سلسلة الصيانة العلمية

«1»

المركز الاقليمي لصيانة الممتلكات الثقافية في الدول العربية ـ بغداد

المركز الدولي لدراسة صيانة وترميم الممتلكات الثقافية ـ روما

الرطوبة في المباني التأريخية

IV
D
26B
BIBLIOTHEQUE
LIBRARY
ICCROM

تأليف : جيوفاني مزار ي

ترجمة : ناصر عبد الواحد

BIBLIOTHEQUE
IV
D
26 B
LIBRARY
ICCROM

IV D 26 B

سلسلة الصيانة العلمية

«١»

المركز الاقليمي لصيانة الممتلكات الثقافية في الدول العربية ـ بغداد

المركز الدولي لدراسة صيانة وترميم الممتلكات الثقافية ـ روما

الرطوبة في المباني التأريخية

تأليف : جيوفاني مزّاري

ترجمة : ناصر عبدالواحد

الغلاف:

الوجه الايمن: مخطط تكويني لمدخل القصر الاموي في قلعة عمان بالاردن.

الوجه الأيسر: مخطط تكويني لقسم من كنيسة سان ليوجي دي فرانسيزي - روما. وهي الصورة التي تزين غلاف النسخة الانجليزية من هذا الكتاب.

38167

مقدمة

تطورت اعمال الصيانة والادامة وحفظ الممتلكات الثقافية في العالم، وقد صدرت كتب متعددة تعالج هذا الموضوع الحيوي عن مركز روما الدولي للصيانة ومنظمة اليونسكو ومؤسسات اخرى. وقد اولى المركز الاقليمي ببغداد اهمية خاصة لهذا الحقل فبادرت ادارته بترجمة وطبع عدد من تلك الكتب العلمية لاهميتها للمعنيين والمختصين في وطننا العربي وسيصدر المركز الاقليمي سلسلة من هذه المجموعة تباعا.

والكتاب الذي بين ايدينا من اصدارات مركز روما الدولي للصيانة (باللغة الانجلزية) الموسوم «الرطوبة في المباني التاريخية» لمؤلفه جيوفاني مزاري وهو اول هذه السلسلة المؤلفة من خمسة كتب ساهمت منظمة اليونسكو بتمويل ترجمتها وطبعها ببغداد بأشراف المركز الاقليمي. وهذه المبادرة من اليونسكو تستحق الشكر والثناء لما لها من اهمية في اغناء المكتبة العربية في هذا الموضوع.

ولابد من الاشارة الى التجارب التي تضمنها كتاب الرطوبة في المباني التاريخية إذ تناول نماذج من الابنية في ايطاليا، غير ان هذا الامر لا يقلل من قيمته وفوائده والاستفادة من الطرق التي جاءت فيه وتطبيقها بما يلائم المباني التاريخية في الوطن العربي خاصة تلك التي تتعرض بأستمرار الىمسبباتالرطوبة المختلفة.

كما ويثمن المركز الاقليمي باعتزاز تبني وزارة الثقافة والاعلام في الجمهورية العراقية تنفيذ طبع هذه الكتب في دور الطباعة والنشر التابعة لها.

واخيراً نقدم وافر امتناننا الى الاستاذ المهندس كوكردخيل الأسدي لقيامه بتدقيق الكتاب من الناحية العلمية .

ونقدم الشكر الجزيل ايضاً الى جميع من ساهموا في اخراج الكتاب.

د. طارق عبدالوهاب مظلوم
مدير المركز الاقليمي
بغداد
١٩٨٤

ملحق

الفصل الأول

من النتائج الضارة للتعرض للرطوبة تلف الرسوم الجصية ، تشوه وتقشر الرخام ، تهدم الجص والزخارف ، فضلاً عن الخطر على راحة الناس وصحتهم العامة .

ان التحري الدقيق عن مصدر الرطوبة هو ضرورة اساسية للوصول الى معالجة مرضية . فالرطوبة كالحمى تماماً هي علامة المرض ويجب على الطبيب ان يشخص أولاً المرض الذي أحدث الحمى ، لأن الرطوبة تعتبر نتيجة لاحقة لتأثير قوى فيزياوية محددة وغير متوازنة فى بناء ما ، نصب اثري ، او قطعة منفردة من مادة البناء . ففي حالة الرطوبة يجب ان يؤدي المعماريون والمهندسون ما يشبه مهمة الأطباء فيقومون بكافة الفحوص الضرورية لتحديد طبيعة المرض ، اذ من الخطر الأعتماد على الأحساس العام Common Sense كما كان الحال فى الماضي بل على العكس من ذلك يجب ان تترجم الظاهرة الى أرقام بعد ان يتم تجميع دقيق للمعلومات الأساسية .

ولنبدأ من الفكرة الأساسية وهي ان الرطوبة تأتي من الماء أما فى حالته السائلة او بشكل بخار . وأول شئ يجب عمله هو الكشف عن الماء ومكان إنتشاره ، ويتم ذلك بإستخدام الأجهزة فقط . فالاجهزة الملائمة يمكنها أن

تسجل ان كان هناك ماء فى الحائط، مثلاً تحت بقعة خضراء من العفن، ويمكن للأجهزة كذلك أن تسجل نسبة الماء مقارنة بكتلة الحائط، وتوزعه وقابليته على الزيادة فى التركيز فى الكساء الجصي بإتجاه لب الجدار (Core) او بالعكس .

فالكساء الجصي يمكن ان يكون جافاً فى حين يكون لب الجدار رطباً ولكل حالة تفسير منطقي خاص بها. ففي بعض الأحيان وفى ظاهرة التكاثف مثلاً قد لانجد الماء مطلقاً لأنه يظهر فى فترات متقطعة فقط. فطبقة رقيقة من الماء تظهر لدقائق قليلة فجر كل صباح، عند ذهاب القرويين الى الكنيسة*. وتكون كافية لنشوء كمية كبيرة من العفن فوق رسم قديم بالتمپرا Tempera** منفذ بوسيط رابط غرائي. وحالما تشرق الشمس، فإن الماء يختفي لكن العفن يكون قد استلم مؤنته اليومية من الماء، . . . . . .

يجب علينا الكشف عن الماء وقياسه، فإن كان غير موجود او إن كميته اقل من ان تعطي تفسيراً للتلف، فعندها يتم تقصي درجات الحرارة إضافة الى دراسة الرطوبة. ويمكن القيام بتقصي درجات الحرارة عن طريق قياس درجة حرارة سطح الجدار المحيط بالغرفة الرطبة إضافة الى درجة حرارة الهواء. فى الحقيقة إن الرطوبة الحاصلة بفعل التكاثف من الهواء، على وجه الحصر، تعتمد على زيادة الفرق بين حرارة الهواء وبرودة الجدران. ولنفس السبب،

---

* المثال. هنا مأخوذ من الريف الأيطالي (المترجم)

** طريقة في الرسم يمزج فيها اللون بمادة رابطة من مصدر حيواني كالبيض أو نباتي كالصمغ العربي (المترجم)

نرى في بعض الأحيان اثناء فصل الشتاء الشبابيك مرطبة بفعل الندى في غرف النوم المدفئة جيداً. السبب في هذه الظاهرة يكمن في الفرق الكبير بين درجة حرارة الهواء الداخلي والخارجي على وجهي الزجاج. في وقت الصيف نفس الفرق في درجتي الحرارة يحدث ندى فوق **قدح*** بارد على طاولة نادي مكتظ بالرواد. وحالما نبدل الهواء داخل الغرفة، يختفي الندى وتزول الرطوبة من فوق القدح، شريطة أن يترك القدح فوق الطاولة لعشر دقائق، ليقل الفرق بين درجة حرارة الهواء والسائل.

ان تشخيص الميكانيكية التي يدخل بواسطتها الماء داخل الجدار شيء أساسي. فالشكل رقم (1) يرينا تخطيطاً يوضح الطرق الأربع الممكنة لدخول الماء. فالرطوبة ربما ترتفع من الأرض، او يمكن أن تأتي من الهواء عن طريق التكاثف على جدار منتظم البرودة، او من الممكن أن تتجمع في بقع تظهر وتختفي تبعاً لتغير المناخ خلال اليوم.

ويحدث هذا لأن تركيب الجدار غير متجانس: فالحائط يكون اكثر برودة في المكان الذي يكون فيه الحجر ثقيلاً واكثر حرارة في تلك الأماكن المبنية من مواد خفيفة. في بعض الأحيان ترتفع الرطوبة بفعل مسببات عديدة تعمل مجتمعة. ولذلك فتلف جسم ما هو نتيجة لهذا النظام المعقد كما حدث مع (جدارية) العشاء الأخير لدافنشي شكل رقم (2).

ان المطر الذي يسقط بصورة مائلة (Oblique) قليلاً ما يدخل خلال الجدار، لكنه يبرده احياناً، مسبباً التكاثف على وجهه الداخلي كما يحدث في القاعات وفي الأماكن المزدحمة في السكن، حيث يرفع تنفس الساكنين رطوبة الهواء النسبية بشكل متزايد.

* مملوءة بشراب بارد.

أهم صفة تميز الرطوبة المرتفعة بالخاصية الشعرية هي كونها غير متغيرة. فكمية الماء داخل الجدار تكون ثابتة بغض النظر عن أي فصل من فصول السنة أو أي وقت من أوقات اليوم ، إضافة الى ذلك، ان الرطوبة توجد في الطابق الأرضي فقط وفي الجزء الأسفل من البناء، وارتفاعها لا يتعدى ابداً أربعة أمتار، من مستوى سطح الطريق. ان كمية ماء الى حد 3٪ من الوزن Weight في بناء من الآجر تكون كمية مقبولة ومقدار من الماء الى 5٪ من الوزن Weight يكون مقبولاً في التراكيب المحتوية على مواد معتدلة الأمتصاص، مثل الطوفه (tufa)* الحجر الكلسي الخفيف والحجر الرملي الخفيف. ويتم تقدير الرطوبة عن طريق أخذ عينات من 15—20سم من تحت الجص، أي من داخل مادة لب الجدار Core يتم وزن العينات وهي رطبة، ثم تجفف بعد ذلك ويعاد وزنها. إن سبب أخذ العينات من عمق 15—20سم من تحت السطح هو إن محتوى الماء في ذلك العمق يكون ثابتاً خلال السنة، بغض النظر عن التغيرات اليومية والفصلية. ويبين الأختلاف في الوزن بين العينة الرطبة والجافة كمية الماء التي تحتويها تلك العينة . وضمن الحدود المذكورة اعلاه [3٪ في الآجر — 5٪ في الطوفه tufa والحجر الرملي]، فان الماء في الجدار لا يؤثر في الأبنية او الساكنين فيها شريطة ان تحتوي الغرف على وسائل تهوية جيدة.

ويظهر العفن والتآكل اذا وصلت الرطوبة الى أعلى من هذه الحدود، ويشعر بعدم الراحة حالاً أولئك الذين يتوجب عليهم العيش او العمل في مثل

---

* نوع من الحجر البركاني المسامي (المترجم)

هذه الأماكن الرطبة المغلقة. والعلاج الناجح للرطوبة يكمن فى قطع الألياف الشعرية فى الحائط، أو فى إيقاف الماء قبل وصوله الى الحائط نفسه.

