7 من حجم مكونات الخلطة) تزيد من مقاومة المونة للتجمدfrost .

الإضافات

Additives

أما الإضافات فالمقصود بها الأصباغ المختلفة للألوان أو مواد التقوية مثل الشعر الحيواني، أو الألياف النباتية أو الألياف الزجاجية[21]. كما أنه من الشائع إضافة القليل من الحليب، وزيت بذر الكتان[22] والشحم الحيواني[23]. وبحسب الرواية الشعبية، فإن إضافة زيت الزيتون كان أمراً مألوفاً على الرغم من أنه لم تثبت فائدته للمونة الجيرية. كذلك يمكن إضافة بعض المبيدات النباتية الموجودة في الأسواق التي تعيق نمو الطحالب، وبخاصة في مونة الكُحْلَة الجيرية.

من المفيد التنويه إلى أن لون المونة قد ينتج من المواد الداخلة في الخلطة، فإضافة الرماد للمونة يعطي لوناً رمادياً، وإضافة كسر القرميد يعطي اللون الزهري، وإضافة المَرْو (الكوارتز) يعطي لمعة للوجه الأخير في القصارة شبيهة بلمعة الرخام، وذلك لاحتوائه على السيليكات.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن الإضافات المستخدمة في خلطات المونة الإسمنتية مثل المُسَرِعات أو المُبَطِئات أو المميعات التي تزيد من سهولة تشغيل المونة، أو المواد المانعة للنش، هي إضافات غير ضرورية، ولم تثبت فائدتها، وتضر بخصائص المونة الجيرية التقليدية، لذا يوصى بعدم استخدامها. وللتغلب على قسوة المونة الجيرية التي يدخل في تكوينها الجير عالي المائية، فإن إضافة القليل من كسر الحجر الجيري (الناعمة)، وبخاصة الذي يحتوي على نسبة من الحجر التبشوري (الحُوَّر)، يزيد من ميوعة وتشغيل المونة الجيرية، ويسهل تطبيقها

[21] Fiberglass.
[22] Linseed Oil.
[23] Tallow.

على السطوح[24]، كذلك فإن إضافة الجُبْنين يعطي بعض الميوعة للخلطة، ولكن كمية زائدة منه تؤدي إلى ظهور الطحالب أو البكتيريا.

طريقة خلط المونة الجيرية:

تتم عمل الخلطة الجيرية باستخدام الجير الهوائي بإضافة الجير المصوَّل إلى الرمل أو الحبيبات الجافة، ويكون الخلط يدوياً أو ميكانيكياً باستخدام خلاط شبيه بخلاط العجين في المخابز،[25] ولا يمكن عمل الخلط بالخلاط الدوار[26] لعدم وجود ماء كافٍ في الخلطة لمثل هذه العملية. ومن المعروف تقليدياً أن ترك المونة ليوم العمل التالي يجعلها أكثر استجابة وسهولة في العمل والتصاقاً على الأسطح لأن المونة تشرب وتتخمر وتنتفخ.[27]

في حالة استخدام الجير المائي لتحضير المونة الجيرية، فإن الخلاط الدوار يكون مناسباً على غرار خلط مكونات مونة الإسمنت البورتلندي، فتخلط المواد جافة، ومن ثم يضاف إليها الماء. وفي هذه الحالة لا يجوز ترك الخلطة لأكثر من عدة ساعات، حيث تبدأ بالتفاعل (الشك[28]) بوجود الماء، ويؤدي ذلك إلى صعوبة تشكيلها أو إلصاقها بالجدران. أما مدة خلط المونة الجيرية بالخلاط، فتكون 15دقيقة تقريباً، يتخللها فترة 5 دقائق من السكون (دون دوران) للسماح للمونة بالتماسك.[29]

[24] Ashurst, John. 2001
[25] Whisk mixer.
[26] Spiral blade drum mixer.
[27] Swelling.
[28] Setting.
[29] Ashurst, John. 2001.



2

القصارة الجيرية التقليدية

Lime Mortar Plastering

القصارة الجيرية التقليدية

Lime Mortar Plastering

يتــم عمــل قصارة الجدران والعقــود بأنواعها بمونة جيرية تتكون من جير هوائــي أو مائي ورمل (أو غيره مــن الحبيبات المتوافرة فــي الطبيعة)، ومن خصائص هذه المونة قربها من خصائص الحجر الجيري، وبالتالي الالتصــاق معه يــكاد يكون تاماً، كذلك تمتلك المونة الجيرية بعد جفافهــا قدرة على تحمل حركة المباني الصغيرة وعوامل الجو من حر وبرد وغيرها، كما تســمح مســاماتها ـ الكبيرة نســبياً بالمقارنة مع الخلطات الإســمنتية ـ بخروج الرطوبــة التي تختزن في الجدران والعقود بفعل حجمها والخاصية الشــعرية، وهي في الوقت نفســه، الذي تســمح فيه بخروج الرطوبة وتبخرها، تمنع دخول قطرات المياه الكبيرة نسبياً إلى داخل الجــدران، وهذا مــا يعرف بـ"تنفس المباني التقليدية". كذلك، فإنه يســهل العمل بالمونة الجيرية لســهولة تشــكيلها وإلصاقها على الجدران. وعند اســتخدام الجيــر الهوائي في تكوين مونة القصــارة، فإن ذلك يتيح استخدام هذه المونة بغض النظر عن زمن خلطها إذا ما حوفظ على رطوبتها، كما أن من الممكن جمع فتات المونة الرطب الناتج من نَشْر الجدران وإعادة خلطها واستعمالها في القصارة.

يتــم عمــل القصارة الجيرية على مراحل يراعى فيها -وكقاعدة أساســية- أن تكــون المونة أضعف من الحجر الجيــري الذي ســتلصق عليــه، فإذا كان الحجر الجيري ذا مســامية عالية، فإن مونة القصــارة يجب أن تكون ذات مســامية عاليــة، وهذا يعني حبيبات أكبــر، ولكن متدرجة، ونوع حبيبات مســامي وخفيف مثل الحجر البركانــي (البومس)، وإذا كان الحجر الجيري صلباً ومســاميته قليلة، فــإن مونة جيرية من جير وحبيبات الرمل المتدرجة تكون مناسبة. ويمكن عمل تحديد قوة الحجر بأخذ عينة أو أكثر من حجر الجدران، وعمل مكعبات منها، ثم عمل فحص سحق الحجر بالضغط. يمكن بعدها عمل أكثر من خلطة وفحصها بالطريقة نفســها بعد شــهر على الأقل. وبناءً على الفحص يتم اختيار المونة المناسبة. وهذا ينطبق على طبقات القصارة نفســها، فيكون الوجــه الأخير أضعف من الوجه الثاني، والثاني أضعف من الوجــه الأول ... وهكذا. وهذا الأمر يتعلق بزيادة المســامية كلما وصلنا إلى المراحل النهائية من القصارة، ما يســاعد على تشكيل طبقة أضعف من الحجر الجيري، وبالتالي سهولة إزالتها في المستقبل أو التضحية بها في حالة وجود رطوبة أو أملاح في الجدران من جهة، كما أن المسامية العالية للطبقات الأخيرة في القصارة تسمح بالتصاق وتخلل جيد لطبقات الطراشة الجيرية من جهة أخرى.

فــي حالة تحليل حبيبات المونة الموجودة في قصــارة قديمة في الموقع ومعرفة طبيعة وتدرج حبيباتها لإعادة إنتاجها، أو في حالة وجود حبيبات ذات نوعية وتدرج معين، يمكن عندها تحديد كمية الجير اللازمة للخلطة بعمل فحص بسيط يبين كمية الجير اللازمة لخلطة تحتوي مثل هذه الحبيبات؛ توضع الحبيبات الجافة في وعاء مدرج، ويتم سكب الماء من وعاء مدرج أيضاً حتى يتم غمر الحبيبات بالكامل بالماء. تكون كمية المياه التي لزمت لغمر الحبيبات الجافة هي ذاتها كمية الجير المُثلى لعمل الخلطة. وقد أظهرت التجارب أن النسبة تكون 1 ماء إلى 3 حبيبات في الخلطات ذات التدرج الجيد و2 ماء إلى 3 حبيبات في الخلطات غير المتدرجة.

تهيئة الجدران لإستقبال القصارة الجيرية:

تتم تهيئة الجدران الحجرية التي ستتم قصارتها بتنظيفها بفرشاة الخشب أو البلاستيك والماء وتحرير الحلول الحجريــة من المونة المتفتتة لعمق 20 ميلمتراً بالمعدل، ومن ثم غســل الجدران وانتظار جفافها النســبي قبل البدء بعمل القصارة. في حالة وجود قصارة قديمة في الموقع ينبغي التأكد من جودتها بالفحص العيني في الموقع، حيث يتم النقر باليد أو بقطعة خشبية على أماكن مختلفة من القصارة ومراقبة التغيير الصوتي، فإذا لاحظنــا وجــود "خَنَّة" في الصوت، فإن ذلك دليل على انفصال طبقــات القصارة عن الحجر، ويتطلب عندها إزالتهــا أو إعــادة تثبيتها بالحجر. أما إزالة كل قصارة الجدار أو أجزاء منها، فتتم بكَتْ القصارة بالحرارة، ومن ثم تفتيح الحلول قبل غسلها، ويراعى قص نهايات القصارة المتفككة عن القصارة الجيدة بزوايا حادة وبخطوط مســتقيمة، تمهيداً لإعادة قصارة الجزء المتآكل من القصارة. وفي الكثير من الحالات قد يكون الوجه الأخير الذي أدخل الجص[30] في تشــكيل مونته هو الجزء المنفصل عن الوجوه الأولى للقصارة فقط، عندها يزال هذا الجزء فقط بالمسطرين، ويغسل السطح تحته قبل أن يعطى الوجه الأخير للتعويض عن الوجه التالف، ويمكن أن يكون الوجه الأخير من المونة الجيرية أو إعادة استخدام الجص لتشكيلها.

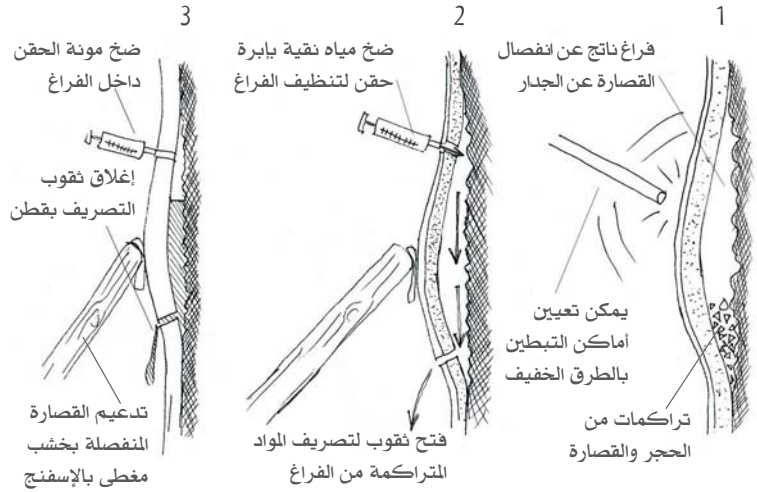
تثبيت القصارة المنفصلة عن الحجر:

عند وجود رســومات قيِّمَة أو فريســكو على القصارة الجيرية وظهور التبطــين أو الانتفاخ الناتج عن انفصال القصارة عن الحجر الجيري خلفها، عندها يمكن إعادة تقوية القصارة في مكانها، وذلك بإعادة إلصاقها بالحجر. يتم ذلك بضخ مونة سائلة تعمل من 1 جير مائي، و1 رمل ناعم، أو أية مادة بوتسلانية ناعمة (تمر جميعها

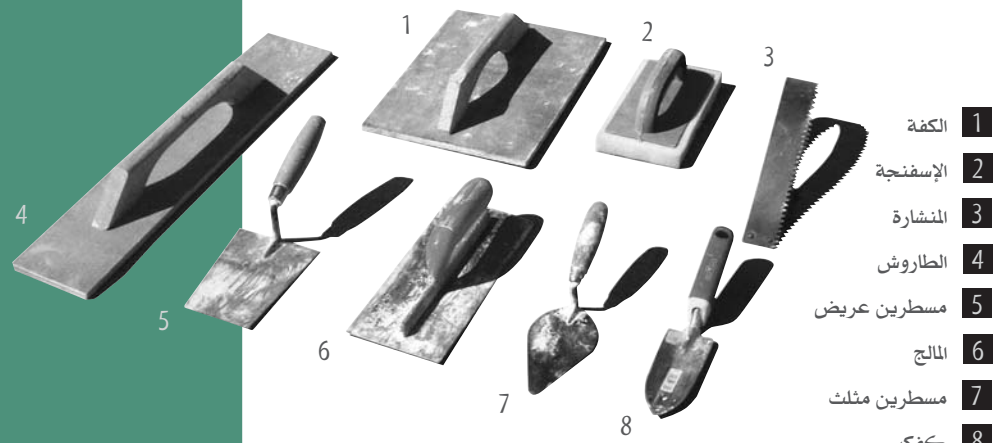
[30] Plaster of Paris

خطوات تثبيت القصارة المنفصلة عن الحجر*

1. استيضاح أماكن انفصال القصارة بالطرق الخفيف
2. تنظيف الفراغ بضخ ماء نقي من فتحات علوية ويصرف من الفتحات السفلية
3. الصاق القصارة المنفصلة بالجدار بضخ مادة مشبعة بالجير مع الضغط الخفيف على وجه القصارة



* Conservation and Design Guidelines for Zanzibar Stone Town. p. 2.21



مـن منخل 0.15 مليمتراً) ويضاف إليها 5 مليلتـرات لكل لتر من الخلطة مميع طبيعي مثل الجبنين (يمكن إضافة الكوتج أو الحليب الجاف عالي البروتين). ويتم تثقيب القصارة على شـكل شـبكية في صفوف أفقية وعمودية كل 30 سنتمتراً في الأماكن التي يظهر فيها التبطين فقط. من ثم تتم عملية الحقن بسرنجات وبرابيـش دقيقـة (قطر لا يزيد على 5 ملم حسـب ما يسـمح به الفراغ خلف القصـارة) مع الضغط على القصارة المنفصلة عن الحجر بلوح خشـبي منجَّد بالإسـفنج، أو تثبيتها بشـاش طبي بمادة لاصقة مثل الـ Paraloid: a synthetic resin، الذي ينظف بعد ذلك، وتتم إزالة الشـاش الطبي بواسـطة التنر. تنفذ العمليـة ببطء لمنع حدوث ضغط كبير ينشـأ عن ضغط المونة السـائلة المحصورة التي تحـاول دفع القصارة للخارج.

طبقات القصارة الجيرية التقليدية:

يتـم عمـل القصارة الجيرية على أربع مراحل، مع العلم أن النسـب أسـفله تعتمد على الجيـر الهوائي لتوفره ورخـص ثمنه، وعلى الرمل[31] ككحبيبات، في حين أنه يمكن إضافة أي أنواع أخرى من الحبيبات المتوفرة في البيئـة المجاورة، كما أنـه يكتفى بالماء الموجود في الجير المنقوع فقط لعملية الخلط[32]، يتم العمل بالتسلسـل التالي:

1. تكحيل وتعبئة الفراغات الكبيرة بالحجارة بمونة جيرية بنسبة 6 رمل[33] / 2 شيد / ½ إسمنت أبيض. يمكن إضافة شعر حيواني (أو قطن، كتان، الألياف الزجاجية، خيوط القنب) للكحلة بما نسبته 4 كغم لكل طن من المونة.
2. الوجه الأول بسـماكة[34] 8-20 ملم بمونة جيرية بنسـبة 6 رمل / 2 شـيد / ½ إسـمنت أبيض أو ¼ كسر فخار.
3. الوجه الثاني بسماكة 8-20 ملم بمونة جيرية مع شعر حيواني بنسبة 9 رمل / 2½ شيد / ½ أسمنت أبيض أو ¼ كسر فخار / 4 كغم شعر[35] لكل طن من الخلطة.