للتكاثف ميزة هي كونه ظاهرة غير مستمرة، ويحدث دائما بسبب الحرارة الواطئة. عندما يتواجد الماء بفعل التكاثف يكون تواجده غزيراً فى الجص ونادراً فى مادة الجدار الداخلية. ويكون الجص المتضرر دائماً فى المساحة التي تعرضت للهواء الدافئ، أي يكون على الوجه الداخلي للجدار. ولكن الماء قد يكون معدوم تماماً فى وقت أخذ القياسات. فعندما يكون هناك شك فى ان التكاثف محتمل الحدوث، يكون من الضروري معرفة أي من السطوح الداخلية للغرفة الرطبة اكثر برودة وذلك بإستخدام الحرارة. ومعالجة التكاثف يجب ان تعتمد دائماً على زيادة الحرارة، اعني، درجة حرارة سطح الجدار الأكثر برودة يجب ان ترتفع قليلاً وفى نفس الوقت يجب أن تتم تهوية الغرفة جيداً لكي لا ترتفع الرطوبة النسبية للهواء كثيراً.

ان المعدل الأفضل لرطوبة الهواء (النسبية) هو بين 50٪ و 70٪ . وفى المناطق المغلقة حيث يكون الهواء عديم الحركة فإن العفنيات تبدأ فى النمو عندما تصل الرطوبة النسبية الى 75٪ وخاصة عند وجود مواد غذائية عضوية مثل الصمغ الحيواني، الورق، الجلد و الرق. ان الفطر Merulius lacrimans هو اسوأ أنواع الفطر البيتي ويستطيع العيش بدون ماء فى حالة إنعدام حركة الهواء شريطة أن يكون نامياً على الخشب وان تبقى درجة الحرارة أقل من 27مْ. ان العلاج الاكثر فاعلية ضد العفنيات والفطريات هو التهوية الجيدة (غير ان) التهوية الجيدة من الناحية الأخرى قد تكون ذات خطر على اللوحات الجصية المرسومة على بناء رطب* فهذه الرسوم تتلف بسرعة عندما تخضع الى حالات متعاقبة من الجفاف والرطوبة. فاللوحات الجصية المرسومة على

* اللوحات المرسومة على الجص الطرى. (المترجم)

جدران غرفة تحت الأرض تكون فيها الرطوبة ثابتة، وبعيدة عن تأثير الشمس، تبقى فى حالة مثالية من الصيانة لقرون عديدة، وهذا غالباً ما يشاهد فى ايطاليا. ولكن بعد سنوات قليلة من فتح المقابر الاتروسكية ذات الرسوم الجصية للجمهور تلفت تلك الرسوم بسبب التهوية غير المنتظمة وتبدلات رطوبة الهواء الناتجة من وجود الزوار، وعندما ثبت تشخيص الداء، اعني حالما يصبح مؤكداً فيما إذا كانت الرطوبة ناشئة عن الخاصية الشعرية وحدها، او بسبب التكثيف، او لكلا السببين معاً، يكون العلاج قد أُملي منطقياً. فلمقاومة الرطوبة الصاعدة يجب ان نضع حاجزاً معترضاً عبر الطريق الذي يسلكه الماء، او نمنع الماء من الدخول الى اسس الجدار. ولمقاومة رطوبة التكاثف يجب التخلص من الفرق فى درجات الحرارة بين الهواء الرطب الدافئ والجدار البارد. وهذا يمكن الحصول عليه بوقاية الجدار، حتى تتبدد الحرارة بإتجاه الخارج، او عن طريق عمل تدفئة بسيطة للوجه الداخلي، أو بتقليل رطوبة الهواء أيضاً. وإذا كانت الرطوبة موجودة بنوعيها فى وقت واحد*، يكون من الضروري تعيين أي منهما المتغلبة والابتداء بمقاومتها أولاً. وعلى أية حال إحذر من المنتجات التجارية العجيبة وحاول ان تحكم على اي علاج بشكل نقدي وبفهمك الخاص، دون تصديق الباعة المتخصصين بالمعجزات. واحذر التقنية المفرطة فى التبسيط. على سبيل المثال، bituminous vertical linings. التبطين العمودي بالقار او الملاط بالسمنت (اللبخ بالسمنت): فالرطوبة، بدلاً من أن تأتي من الهواء، قد تأتي من داخل الجدار نفسه.

---

* يعني هنا الرطوبة الصاعدة بسبب الخاصية الشعرية والرطوبة الناتجة عن التكاثف (المترجم)

مقدمة وشرح للآلات المستخدمة لدراسة الرطوبة فى الجدران

هناك ثلاث مجموعات من الآلات التي تستخدم لهذا الغرض مبينة كل على حدة.

آ - آلات لقياس الرطوبة النسبية للهواء: مثل المرطاب الشعري، مقياس رطوبة الجو التقليدي، مقياس رطوبة الجو الفوري الكهربائي

ب - آلات تحديد محتوى الرطوبة فى الجدران: المسمار الكهربائي لقياس رطوبة الملاط*، مقاييس الضغط الكهربائي فى الملاط، ميزان وفرن اعتيادي لتحديد محتوى الماء فى العينات المأخوذة من البناء. فرن حراري جديد عازل للكهرباء للتجفيف السريع جداً لهواء العينات (طريقة مزاري).

جـ - محرار كهربائي فوري مع طوق كهربائي حراري لقياس الحرارة فى الهواء وفوق سطوح الجدران. محرار سيمنس Siemens للأشعة تحت الحمراء غير المرئية، لقياس درجات الحرارة عن بعد لسطوح الجدران فى الغرف الكبيرة [الكنائس، القاعات، الخ].

---

* وهو عبارة عن جهاز صغير يعمل بالبطارية الجافة، له ما يشبه مسمارين عند غرزهما فى بياض الجدار تعمل الرطوبة الموجودة فى البياض على توصيل التيار الكهربائي بين نهايتي المسمارين، وكلما زادت الرطوبة فى بياض الجدار كلما زاد توصيل التيار الكهربائي، فيبين مؤشر الجهاز رطوبة أعلى على اللوح الخاص بالقراءة. (المترجم).

لأجل دراسة توزيع الهواء الرطب فى القاعات الكبيرة تعتمد مبادئ كتناجر Kettenacher بخصوص درجة تشبع الهواء الساكن فى المناطق القريبة من الجدار الرطب. فقد برهن كتناجر إن ظاهرة رطوبة خطرة ربما تظهر على جدران الغرف المقفلة، حتى وإن كانت كمية محتوى الماء فى الجدار قليلة نسبياً، اعني اعلى قليلاً فقط او مساوية الى 3٪ من النسبة التي سبق ذكرها على انها الحد الأعلى المسموح به فى الجدران المبنية من الآجر. على سبيل المثال عندما تبلغ كمية ماء فى جدار من الآجر 3,5٪ يمكن القول ان مايجاور الجدار سيصبح مشبعاً ببخار الماء [90٪ ـ 100٪] ولكن لمسافة (تبعد) من 5 — 6 سم من الجدار فقط، بينما تبقى الرطوبة النسبية للهواء فى وسط الغرفة اعتيادية، مثلاً 65٪ ـ 70٪ ، حينئذ تتمكن كميات كبيرة من العفنيات من النمو خلف الرسوم، او الرفوف، او ربما تتواجد فى الخزانات وكل هذا يبدو غير متناسب وحالة الجفاف داخل الغرفة على وجه العموم، ويعتقد فى بعض الأحيان خطأً ان العيب كامن فى الجدار ويخطط لأجل اصلاحه لعمل غالي التكاليف، وفى الحقيقة ليست هناك حاجة لمثل هذا الأصلاح ويكفي كعلاج عمل اجرائين منفردين: تهوية يومية، وإزالة كافة الرسوم، الرفوف والخزانات من الحائط ، شرط أن تترك مسافة 9 — 10سم لحركة الهواء الطلق، لأنه فى مثل هذه الظروف لن يصل الهواء الى درجة التشبع مطلقاً.

الفصل الثاني

لما كنا لا نريد أن تكون هذه الدراسات نظرية أكثر مما ينبغي لذا نرغب الآن في توضيحها بخمسة أمثلة لأبنية أثرية أصيبت بالرطوبة؛ كنائس، قصور ودور قمنا بدراستها.

أعطي في أدناه وصفاً لشكل البناية ولنوع ظاهرة الرطوبة التي تعرضت لها؛ وأشرح التشخيص والمعالجة التي طبقت عملياً والعمل الذي أدى الى إعادتها*

— 1 —

المثال الأول هو لسانتا ماريا دلاروتوندا، البانو، S. Maria della Rotonda Albano** والتي لم تصب الرطوبة فيها الأعمال الفنية والفريسكو بأي ضرر، لكنها أضرت بصحة الجمهور والقس نفسه. في الحقيقة اضطرت السلطات الدينية الى إغلاق هذه الكنيسة.

البناية:

بناء على طلب مديرية الآثار والفنون الجميلة Amministrazione delle Antichita e Belle Arti

فإن دراسة هذه الكنيسة بدأت في شتاء 1960. البناية المصممة على شكل دائرة قطرها حوالي ستة عشر متراً مغطاة بقبة، على أقطارها أربعة محاريب

---

* ترميم الشيء وإصلاحه وإعادته الى الوضع الذي كان عليه. (المترجم)

** كنيسة القديسة ماريا المدورة في البانو. (المترجم)

كبيرة، وهي تشبه معبداً (Pantheon) صغيراً. كانت هذه الكنيسة في الأصل حماماً حاراً رومانياً، ولكن منذ زمن قديم، وخلال العديد من الأحداث والتعديلات كيفت البناية للديانة المسيحية. عند دخول الكنيسة، والتي تحتوي على صورة قديمة لمريم العذراء السوداء (Black Madonna) المشهورة بشكل كبير بين الألبان (Albanese)، يشعر الزوار برطوبة باردة غير مريحة تتسبب في إنسحاب المصلين التدريجي مما أدى في النهاية الى تناقص الفعاليات الدينية في الكنيسة .

للمعالجة هناك منطقان، منطق يستند الى المظهر وآخر يستند الى الجوهر، فإذا حاولنا العثور على سبب الرطوبة إستناداً الى البقع، العفنيات، التآكل. . . ألخ، نكون بذلك قد إتبعنا منطقاً يعتمد على المظهر، أعني طبقنا عملياً ما سميناه بالسليقة Common sense . إن تركيباً مدهشاً من سرعة الادراك والمنطقية يعدّ أمراً مقبولاً في الصيانة لدى الجمهور، غير أنه يكون مخيباً للأمل عندما يستخدم في ميدان الوقائع الفيزياوية، على سبيل المثال، رطوبة في كنيسة ما. ولفهم هذه الظاهرة، يجب علينا نقلها الى أرقام أولاً وعدم الحكم عليها إستناداً الى إحساسنا الاعتيادي، (السليقة).

ففي حالة كنيسة سانتا ماريا دلا روتوندا فإن التشخيص إستناداً الى السليقة كان جلياً لكنه كان خطأ: فقد ظُن دائماً إن سبب التلف هو تبخر الماء من الآجر القديم للحائط الدائري الذي يعلو إرتفاعه قليلاً عن المتر الواحد والذي يبدو رطباً [شكل 4 مدخل الى الكنيسة.]

التشخيص :

إعتمد التشخيص على قياسات آلية دقيقة، وتحقق بالاختبار إن هناك سببين واضحين تعاونا على إيجاد هذا المستوى العالي للرطوبة في الهواء (87٪ ـ 95٪) . كان هذا (نتيجة) التبخر من الحائط «المحيط الرطب»، وتكاثف الماء وبخار ماء الهواء على الأرضية بفعل درجة حرارتها الواطئة . كما يشاهد في [شكل 5]، فدرجة حرارة الأرضية [المحكمة، والمانعة للرطوبة والتي تسمح لجريان الماء المتكثف الى المجاري الرئيسة التي لا تزال موجودة في الشتاء كانت أقل بأربع درجات مئوية بالمقارنة مع معدل درجة حرارة الجدار المحيط : إذن

تشكل الأرضية ما يطلق عليه الفيزياويون «الجدار البارد» Cold wall وبمساعدة المحرار العيني للأشعة تحت الحمراء (optic infra—red thermometre) فقد أمكن جمع قراءات درجات حرارة السطح بشكل سريع، والتي مكنتنا مبدئياً من فصل سببي التلف (إرتفاع الرطوبة، والتكاثف) ومن المدهش إن الظاهرة الأكثر إزعاجاً كانت بسبب التكاثف بفعل الأرضية الباردة . في الحقيقة كانت هذه الأرضية باردة وجافة، بينما كان البناء المحيط الدائري رطباً لكنه كان دافئاً وضرره ليس كبيراً .

أرضية الحمام ، كمشكلة رئيسية :

إذا أخذنا بعين الاعتبار إن مدخلي الكنيسة كلاهما له نفس الارتفاع ، وإن مستوى الأرض أقل من مستوى الشوارع المحيطة بأربعة أمتار، يمكننا

أن ندرك بسهولة كيف إن درجة الحرارة الواطئة للأرضية تعمل على تبريد طبقة الهواء التي تعلوها ونستطيع تحديد سبب ركود الهواء الثقيل الرطب الذي لا يتمكن من الحُركة في الأسفل بأي شكل من الأشكال. هذه الظاهرة مبينة في شكل 6. أنها حالة مشابهة لحالة جيرونا الأخير Last Girone في جحيم دانتي! فالمصلون مغمورون بهواء مشبع بالرطوبة كالأرواح التي حكم عليها بالجحيم الأبدي تماماً. هذه هي النقطة الرئيسية في المشكلة، فحتى إن تمكنا من تصريف رطوبة الجدار الآجري المحيط بإتخاذ إجراء ملائم لما تمكنا من إزالة السبب الرئيسي في عدم صحية المكان، والمتأتي من الأرضية الباردة جداً [يمكنك أن ترى في الجزء العلوي من الشكل 7 إنه بناء مميز لقاعدة حمام مثالية].

طريقة الاصلاح (العمل بالتجفيف):

كانت غاية العمل هي تبديل تركيب الأرضية للأنقاص من قصورها الحراري الذاتي، وذلك عن طريق إدخال ملف تسخين (heated coil) والذي

سيعمل تدريجياً على رفع درجة الحرارة [القسم الأسفل من الشكل 7]. لاحظ إننا لم نقم نظاماً للتدفئة في الكنيسة. لأن ناتج الحرارة الحالي، خلال الأرضية، هو فقط 10سعرة / ساعة / م^3 من الهواء في الغرفة. في حين

تتطلب تدفئة حقيقية 30 سعرة. في عام [1965] إختفت الرطوبة وأصبحت الكنيسة مريحة ثانية وتستقبل زائريها . مثل هذا العمل يمكن إتخاذه كنموذج للحالات المشابهة في الكنائس أو الغرف الكبيرة الرطبة من الطوابق الأرضية.

المثال الثاني للاعادة يتعلق «برطوبة متعذرة التعليل» لرسم جداري Fresco في الطابق الأول من قاعة المدينة في سيينا Siena. وقد عولجت في سنة 1960.

الرسم الجداري المتأثر (بالرطوبة) :

الرسم الجداري الذي نحن بصدده هو للفنان سبينلوّ أراتينو Spinello Aretino وهو يصور وصول البابا الكسندر الثالث (Chigi) من مدينة سيينا الى روما. هذه الجدارية مرسومة في قاعة باليا Balia Hall في الطابق الأول من مدينة سيينا، على جدار إرتفاعه 20.2 متر. كانت الرطوبة تلاحظ لأن الألوان تبدو غامقة في بقع متناثرة وغير منتظمة. وكان أولئك الذين يهمهم تلف الجدارية المتزايد الخطورة مقتنعين، إعتماداً على السليقة، إن الرطوبة متأتية من الأسس أي رطوبة صاعدة بالخاصية الشعرية، وإستناداً الى (رأي) بعض العلماء إن الرطوبة كانت بسبب خزن الأملاح: في الحقيقة كانت جمهورية سيينا ولعدة قرون قد إتخذت من المساحة الواقعة أسفل الطابق الأرضي كمخزن للملح. [شكل 8] و لذلك ظن الباحثون إن المنطقة كلها أصبحت مشبعة بالملح. ومن الناحية الثانية عزا التقنيون أصل نشاط الرطوبة الصاعدة الى وجود المجاري الكبيرة التي تستقبل مياه الأمطار من الساحة المقابلة [Il Campo]. في الحقيقة إن هذا المجرى يمر أسفل البناية وبموازاة الحائط السميك جداً والذي رسمت اللوحة الجدارية عليه في مستوى الطابق الأول. كل فرضية من (الفرضيات السابقة) تبدو منطقية تماماً. غير إن القياسات [التي لم يسبق أن أخذت] للماء في جدار الغرفة السفلية تستطيع تأكيد نقطة النقاش.

قياس الماء في البياض :

إن ما يدعو للدهشة هو أن القياسات جاءت سلبية تماماً [شكل 9] بقدر ما يتعلق الأمر في البناء الأجري للطابقين السفلي والعلوي كليهما . ولذلك فقد كان ممكناً ليس فقط رفض فرضية الرطوبة الصاعدة من القعر بالخاصية الشعرية ولكن حتى رفض الفرضية الأخرى للرطوبة الهابطة من السقف بسبب تسرب الماء من السطح ايضاً .

أصبحت المشكلة أصعب عندما أظهرت المزيد من القياسات المأخوذة من خلف الحائط، المقابل للرسم الجداري ، وفي كمية عالية 12٪ الى 18٪ من الوزن.

فرضية العمل :

أصبحت الحالة مثيرة، ولأجراء المزيد من البحث فقد إفترضنا، إن الماء الفائض الذي يأتي من مصدر غير معروف يخزن في الساحة الداخلية للبناء، أي في داخل الجدار الكبير [السمك 1,70 الى 2,20م] مع أن هذه الفرضية لا تعتمد على أساس، فقد تصورنا أيضاً، كفرضية للعمل كذلك، ان عدم تشابه التركيب الداخلي للبناء قد سمح لهذا الماء بالجريان ببطء، بسبب الجاذبية، وبواسطة منافذ معينة ومن خلالها فقط الى النقاط المعينة مقدماً على سطح الرسم الجداري حيث يبرر وجود الرطوبة.

ولأجل التحقيق في هذا الوجود الأفتراضي للماء في الجدار فقد تقرر، في المرحلة الثانية من البحث إجراء ثقب عميق وبإعتناء، ليس في المساحه المغطاة بالرسم الجداري طبعاً، وإنما على إرتفاع اكثر من مترين من المنطقة السفلية، وهي مساحة مغطاة بظهر مسطبة خشبيه كبيرة تعود للفترة نفسها.

إكتشاف الجدار الساند :

عند ابتداء الثقب بخفةٍ بمثقب كهربائي كان هناك ما يدهش إذ وجد إن البناء (الأصلي) لم يكن سميكاً لكنه يتألف من جدار ساند مبني بآجر سيينا Siena brick * الثقيل والمتراص الـذرات ، سمكه ست سانتيمترات ، ومحاط بالملاط (جبس)، وخلف هذا الجدار الأجري وجدنا فراغاً هوائياً غير منتظم ؛ رسمت الجدارية فوق هذا الجـدار السانـد الثقيل ووراء ذلـك كان الجـدار الاساسي الحقيقي الذي يبلغ معدل سمكه حوالي 1,65م (متراً واحداً وخمسة وستين سنتمتراً). كشف كذلك عن المزيد من القياسات لتـوزيع المـاء في الجدار والتي أظهرت.

ـ إن الجدار الأساسي كان جافاً تماماً.

ـ إن ظهر الجدار الساند المرسوم يحتوي على حوالي 4٪ ـ 5٪ ماء في حين إن الوجه المرسوم للجدار يحتوي على 12٪ ـ 18٪ ماء). كانت هذه الشواهد [شكل 10] ذات أهمية واضحة لأنها تثبت ان الماء يجيئ من سـطح الرسم الجداري ومن ثم ينتشـر بإتجـاه الداخـل، ويتناقص في التـركيب في الاماكن القليلة السمك من الجدار الساند. ولكن إذا ما أخذنا بعين الأعتبار القصور الحراري الذاتي الكبير لمواد الجدار، وحقيقة كون الجدارية مرسومة على الحائط الساند فإن تشخيص التكثيف الذي أهمل، عندما ظن إن الجدارية قد رسمت على الجدار الأصلي الذي يفترض ان درجات حـرارة كلا جـانبيه متساوية، أصبح في الحال ذا أهمية، لأننا الأن نأخذ بعين الأعتبار الجدار الساند الذي يعمل عمل حجاب حاجز.

---

* نوع من الطابوق ينسب الى مدينة سيينا الإيطالية، لونه ضارب للحمرة (المترجم).

التكاثف هو نتيجة إختلاف درجة حرارة الهواء فوق سطحي كلا الجانبين للجدار الساند وهذه ظاهرة فصلية. أما درجة حرارة الكمية الكبيرة من الهواء المحتواة في قاعة باليا Balia Hall فتختلف تبعاً لاختلاف الفصل وطبيعة المادة. لكن الهواء في الأماكن الفارغة لا يتأثر بمثل هذه التغيرات ويحتفظ بدرجة حرارة مستقرة تقريباً. (إذن) فحجما الكتلتين غير متوازنين: وحجم القاعة يبلغ حوالي خمسمائة متر مكعب وحجم المساحة الفارغة حوالي سبعة أمتار مكعبة وبهذا تكون النسبة = 1:71. كما أن) الجدارين المحيطين بالمساحة الفارغة هما أيضاً غير متوازنين. حيث يبلغ معدل سمك الجدار الأساسي متراً واحداً وخمسة وستين سنتيمتراً في حين يبلغ سمك الجدار الساند وبضمنه طبقة الجص من سبعة ـ ثمانية سنتيمترات. فتكون النسبة بين الكتلتين = 1:22 تقريباً لذلك يكون القصور الحراري للجدار الساند، القليل السمك، أقل لو قورن بالجدار الأساسي. وبينما يؤثر هواء القاعة، الذي يجيء من النوافذ مباشرة على السطح المرسوم، فإن زيادة درجة حرارته بسرعة في الصيف وبرودته في الشتاء تجعل كمية الهواء القليلة المحتواة في المساحة الفارغة أقل خضوعاً لهذه الاختلافات الفصلية، وهذا يرجع الى أن طبيعة حرارة المساحة الفارغة تكون مرتبطة بحرارة الكتلة الهائلة للجدار الأساسي. فعلى سبيل المثال ،في شهري حزيران ـ تموز تكون درجة حرارة سطح الجدار الساند على الجانب المرسوم من ثلاثة وعشرين الى أربعة وعشرين درجة مئوية؛ بينما تبقى درجة حرارة السطح الداخلي المواجه للمساحة الفارغة من خمس عشرة الى ست عشرة درجة مئوية. وفي مثل هذه الحالات، وفي الوقت الذي تكون فيه رطوبة الهواء في قاعة باليا Balia Hall تتذبذب أيضاً حول

60٪ [هذه الامكانية تكون مألوفة في فصل الصيف] فالدرجات الثمان للتغيرات الحرارية بين وجهي الجدار الساند تجلب ماء التكثيف فوق الجانب الأكثر حرارة، أي الجانب المرسوم، ويكون التكثف كبيراً عندما يقارن بالحجم الهائل للهواء في قاعة باليا.