4. الوجه الثالث والأخير بسـماكة 3-5 ملم بمونه جيرية خالصة 4 رمل ناعم[36] / 2 شـيد، كما يمكن إضافة ¼ كسر فخار ناعم. وعند عمل الوجه الأخير من الجص، فإن النسبة تكون 2 رمل ناعم / 1 جص.

وكقاعدة أساسية، فإن سماكة الوجه الواحد من القصارة يجب أن لا تتجاوز الـ 20 مليمتراً، وعندما يتطلب العمل تعبئة بعض المسـاحات الغائرة بالمونة، يجب عدم تجاوز هذه السـماكة للوجه الواحد، وإن تطلب العمل عمل وجه أو وجهين إضافيين لتسوية السطوح.

31 الرمل في جميع وجوه القصارة هو رمل ذو أصل صحراوي (مغسول بالمطر)، ناعم ومتدرج وليس الرمل المطحون المتعارف عليه في السوق المحلية، وإذا تعذر وجود الرمل الصحراوي أو لغلاء سـعره يتم اسـتخدام رمل من السـاحل، عندها يجب غسـل الرمل، وذلك قبل العمل بأيام عدة. تتم عملية الغسل بوضع الرمل في وعاء الخلط ومن ثم إغراقه بالماء وتحريكه لدقائق حتى تظهر الرغوة (الملحية) على وجهه، ثم تغدق المياه ويبقى الرمل المغسول، ويتم تكرار هذه العملية مرتين قبل أن يترك الرمل ليجف. يمكن للمقاول الذي يعمل بشـكل دائم بالترميم تحضير الرمل المغسـول بكميات كبيرة، وذلك بوضعه في العراء قبل فصل الشتاء ليتم غسله بالمطر، علماً بأن الرمل الصحراوي يبقى الخيار الأفضل. يمكن معرفة ما إذا كان الرمل متدرجاً بعمـل فحـص الضغط باليد، حيث تؤخذ حفنة منه في قبضة اليد وتضغط، فـإذا تجاوبت وقل حجمها يكون الرمل غير متدرج، وإذا بقيت كما هي ولم يتقلص حجمها يكون الرمل متدرجاً.

32 نسـبة المـاء في الخلط هي تلك الميـاه الموجودة في الجير المصوَّل فقط، ولا يضاف الى الخلطة أي مياه إلا فـي حالات الجو الحار جداً، حيث يضاف ما لا يزيد على 4% ماء على الخلطة (1 ماء لكل 25 وحدة من الخليط). يجب الإلتزام بهـذه الكمية وذلك لتجنب قوى الشـد بعد الجفاف (التبخر) التي تؤدي الى التشققات المرئية وغير المرئية.

33 يمكن إدخال كسر الحجر الجيري (الناعمة) في الخلطة بشرط أن تكون ذات تدرج حبيبي مناسب، وتكون من حجر صلب مثل كسر حجر الواد Pebbles، أو الفلنت Flintstones، والمَرْو (الكوارتز) أو كسر الحجر الرملي Sandstone. وفي جميع الحالات، يجب أن تمر جميع مواد الخلطة للوجـوه الأولـى من ثقوب 2.36 ملمتر، أو من منخل رقم 10 الذي يحوي 100 ثقب في البوصة (الإنش) المربعة، ويفضل عمل الوجه الأخير من مواد أنعم، وتمر كلها من ثقوب 1.18 ميلمتر.

34 السـمك (السـماكة) المقصود هو السمك المتوسـط لطبقة القصارة، حيث أنه في بعض الحالات تصل سماكة الوجه الواحد من القصارة إلى حوالي أربعة سـنتمترات، وهو أمر غير محبذ، حيث يحصل شـد كبير بعد خروج الماء بالتبخر، الذي يؤدي إلى تشـققات صغيرة لا ترى بالعين المجردة في كثير من الأحيان، ولهذا يطلب تعبئة الفراغات الكبيرة بالمونة الجيرية والحجارة الصغيرة قبل عمل الوجه الأول.

35 نسبة الشعر الحيواني في الوجه الثاني 4 كغم لكل طن من المونة (حوالي نصف متر مكعب). والشعر هو شعر الماعز النظيف والمغسول من البقايا العضوية وبأطوال مختلفة 2-7 سـنتمترات. ويمكن في الحالات التي يتعذر فيها وجود شـعر الماعز، استخدام الشعر البشري من عند الحلاقين، ويعتبر شعر الخيل أفضل أنواع الشعر، وذلك لأقطاره المختلفة وملمسه الخشن. والهدف من وضع الشعر الحيواني في الخلطة هو تشكيل تسليح داخلي لطبقة القصارة أثناء فترة الجفاف الأولي، كما أن الشـعر عند تحلله بعد أشـهر أو سـنوات يترك مكانه مسـامات تساعد في عملية تنفس الجدران وامتصاص صدى الصوت.

36 يمكن إضافة الناعمة (كسر الحجر)، أو المرو (الكوارتز) الناعم لهذا الوجه، بحيث تكون النسبة 1 رمل ناعم / 1 ناعمة أو مرو / 1 شيد.

طريقة تطبيق القصارة الجيرية على الجدران:

يتــم تنخيــل المونة الجيرية بمنخل معدني رقم 5 (25 ثقباً فــي البوصة المربعة) لكي يتم فصل كتل الجير غيــر المتحللة بالكامل وفصل الشــوائب (الحبيبــات الكبيرة) الموجودة في المونة. يضاف الشــعر لخلطة الوجه الثانــي بعد تنخيلها وتخلط جيداً. يتم الخلط يدوياً أو بالخلاط الأوتوماتيكي، أو الخلاط الدوار في حالة الجير المائي فقط.

يتم استخدام الكفة والمالج والمسطرين والإسفنجة في عملية القصارة، ويكون ذلك كالتالي:

تتم تعبئة الحلول الحجرية باســتخدام المســطرين العريض، وذلك بضرب أو قذف المونة بقوة إلى داخل الحلول علــى أن يتبعها المســطرين الرفيع أو المســطرين المثلث الصغير لرصها داخل الحلــول أو على الحجر. وفي هذه المرحلة تتم تعبئة الفجوات الكبيرة نسبياً بحجارة ومونة، ولا يتم تنعيم مظهر القصارة وتبقى على خشونتها، وفي حالة كونها ناعمة يتم تخشــينها بمشــط معدني وباتجاهات مختلفة. ومــع نهاية هذا الوجه تكون قد أغلقت كل الحلول وبدا الجدار جاهزاً للوجه الأول.

يتم عمل الوجه الأول بالمالج وبالمسطرين، حيث تقذف المونة وتُرَص على السطح للحصول على سطح متجانس مغطى في أغلبه بمونة لا تتجاوز ســماكتها الـ 20 ملليمتراً. يتم تخشــين وجه القصارة بمنشــار أو بمشــط معدني، ومع نهاية الوجه يكون السطح مستوياً نسبياً وجاهزاً لاستقبال الوجه الثاني.

يتم عمل الوجه الثاني، وهو الوجه الرئيس وبســماكة كلية لا تتجاوز 20 ملليمتراً، باســتخدام المالج، حيث يتــم مد كميــات أكبر من المونة على الجدار ورصها لكي تلصق بالحجــر أو بمونة الوجه الأول، ويكون ذلك











خطوات عمل القصارة الجيرية التقليدية

1. تعبئة الفراغات بالمسطرين العريض أو المثلث
2. تطبيق ورص القصارة في الوجه الأول والوجه الثاني بالمالج
3. نشر القصارة عند جفافها النسبي بالمنشار المعدني
4. تطبيق الوجه الأخير بالمالج
5. تنعيم القصارة بالإسفنجة

بالمالج والطاروش للمساحات العريضة والمستوية. يتم تخشين وجه القصارة بعد جفافه النسبي بمنشار أو بمشط معدني. مع نهاية هذا الوجه يكون السطح مستوياً (قِدَّة) وجاهزاً لاستقبال الوجه الأخير. في حالة ظهور بعض الشقوق الشعرية عند الجفاف الأولي يمكن معالجتها بالرص بالمسطرين قبل عمل الوجه الأخير.

يتم عمل الوجه الأخير بمونة جيرية خالصة (1 جير / 1رمل)، تنخل جيداً ويفضل أن يكون الرمل ناعماً ولكن متدرج. يضرب الوجه الأخير ومن ثم يدعك بالمسطرين ومن ثم بلوحة خشبية مصفحة بالإسفنج الصلب، للحصول على سطح ناعم ومتماسك، ويكون هذا الوجه بسماكة لا تتجاوز 5 ملم.

من المهم التأكيد على أن عمل القصارة الجيرية يتطلب معاينة دقيقة لكل مرحلة قبل البدء بالمرحلة التالية، بحيث يسمح ذلك بفترة جفاف تتراوح بين ثلاثة أيام في الصيف وستة أيام أو أكثر في الشتاء.





3

الطراشة بالجير

Lime Wash

الطراشة بالجير

Lime Wash



تتم طراشة السقوف والعقود والجدران في البيوت التقليدية بالجير (الشيد) الخالص فقط، وذلك لتجانسها مع القصارة الجيرية ولسهولة التحامها معها، كما تسمح الطراشة الجيرية للجدران والعقود أن تتنفس وتخرج رطوبتها عن طريق مساماتها الكبيرة نسبياً. كذلك تساعد الطراشة الجيرية على امتصاص صدى الصوت لساميتها العالية، ما يحسن نوعية الصوت في المبنى. وتساعد على معادلة رطوبة الغرفة من خلال استيعاب كميات الرطوبة الزائدة وبثها في الجو عند الجفاف أو الحر، ما يلطف الجو. ولا يمكن مقارنة الطراشة الجيرية بغيرها من أنواع الطراشة مثل البوليشيد والإيمولشن، حيث تغلق المواد البلاستيكية التي تدخل في صناعتها مسامات الجدران والعقود وتمنعها من التنفس وإخراج الرطوبة المختزنة فيها. إن استخدام الدهانات التي تدخل في صناعتها مواد عضوية أو غير عضوية يؤدي إلى التقشير[37] أو التفكك في الطراشة بفعل دفع الرطوبة لطبقة الدهان الصماء في طريقها للتبخر من الجدران أو العقود. كذلك من الأمور المهمة في الطراشة الجيرية هو تشكيلها طبقة رقيقة يمكن استبدالها إذا ما تكلست عليها الأملاح التي تخرج مع الرطوبة إلى الخارج دون الإضرار بالقصارة.

37 Detachment.

طريقة عمل الطراشة الجيرية:

تعمل الطراشة الجيرية على ثلاثة وجوه بفارق زمني بعد كل وجه (ثلاثة أيام على الأقل) يسمح بجفاف الطراشة البطيء، ولهذا يحبذ عمل الطراشة في فصل الخريف أو فصل الربيع أوفي ساعات المساء في فصل الصيف الجاف، بحيث لا تتجاوز درجة الحرارة أثناء العمل الـ 25 درجة مئوية، كما أنه لا ينصح بعمل الطراشة في درجات حرارة تقل عن 10 درجات مئوية، وذلك لصعوبة جفافها. في حالة الاضطرار للعمل في ظروف الحرارة الشديدة والجفاف، فإنه يتوجب تظليل الطراشة وتغطيتها بقماش مبلل يضمن جفافها ببطء، ويرطب القماش برش الماء عليه كل عدة ساعات.

يحضر المزيج من الجير المطفأ المنقوع لمدة ثلاثة أيام على الأقل. يجب أن يحرك المزيج بقوة وبسرعة مع إضافة القليل من الماء إليه حتى يصبح المزيج بين السائل واللزج. وقد أثبتت التجربة أنه يمكن الوصول إلى نتائج جيدة من الطراشة الجيرية بتطبيقها بوجوه خفيفة وغير ثقيلة، كما يمكن إعطاء أول وجه طراشة على الوجه الأخير من القصارة قبل جفافه، الأمر الذي يساعد على إغلاق أي تشققات شعرية في القصارة، كما تتشرب القصارة لون الطراشة فيدوم لفترة أطول على غرار رسومات الفريسكو (Fresco).









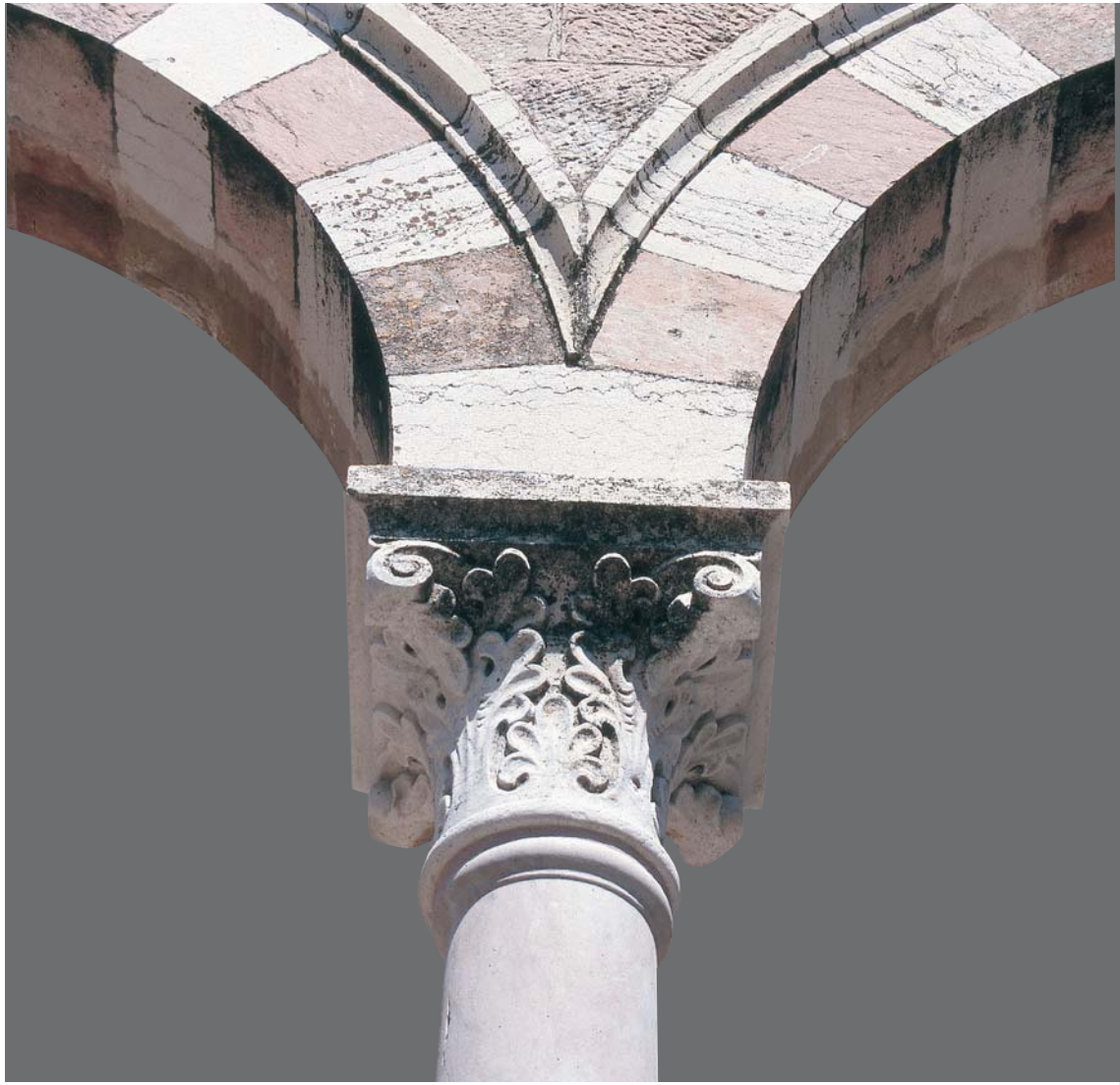
يتم تحضير طراشة الجير بخلط الجير المنقوع بالماء بنسبة 1 جير / 1 ماء في الصيف الجاف أو 1جير / ⅔ ماء في فصل الشتاء الرطب. تتم إضافة فنجان (حوالي 50 ملليتراً) من زيت بذر الكتان[38] وفنجان حليب عالي البروتين[39] لكل 20 لتراً من المزيج. البروتين يساعد على إعطاء ملمس ناعم للخلطة كما أنه يبطئ من سرعة جفاف الطراشة لكونها مادة طاردة (منفِّرة) للمياه[40]. من الضروري تحريك المزيج بشكل دائم وبقوة وبسرعة لضمان ذوبان الزيت (إلى حد ما) في السائل، ويمكن استخدام خلاط أوتوماتيكي (Drill mixer) للوصول إلى نتيجة جيدة. ويمكن إضافة أي نوع من الأصباغ (Pigments) التقليدية (ذات أصل ترابي) التي تكون على شكل مسحوق ناعم، علماً بأن الألوان الأحمر والأصفر والأسود التي توجد في السوق المحلية ذات أصل ترابي، أما الأخضر والأزرق فهي على الأغلب ألوان صناعية، ولا يحبذ استخدامها، وبخاصة في الأماكن الخارجية أو التي تتعرض للرطوبة المباشرة. هناك اعتقاد شعبي بأن إضافة القليل من مسحوق الشبِّة للمزيج يعطي لمعة للطراشة ويساعد على جفافها.