التدابير المقترحة للاصلاح :

إن غايتنا هي جعل درجات الحرارة متساوية فوق وجهي الجدار الساند. فالمساحة الفارغة إذن يجب أن تكون على إتصال بأكبر صورة ممكنة مع هواء القاعة، وذلك لابقاء الكمية القليلة من الهواء في المساحة الفارغة في نفس درجة الحرارة صيفاً وشتاءً، وهذا ما تم عمله، وبتكاليف قليلة عام 1960، عندما فتحت قناة بين الجدار الأساسي وبين المساحة الفارغة، والجدار الساند، كما يشاهد في شكل 11 : فتناقص الهواء المحتوى في الجص المرسوم من 12٪ - 18٪ كما كان عليه في الأصل عام 1960 أي 4٪ في عام 1964. ما تم عمله كان عملية صيانة سريعة وإقتصادية.

— 3 —

مثال مهم آخر للرطوبة (من كنيسة سانت كولومبو)حيث يملأ الماء في فصل الربيع من كل عام سرداب كنيسة سانت كولومبو ((Saint Columbau) (Columbauus) في دير بوبيو Bobbio حيث ترقد رفات القديس الذي نشر الديانة المسيحية في إرلندة.

مناخ المنطقة وهيكل المعبد :

المناخ جيد بإستثناء سقوط الثلج **وقساوة برد** الشتاء النسبية، لكن الهواء على العموم جاف جداً. يقع الدير على جانب التل في مكان ييسر تصريف مياه الأمطار.

تركيب الجدار الذي يستند عليه الثقل مكون من كتل حجرية وبشكل أساس من حجر حصوي من قعر تربيا Trebbia bed مرصوف ومكسو بـ (مونة النورة الممتازة). وهذا ما يدعى بالبناء الآجري البارد، أي معامل إنتقال الحرارة الداخلية يكون أكثر من 2 سعرة / ساعة / م^3. الجدار المحيط بالسرداب والذي يبلغ سمكه 1.20م كان قد تمت وقايته حديثاً من الرطوبة بطبقة آجرية ملساء. هذه الاضافة في الواقع كانت سبباً في إحداث الضرر، لأن الآجر يمتص الماء بشكل جيد عندما يأتي من الأرضية، في حين أن البناء الآجري المتراص، كما هي الحال في جدار دير بوبيو Bobbio، يستطيع إمتصاص كمية الماء القليلة المرتفعة خلال الملاط فقط. وعندما لا تسمح المواد البنائية للحائط بتمرير الماء فالخاصية الشعرية للملاط وحدهالا تكون كافية لاحداث إجتياح خطير للرطوبة، فحصى تربيا Trebbia pebbles لا يسمح بتسرب الرطوبة على الاطلاق.

المباشرة في أخذ القياسات :

بينت القياسات الأولية أن هواء السرداب كان رطباً جداً[91٪] أما فيما يتعلق بالهواء الخارجي فكانت الرطوبة النسبية فيه [41٪] وعلى العكس

من ذلك تماماً فمحتوى الماء في جسم الجدار كان واطئاً ولم يرتفع مطلقاً أعلى من 2م من الأرضية. فإذا ما أخذنا بعين الاعتبار السمك الاجمالي للجدار [1.30م] وموقع الأرض السفلية للسرداب فمثل هذا الارتفاع للرطوبة بالخاصية الشعرية لا يدعو الى القلق لأنه يحدث بسبب الطبقة الآجرية.

لو أن الحائط كان قد بني بالآجر بدلاً من الحجارة والحصى لارتفعت الرطوبة الى مستوى يعلو على أرضية الكنيسة لأن السمك الكلي للحائط [1.20م].

كان الماء في الأرضية واطئاً أيضاً، إعتيادياً تقريباً، والأرضية (نفسها) تتألف من حجر خشن ومن مربعات رخامية فوق طبقة صلبة، مضادة للرطوبة، ذات أسس خرسانية من السمنت والحصى مضادة للخاصية الشعرية فالماء لا يتجاوز [2.9٪]. هذا النوع من الأرضية، والذي لا تتخلله فراغات هوائية على إتصال تام مع الأرضية الباردة التي تحته ولهذا يكون معرضاً لتكثيف بخار محتوى الماء في هواء هذه الغرفة.

التشخيص:

بوشر في الماضي بمشاريع عالية التكاليف لازالة الرطوبة، لكن هذه المشاريع عُملت بشكل عشوائي، وبدون قياس لكمية الماء وتوزيعها في بنية الجدار. إن هذا النقص في التشخيص أدى الى عمليات إنشائية وكانت جميعها في هذه الحالة خاطئة (شكل 12)، في حين كان الغرض منها هو تقليص رطوبة الأرضية.

أ - الاكساء بأرضية ثقيلة، عملت فوق الأرض الرطبة دون أن تتخللها فراغات هوائية وينتج عن ذلك برودة وتكثف.

ب - علاج موضعي على الوجه الداخلي للجدار مصنوع من حجر مضاد للرطوبة وطبقة ملتصقة به من آجر مسطح يمتص الماء القادم من أسفل الأرض.

جـ - علاج موضعي على الوجه الخارجي للجدار، من حاجز كونكريتي سميك مقاوم للرطوبة في حالة مجيء الماء من الأرض الخارجية.

كل واحد من هذه العمليات الثلاث نفذت بإعتناء وإقتدار ومواد ممتازة. لكن كل هذه التكاليف كانت تبذيراً؛ كما جعل الحالة أكثر سوءاً. فقد بينت القياسات التي أخذت إن الرطوبة الصاعدة لم تكن ذات أهمية تماماً بفضل مواد بناء الجدار [الحجارة] المضادة للخاصية الشعرية وإن السبب الحقيقي هو التكثيف المتأتي من رطوبة الهواء. هذا التأكيد عُزز بملاحظات الكاهن، فإستناداً اليها يكون الضرر الأكبر فعالية محسوساً في فترة الانتقال من الشتاء الى الربيع، عندما تكون أرضية السرداب مغطاة بالماء. في الحقيقة، عندما يدخل هواء الربيع الفاتر المشبع بالبخار الى السرداب فإن درجة حرارة ذلك الهواء تقل بتماسه بتلك السطوح التي تحافظ على برودة الشتاء لزمن طويل بسبب قصورها الحراري، عندما يركد الماء على الأرضية الرخامية والحجرية المحببة وليس بسبب لأنه يرتفع من أسفل الأرض بل أن السبب في إستقرار الماء هناك هو نتيجة تكثيف بخارماء الهواء. وعلى النقيض فإن التكثيف الذي يحدث على الجدار يمتص بواسطة البياض بالجص الذي ينتفخ ومن ثم يسقط.

أما من ناحية الحرارة، فإن العمل الذي كان أكثر ضرراً هو ذلك السد الكونكريتي الكبير الذي بني في الخارج على جدار السرداب، إستناداً الى الاعتقاد الخاطيء من أن الماء السائل يدخل من الخارج. هذا البناء الثقيل الضخم والذي يبلغ سمكه 90 سم ضاعف من القصور الحراري للجدار الأصلي وزاد في زمن فترة الانتقال الفصلي الملائمة لعملية التكثيف. وأفضل من ذلك هو بقاء المساحة مفتوحة بشكل كامل والتي كانت ستبقي المحيط الخارجي المرمم للسرداب الأثري بتماس دائم مع الهواء الطلق.

تدابير الترميم :

هذه التدابير ظهرت كنتيجة لتشخيص سبب التكثيف. وتهدف الى إعادة تزويد السرداب بأقل قدر ممكن من الحرارة التي يحتاجها. إن هدف العمل إذن يجب أن يكون الازالة الكاملة للسطوح «الباردة» وإبدالها بتراكيب أخرى مثل المواد ذات الفجوات، والتي لها وزن نوعي أقل من نصف الوزن النوعي لذلك التركيب الضخم السابق. وكما هو موضح في شكل 13 يجب علينا :

1 ـ تجهيز السرداب بنظام كهربائي بسيط، يعطي طاقة حرارية قليلة وجيدة التوزيع. على سبيل المثال، مقاومات في صفائح السليكون، مغمورة في طبقة ملاط الأرضية، أسفل مربعات الآجر الطويلة تماماً. مثل هذه المقاومات يمكن الحصول عليها من المدفئات الكهربائية، وتركيبها بسيط جداً ويجب عمله خلال عملية إعادة بناء الأرضية، كما هو مبين في (2) مع زيادة عدد المقاومات على إمتداد الجدار المحيط وبشكل رئيسي في الجانب الشمالي منه . وعلى العموم فإن قوة مقدارها خمسة كيلوواط ستكون قادرة على توليد حوالي 4,300 سعرة بالساعة بشكل منتظم. أي يجب أن تجهز 4ر3 سعرة لكل متر مكعب من الهواء. الحرارة هذه تكون على أقلها إذا قورنت مع (حجم) هواء السرداب

البالغ 1000م³ ألف متر مكعب. ويجب أن تبقى هذه التدفئة مستمرة منذ بداية شباط وحتى نهاية مايس، مبتدئين بها يومياً منذ الفجر، وذلك بإستخدام جهاز ذاتي ضوئي، ولعشر ساعات أو أكثر في اليوم في الأقل، على أن تظل الشبابيك مفتوحة بشكل جزئي دائماً، كي تسمح بتبديل الهواء المتمدد بفعل الحرارة. يجب التأكيد على أن هذا لا يمكن إعتباره نظام تدفئة للناس، لكنه نظام ترميم للبناء الآجري.

2 - كان الاجراء الثاني هو هدم الأرضية الحجرية المحببة والرخامية وإعادة بنائها بمربعات من حجر كلسي وبطراز قديم بسيط، أو بشرائط من الآجر ذات وزن نوعي إعتيادي، أعني بدون حبيبات. وخفف التركيب السفلي بفراغات هوائية كما هو مبين في شكل 13 ومن ثم عملت أرضية خشنة مضادة للتكثيف بسمك عشرة سنتيمترات من حجر بركاني Pumice*، أو من مخلفات أفران الصهر العالي أو من طين متمدد الحبيبات 'expanded clay grain'، نوع ليكا Leca، أو من سمنت مسامي، أو من أي مادة ملائمة رخيصة؛ وعلى أية حال يجب أن لا يقل السمك عن عشرة سنتيمترات ويجب أن لا يزيد الوزن النوعي عن 800 كيلوغرام لكل متر مكعب واحد.

3 - الاجراء الهادف الثالث كان هدم كل الجدار الساند وإعادة بنائه بآجر جديد جاف مفرغ ومسطح، دون أن يؤدي ذلك الى أي إضعاف للجدار الخلفي. أما المساحة الهوائية فأستعيض عنها بطبقة متصلة من شرائح البوليستيرين Polstyrene بسمك أربعة سنتيمترات من النوع المتراص الخلايا [عشرون كيلوغرام للمتر المكعب الواحد] ومن نوعية جيدة.

---

* حجر بركاني خفيف الوزن كثير التجاويف. (المترجم)

المثال الرابع لهذه الدراسة من بناية أصيبت برطوبة صاعدة، وهو من قصر بني في مزرعة أثرية قديمة في ريف روماني.

الموقع والطبقة المحتوية على المياه الجوفية :

إن البناية الأصلية التي إستطاعت المحافظة على شموخها وبنائها الذي وضعه الأقدمون تشرف من قمة أحد التلال على ما يحيط بها. جدرانها السميكة والقديمة الطراز مبنية كلياً من الحجر الجيري المسمى الطوفة (Tufa) والأرضية طينية في الغالب، وعمليات تصريف مياه الأمطار عن البناء كانت ممتازة وذلك بفضل الساحة الخارجية المواجهة تماماً للبناية كما أن إرتفاع الطبقة المحتوية على الماء أقل من إرتفاع مستوى سطح الأسس.