38 إذا تعذر وجود زيت بذر الكتان (Linseed oil)، فإن زيت الكوكز (الزيت الذي توزعه وكالة غوث وتشغيل اللاجئين) يمكن أن يكون بديلاً.

39 المادة الفعالة في الحليب هي الجُبْنين (الكازين Casein) وهي موجودة في الكوتج أيضاً. عند استخدام مسحوق الحليب للحصول على هذه المادة يفضل حينها استخدام حليب عالي البروتين، حوالي15 % مثلاً.

استعمل الجُبْنين تاريخياً كمادة لاصقة (صمغ). يتكون الجُبْنين طبيعياً عندما يروب أو يتخثر الحليب. كذلك يمكن أن يترسب بإضافة محلول حمض الهيدروكلوريك للحليب الساخن المائع. يجمع الناتج ويشطف ويجفف فيظهر الجُبْنين على شكل مسحوق أبيض مصفر. الجُبْنين الجاف غير قابل للذوبان بالماء أو الكحول وقابل للذوبان بالكربونات أو مواد قلوية أخرى. يتم نقع الجُبْنين لليلة واحدة بالماء مع إضافة محلول قلوي مخفف مثل كربونات الأمونيا أو الجير الحر ليشكل محلولٌ لزجاً. الجُبْنين هو بروتين طبيعي يحتوي على الفسفور ويوجد في الحليب. ويتكون الجُبْنين من البرولين (Proline)؛ حامض أميني في البروتينات 13.2%، حامض الإسبرتيك (Aspartic acid)؛ حامض أميني يكون في البروتينات 6.1%، وأحماض أمينية، وبخاصة الغلوتامين (Glutamic acid)؛ حامض أميني متبلِّر 20.2%، والليوسين (Leucine) 9.0%، اللايسين (Lysine) 6.7%، الفالين (Valine) 7.2%، التيروسين (Tyrosine)؛ حامض أميني ينشأ من تحلل البروتين مائياً 5.5%، الايسوليسين (Isoleucine) 6.0% والفينيلين (Phenylalanine) 5.1%، بالإضافة إلى كميات لا تذكر من هيدروكسيد البرولين (Hydroxyproline).

40 Water Repellent.



4

الكُحلَة الجيرية التقليدية

Pointing or Joint - Filling

الكُحلة الجيرية التقليدية

Pointing or Joint -Filling


1

تعمل الكُحْلَة في المباني القديمة بمونة جيرية. عند استخدام الجير الهيدروليكي تكون المونة في الغالب بنسبة 3 حبيبات[41] /1 جير هيدروليكي. وفي حالة استخدام الجير الهوائي تكون نسب الخلطة 9حبيبات / 2½ شيد / ¼ أسمنت ابيض / ¼ كسر فخار. ويجدر التنويه إلى أنه عندما يتم إدخال حبيبات من مواد بوتسلانية مثل كسر الحجر البركاني (البومس) يمكن عندها الاستغناء بشكل كامل عن الأسمنت الأبيض. هذه المونة بعد جفافها تشبه إلى حد كبير الحجر الجيري، وبهذا فان التحامها مع الحجر يكاد يكون تاماً. وفي حين أن هذه المونة تلتحم بشكل تام مع الحجر فإنها تسمح للجدار بالتنفس من خلال الحلول، وذلك لكبر مسامات المونة الجيرية (مقارنة بالمونة الإسمنتية الخالصة).

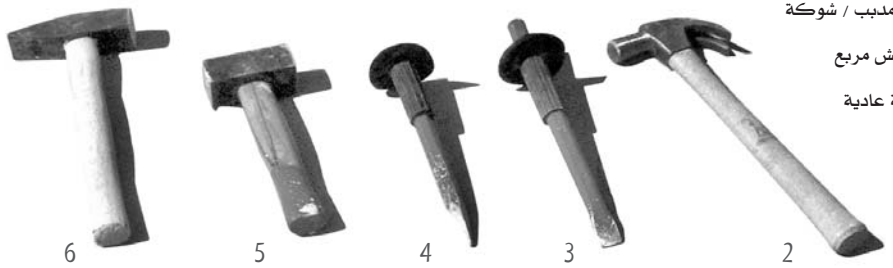
تتناسب قوة المونة طردياً مع قوة الحجر، فعندما يكون الحجر مزياً حلواً أو كعكولياً أو رملياً يجب أن تكون

41 الحبيبات قد تكون كسر فخار أو ناعمة (كسر الحجر)، أو بوتسولانو (مثل البومس). وتكون الحبيبات متدرجة وتمر في أغلبها من منخل رقم 10، قد تشتمل المونة على حبيبات أكبر على أن لا يتعدى قطرها ثلث عرض الحل.

خلطة المونة ضعيفة، ما نسبته 9 حبيبات إلى 2 جير مثلاً. وعند وجود حجر صلب مثل الصليِّب أو المزي اليهودي، فإن النسبة تصل إلى 9 حبيبات إلى 4 جير. وعند وجود حجر مسامي مثل الحجر الرملي الخفيف يمكن أن يدخل في عمل المونة كسر الحجر البركاني (البومس خفيف الوزن مثلاً). وكقاعدة عامة يجب أن تكون المونة المستخدمة في الكُحْلَة أضعف من الحجر.

عند التكحيل يراعى تنظيف الحلول من المونة المتفككة والأتربة لعمق لا يقل عن عرض الحلول.[42] يتم تنظيف الحلول بالحرّارة اليدوية، وإن تعثر ذلك ـ مثلاً لوجود كحلة إسمنتية قوية. فباستخدام المطرقة والشوكة دون الإضرار بحواف الحجر أو تكسير أجزاء منه، ولا يجوز تنظيف الحلول بالصاروخ (القرص الكهربائي).[43]

1 حرّارة يدوية
2 مطرقة خلع المسامير / شاكوش الطوبرجي
3 إزميل مبسط
4 إزميل مدبب / شوكة
5 شاكوش مربع
6 مطرقة عادية

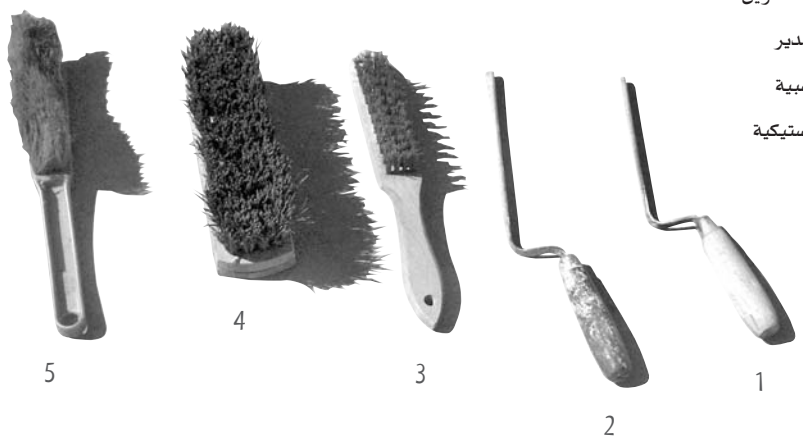

6 5 4 3 2

42 يجب أن لا يقل عمق تحرير الحلول عن عرض الحل، فإذا كان عرض الحلول دقيقاً يكون التحرير أقل عمقاً والعكس بالعكس.
43 يمكن استخدام القرص الكهربائي ذي القرص الصغير بقطر لا يتجاوز 12سم وبسرعة بطيئة لقص الكُحْلَة الإسمنتية من الوسط، ومن ثم إزالتها بالحرّارة اليدوية دون المس بالحجر.

أما شكل الكُحْلَة فهو الكُحْلَة العربية الطمس، التي تعبئ الفراغ بين الحجر والحجر فقط، دون تغطية أي جزء منه. وتعمل الكُحْلَة برص المونة إلى داخل الحلول بالسيخ وتقشط المونة الزائدة عن مستوى الحجر لمسافة مليمتراً واحداً إلى داخل الحل، ثم تعالج بليف مع الماء لتصبح ناعمة ملساء.

يمكن إضافة أصباغ ذات أصل ترابي للكحلة لملاءمتها مع لون الحجر، علماً بأن كسر الفخار يكفي لعمل اللون الزهري القريب من الحجر الوردي. كذلك فإن إضافة قليل من الرماد الطبيعي يعطي اللون الرمادي أو اللون الأبيض المكسور. يراعى أن تكون الكُحْلَة أفتح بقليل من لون الحجر، وذلك لسرعة اكتسابها اللون القاتم من المحيط، وذلك لنمو الطحالب عليها ولامتصاصها الأتربة وذرات الكربون من العوادم بسرعة أكبر من الحجر.

1 سيخ كحلة قصير
2 سيخ كحلة طويل
3 فرشاة قصدير
4 فرشاة خشبية
5 فرشاة بلاستيكية



من أجل منع نمو الطحالب التي تعتبر تربة خصبة للبكتيريا وتطورها إلى فطريات، تتم إضافة مبيد نباتي مخفف مثل ديسوجين NEW DESOGEN أو برفنتول PREVENTOL D6 في خلطة المونة للكحلة.

طريقة عمل الكُحْلَة:

بعد عمل الخلطة، والتي بالضرورة تكون مكوناتها قد مرت من منخل رقم 10، يتم تنخيلها للتخلص من كتل الجير غير المتحللة. يمكن التأكد من نسبة الماء في الخلطة وفيما إذا كانت مناسبة عن طريق معاينة ثباتها على سيخ الكُحْلَة بعد قطعها. إذا كانت كمية المياه مناسبة فإن المونة تلتصق جيداً وتبقى على السيخ بوضعها الأفقي أو العمودي، وإذا كانت كمية المياه كبيرة أو قليلة فإنها لا تثبت وتسقط من على السيخ.

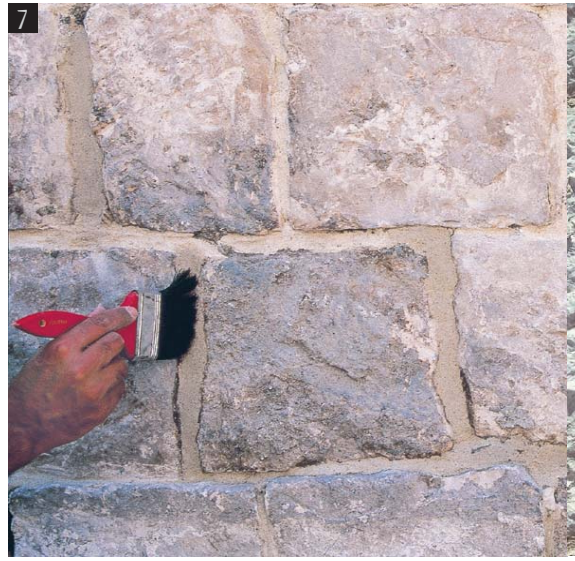
يتم عمل الكُحْلَة بالسيخ والمسطرين والكفة. تؤخذ المونة على الكفة ويجري تبسيطها بالمسطرين لتشكل لوحاً من المونة بسماكة الحل (10 إلى 20 ملم). ثم يجري قص المونة بالسيخ لمسافة عمق الحل، ورصها داخل الحل دون "طرطشة" توسيخ جوانب الحجر بالمونة. يفضل أن يكون السيخ بعرض الحلول، حيث يمكن تصنيعه عند الحدّاد في حالة كون الحلول متشابهة في واجهة كبيرة مثلاً. ومن أجل تقليل التحوير الأبيض حول الحلول، الذي ينتج من طرطشة حواف الحلول بماء الجير في الكُحْلَة، وبخاصة عند تنعيمه بالليفة المبلولة، فإنه يجب عدم السماح للمونة بملامسة جوانب الحجر الخارجية، كما يطلب التأكد من عدم وجود كمية كبيرة من الماء في الليفة التي تستخدم في تنعيم المونة. ولمنع التسييل كذلك يمكن العمل على تنعيم الكُحْلَة بليفة مبلولة في يد وبخرقة جافة في اليد الأخرى تمنع من تسييل ماء الجير على حواف الحجر. إن التحوير عبارة عن مشكلة جمالية وليست ترميمية والزمن يزيل آثارها بعد اكتساب الواجهة ككل طبقة من الكربون أو الطحالب خلال شتاء أو اثنين بعد الكُحْلَة.


4

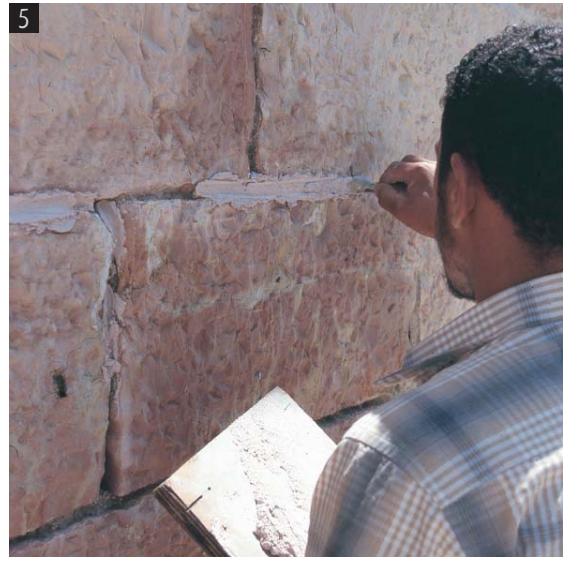

3


2


1


7


6


5

1 جدار حجري بكحلة إسمنتية

2 تحرير الحلول بالحرّارة اليدوية

3 إستخدام الإزميل والمطرقة لإزالة الكحلة الإسمنتية

4 الجدار بعد التنظيف

5 تعبئة الحلول بسيخ الكحلة

6 قشط المونة الزائدة بفرشاة القصدير أو الخشب

7 تنعيم الكحلة بالليف أو بفرشاة ناعمة

5

التشبيع بالمونة الجيرية



تم تصنيع جهاز التشبيع
محلياً حيث تكون من
طنجرة الضغط تحتوي
المونة، ومضخة وشبكة
براييج

Grouting

التشبيع بالمونة الجيرية

Grouting

إن تغلغل كميات كبيرة من الرطوبة ومياه المطر ولمدة طويلة إلى داخل الجدران والعقود يؤدي إلى ذوبان المونة وتفككها إلى مكوناتها الأولية، وبذلك تفقد خصائص القوة والتماسك التي تحافظ على مكونات الجدران والعقود ثابتة في مكانها. إن مثل هذه الحالة تظهر انعكاساتها على الجدران والعقود، فتظهر الشروخ والتفسخات في العقود والتبطين في الجدران. وعند العمل على ترميم جدران وعقود تعرضت لمثل هذه المشكلة، يجب العمل على التعويض عن المونة الهالكة، وذلك بضخ المونة الجيرية إلى داخل الجدران والعقود. وتعمل مونة التشبيع بالجير من خليط 1 جير هيدروليكي / 1 مادة بوتسلانية مثل كسر الفخار أو البومس، مضافاً إليها 50 ملليتراً من الجُبْنين (الكازين) لكل 20 لتراً من الخليط ليعطي الخلطة خاصية انزلاقية تساعد في ملء المسامات والفراغات والعروق الدقيقة، علماً بان إضافة هذه المادة تبطئ من جفاف المونة. الجدول التالي يبين خلطة التشبيع بالجير بحسب أبحاث مركز الإيكروم في روما:

جدول 4 خلطة التشبيع بالجير من نتائج أبحاث الإيكروم [44]

Grouting Mortar

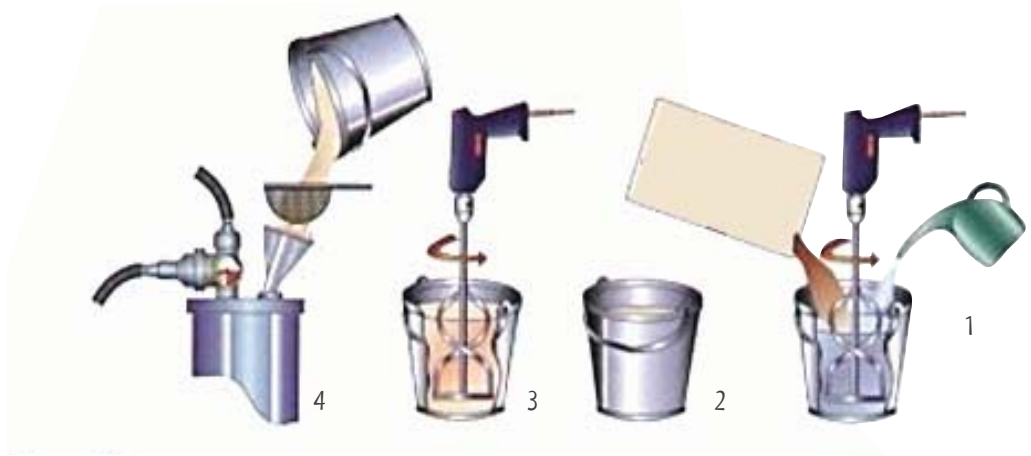
Binder:	100 حجم جير هيدروليكي	100 sizes of Hydraulic Lime
Aggregates:	100 حجم كسر فخار أو بوتسولانو	100 sizes of Brick Dust or Pozzolano
Fluidifier:	1 حجم مميع	1 size of Sodium Glauconate or others (solution in water 10% concentration)
Colloidal Compound:	10 حجوم مساعد حفظ المياه	10 sizes of Water retaining Agent (ex. Primal AC33) or Acrylic resins (ex. Ae 64)
Water:	150 حجم ماء نقي	150 sizes of Free salt water

44 The 15th International Course on Stone Conservation (SC03) organized by ICCROM. Venice. 2003.

طريقة عمل التشبيع بالجير:

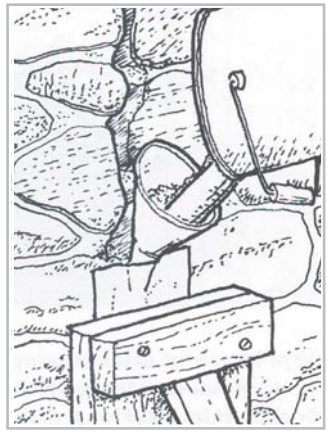
جهاز التشبيع بالجير الميكانيكي يتكون من ثلاثة أجزاء: الأول وعاء المونة الجيرية، والثاني المضخة، والثالث شبكة البرابيش (البرابيج) التي توصل المونة إلى داخل الجدار. عند ضخ الجير من الوعاء فانه يدخل إلى جوف الجدار ويلتصق بالمونة المتفككة والحجارة ويعيد للجدار بعد جفافه صلابته المعهودة. ويتم وضع برابيش بلاستيكية بقطر نصف إنش أو أقل في صفوف متعاكسة (تثليث) يفصلها 50 سم تقريباً (أفقياً وعمودياً). يتم التأكد بأن عملية التشبيع قد تمت عند رؤية الجير يخرج من الصف السفلي، وعندها يتم إغلاق هذا الصف والانتقال إلى صف أعلى ... وهكذا. ويمكن تطبيق هذه العملية على العقود أيضاً وذلك بضخ الجير ببرابيج - وليس سكب الجير - إلى داخل العقود، وتنتهي العملية برؤية الجير من الداخل.

ويمكن كذلك عمل تشبيع الجير في العقود الحجرية بسكب المونة الجيرية السائلة مباشرةً على العقود من الأعلى، بعد إزالة القصارة القديمة والأتربة حتى ظهور الهيكل الحجري "الرِيَش"، ويتم سكب الجير على ثلاث أو أربع مرات على السطح حتى يتخلل الحجارة ويُرى من الداخل.



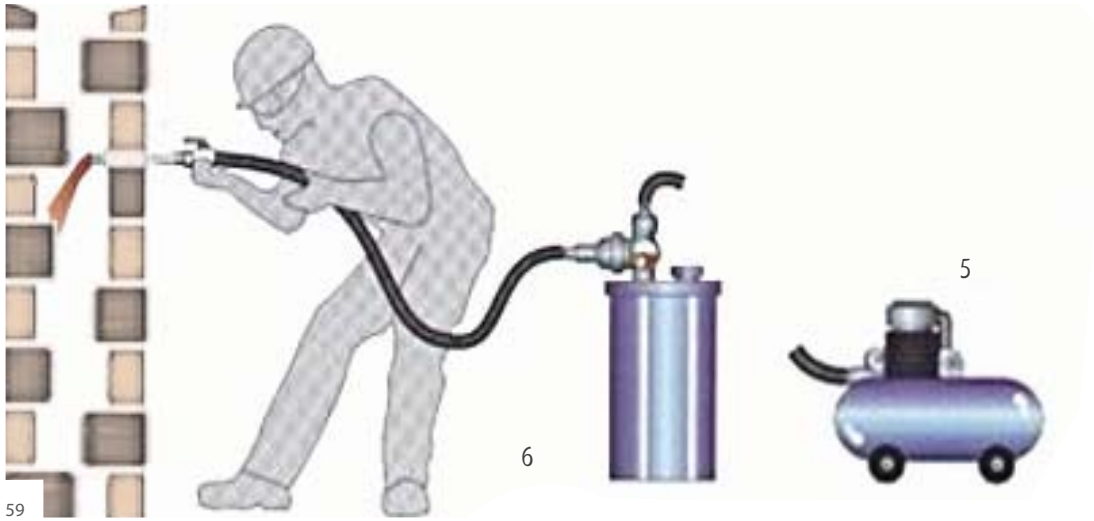
في حالة تشبيع الجدران بالجير، فإنه يتوجب أن يكون مصدر الصب أعلى من مستوى الحقن بأربعة أمتار، إذا تم الحقن بفعل الجاذبية، أما في حالة استخدام جهاز التشبيع الأوتوماتيكي، فيمكن أن يكون مستوى الضخ أقل من مستوى البرابيج.

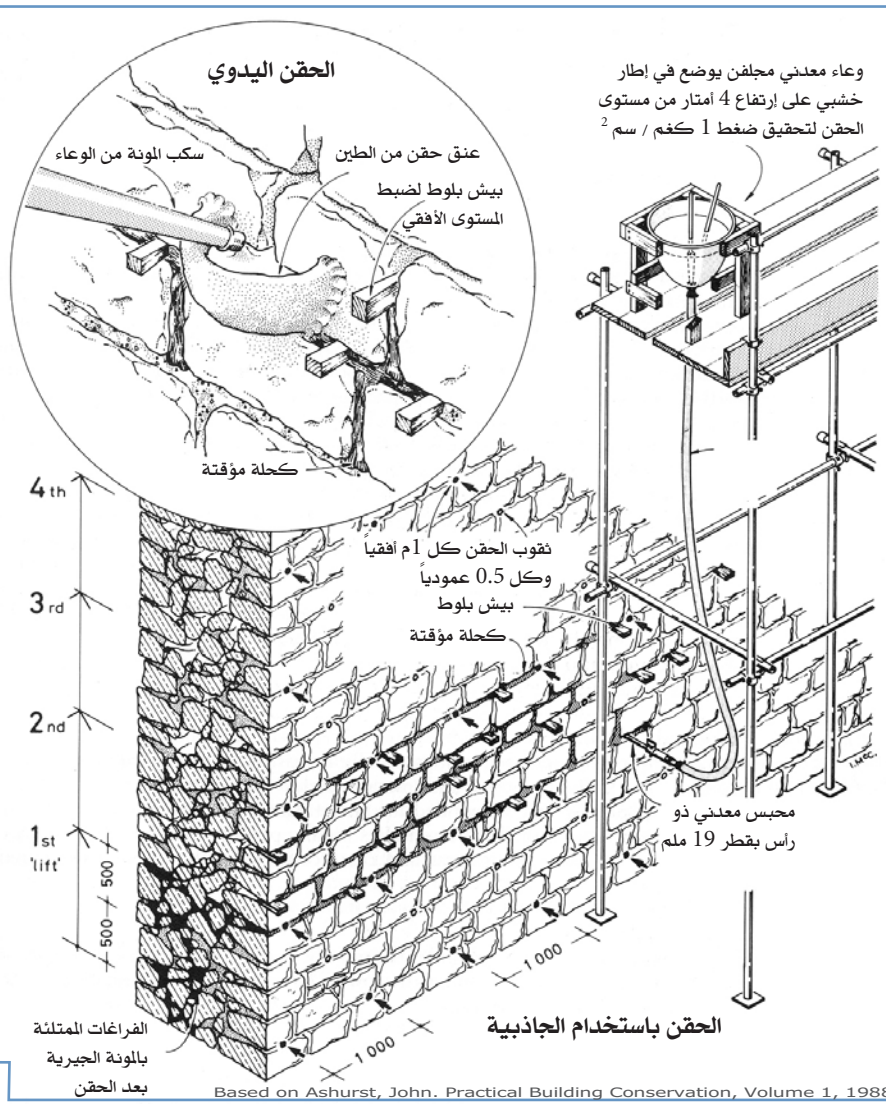
1. خلط مادة التشبيع لمدة 4 دقائق بخلاط كهربائي بقدرة 500 دورة للدقيقة
2. ترك مونة التشبيع لمدة 5 دقائق بدون تحريك
3. إعادة الخلط لمدة 4 دقائق مع إضافة 600 مليلتر من الماء لكل 5 لتر من الخليط
4. سكب المونة من خلال منخل في وعاء التشبيع المجلفن
5. مضخة لضخ المونة سعة 0.21 م٣ بقوة تتراوح بين 3 و 5 باسكال
6. عملية حقن الجدار من خلال برابيج لا يزيد طولها عن 4م تدخل عبر ثقوب بقطر لا يزيد عن 20 ملم



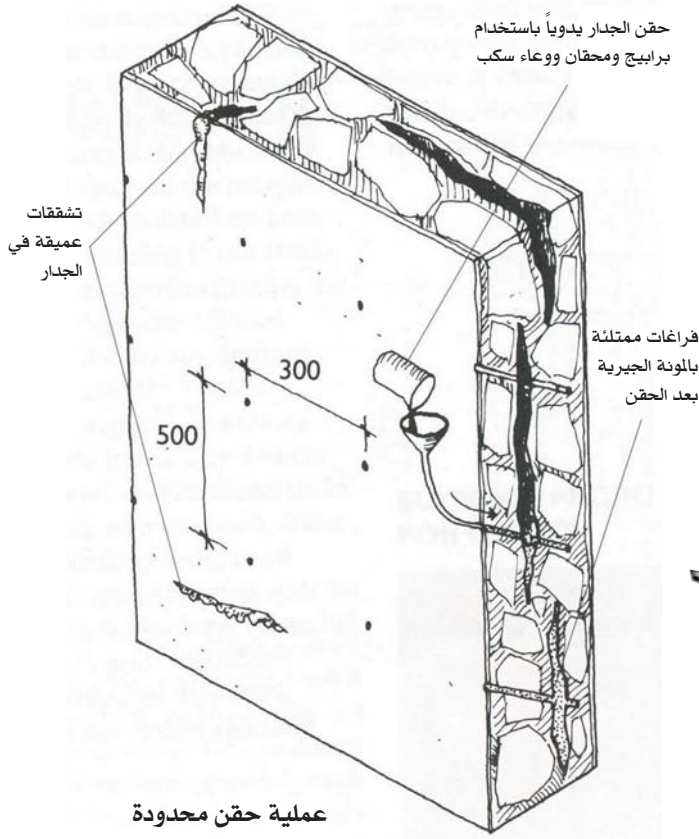
حقن مونة جيرية لمعالجة شقوق الجدران*

* London, Mark. Masonry, 1988. p. 147





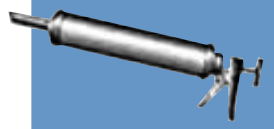
Based on Ashurst, John. Practical Building Conservation, Volume 1, 1988. p. 31



Based on Conservation and Design Guidelines for Zanzibar Stone Town. p. 2.21



شبكة البرابيج الدقيقة لضخ المونة من خلالها الى داخل الجدار



مضخة يدوية لأعمال تشبيع محدودة

6

تنظيف الجدران الحجرية



Stone surfaces cleaning

تنظيف الجدران الحجرية

Stone surfaces cleaning

تهدف عملية تنظيف الحجر إلى إرجاع الحجر إلى منظره الأصلي المقبول من خلال إزالة الشوائب التي تخفي جماليات الواجهات الحجرية مثل الأتربة، والطحالب، والنباتات، والصدأ، والسناج، والدهانات ... . كما تهدف عملية تنظيف الأسطح الحجرية في بعض الحالات إلى وقف أو تأخير تآكل الحجر من خلال إزالة الشوائب والأتربة التي قد تكون أحد مسببات تآكله. كذلك من الأسباب التي تدعو إلى تنظيف الحجر، توفير سطح نظيف يضاهي مونة الكُحْلَة الحديثة. كذلك فإن تنفيذ عملية توثيق الواجهات قد تستدعي عملية تنظيف لإظهار كل تفاصيل الأسطح الحجرية، وبخاصة المنقوشة منها. ومن الجدير التذكير بأن عملية تنظيف الحجر لا تهدف -ولا بأي شكل من الأشكال- إلى تلميع أو تبييض الحجر وإعادته بعمليات تجميل معقدة إلى بريقه الشاب دون الانتباه لشيخوخته التي أكسبته أهميته.

الحجر الطبيعي حديث القلع يحتوي قبل القص والدق على كالسيوم مُذاب في الرطوبة. وعند قلع وقص الحجر ودقه تخرج الرطوبة من الحجر بالتبخر من على سطح الحجر، ويخرج معها الكالسيوم المذاب، الذي يتكلس على سطح الحجر المدقوق مكوناً طبقة (غشاء أو بشرة) تعرف بالـ (Patina)، التي لا يتجاوز سمكها

الميكرونات. وعلى الرغم من صِغَر هذه الطبقة، فإنها تشكل سترة واقية من عوامل الجو وتغلق المسامات الصغيرة التي خرجت منها لتمنع رشح الماء من خلالها، لهذا فإن عملية تنظيف الحجر عملية دقيقة تستدعي الحفاظ على تلك الطبقة التي لا ترى بالعين المجردة.

تتم عملية تنظيف الحجر بطرق ثلاث: الماء، والكيميائية، والميكانيكية[45]، أو من خلال الجمع بين أكثر من طريقة معاً.

يُلين الماء الأتربة ويحللها من على وجه الحجر، ويستخدم كذلك في شطف الشوائب العالقة على سطح الحجر. أما المحاليل الكيميائية (مركبات حمضية،[46] قلوية،[47] أو عضوية)، فتتفاعل مع الأوساخ الملتصقة بالحجر، الصدأ، أو الدهانات، ما يؤدي إلى تحويلها إلى مواد سهلة الشطف بالماء.