قياس الماء في الآجر :

إن نسبة الماء في البناء الآجري هي حوالي 20٪؛ أي أنها عالية جداً في كل البناء الآجري للطابق الأرضي، بما في ذلك الجدار الرئيسي الداخلي، وبإرتفاع معتاد يصل الى 1.5 متر من مستوى سطح الأرض وحتى أكثر من ذلك في المناطق التي تحتوي على بطانة مانعة للرطوبة. إنها إذن حالة نموذجية للرطوبة الصاعدة من الأرض. لكن حالة ملائمة يمكن إثباتها هي إنعدام الماء في أسس الأرضيات التي تتخللها فراغات هوائية والتي بنيت قبل بضع سنين. أما الطابق العلوي فكان سليماً وخالٍ من أي رطوبة على الاطلاق وفي حالة جيدة جداً.

الحل الصحيح المقترح للترميم (الاستعادة) :

معلوم إن الأرض الطينية تحفظ الماء، وإن حقيقة كون الجدار الداخلي رطباً كالجدران المحيطة تعني إن كل كتلة الأرض، تحت وداخل البناية، هي مشبعة بالماء. ولما كانت التشخيصات هي : رطوبة صاعدة من المياه الجوفية المنتشرة، إذن يجب أن يتخذ الترميم هدفين إثنين :

أ - إزالة كل ماء المطر السطحي عن البناية ؛

ب - قطع المياه الجوفية النافذة الى الأسس ؛

تفاصيل العمل :

لغرض الوصل الى الهدف (آ) ننصح بما يلي :

- إيصال المناطق المنخفضة كافة بإعتناء كبير، وتحويل الماء الزائد بواسطة أحد المجاري، كما يجب أن يفعل الشيء نفسه لتصريف المياه الثقيلة.

- إزالة الحصى من الساحة المحيطة بالبناية لأنه يحتفظ بماء المطر ويعوق إنحرافه وبهذا يحول دون تصريفه، ويتم إبداله بأرضية مرصوفة مضادة

للرطوبة، على سبيل المثال إستخدام حجارة رومانية Roman stones مبنية فوق أسس كلسية وصخرية بركانية، بوزولانية pozzolana* على أن لا تقل درجة إنحدار السطح عن 2٪ [بعد إزالة الحصى منه] ويجب أن تغطى الأرضية المرصوفة بنظام التصريف المذكور في (الفقرة) ب، على أن تعلو الأرضية شبكة التصريف بما لا يقل عن متر واحد. ولأجل الوصول الى الهدف [ب] ننصح بما يلي:

- بناء نظام تصريف مياه مفتوح، حول البناء [شكل 14] وعلى مسافة تبعد عنه بحوالي ثلاثة أمتار، ومليء بحصى مغسولة، وأجريت عليه عملية دك (حدل) وبدون إستعمال الرمل وبعمق يبلغ حوالي متر واحد أسفل مستوى الأسس. وتكون درجة ميل إنحدار الأرضية 2٪ بإتجاه المجرى وتميل جدران المجرى 1/20 وتكون محمية على طول حافتها بحشو آجر مسطح. وتغطي أرضية الحجر الروماني Roman stone طبقات سمنتية مضادة للرطوبة كما مبين في شكل 15. كما يجب أن يسمح بإنحدار مزدوج بإتجاه مجرى نظام التصريف.

إن إنخفاض مستوى الماء في جدران الطابق الأسفل يبدأ إعتباراً من السنة الثانية. ويجب أن يؤشر قبل بدء العمل مستويات الرطوبة ونسب الماء على الجدران وبذلك يمكن التحقق منه بعد السنة الثانية.

ويمكن التعجيل في عملية التجفيف مباشرة بعد تسليط المياه وذلك بإيجاد فراغ مجوف يحيط بالأسس كلها كما هو مبين في شكل [15]. على أن تكون المساحة الفارغة من النوع الشائع: بعمق حوالي 1,30 متر، أي تكون الأرضية (أي أرضية البناء من الداخل) أعلى قليلاً من مستوى أسس البناء إن الأرضية التي تحمل الجدار هي من الخرسانة المسلحة، والأرضية مكسوة بالسمنت ومنحدرة في نقطة الانحراف. فيتمكن الماء في آخر الأمر من الدخول في أي جزء من أجزاء المساحة الفارغة. ويجب أن يُعمل مخرج منحدر يوصل المجاري فيما بينها كما ويوصلها مع نظام تصريف المياه كما هو مبين في شكل 15.

---

* البزولان هو صخر سليكوني بركاني الأصل. (المترجم)

المثال الخامس هو من قصر أكاديمية سانت لوقا ، في روما Palazzo dell Accadmia di S. Luca, Rome هو مثال مهم مهم يبين الفشل الكامل لسيفون كنابن الخافض للرطوبة Knapen de humidifierr syphon* .

إكتشاف السيفون الخافض للرطوبة :

منذ بداية هذا القرن كانت هناك محاولة لاستخدام قاعات الطابق الأسفل لقصر الأكاديمية الجميلة العقود، وذلك بهدف إعداد تصميم لمعارض المشاريع والأعمال الفنية. ومع أنه كان يمكن منع نمو العفن وحدوث التآكل في الملاط الرطب بمجرد إتباع نظام التدفئة المشعة (rediator heating system)

قام الأكاديمي كوستافو جيوفاني (Gustavo Giovannoni)، وهو أستاذ مشهور في قسم العمارة ودرب أجيالاً من المهندسين والمعماريين، في حوالي سنة 1935، بثقب الحجر الجيري للقواعد الخارجية للقصر بإعتناء، ووضع داخل الجدران ما يسمى بسيفون كنابن الخافض للرطوبة. وهو إكتشاف (غير علمي) كان شائع الاستعمال في ذلك الوقت، لأنه كان مدعوماً بالمنطق ظاهرياً رغم أنه (كان مجرد) دعاية علمية مضللة. ولتركيب السيفون هدم العمال الملاط التالف والبقع من على الجدار الداخلي، ثم أصلح باستخدام السمنت المضاد

---

* طريقة إبتدعها المهندس كنابن لتخليص جدران الأبنية الاثرية من الرطوبة الصاعدة ، وتتلخص الطريقة بإعتراض جسم الجدار الرطب بأنابيب مثقبة مختلفة الأشكال والأحجام وفق نظام خاص فتساعد ، إستناداً الى نظريته ، على تخليص الجدار من الرطوبة . (المترجم)

للرطوبةبكمية كبيرة، فظهرت فجأة القاعات المشوهة جداً وغير المريحة سابقاً نظيفة وبدون أي علامة للرطوبة القديمة وإنسجمت بشكل كامل مع نظارة الصبغ الجديد. وعرفنا بعدئذٍ إن هذه النتيجة إستمرت حوالي ثلاث أو أربع سنين، وبعد ذلك ظهرت البقع وحدث التآكل ثانية وبدأ كل شيء من جديد. لقد كانت مجرد عمليةُ تجميل، عادية. في الحقيقة إن كلا العمليتين اللتين تم القيام بهما، العملية الخارجية (الأنابيب الخافضة للرطوبة) لم تعمل على خفض رطوبة أي شيء، والعملية الداخلية (إستخدام السمنت المضاد للرطوبة) كانت مرضاً تالفاً مؤقتاً. وزيادة على ذلك فقد عزي التحسن الظاهري الذي حصل في بداية الأمر الى إستعمال الأنابيب.

بقيت المشكلة دون حل، عندما أعاد بعض مهندسي الأكاديمية السؤال ثانية حول إمكانية إجراء عملية ترميم فاعلة. وبعد دراسة إعتمدت على التشخيص بإستعمال الآلات دون أي إيمان بالمعجزات وطرح جانباً لأول مرة الحدس بالسليقة، وبدأ المهندسون بقياس محتوى الماء في جدران الغرف غير الصحية. كشفت الدراسة إن الجدارين المتوازيين، والمحيطين بالغرف الرطبة [أنظر التخطيط في الشكل 16] الداخلية بالنسبة للرواق، كانت جافة بينما كانت الأخرى في Vicolo Scauolino تحتوي على كمية كبيرة من الماء، تصل الى 20٪ من الوزن، [أي 30 — 32٪ من الحجم] موزعة بصورة غير منتظمة.

الاســـتنتاج:

إن مصدر الماء لا يمكن أن يكون من الطبقة الحاوية على الماء أو من الماء المنتشر والمتجانس الكامن تحت التربة في مستوى الأسس. ففي مثل هذه الحالة يفترض إن الجدارين المتوازيين كليهما يكونان متشربين بالرطوبة بشكل

متجانس. بكل تأكيد إذن لابد أن يكون هناك سبب موضعي محدد، يؤثر على الجدار الخارجي وحده .

السبب الحقيقي لوجود الرطوبة :

عندما لبت جماعة الخدمات التقنية طلب الأكاديمية، لاحظت إن الآجر القديم لبواليع ومجاري المياه الثقيلة تحت الأرض، كانت شديدة الضعف. مثل حبلٍ مرتخٍ على طول الجدار الرطب للقصر، لكن الطريق بقي سليماً وغير مصاب بأي ضرر. ولم تكن المجاري تعمل بيسر فقد كانت مليئة لأمتار عديدة بالماء وتسرب بإنتظام دفعات منه في الأجزاء المنحنية من أسس القصر. هذه المشكلة ربما كانت موجودة لحوالي خمسين عام ولكن مع أن المجرى كان مليئاً في أماكن متقطعة فقد كان يعمل بإنتظام ولم تلاحظ جماعة الخدمات التقنية أي خلل فيه. وحالما أزيل الضعف في كفاءة المجرى [شكل 17] وأعيد بناؤه بشكل خطوط مستقيمة ومنحدرة فإن جدار القصر أخذ يجف ببطء بعد ثلاث سنوات أي في عام 1965 إنخفض المستوى العلوي للرطوبة من 2 متر الى 0.30 من المتر. فكانت إعادة الجدار بعد ذلك أكيدة.

إن أنابيب كنابن Knapen pipes لم تزل في مكانها، وربما سيقول أحدهم في غضون 20 — 30 سنة إنها صاحبة الفضل، فقد تم ترميم الحائط !

إن سيفون كنابن الأصلي يعتبر قديم الطراز في هذه الأيام لكنه لا يزال يعتبر معجزة في التقدم التقني تظهر في نسخ مختلفة، يعملها الكثير من المقلدين في سويسرا، فرنسا، هنكاريا والمانيا أكثر مما هي عليه في إيطاليا. وليس من بين هؤلاء المقلدين من يشير الى كنابن. يرينا الشكل 8 بعض التقليدات الحديثة لسيفون كنابن القديم: في المجموعة ـ آ ـ يمكن مشاهدة كيف أستبدل المقطع الأصلي المثلث للأنبوب الفخاري بمقاطع أسطوانية أو شبه أسطوانية: في المجموعة ـ ب ـ توجد أنواع أخرى من السيفونات syphons وهي ليست فخارية الصنع لكنها مصنوعة من البلاستك، وهي رخيصة وغير قابلة للكسر وقابلة للتوصيل والتمدد.

النوع ـ جـ ـ طراز فرنسي غالٍ الى حدٍ ما، وهو من الفولاذ غير القابل للصدأ، أي سبيكة من النيكل والفولاذ، أفترض أنها تجذب الرطوبة بإعجوبة عن طريق التنافذ الكهربائي electro osmosis: المجموعة ـ د ـ تبين بعض السيفونات الآجرية المصنوعة في إيطاليا، على غرار نماذج كنابن ولكن بإضافة قطع أو أسلاك نحاسية؛ أعتقد أن لها تأثير كهربائي في جعل الماء يهبط من الجدار الى الأرض بواسطة التنافذ الكهربائي. كل هذه إدعاءات علمية مضللة يجب أن لا تحضىٰ بأي ثقة. وكل هذه التدابير من وجهة نظري هي عديمة الفائدة تماماً لعلاج الرطوبة الصاعدة.