أما الطرق الميكانيكية فهي كثيرة ومتعددة؛ مثل التنظيف بالفرشاة البلاستيكية، أو الخشبية، أو المعدنية، واستخدام المطرقة والإزميل، والتنظيف بالرمل الجاف أو الرطب، والتنظيف بالماء المضغوط، والحرق بأشعة الليزر، أو استخدام الموجات فوق الصوتية (Ultrasound) وهي الأداة نفسها التي يستخدمها طبيب الأسنان لفصل التكلسات عن الأسنان.

45 Mechanical or abrasive cleaning.

46 تستخدم المركبات الحمضية في تنظيف الحجر غير الحساس للأحماض مثل الحجر الرملي، أو الجرانيت غير المجلي، أو الحجر الإسمنتي المصنع. وتتكون أغلب المنظفات الحمضية في الأغلب من حمض الهيدروفلوريك، ويحتوي كذلك على حمض فسفوري لتفادي ظهور ما يشبه الصدأ بعد عملية التنظيف. ويتبع تنظيف الحجر بهذه الطريقة الشطف بالماء.

47 تستخدم المركبات القلوية في تنظيف الحجر الحساس للمركبات الحمضية مثل الحجر الجيري، أو الرخام المجلي، أو غير المجلي، أو الحجر الجيري الرملي، أو الجرانيت المجلي. مواد التنظيف القلوية تحتوي في العادة على هيدروكسيد البوتاسيوم أو هيدروكسيد الأمونيا. ويتبع تنظيف الحجر بإحدى هذه المواد خطوتان للتخلص من بقايا هذه المواد، حيث يتم غسل الجدران بحمض الخل (الخَلّيك acetic acid)، لمعادلة قلوية الجدران، ومن ثم غسل الجدار بالماء.

أما استخدام أكثر من طريقة مثل الميكانيكية والكيميائية في آن معاً، فهو الأكثر شيوعاً ومنها مثلاً استخدام المطرقة والإزميل لإزالة الشوائب النافرة عن الحجر، ومن ثم إكمال التنظيف بالمحاليل الكيميائية متبوعاً بالماء لشطف ما نتج من مواد على سطح الحجر.

من الجدير ذكره أن الطرق المذكورة تختلف في فعاليتها في تنظيف الأسطح الحجرية حسب نوع الحجر ونوع الأوساخ التي تغطيه، بالإضافة إلى القيمة التاريخية والجمالية للسطح الحجري، فمثلاً التنظيف بالماء (على شكل كمادات أو مصحوباً بالفرشاة البلاستيكية أو الخشبية) يفيد في إزالة الأتربة العالقة على السطوح، فيما لا يجدي نفعاً في إزالة الدهانات أو الصدأ الأسود،[48] الأمر الذي يستدعي استخدام محاليل كيميائية أو استخدام أشعة الليزر. كما أن تنظيف جدران مبان تحتوي على زخارف وتفاصيل معمارية دقيقة يتطلب استخدام أكثر الطرق حساسية مثل الليزر أو المحاليل الكيميائية لإزالة الطبقات السوداء أو البنية عن الحجر، أو استخدام الموجات فوق الصوتية مثلاً لإزالة التكلسات عن الحجر على الرغم من التكلفة المرتفعة لمثل هذه التقنيات.


1


2

1 استخدام الأمواج فوق الصوتية لتنظيف الحجر

2 الجير المتكلس على وجه الحجر

48 الصدأ الأسود (Black crust) هو طبقة من الجص (gypsum) تنتج من تفاعل حمض الكبريتيك، الناتج من تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 الناتج عن عمليات الحرق للوقود (عوادم السيارات والمصانع) مع الماء H_2O في الجو الرطب أو على سطح الحجر الرطب، مع الحجر الجيري $CaCO_3$ بوجود الرطوبة. وبهذا التفاعل تتحول مادة الجير غير القابلة للذوبان إلى مادة الجص القابلة للذوبان بالماء، الأمر الذي يؤدي إلى تآكل الحجر، وتسببه في طبقات سوداء في المناطق التي لا تتعرض لغسيل المطر المباشر.

الحجر الجيري + حمض الكبريتيك + رطوبة ← الجص + ماء + ثاني أكسيد كربون

$$CaCO_3 + H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O + H_2O + CO_2$$

تنظيف الجدران من النباتات

إذا كانت هناك نباتات تعيش وتنمو على الجدران، عندها يجب رشها بمبيد أعشاب قوي مثل تايفون أو بريفنتول PREVENTOL بتركيز عال – كوب صغير (100مليلتر تقريباً) لكل 20 لتراً- وتركها تموت قبل عمل الكُحْلَة أو قلعها أو قصها عند جذورها. أما التخلص من النباتات الكبيرة فيتم بقص جذعها قريباً من الجذر وحقنها بالمبيد النباتي بتركيز 1/1 وتركها لتموت قبل إزالتها أو قصها عند جذورها.

من الضروري معرفة نوع وخصائص النباتات التي نقوم بالتعامل معها، فهناك نباتات تموت بمجرد قصها عند الجذع مثل بعض أنواع شجر الصنوبر، وبعضها يموت بإزالة لحائه مثل السرو، ومنها ما لا يتأثر بقص جذعه ويقوم بتجديد نفسه مثل السماق والزنزلخت والتين، الأمر الذي يتطلب تدخلاً كيماوياً (مبيد نباتي) للتخلص منها.





* Based on Ashurst, John. Practical Building Conservation, Volume 1, 1988. p. 31

تنظيف الحجر بالماء

يعتبر الماء علمياً من طرق تنظيف الأسطح الكيميائية. وهي من أسهل طرق التنظيف وأرخصها بل وأسلمها عاقبةً. يمكن استخدام الماء بأشكال عدة لتنظيف الأسطح الحجرية:

تشريب أو نقع السطح الحجري بالماء بواسطة بخاخات أو مَرَشّات، ولمدة ساعتين على الأقل، بعدها يتم تنظيف العوالق باستخدام الفراشي البلاستيكية أو الخشبية أو النحاسية اليدوية. ويمكن تكرار العملية لمرات عدة مع الانتباه إلى تصريف الماء السائل عن الجدران بعيداً عن المبنى.

كما قد يتم تنظيف الأسطح بالماء المضغوط (ما بين 100 و 400 باوند/إنش المربع)، أو الماء مصحوباً بمادة تنظيف متعادلة الأيونية (non-ionic) تفيد في إزالة الزيوت، ومنها ما هو متوفر بأسماء تجارية مثل:
Triton by Rohm & Hass أو Igepal by GAF. Tergitol by Union Carbide

إذا تعثرت إزالة الصدأ والأوساخ عن الحجر بالفراشي المختلفة والمياه، فان تنظيف الجدران ببخار الماء المضغوط يعتبر من الطرق الجيدة، وبخاصة في حالات الأوساخ الكربونية الناتجة من عوادم السيارات (الأكزوزستات). ويتم استخدام الماء على شكل بخار وتحت ضغط قليل أو متوسط (ما بين 100و 400 باوند/إنش المربع).

قد تؤدي عملية التنظيف بالماء إلى تأكسد بعض المواد المعدنية المتواجدة على شكل أكاسيد مثل أكسيد الحديد المتواجدة بشكل طبيعي في الحجر أو ما يعرف بالهيماتايت Hematite ، والتي يمكن أن تتحول إلى هيدروكسيد الحديد أو ما يعرف بالليمونايت Limonite الأمر الذي يؤدي إلى تغيير لون الحجر بحسب التفاعل التالي:

الصدأ $Fe_2O_3 . XH_2O$ ← الرطوبة XH_2O + الهيماتايت Fe_2O_3 Iron stain

لتفادي حدوث مثل هذا الضرر، تضاف مواد كيماوية لإعاقة هذا التفاعل مثل الـ (Ethylene Diamine Tetra-acetic Acid) EDTA، وهذه المادة، عدا عن تعطيلها أيونية هذه المعادن وتليين أي شوائب ذات أصل معدني، فإنها تمنع ظهور الصدأ على الحجر الجيري فاتح اللون.

لإزالة الأصداء المعدنية الناتجة من تأكسد بعض المعادن التي تدخل في تكوين المباني مثل حديد الحماية، أو الدوامر، أو دسر الشبابيك أو أكسيد الحديد المتواجد طبيعياً في الحجر، فإنه يمكن استخدام الـ EDTA كمرحلة أولى في التنظيف، وفي حالة لم ينجح في إزالة الصدأ من الحجر بشكل مقبول يمكن عندها استخدام مركبات كيميائية معقدة مثل سيترات الصوديوم (Sodium Citrate)، سيترات الأمونيا (Ammonium Citrate) (pH 9.0)، فلوريد الأمونيا (Ammonium Fluoride)، هيدروكسيد الأمونيا (Ammonium Hydroxide)، لإزالة الصدأ عن طريق عمل كمادات سيليولوزية مشبعة بالمحلول لمدة طويلة قد تتجاوز العشرين ساعة[49]. وكقاعدة أساسية يجب التأكد من غسل الحجر بالمياه النقية بعد تنظيفه بالمحاليل الكيميائية.

لا يجوز وبأي حال من الأحوال استخدام القرص الكهربائي (الصاروخ) والفرشاة الفولاذية لتنظيف الحجر، وذلك لتفادي إزالة بشرة الحجر، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة مسامية الحجر، وبالتالي زيادة مساحة السطح الخارجي المعرضة للاحتكاك مع عوامل التعرية، وهذا بدوره يؤدي إلى تسريع تآكل الحجر.

49 Matero. Frank G. & Tagle. Alberto A. 1995.

إن تعرض الجدران الحجرية لسيلان مياه المطر المركز وباستمرار، وبخاصة تحت الكورنيشات المعطوبة، أو حول مزاريب تصريف المطر، أو تحت أقواس وسواقيف حاجب المطر، أو براطيش الشبابيك، يؤدي إلى ذوبان الكالسيوم في الحجر الجيري وترسبه على شكل طبقة بيضاء (Whitewash) على سطح الحجر. ومن أجل التخلص من هذا الأثر على الحجر، يتم تنظيفه بالماء والفرشاة البلاستيكية بعد التأكد من إصلاح الخلل في العناصر آنفة الذكر، أو أي عناصر تسبب إسالة الماء بشكل مركز على الواجهة وذوبان الكالسيوم ومن ثم ترسبه على سطح الحجر، محدثاً تشويهاً لونياً في بعض أجزاء الواجهة.

كما يمكن استخدام كمادات مياه نقي مع الورق الياباني الناعم لإزالة طبقة الكربون من سطوح الحجر. وطبقة الكربون في العادة بُنيّة اللون وغير سميكة وتظهر في الأماكن الجافة من الواجهة التي لا تتعرض لغسيل مياه المطر. وفي حالة عدم تمكن كمادات الورق الياباني والماء المقطر من تنظيف الكربون عن الحجر، فإن استخدام الكمادات السيليولوزية (Cellulose fibers poultices)، مثل الـ ARBOCEL[50]، المُشَربة ببايكربونات الأمونيا، يعتبر من الحلول الكيميائية الناجعة لمثل هذه الحالات.

تنظيف الدهانات الزيتية عن الأسطح الحجرية

في حالة وجود دهانات زيتية على الجدران، فإنه يمكن إزالتها باستخدام مزيلات الدهان القلوية أو محاليل إزالة الدهان العضوية، كما أن هناك مزيلات الدهان الكيماوية من إنتاج شركات مختلفة [51]. يجب تجنب المواد الحمضية وبخاصة حامض الهيدروكلوريك على الرغم من كونها من المزيلات القوية، وذلك لتسببها بإذابة

50 www.insituconservation.com

51 من هذه المنتوجات (GRAFFITI REMOVER VANDAL-X) من إنتاج سوبركلين (SUPERKLEEN) وهو مكون من المركبات العضوية الهيدروكربون (Hydrocarbon)، والمركب العضوي الكيتون (Ketone) ومزيج غليكول الإتير (Glycol Ether Mixture)، ويمكن استخدام هذا المنتج وهو على شكل رغوة لإزالة دهانات الرش من على الجدران وغيرها من الأوساخ مثل الشمع، أو الحبر، أو الرصاص، أو أحمر الشفاه ... www.superkleendirect.com

الحجر الجيري أو المونة الجيرية عدا عن تركها لآثار الكلور على الجدران.

تستخدم مزيلات الدهان القلوية التي تحتوي على هيدروكسيد البوتاسيوم أو هيدروكسيد الأمونيا أو فوسفات الصوديوم[52] لإزالة الدهانات الزيتية، اللاتكس أو الدهانات الاكريلية. بعض المزيلات القلوية مثل هيدوكسيد الصوديوم وثاني فلوريد الأمونيا يجب تجنبها في تنظيف الحجر، وذلك لإمكانية تسببها في حرق الحجر لقلويتها الشديدة.

أما محاليل مزيلات الدهان العضوية، فتتكون من أكثر من محلول مثل كلوريد المِثلين، والميثانول، والخلّون (الأسيتون)، والزِّيلين،[53] أو التّوليووين.[54] وعند استخدام هذه المحاليل يجب التأكد من غسلها بالماء المقطر لكي لا تترك أي تحوير.

عند استخدام أي من مزيلات الدهان، يجب الانتباه إلى منع تسييل المادة على أسطح الحجر النظيفة، ولهذا يمكن استخدام كمادات سيليلوزية أو الورق الياباني أو الكاولين (kaolin) (الصلصال الصيني: صلصال نقي يستخدم في صناعة الخزف الصيني) المنقوع بالمزيل لإلصاقه على أماكن الدهان فقط، أو استخدام الفرشاة العادية أو الرش من بخاخ. وبشكل عام، فإن مزيلات الدهان مواد حارقة للجلد وهي أيضاً مواد متطايرة تضر بالجهاز التنفسي للإنسان، لذا يجب توخي الحذر عند العمل بها بلبس القفازات والكمامات المناسبة.

من الضروري التذكير بأنه يمنع استخدام الصاروخ "الفرشاة الكهربائية" أو الضرب بالرمل لتنظيف الحجر من الدهانات الزيتية لأنه يسرع في تآكل الحجر لأسباب ذكرت سابقاً.

52 Trisodium Phosphate.

53 واحد من ثلاثة مركبات هيدروكربونية متجانسة (إيسومرية) تستخرج من قطران الفحم، وتستخدم في صناعة الأصباغ.

54 سائل عديم اللون شبيه بالبنزين يستخرج من قطران الفحم وغيره، ويستخدم كمذيب وفي صنع المتفجرات والأصباغ.

إزالة الصدأ الأسود عن الجدران الحجرية

يعتبر استخدام محلول بايكربونات الأمونيا[55] من الطرق الكيميائية السهلة والبسيطة لإزالة الصدأ والأوساخ المتراكمة على الحجر، ويتم ذلك بتذويب وزن واحد من مسحوق بايكربونات الأمونيا بخمسة أوزان مياه مقطرة خالية من الأملاح، ومن ثم تخلط بوسط سيليولوزي ليشكل عجينة مشبعة بمحلول بايكربونات الأمونيا سهل التطاير، ثم تلصق العجينة (الكمادات) على الحجر المنوي تنظيفه. تتراوح حساسية الحجر لهذه المادة، فمن الحجر ما يستغرق تنظيفه 15دقيقة، ومنه ما يحتاج لبضع ساعات. يتم فحص الزمن اللازم لتنظيف الحجر بعمل تجربة لخمسة دقائق تخلع بعدها العجينة من وجه الحجر ويغسل مكانها بالماء النقي، وتكرر العملية حتى نصل إلى النتيجة المرجوة، ويكون مجموع الأزمان التي ألصقت فيها العجينة على الحجر حتى أصبح نظيفاً هي المدة اللازمة لتنظيف الحجر. عند استخدام هذه الطريقة في تنظيف الحجر يجب التأكد من عدم سيلان المحلول على الحجر، حيث أنه في هذه الحالة يترك أثراً "حرق أبيض" لا يزول مع الزمن. كذلك يجب تحديد المدة اللازمة للتنظيف لكل نوع من الحجر على حِدَة، إن وجد أكثر من نوع واحد من الحجر في الواجهة. يتم غسل الجدران بالماء النقي بعد الانتهاء من إزالة الأوساخ والصدأ عن الحجر. هذه الطريقة مناسبة لتنظيف أسطح تحتوي على زخارف ونقوش كتابية أو مقرنصات مبان مهمة.

عند وجود طبقات كبيرة من الصدأ الأسود أو الجير المتصلب،[56] فإنه تتم إزالته على مراحل، بحيث يتم استخدام المطرقة والشوكة لإزالة الأجزاء الكبيرة والنافرة من الصدأ، ومن ثم يتم تنظيف الطبقة الملاصقة للحجر مباشرة بالرمل الناعم، ومن ثم إزالة ما تبقى بكمادات بايكربونات الأمونيا.

55 Ammonium Bicarbonate.

56 الجير المتصلب (Incrustation) هو ترسب الجير الذائب بفعل الرطوبة على شكل بلورات صلبة من الجير الخالص على وجه الحجر السفلي أو الخارجي. وجودها يعتبر دليلاً واضحاً على نفاذ كمية مياه كبيرة أدت إلى ذوبان الجير في الحجر الجيري، ومن ثم ترسبه على الوجه الخارجي بعيداً عن الرطوبة. يظهر هذا الشكل من التكلسات على نوافير المياه والسبل أو العقود والمغائر التي تتسرب من خلالها المياه بشكل متواصل.





تنظيف الصدأ الأسود بكمادات بيكربونات الأمونيا بعجينية سيليولوزية



كمادات بعجينة صلصال صيني

يجب توخي الحذر عند وضع مسحوق بايكربونات الأمونيا "البودرة" في الماء المقطر، حيث تنبعث غازات ضارة إلى حد ما ناتجة عن التفاعل بين بايكربونات الأمونيا والمياه، الأمر الذي يستدعي وضع كمامة على الوجه عند عمل الخلطة.

تنظيف الجدران بالضرب بالرمل

يمكن استخدام الرمل في تنظيف الحجر في حالة واحدة فقط، وهي استخدام الركام الناعم (Micro Sand-Blasting) مثل مسحوق الرمل، ومسحوق الحجر، ومسحوق القواقع، ومسحوق قشر الجوز (الذي يستخدم في تنظيف تماثيل البرونز في المتاحف)، وزجاج مطحون، وأوكسيد الألمنيوم (الذي يستخدم لتنظيف النقوش الحجرية الدقيقة)، وحبيبات بلاستيكية، أو قطع إسفنجية ... أغلبها يستخدم جافاً وبضغط بسيط (100 باوند/الإنش المربع)، بحيث لا يضر بسطح الحجر. ويتم اللجوء للضرب بالرمل عندما تفشل الطرق الكيماوية مثل كمادات بايكربونات الأمونيا في إزالة الصدأ الأسود عن الجدران، وذلك لسماكته. ويتم تحديد الضغط المطلوب وكمية الرمل أو البودرة بعمل عينة صغيرة على حجر أو اثنين في الواجهة قبل

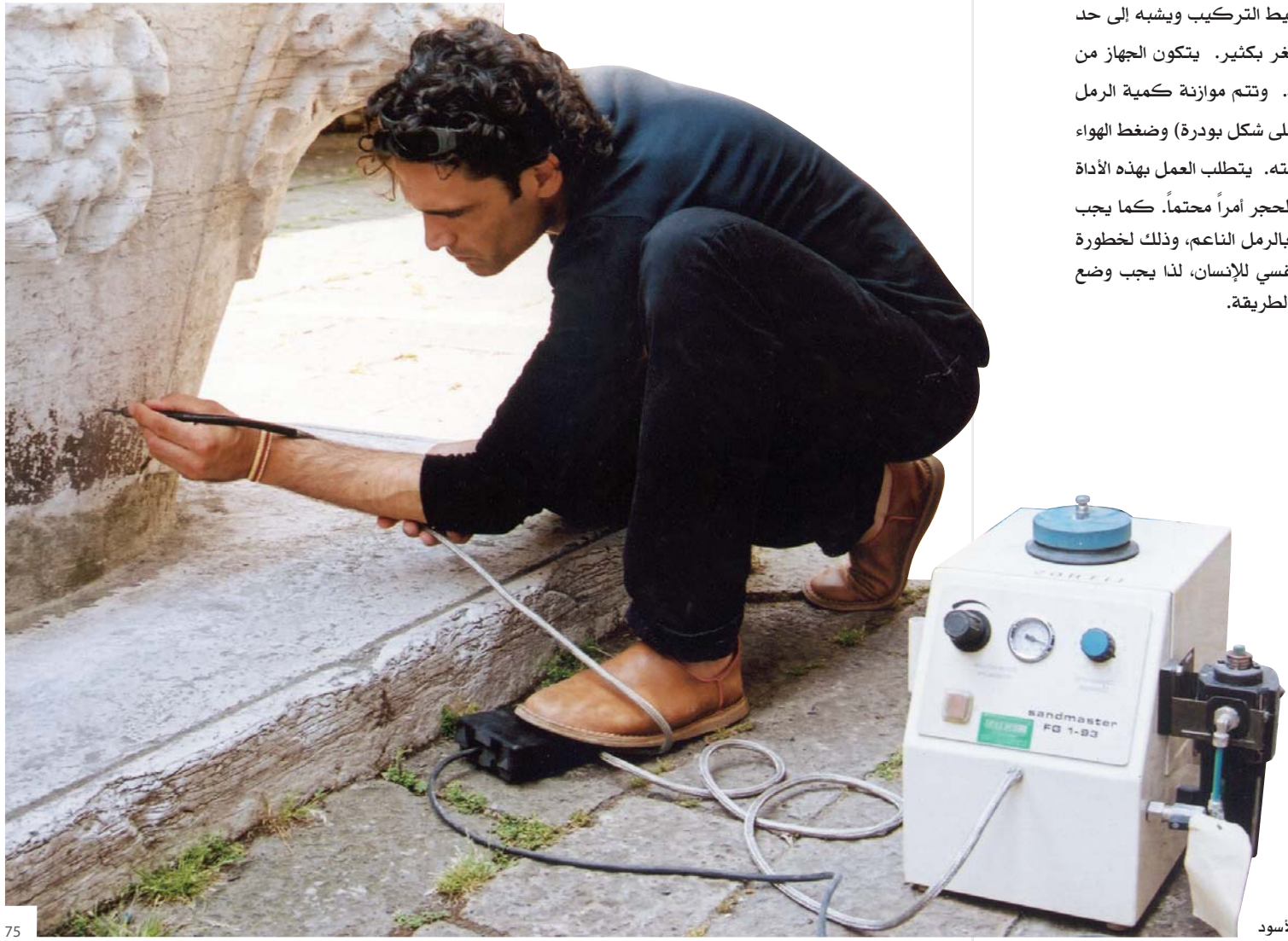


تنظيف بقاذف الرمل اليدوي

البدء بالعمل، وجهاز ضرب الرمل الناعم بسيط التركيب ويشبه إلى حد كبير جهاز الرمل العادي، ولكن بحجم أصغر بكثير. يتكون الجهاز من مستودع الرمل الناعم، ومولد هواء مضغوط. وتتم موازنة كمية الرمل الناعم أو كسر الحجر الناعم (الذي يكون على شكل بودرة) وضغط الهواء حسب صلابة الحجر وسماكة الصدأ وصلابته. يتطلب العمل بهذه الأداة مهارة وخبرة وانتباه، بدونها يصبح تآكل الحجر أمراً محتماً. كما يجب توخي الحذر عند استخدام طريقة الضرب بالرمل الناعم، وذلك لخطورة الأغبرة المنبعثة من الحجر على الجهاز التنفسي للإنسان، لذا يجب وضع كمامة أو قناع أكسجين عند العمل بهذه الطريقة.

استخدام الجير الحي في تنظيف الجدران

من الجدير ذكره أن استخدام الجير الحي (أكسيد الكالسيوم) Quick Lime (CaO) الساخن أظهر قدرة على تنظيف الحجر من الأوساخ والصدأ الأسود، بالإضافة إلى تعبئة المسامات الدقيقة وتقوية الحجر. إن هذه الطريقة خطيرة لأن التفاعل بين الجير الحي والماء قبل قذفه على الحجر ينتج حرارة عالية يصبح معها التعامل مع الخليط أمراً في غاية الصعوبة والخطورة في آن معاً. كما يجدر بنا التذكير بأن الجير الحي غالي الثمن وغير متوفر في السوق المحلية.



استخدام جهاز قاذف الرمل الحساس لتنظيف الصدأ الأسود



7

معالجة الرطوبة في المباني القديمة

Treatment of Humidity Problems

معالجة الرطوبة في المباني القديمة

Treatment of Humidity Problems

للرطوبة في المباني القديمة ثلاثة مصادر رئيسة: المطر، والمياه الصاعدة من الأرض بالخاصية الشعرية، والبخار المتكثف على الجدران بفعل فرق الحرارة بين الداخل والخارج.

أما المطر فهو أكثر هذه العوامل تأثيراً على المبنى، ولكنه في الوقت نفسه الأكثر وضوحاً، فمعرفة أماكن نفاذ مياه المطر إلى الداخل يساعد على تداركها. يمكن عمل ذلك بالفحص الشتوي السنوي للتأكد من المدة الجيرية المائلة (مدة المَيَلان)، أو كحلة حلول بلاط السطح الحجرية، أو التأكد من صلاحية سطوح القرميد ومصارف المطر. كما يتم التأكد فيما إذا كانت قنوات تصريف المطر مغلقة بالأتربة أو الحجارة أو النباتات أو روث الطيور.

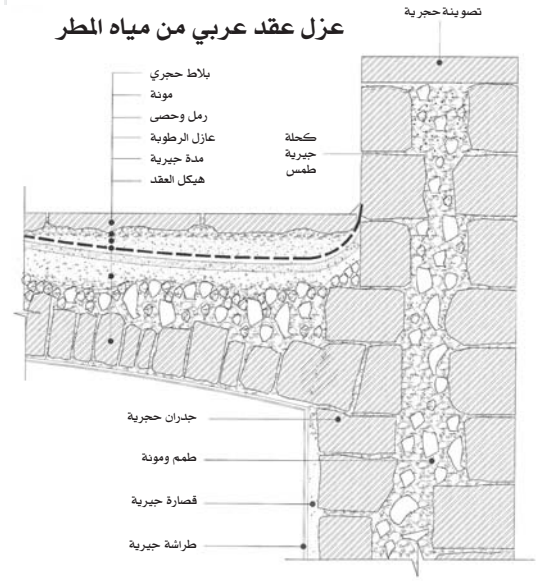
عزل الأسطح في المباني القديمة

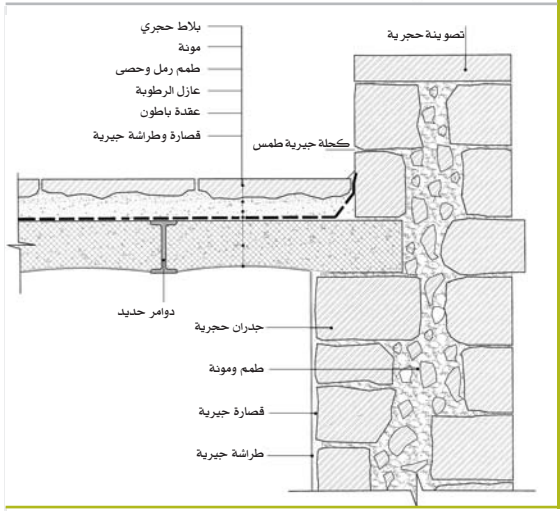
في حالات كثيرة، وبخاصة عند استخدام السطح كشرفة (تراس)، يكون السطح مبلطاً بالحجر، ونتيجة الاستخدام، فإن بعض الحلول تتفكك وبعض الحجارة تتكسر بفعل التجهيزات والإنشاءات مثل خزانات المياه،

والهوائيات، والصحون اللاقطة وغيرها. ومن أجل معالجة مشكلة الرطوبة في حالات مثل هذه، وبخاصة في حالة كون الحجر المبلط على السطح حجراً كلسياً مسامياً تتخلله المياه بسهولة، فإنه يتم خلع البلاط الحجري (يمكن تصويره وترقيمه إذا كان شكله مميزاً وبحاجة إلى إعادته بالشكل السابق نفسه) وتنظيفه من المونة العالقة به، ومن ثم تخزينه على ألواح خشبية. قبل إعادة التبليط تتم عملية التشبيع بالمونة الجيرية السائلة ـ الموصوفة آنفاً ـ لتتخلل العقود وتحل محل الجير الذائب بفعل الرطوبة. بعدها يتم عمل مدة جيرية على ثلاثة وجوه بسماكة كلية لا تتجاوز 8 سنتمترات، كما في قصارة الجدران، اللّهم أن رص المونة يكون بدحلها بمدحلة حجرية صغيرة أو ماسورة بقطر10 إنشات معبأة بالباطون بوزن 50 كغم تقريباً. يتم الدحل للوجهين الأول والثاني بعد تعبئة الفراغات بالحجر والمونة، فيما يرص الوجه الأخير بالمسطرين وينعم بالخشبة المصفحة بالإسفنج. ولا يدخل الشعر الحيواني في المونة في الوجه الثاني، وذلك لعدم وجود حاجة لمسامية عالية كما هو في قصارة الجدران والعقود من الداخل، كما أن الدحل عند بدء جفاف المونة يساعد على التخلص من التشققات الشعرية وشفاء المونة. ثم توضع اللفائف الإسفلتية فوقها، لزيادة الاحتياطيات، قبل إعادة تبليط البلاط الحجري القديم بمونة جيرية 6 رمل / 2 جير / 1 أسمنت أبيض وتكحيله كحلة عربية بمونة جيرية 9 رمل / 2½ جير / ¼ أسمنت ابيض / ¼ كسر فخار. يمكن استخدام المونة الإسمنتية في تبليط وتكحيل بلاط السطح عندما يكون من البلاط الحديث. واستخدام المونة الجيرية في التبليط القديم يكون للحفاظ على الحجر عند فكه لأي سبب من الأسباب في المستقبل.

عندما يكون السقف غير مستخدم، فإن عملية التشبيع ومن ثم مدات السطح الجيرية تكون كافية لعزل أو طرد المياه من السطح، وخاصة في حالة عمل الميل المناسب (بين 2 و3%)، والعدد الكافي من مصارف المطر. وعند استخدام هذه الطريقة، وبخاصة في الأماكن التي لا تسقط عليها الثلوج، تتم صيانة المدات كل سنة أو اثنتين للتأكد من عدم تآكلها. وفي حالة وجود إمكانية لتساقط الثلوج، فإن لفائف الإسفلت تصبح ضرورية لمنع تخلل الرطوبة ومن ثم التجمد الذي يسبب تلف طبقات المدة.

من أجل التخلص من مياه المطر المتدفقة نحو المبنى عند مستوى الأرض، يجب عمل ميل في الأتربة، أو الأرصفة، بحيث يمنع وصول أي مياه إلى الجدار من الحديقة أو الرصيف، ومن التفاصيل التي تضمن عدم تدفق المياه إلى الجدار وصعودها بعد ذلك بالخاصية الشعرية إلى داخل الجدار، هو حفر خندق بعمق 60 سنتمتراً وعرض 60 سنتمتراً على الأقل حول الجدار، من الخارج، في تلك الجهة المهددة بالتدفق، ومن ثم عمل مدة باطون خفيف مقعرة توضع عليها ماسورة بلاستيكية مثقبة تودي إلى منطقة منخفضة بعيدة عن المبنى، تطمر بالحصى والحجارة قبل إعادة الطمم الذي أزيل سابقاً و/أو عمل مدة مائلة (مَيَلان) و/أو التبليط فوقها.