إن عدم جدوى أنابيب كنابن كان قد أثبت من قبل البريطاني أي ـ واطسون A. Watson الذي أوجد أسلوباً جديداً لقياس إختلافات الرطوبة في الجدار من خلال إمتصاص الموجات الصغرىٰ micro — wave. فقد وجد خلال سنتين من الدراسة أنه لا يوجد هناك أي نقص في محتوى الماء أولاً في الجدار المعالج بأنابيب كنابن. هذه النتيجة السلبية أعلنت بشكل رسمي في

ندوة هلسنكي لصانعي أنابيب المجاري الأوربيين ، في شهر آب 1965 . لكن الألماني Günter Mall كان قد برهن في بوتسجدن (Bautscheden Bauverlag editions, GmbH, Wiesbaden, Berlin 1936) إن أنابيب كنابن هي ليست عديمة الفائدة فحسب وإنما تكون مضرة (أيضاً) في بعض الأحيان ، فهي تساعد في إرتفاع مستوى الماء على الحائط الذي يتعرض للتكثيف من الداخل . إن العديد من الدوائر التقنية والأقسام الادارية التي تهتم في وقاية الأبنية الأثرية في أنحاء العالم ، تعمل بشكل روتيني "routine life" دون أن تعتمد بجانب ذلك على الاكتشافات العلمية . فهم في الوقت الحاضر يقاومون رطوبة الجدران بإستخدام أنابيب كنابن والتي هي الآن من البلاستيك أو الفولاذ غير القابل للصدأ وهي (في نظرهم إسلوب) حديث جداً .

من الأساليب الأخرى المضادة لرطوبة الجدران مثلاً السليكون السائل liquid silicone أو الأثيل متعدد السليكات ethyl Polysilicate الذي ينشر في داخل الجدران ويُبدو نظرياً أنه مفيد في معالجة الرطوبة الصاعدة . لكنه عند التطبيق العملي يظهر أنه ليس بالامكان مطلقاً الحصول على طبقة أفقية مضادة للرطوبة . فكيف يمكن لهذه السوائل العازلة من الانتشار في الداخل وليست هناك طريقة للسيطرة عليها من الخارج ؟

ولما كان من الصعب على المهندسين العاملين في حقل الترميم تمييز العلوم الكاذبة من الحقيقية ، ففي الاجتماع العالمي لخبراء الترميم ، الذي عقد في فينيسيا في عام 1964 ، قدم مزّاري Massari* أسلوباً لاستعمال إبتكارات جديدة وإنتاجات تجارية لترميم الجدران المتضررة بالرطوبة

* مؤلف هذا الكتاب . (المترجم) .

الصاعدة. وقبل القبول بالابتكارات الموجودة في الأسواق يجب علينا تحديد حالات الرطوبة بشكل رسمي في الأبنية التي يراد ترميمها ؛ لذلك يجب علينا أخذ ما لا يقل عن خمس عينات على عمق (15—20سم) من داخل الجدار وعلى إرتفاعات مختلفة من مستوى الأرضية على سبيل المثال (0,40 — 0,80 — 1,20 — 1. 60 — 2,00 متر).
ويجب أن توضع هذه النماذج في أواني زجاجية محكمة السد، ثم ترسل الى مختبر كيميائي مؤهل، يعود الى جامعة أو مؤسسة عامة، ويطلب تحديد كمية الماء المحتوى في النماذج نسبة الى الوزن. وعندما يتم إستخدام الابتكارات أو المنتجات التجارية المتميزة، فأنه يجب إعادة أخذ النماذج بنفس الكميات وبنفس المستويات السابقة ويجب أن ترسل الى نفس المختبرات لتحديد نسبة الماء فيها . النموذج الثاني يجب أن يؤخذ بعد زمن معقول من أخذ النموذج الأول على سبيل المثال بعد ما لا يقل عن سنة. وذلك لكي نتمكن من تقييم تأثير المبتكر (الجديد). فالابتكار يكون مؤثراً بشكل يمكن التسليم به عندما يكون محتوى الماء في النموذج الثاني قد إنخفض بشكل واضح. هذا التأكيد يجب أن يتم بواسطة المركز التنفيذي المسؤول عن الترميم وليس بواسطة الشخص الذي قام بإستخدام الابتكار.

وأخيراً يجب أن نحترس من أعمال الاعادة التي يتم فيها تهديم البياض التالف الذي يستعاض عنه بالمواد المضادة للرطوبة. فمثل هذا العمل سيؤدي الى عملية تجميل خارجية وبعد بضع سنين فإن البقع ستظهر على الملاط الجديد وسيتلف كالبياض السابق، أو غيره، فإن كان من السمنت، فإنه سينتفخ ويسقط ما دام السبب الحقيقي للرطوبة وهو الماء الزائد في البناء لم تتم إزالته.

الفصل الثالث

شاهدنا إخفاق الأساليب المختلفة [لسيفون كنابن وتقليداته؛ كالتنافذ الكهربائي electro — osmosis غير الفعال. . ألخ] وحاولنا أن نستعيض عنه بالطريقة القديمة وهي حقاً تقنية فاعلة ضد الرطوبة المرتفعة: تلك هي عملية القطع الفاصل شكل 10.

هذا الاخفاق أدى الى أن يقوم فريق علمي متخصص تابع الى سي أن أر CNR «بدراسة الحالة الأفضل للآجر» وذلك لاختيار الطريقة التقليدية ثانية عن طريق قطع الجدار بإستخدام أجهزة ميكانيكية حديثة ومواد جديدة مانعة للرطوبة. في الحقيقة إن للقطع اليدوي التقليدي قصور متعدد الوجوه ، فهو يتلف الآجر، وبطيء جداً إضافة الى ذلك لا يمكن اللجوء اليه عندما يكون سمك الجدار الذي يراد قطعه يزيد على 75 سنتيمتر.

إن الابتكارين (الجديدين) هما: (أولاً) جهاز أمريكي صغير يقطع الحجر على شكل صفوف من الثقوب الأسطوانية إستخدمناه لقطع الجدار أفقياً بطريقة سهلة وسريعة شكل 20؛ و(ثانياً) مادة بلاستيكية جديدة، راتنج البولي أستر Polyester resin الذي يوضع في القطع ليعمل كحاجز مضاد للرطوبة يعترض قنوات الخاصية الشعرية. وخلال، مرحلة التجريب فإن القطع عمل في بناء آجري يبلغ سمكه حوالي 1,60 متراً. والسمك الأساس في معظم

الكنائس والبيوت الأثرية لا يزيد عن هذا الحد. وبهذا أصبح ممكناً إجراء الاصلاح بواسطة تقنية جديدة أستخدمت مع أسلوب تقليدي في كل الأبنية القديمة الرطبة تقريباً، حتى تلك التي تحمل رسوماً جدارية وزخارف دقيقة، أو تعد غير أمينة ولا تستطيع تحمل القطع اليدوي، بواسطة ازميل كما كان يحدث سابقاً.

حقن الراتنج البولي أستر Polyester resin في القطع في حالته السائلة حيث يتصلب خلال ثلاث ساعات، وهذا الصمغ يتحمل ضغطاً بقدرة 900 كيلوغرام على السنتيمتر المربع الواحد، أي ثلاثة أضعاف ما تتمكن الخرسانة من تحمله.

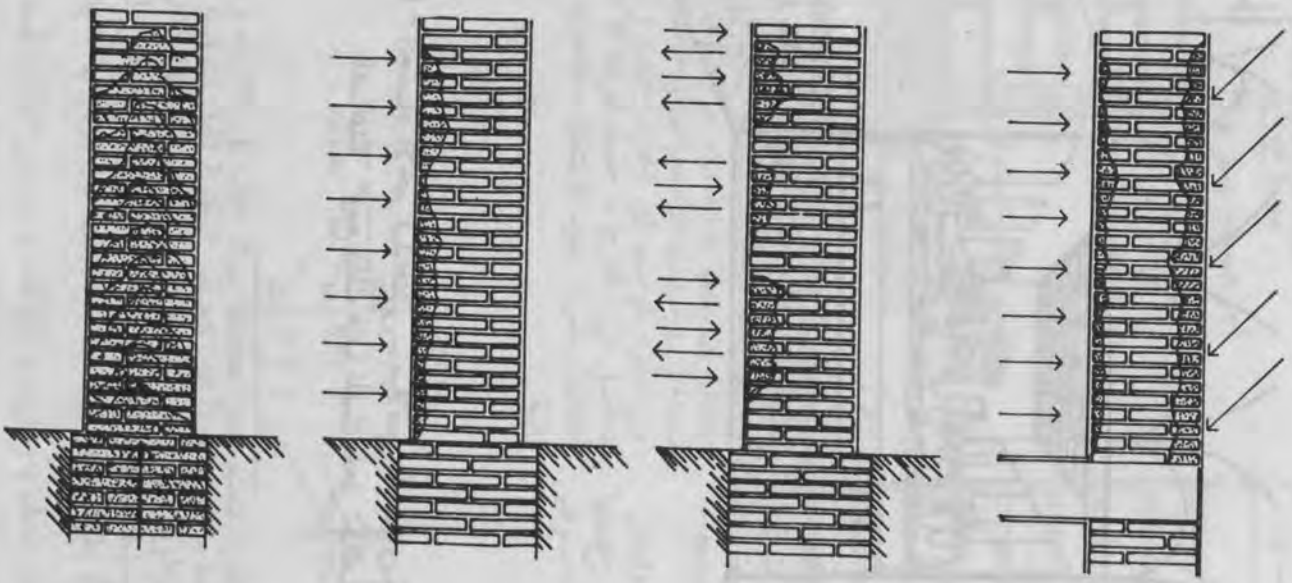
كانت كلفة أعمال الترميم بإستخدام القطع السريع في عام 1966 حوالي 160,000 ليرة إيطالية) للمتر المربع الواحد، من سطح القطع الأفقي للجدار. خصص حوالي ثلث هذه الكلفة لاستخدام القواطع، والتي تحتوي على حافات محاطة بتاج من الماس الصغير.

فترميم كنيسة أو بيت متوسط الحجم فيه جدار محيط رطب يبلغ طوله من 50 — 100 متر يكلف تقريباً من 6 — 13 مليون ليرة إيطالية ويتطلب العمل مدة ثلاثة أشهر.