عزل عقد دوامر حديد من مياه المطر

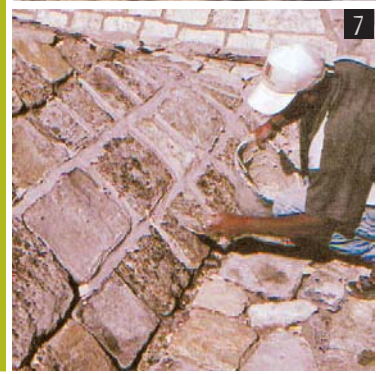














1 ريش العقد بعد كشفها

2 الوجه الثاني من المدة الجيرية

3 دردسة المونة الجيرية بالمدحلة

4 تغطية المدة بالخيش المبلل

5 العزل بالرولات الإسفلتية

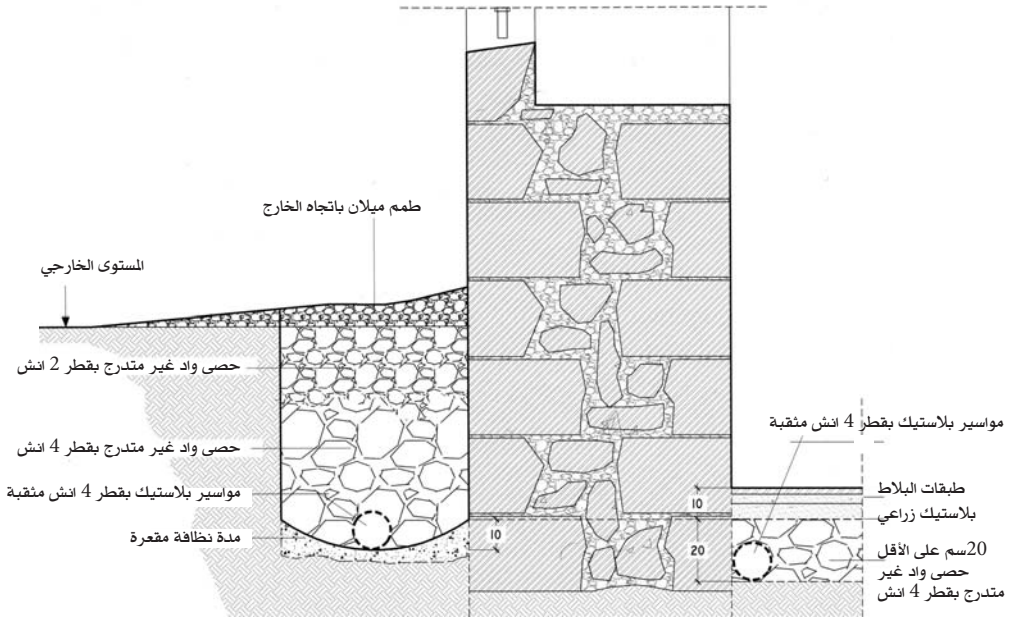
6 مدة جيرية بدون عازل

7 تبليط السطح وتكحيله من الطرق المتبعة في الحفاظ على المبنى من المطر

أما معالجة الرطوبة الصاعدة بالخاصية الشعرية والضغط الأسموزي من البلاط الأرضي أو الجدران، الذي يؤدي إلى صدأ أو أملاح في الأرضيات، أو تآكل القصارة أو التقشر في الطراشة في الجزء السفلي من الجدران، فإنه لا بد من عمل نظام تهوية للأرضيات لقطع الطريق أمام الرطوبة. ويتم ذلك بعمل فاصل يعيق تشكيل وسط نشيط بالخاصية الشعرية.

ومن التفاصيل سهلة التنفيذ التي تفي بالغرض حفر الأرضيات لحوالي 40 سم من مستوى التبليط المطلوب، ومن ثم توضع مواسير بلاستيكية (PVC) بقطر 4 إنش على الأقل مثقبة بالقرص أو المثقاب الكهربائي، بحيث تكون نسبة الثقوب إلى المسمط 2-3. تثبت المواسير على الأرض مباشرة ملاصقة للجدران والأعمدة أو الدعامات إن وجدت. وتوصل المواسير بعضها ببعض بأكواع ومثلثات، علماً بأنه لا يوجد داع لاستخدام السليكون أو الجلود في توصيل المواسير البلاستيكية بعضها ببعض في عزل الأرضيات. يتم توصيل المواسير إلى خارج البناء في اتجاهين مختلفين (الشرق والغرب أو الشمال والجنوب) وتنتهي بأكواع وشبك معدني مجلفن وغطاء هواية لتفادي دخول المطر أو الزواحف إلى داخلها. ترصف الأرضية ما بين المواسير بعد ذلك بحجارة واد (Pebbles) كبيرة غير متدرجة بأقطار تزيد على الـ 10 سنتمترات لتغطي الأرضية والمواسير بالكامل (سمك الرصفة حوالي 30 سنتمتراً بالمعدل)، ويراعى عدم وجود حجارة صغيرة (بيس كورس) أو رمل ضمن مواد الرصفة. يوضع بعد ذلك بلاستيك زراعي فوق الرصفة قبل التبليط، وذلك لتفادي تعبئة الفراغات بالرمل الذي يستخدم في التبليط. يمكن تطبيق هذه الطريقة في عزل الجدران من الخارج، وبخاصة الجدران المطلة على الساحات الداخلية مثل الأواوين والأحواش وممرات الطابق الأرضي أو التسوية، وحيثما كانت الجدران على علاقة مباشرة بالأرض.

يعمل نظام الرصفة في عزل الأرضيات عند وجود رطوبة في الأرضيات أو الجدران، بحيث يقوم تيار الهواء (الذي يشبه نسيم البر ونسيم البحر، وذلك لاختلاف الحرارة، وبالتالي أماكن الضغط بين الاتجاهات المختلفة



مقطع في جدار حجري يبين طريقة عزل الجدار من الرطوبة الصاعدة بالخاصية الشعرية

للمبنى) بتجفيف هذه الرطوبة وإخراجها للخارج عن طريق المواسير. وعند صعود الرطوبة في الجدران، فإنه يجري تجفيفها قبل الوصول عند مستوى البلاط، علماً بأن الرطوبة تميل لاتباع الطرق الأسهل للتبخر.

تجدر الإشارة إلى أن استخدام المدّات الإسمنتية يضاعف مشكلة الرطوبة الناتجة عن الخاصية الشعرية ولا يحلها. ولهذا يمنع منعاً باتاً عمل مدّات خرسانية لأرضيات أو أرصفة المباني القديمة. كما أن عمل حزام

إسمنتي على الجدران أو عمل تبليط أو تبليط رخام أو تلبيس الخشب أو الجص أو دهان الجدران بماء الزجاج أو اللكر أو الايمولشن، كلها حلول شكلية وتسبب تفاقم المشكلة وارتفاع منسوب الرطوبة في الجدران لمستويات أعلى، لذا فالحل الأمثل لمشاكل الرطوبة هو البحث عن مصادرها والتخلص منها.

التخلص من الخاصية الشعرية في الجدران:

من الحلول الممكنة ولكن الصعبة للتخلص من الرطوبة الصاعدة بالخاصية الشعرية في الجدران قطع الجدران عند مستوى التبليط بمادة بيتومينية أو معدنية، وبالتالي قطع الطريق على الخاصية الشعرية في الجدران. من الممكن إدخال مادة البيتومين بالحقن المباشر من خلال الحلول، أو بعمل ثقوب على شكل اسطوانات لا تتجاوز قطرها البوصتين، ومن ثم تعبئتها بالمادة البيتومينية. أما الصفائح المعدنية، فيتم إدخالها بماكينة خاصة تقوم بقص الجدار وإدخال الصفيحة في آن معاً. وهذه الطريقة ناجعة عندما تكون الحلول منتظمة ولا يوجد معوقات داخل جوف الجدار.

معالجة الرطوبة الناتجة عن التكثيف:

إن هبوط درجة حرارة الجدار إلى ما دون درجة التكثيف[57] يؤدي إلى تكثف البخار على سطح الجدار أو في جوفه، وبالتالي تشبيعه بالرطوبة (ولو بشكل بطيء). وفيما عدا مناطق نابلس والقدس وأريحا، فإن الرطوبة النسبية [58] في معظم المدن والقرى الفلسطينية تزيد عن 70%، أي درجة التكثيف، في الأشهر الماطرة،

57 درجة التكثيف (Dew Point)؛ هي درجة الحرارة التي عندها إذا انخفضت درجة حرارة الجدار (داخل الجدار أو سطح الجدار) عنها يحصل التكثيف (Condensation) في ظل وجود رطوبة نسبية تزيد عن70 %، وتتسرب الرطوبة إلى داخل الجدار، كما أن بقع العفن الأسود تظهر على الجدران أو السقوف أو مقاطع الشبابيك.

58 الرطوبة النسبية (Relative Humidity)؛ هي نسبة كمية الرطوبة المتواجدة في الهواء إلى كمية الرطوبة التي يمكن للجو استيعابها تحت درجة حرارة معينة.

كانون الثاني، وشباط، وآذار، وتشرين الثاني وكانون الأول. ومن الجدير ذكره أن منطقة رام الله، وبخاصة المناطق المطلة على الساحل تزيد فيها الرطوبة النسبية عن 70% طوال أشهر السنة، فيما عدا أشهر الصيف الحارة (أيار، وحزيران، وتموز).[59]

يمكن تجنب حدوث التكثيف من خلال قطع الطريق على درجة الحرارة للوصول إلى درجة التكثيف، وذلك بتفادي حدوث فرق كبير في درجة الحرارة بين الداخل ودرجة حرارة الجدار، ويتم ذلك بالتهوية الجيدة من خلال ترك الطاقات (الشراعات) العالية في الشبابيك الخشبية والشراعات فوق الأبواب مفتوحة لمعادلة درج الحرارة ولخفض نسبة الرطوبة في الداخل، والتخلص من الأبخرة الناتجة من التنفس أو الطبخ، ولهذا صممت المباني القديمة غير محكمة الإغلاق، وذلك يرى في الشبابيك الخشبية، والشراعات فوق الأبواب، أو الطاقات المرتفعة في الواجهات. من المفيد أن لا تكون التدفئة عالية جداً مقارنة مع حرارة الخارج والجدار لمنع حدوث فرق كبير وبالتالي التكثيف.

من الأمور الهامة عدم حدوث تكثيف داخل الجدار السميك الذي يؤدي إلى ذوبان المونة وبالتالي تهديد الحالة الإنشائية للجدار، وذلك يحدث في ظل وجود رطوبة عالية وانخفاض درجة حرارة الجدار إلى ما دون درجة التكثيف.

59 Applied Research Institute – Jerusalem. 1998. p24.25. 141-147



8

التخلص من الأملاح في المباني القديمة

Removal of Salts from Stone Walls

التخلص من الأملاح في المباني القديمة

Removal of Salts from Stone Walls

تظهر الأملاح على شكل تكلسات (بلورات) بيضاء على الجدران الحجرية أو على القصارة، وبخاصة في الجزء السفلي من الجدران. وتساعد الخاصية الشعرية الأملاح على الانتقال إلى مستويات عالية يمكن أن تصل إلى عدة أمتار عن مستوى الأرض إذا ما تشبعت الجدران بالمياه النازلة من التصوينات أو السقوف المكشوفة.

هناك مصادر متعددة لوجود الأملاح في المباني القديمة: طبيعة الأرض الملحية، واستخدام البيوت لمبيت الحيوانات المدجنة، وبالتالي إفرازات هذه الحيوانات تحتوي على كمية كبيرة من الأملاح، وبخاصة النترات، والتسريبات من شبكة المجاري والتصريف الصحي تؤدي إلى وجود كمية عالية من الأملاح في الجدران والعقود. ولا بد من التذكير في هذا السياق إلى أن استخدام الإسمنت الأسود في القصارة أو الترميم يؤدي إلى ظهور الطبقة الملحية البيضاء (البلورات)، وذلك لاحتواء الأسمنت الأسود على كمية ليست ببسيطة من الأملاح.

التخلص من الأملاح في المباني القديمة

يمكن التخلص من الأملاح بالتخلص من مصدرها، وذلك بإخراج الحيوانات، والروث، والطمم المشبع بالملح لمستوى بداية الأساسات من داخل المبنى.[60] كذلك، فإنه يجب فحص نظام التصريف الصحي وتغيير المواسير المعطوبة، ومن الضروري إزالة القصارة الإسمنتية التي قد تكون أحد أسباب ظهور التكلسات الملحية.

أما إخراج الأملاح من الجدران والعقود فيتم بعمل قصارة مؤقتة من الرمل والتراب والجير والنشارة الناعمة بنسبة 2 رمل / 4 تراب / 1 جير / 4 كغم نشارة لكل طن من الخلطة. ويتم تطبيق المونة المؤقتة على الجدار بعد تشريب الجدار بالماء لمدة لا تقل عن الأربع ساعات (تتم عملية تشريب الجدار بالماء برش الجدار بالماء بواسطة بخاخات وبضغط بسيط). وبعد تشريب الجدار بالماء يغطى بطبقة المونة المؤقتة وتترك لتجف. وعند جفاف الجدار فإن الرطوبة تتسرب إلى الخارج مصطحبة معها الأملاح ـ التي تنتقل من المنطقة الأكثر تركيزاً إلى المنطقة الأقل تركيزاً ـ وتتكلس على وجه قصارة الجدار المؤقتة. وبعد جفاف المونة والجدار بالكامل (قد يستغرق ذلك عدة أيام) تزال



1



2

1 مونة النجارة قبل الجفاف

2 تكلسات الملح على سطح المونة بعد الجفاف

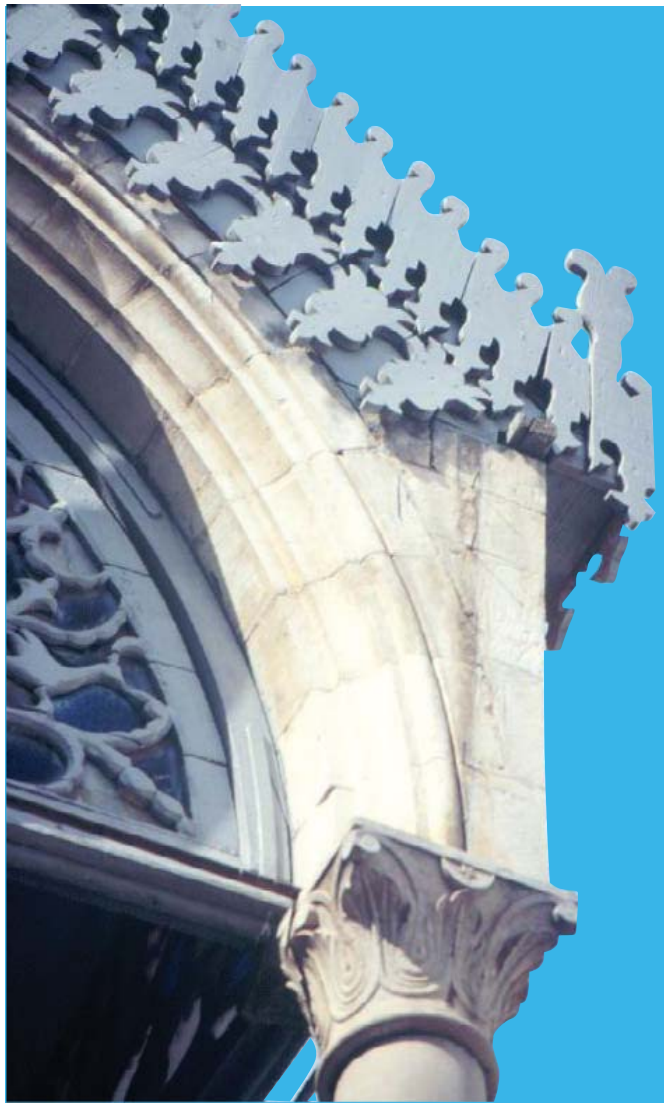
60 يجب التنبه إلى الوضع الإنشائي للمبنى، وبخاصة عند إزالة الطمم من حول الأساسات.