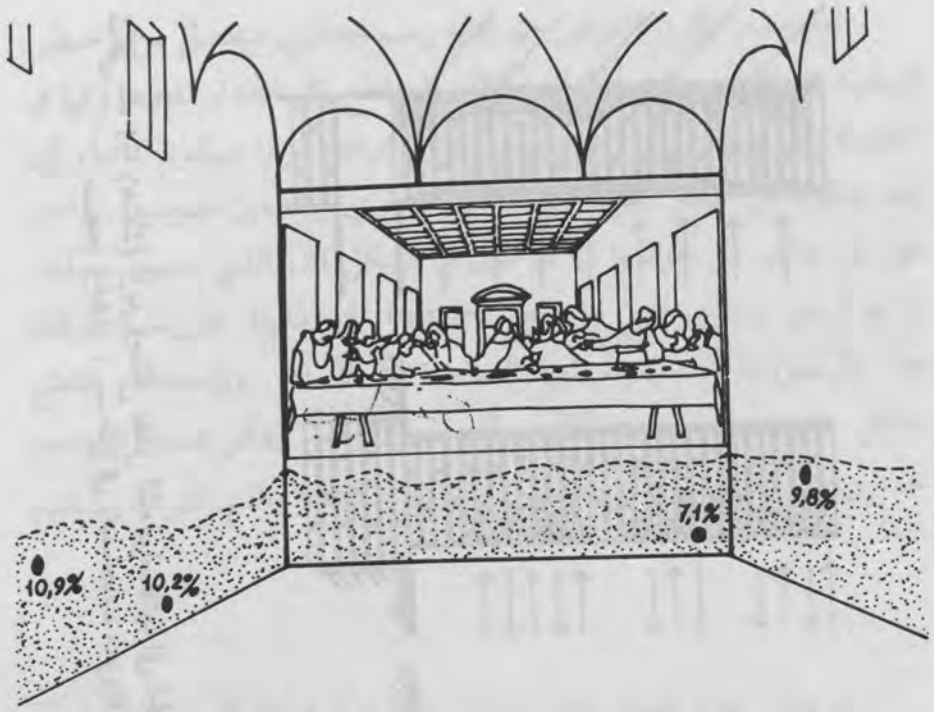
رممت بهذه التقنية كنيسة سانتا ماريا دلا نيفا St. Maria della Neve الصغيرة من القرن الثامن عشر والتي تقابل المدرج القديم Colosseum في روما.

أما عندما يكون الغرض هو حماية رسم جداري منفصل من خطر الرطوبة فليس ضرورياً في هذه الحالة أن يقطع كل الجدار المحيط [كما في الكنيسة التي سبق ذكرها]. فقطع بشكل الحرف يو U سيكون كافياً، أي قطع يتكون من مقطع أفقي تحت الرسم الجداري ومقطعين عموديين، واحد على كل جانب من جوانبها كما هو مبين في الشكل 21، الذي يصور عملية ترميم لرسم جداري جميل لبروجينو Perugino، في مدينة فلورنسا. وكان هذا (الرسم) قد أصيب بالرطوبة الصاعدة من الأسفل. وبإستخدام القطع بشكل الحرف U خفضت تكاليف الترميم الى أقلها، ويمكن صيانة كل رسم جداري بهذه الطريقة، مانعين ما يسمىٰ «التشريط» Strappo والذي كثيراً ما يستخدم خطأً.

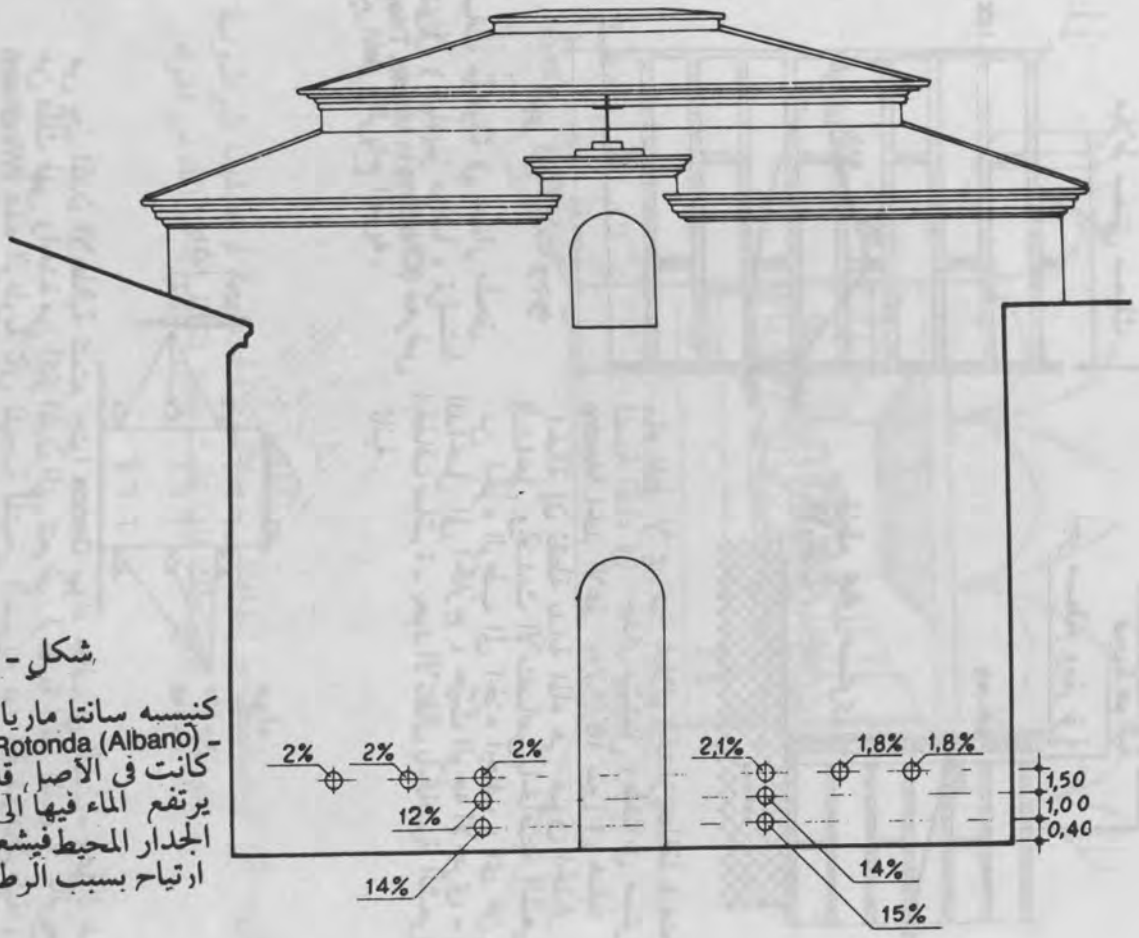
لما كانت تقنية القطع التقليدية قد حسنت فمشكلة الرطوبة الصاعدة يمكن إعتبارها مشكلة منتهية ففي حالة الأبنية التأريخية فإن العائق لا يتعلق بالكلفة بالقدر الذي يتعلق بغياب تقنية العمل الحقيقي الفائدة. من ناحية ثانية يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار إن القطع الأفقي الميكانيكي يكون فاعلاً عندما يستخدم في البناء الذي يرتفع عن مستوى سطح الأرض لكنه ليس ذا فائدة عندما يستعمل في السراديب أو الأقبية أو الكنائس شبه المدفونة، حيث تسود رطوبة التكثيف، ولا يمكن أن يؤدي القطع الى أية فائدة تمنع التكثيف. وإستعمال هذا الأسلوب يكون كوضع الأدوية فوق ساق خشبية!.



شكل — 1— (هناك) أربع وسائل يصل الماء بواسطتها الى الجدار : ماء يرتفع من الأرض ، يخلفه الهواء على سطح الجدار ، يدخل في مساحات معزولة ، يتسبب عن المطر الذى تسوقه الريح .

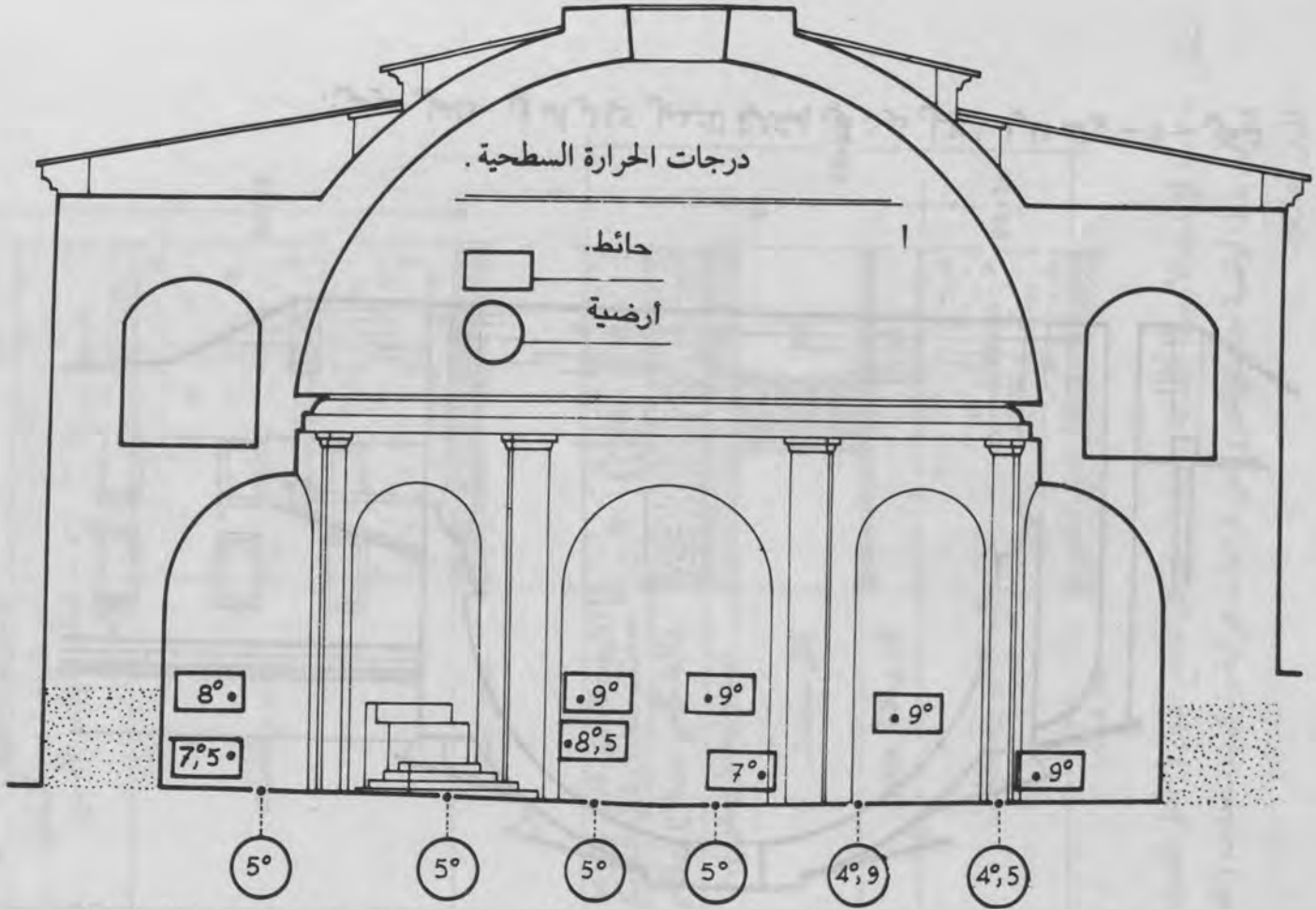


شكل — 2 - العشاء الأخير لدافنشى - ميلانو - الجدارية لم تصلها الرطوبة الصاعدة ومع ذلك فإنها تلفت بفعل تكاثف بخار الماء من الهواء.