القصارة المؤقتة، بما حملت معها من أملاح وتلقى خارج الموقع. يتم تكرار هذه العملية مرتين إلى ثلاث مرات حتى نضمن نزول كمية الملح إلى نسبة معقولة (ما نسبته 20% من النسبة التي وجدت قبل البدء بتنظيف الجدران من الأملاح). ولتسهيل خلع القصارة المؤقتة عن الجدار يمكن تثبيت قماش مسامي أو خيش أو شبك معدني مجلفن ذي ثقوب كبيرة تزيد على 2 سم على كامل مساحة الجدار، ومن ثم تطبيق المونة عليه، وعند جفاف المونة يتم خلع الشبك أو الخيش بأجزاء كبيرة، ومن ثم إبعادها عن الموقع.

من المعروف أنه يمكن إعادة عمل الطراشة الجيرية كل سنتين أو أكثر من أجل التخلص من الأملاح المتسربة لداخل القصارة، بحيث تتكلس الأملاح على الطراشة، وتعمل على تآكلها وفصلها عن القصارة، ومع تكرار العملية، فإن المحتوى الملحي يهبط إلى أن تختفي البلورات من سطح الجدار.



تطبيق مونة النجارة على واجهة حجرية



9

صيانة الأعمال الخشبية في المباني التاريخية

Maintenance of Wood Works



صيانة الأعمال الخشبية في المباني التاريخية

Maintenance of Wood Works

قليلة هي البيوت التي لا تزال تحتفظ بشبابيكها وأبوابها الخشبية، بالإضافة إلى النمليات والأعمال الخشبية الزخرفية مثل المشربيات، والكورنيشات أو السقوف الخشبية الملونة. وبما أن هذه الأعمال نادرة ومميزة بمصنعيتها، فيجب الحفاظ عليها. ومن الجدير ذكره أن الأعمال الخشبية كانت تنفذ بطرق تقليدية تعتمد على التعشيق والمسامير الخشبية، وكانت تعمل من خشب السويد أو البلوط الجاف الذي كان ينقع بالقار ويعرف أيضاً بالحُمَر (البتيومين Bitumen) لمدة طويلة بعد قصه، الأمر الذي يمنع تعفنه وتسوسه، هذه التقنيات سواء أكانت في قص، أم تجفيف، أم تخزين الخشب لم تعد تُستَخدم، وما نراه في الأسواق الآن هو أخشاب طرية لم يمض على قصها أشهر. كذلك يجب التذكير بأن عُمْر هذه الأخشاب عشرات أو مئات السنين، في حين أن الأبواب الخشبية الحديثة لا يتجاوز عمرها الافتراضي العشرين سنة، ولهذا فإن الحفاظ على الأعمال الخشبية هو عمل ثمين ويستأهل كل جهد يصرف فيه. وواجب كل من يرمم عند الوصول إلى الموقع التفكير جدياً بكيفية الحفاظ على الأعمال الخشبية وإرسالها فوراً إلى النجار وعدم إلقائها في مَكَب النفايات، وبخاصة أن العناصر الخشبية هي من سمات المباني التقليدية التي نحاول الحفاظ على شخصيتها.

عند ترميم الشبابيك والأبواب الخشبية يراعى تبديل القطع المتعفنة بنوع الخشب نفسه إن وجد أو بالنوع الأقرب، وبطريقة التصنيع نفسها. وفي حالة التعفن، التسويس، والتآكل أو الكسر الجزئي لقطعة خشبية، مكان المفصلات أو الزرفيل مثلاً، يتم قص الجزء التالف بخطوط مستقيمة وحادة، وبعد ذلك يتم نسخ وقص قطعة مماثلة بالشكل والسماكة للجزء الذي تمت إزالته، ويتم تعشيقه وتغريته أو تثبيته بالمسامير المجلفنة الغائرة، ثم تعمل الملتنة والدهان الزيتي اللازمين لحماية الأعمال الخشبية من تأثيرات الرطوبة قبل تثبيت المفصلة أو زرفيل الباب من جديد.

يجب الانتباه إلى تكرار التفاصيل نفسها لحماية الشبابيك من المطر، وبخاصة علاقة الجزء السفلي للشباك بالبرطاش، وعلاقة الزجاج بالخشب وكيفية تثبيته. وفي حالة فقدان جزء من باب أو شباك يراعى أن يتم نسخ ذلك الجزء من دفة الباب أو الشباك الأخرى أو من باب أو شباك آخر في الورشة، وإن تعثر وجود أعمال شبيهة، فإنه يفضل عمل تكملة للباب بطريقة تجريدية بسيطة دون استحداث أعمال زخرفية لم نتأكد من وجودها.

هذا العمل ينطبق على أعمال نصبة القرميد أو المشربيات المزخرفة أو السقوف الخشبية الملونة. وفي نصبة القرميد يمكن من حيث المبدأ تدعيم العناصر المحمولة على دعامة مهترئة ومن ثم تُقَص بخطوط مستقيمة وحادة في الأماكن المتعفنة قبل أن يعوَض (يُرقع) مكانها بنوع الخشب نفسه. ويمكن لزيادة الأمان في حالات معينة زيادة قطعة خشبية على طول الدعمة وتثبيتها بالصواميل المجلفنة التي تخترق الخشب الجديد والقديم، وتثبت بالبراغي المجلفنة من الجهة الأخرى. وفي حالات التلويح الكامل (الفتال) والتعفن الخطر على الحالة الإنشائية لبعض الدعامات، يجب تبديلها بنوع موازٍ من الخشب المعالج.







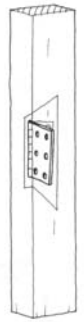
1 تغيير بيشة في درفة خزانة

2 تغيير جزء من درفة والتعويض عن درفة كاملة مفقودة

3 التعويض عن جزء مهترئ من شباك

4 التعويض عن حشوة باب مفقودة

5 التعويض عن جزء من حشوة باب



إزالة الجزء المتعفن والتعويض عنه ومن ثم تركيب المفصلة

ملاحظة: يجب أن يكون اتجاه عروق الخشب في القطعة الجديدة مماثل للقديمة



اهتراء وتعفن حول المفصلات

صيانة الأعمال الخشبية حول المفصلات*

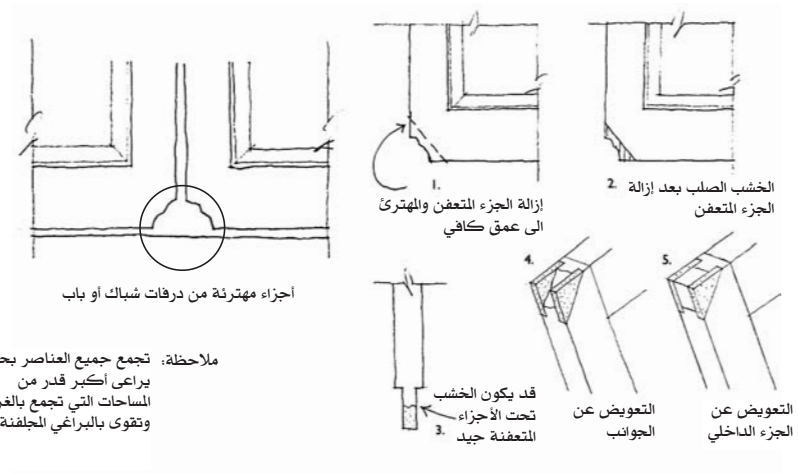




* Based on Conservation and Design Guidelines for Zanzibar Stone Town. p. 8.13

وفي حالة الأعمال الزخرفية والزنانير حول نصبات القرميد أو المشربيات يمكن عمل قالب (فورما) لها قبل إزالتها، ومن ثم تصنيع العناصر التالفة قبل توضيعها بالطريقة نفسها أو الوضعية الأصلية، مع الأخذ بعين الاعتبار تبديل المسامير المستخدمة بنوع مجلفن لتفادي التأكسد.

على الرغم من أن المشربيات في فلسطين مصنعة بشكل بسيط إذا ما قورنت بمصر والعراق، فإنها نادرة جداً، ولذا لا بد من الحفاظ عليها. ينطبق على المشربيات ما ينطبق على الشبابيك في حالة الدرفات، وينطبق عليها ما ينطبق على دعامات نصبة القرميد في حالة الدعامات الحاملة لها. أما أعصاب المشربية الدقيقة فيمكن عمل الصيانة البسيطة لها من حف ودهان ورنيش وتثبيت العناصر ببراغٍ دقيقة مجلفنة. وفي حالة وجود بعض الأعصاب المفقودة من المشربية يمكن أن يتم التعويض عنها بنوع موازٍ من الخشب وبالتفصيلة نفسها.

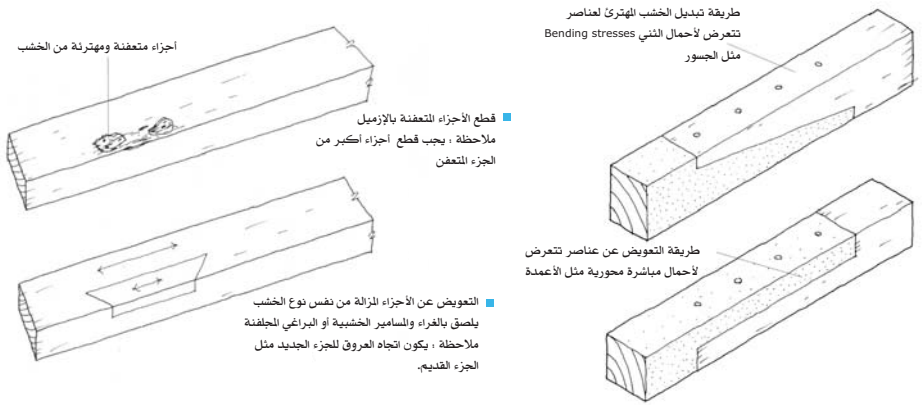


ترميم جزء تالف أو مهترئ من باب أو شباك خشبي*

* Based on Conservation and Design Guidelines for Zanzibar Stone Town. p. 8.14

تتم عملية إزالة الدهان القديم عن الأعمال الخشبية بمزيلات الدهان القلوية أو العضوية مع العلم أنه يمكن حف وملتنة الشبابيك ودهانها دون تجريدها من دهانها القديم بالكامل. وعملية حرق الدهان عن النمليات أو الأبواب الخشبية عملية غير سليمة العواقب، ويجب التجربة على مساحات صغيرة وبأخذ الاحتياطيات اللازمة، ومن الملاحظ أنه يمكن حرق الدهان الزيتي باستخدام وابور الكاز وليس الغاز، وذلك لكون حرارة الكاز أقل بكثير من حرارة الغاز التي تحرق الخشب بالإضافة إلى الدهان.

عند وجود بعض الحشرات التي تتغذى على الأثاث الخشبي أو هيكل نصبة القرميد من الضروري عندها معالجته بمبيد حشري مثل CUPRINOL WOODWORM KI LLER[62] قبل دهانه بالورنيش أو أي أنواع من الدهانات الأخرى .



طرق التعويض عن أجزاء تالفة من جسور وأعمدة خشبية*

* Based on Conservation and Design Guidelines for Zanzibar Stone Town. p. 8.11.15

62 www.insituconservation.com



مراجع مختارة

Applied Research Institute – Jerusalem (ARIJ). Water Resourrces and Irrigated Agriculture in the West Bank. Bethlehem, 1998.

Ashurst, John. Mortars, Plasters and Renders in Conservation. Second Edition. Easa Publication, July 1997.

"The Technology and Use of Hydraulic Lime". Cathedral Communications Limited, 2001.

Ashurst, John & Dimes, F. Conservation of Building and Decorative Stone. Vol. 2, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999.

Ashurst, John & Nicola. Practical Building Conservation. English Heritage Technical Handbook, Volume One: Stone Masonry. London: Gower Technical Press Ltd, 1988.

Practical Building Conservation. English Heritage Technical Handbook, Volume Three: Mortars, Plasters and Renders. London: Gower Technical Press Ltd, 1988.

Ashurst, Nicola. Cleaning Historic Buildings. Volume One: Substrates, Soiling & Investigation. London: Donhead Publishing Ltd., 1994.

Cleaning Historic Buildings. Volume Two: Cleaning Materials & Processes. London: Donhead Publishing Ltd., 1994.

English Heritage. The Lime Directory. Donhead Publishing. February, 1997.

Ellis P. Gauging Lime Mortars. The Building Conservation Directory, 2001.

"*The importance of complex aggregates in historic renders and repair mixes*". SPAB News Vol. 21, No 2, 2000.

Grimmer, Anne E. Keeping it Clean: Removing Exterior Dirt, Paint, Stains and Graffiti from Historic Masonry Buildings. Washington, DC: Preservation Assistance Division, National Park Service, U.S. Department of the Interior, 1988.

Preservation Brief 6: Dangers of Abrasive Cleaning to Historic Buildings. Washington, DC: Preservation Assistance Division, National Park Service, U.S. Department of the Interior, 1979.

Holmes, Stafford & Wingate, Michael. Building with Lime. Intermediate Technology Publications, July 1997.

Lazzarini, Lorenzo & Lombardi, Gianni. *"Genesis and Classification of Rocks"*. 15th International Course on the Technology of Stone Conservation, ICCROM, Venice, 2003.

London, Mark. Masonry: How to care for Old and Historic Brick and Stone. The Preservation Press. National Trust for Historic Preservation, Washington, D.C. 1988.

Marquis-Kyle, Peter & Walker, Meredith. The Illustrated Burra Charter: Making good decisions about the care of important places. Australia ICCOMOS Inc, 1992.

Matero, Frank G. & Tagle, Alberto A. "*Cleaning, Iron Stain Removal, and Surface Repair of Architectural Marble and Crystalline Limestone: The Metropolitan Club."* JAIC online, Volume 34, Number 1, Article 4 (pp.49 to 68). Journal of the American Institute for Conservation, 1995

Park, Sharon C., AIA. *Preservation Brief 39: "Holding the Line: Controlling Unwanted Moisture in Historic Buildings"*. Washington, DC: Heritage Preservation Services, National Park Service, U.S. Department of the Interior, 1996.

Pasley Sr CW. Observations on Limes, Calcareous Cements, Mortars, Puzzolanas, Natural and Artificial, together with Rules deduced from Numerous Experiments for Making an Artificial Water Cement Equal in Efficiency to the best Natural Cements of England. 2nd Edition, John Weale Architectural Library, 1847.

Powers, Robert M. *Preservation Tech Note, Masonry No. 3, "Water Soak Cleaning of Limestone".* Washington, DC: Preservation Assistance Division, National Park Service, U.S. Department of the Interior, 1992.

Price, C.A. Stone Conservation: an overview of current research. The J. Paul Getty Trust, U.S.A. 1996.

Robert c. Mark, Faia. *Preservation Brief 1: "Assessing Cleaning and Water-Repellent Treatments for Historic Masonry Buildings"*. Washington, DC: Preservation Assistance Division, National Park Service, U.S. Department of the Interior, 1975.

Sampson J. Introduction in Wells Cathedral West Front, Construction, Sculpture and Conservation. Sutton 1998.

Searle, Alfred B. Limestone and its Products, Their Nature, Production and Uses. Ernest and Benn Ltd, 1935.

Steel, Tony & Battle, Stephen. Conservation and Design for Zanzibar Stone Town. COOPERATION ITALIANA, UNESCO, and THE AGA KHAN TRUST FOR CULTURE.

Vicat, Louis J. A Practical and Scientific Treatise on Calcareous Mortars and Cements. Translated by J T Smith. John Weale, 1837.

Weaver, Martin E. Conserving Buildings: A Guide to Techniques and Materials. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1993.

Preservation Brief 38: "Removing Graffiti from Historic Masonry". Washington, DC: Preservation Assistance Division, National Park Service, U.S. Department of the Interior, 1995.

Winkler, E.M. Decay and Preservation of Stone, Engineering Geology Case Histories, 11. The Geological Society of America, Boulder, Colorado, 1978.

Stone in Architecture: Properties, Durability. Third edition. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1997.

Zender, K. *"Gypsum efflorescence in the zone of rising damp. Monitoring of slow decay processes caused by crystallizing salts on wall paintings."* 8th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Berlin, 1996.