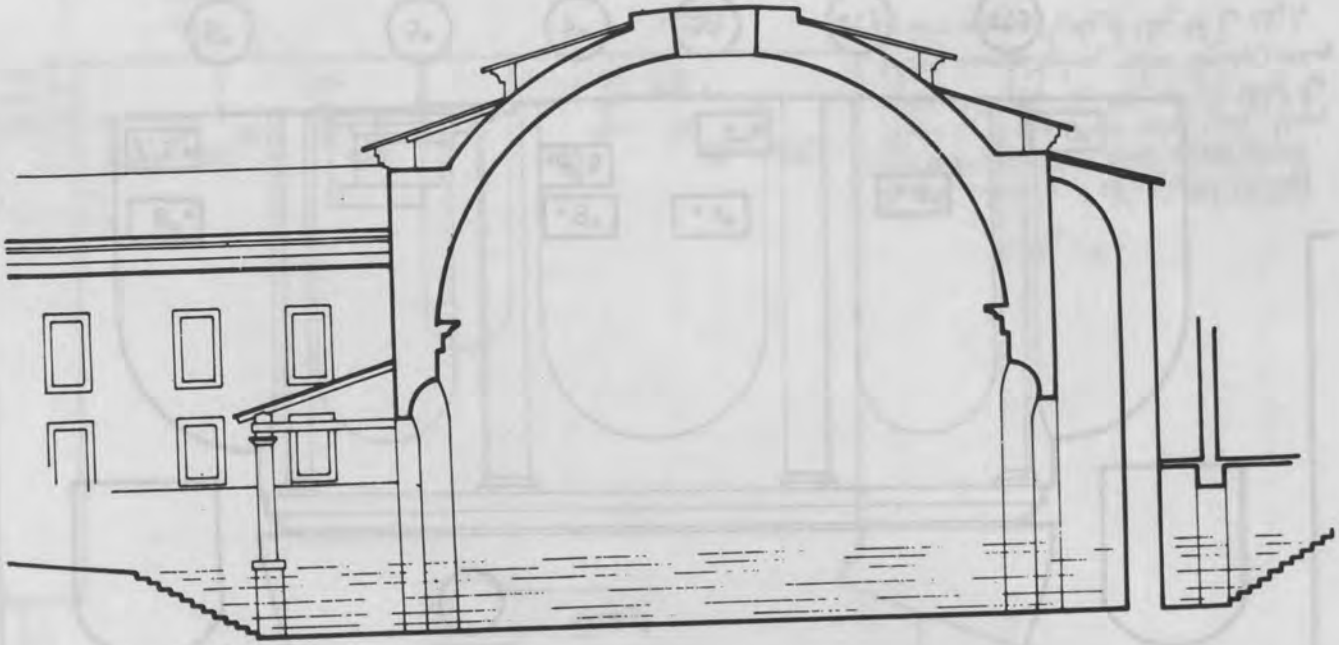


شكل - 4 -

كنيسه سانتا ماريا دلا روتوندا (البانو) - Santa Maria della Rotonda (Albano)
كانت فى الأصل قاعة حمام روماني قديم يرتفع الماء فيها الى اكثر من متر بقليل في الجدار المحيط فيشعر جماعة المصلين بعدم ارتياح بسبب الرطوبة المفرغة فى الهواء

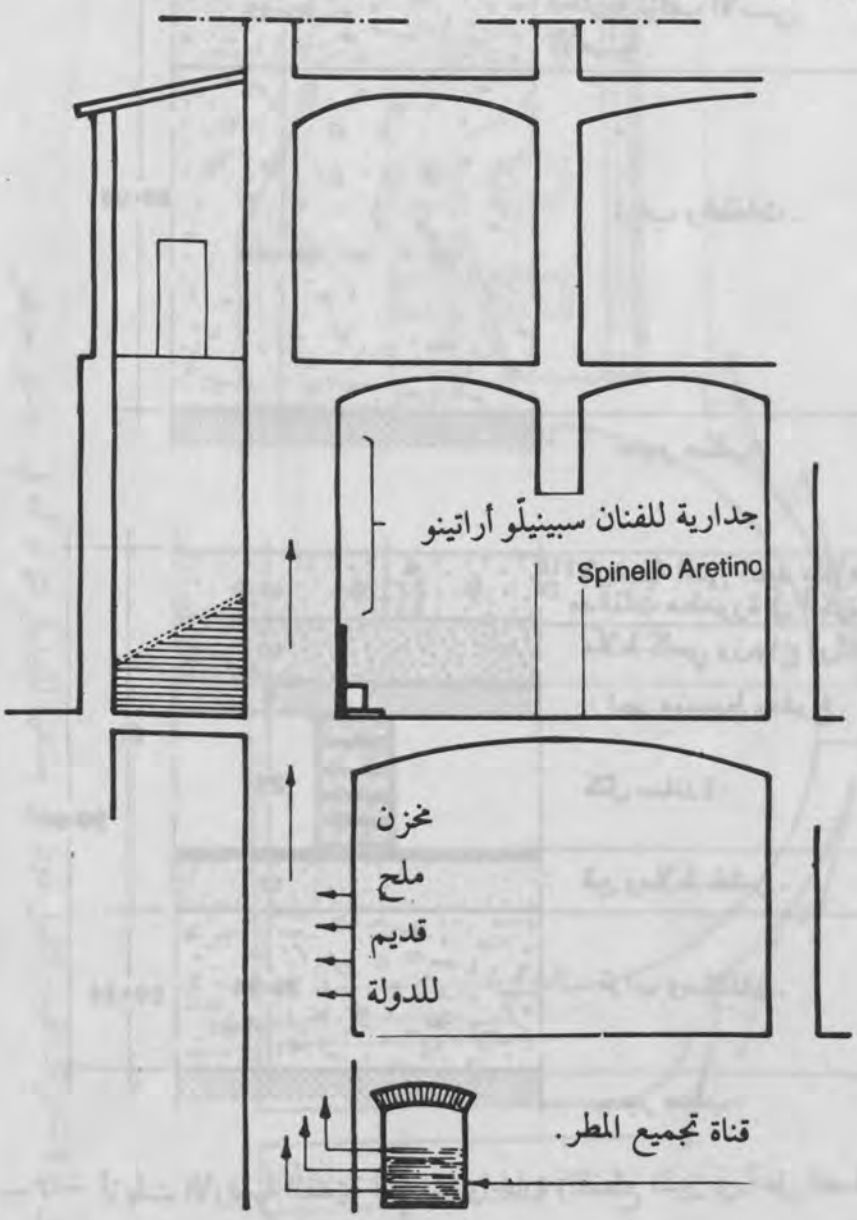


شكل — 5 - دراسة لدرجة الحرارة السطحية تبين إن الأرضية شديدة البرودة ، مقارنة بالجدار. ولهذا ينتج التكثيف.



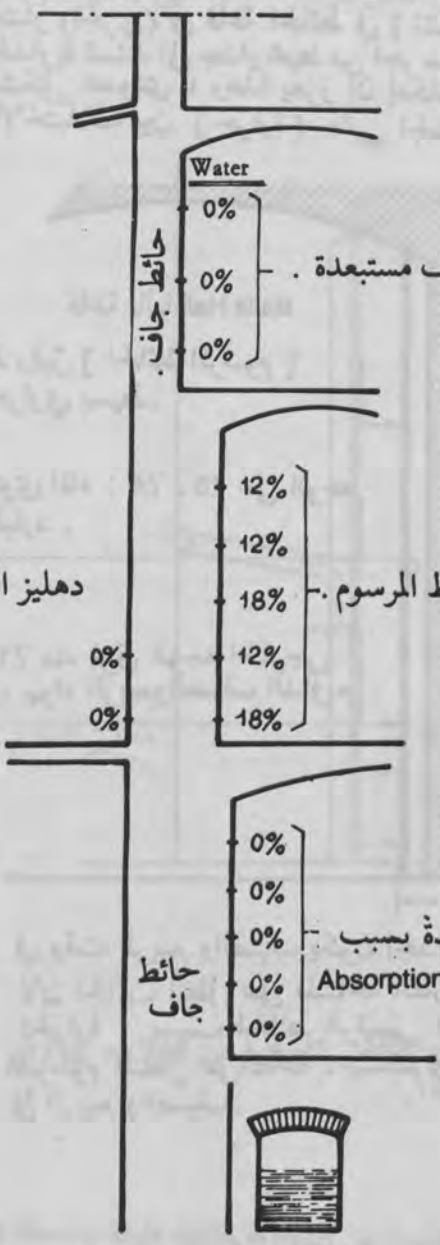
شكل — 6 — يرقد الهواء الثقيل دون أي إمكانية للتبديل كما لو أنه في داخل حوض.

مقطع عمودى للحائط الساند للجدارية التالفة ، كان التشخيص السابق التقليدي « رطوبة شعرية صاعدة من الأرضيـة » أما بسبب تشـرب الحائط تحت الجدارية (من مخزن الملح القديم المجاور) أو بالامتصاص من قناة تجميع ماء المطر في الساحة الكبيرة أمام القصر.



شكل — 8 — الحالة غير الاعتيـادية لجـدارية رطبـة ، بين جـداريات أخرىٰ جافة في الطابق الأسفل لقاعة مدينة سيينا Siena

التشخيص بالآلات [تشرين الأول 1960] الذي إستند على قياسات الماء فى الجدار أثبت أن الحائط كان سليماً تماماً وجافاً في الطابقين العلوي والسفلي كليهما.



الطابق العلوي :

فرضية تسرب (الماء) من السقف مستبعدة .

دهليز السلم .

كان الحائط الوحيد الرطب هو الحائط المرسوم .

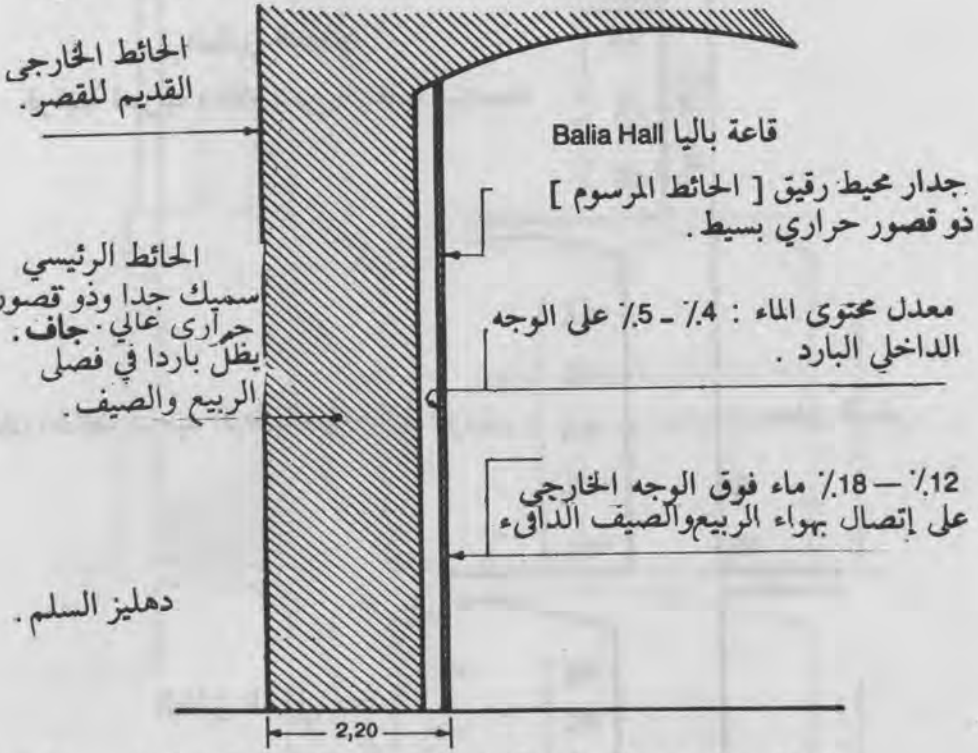
الطابق السفلي

إستبعدت فرضية الرطوبة الصاعدة بسبب تشرب الحائط بالملح اوالامتصاص Absorption من قناة تجميع المطر

شكل — 9 — قياسات محتوى الماء في الحائط المرسوم (عليه).

ما دمنا قد إستبعدنا الرطوبة المنتقلة بالخاصية الشعرية فالاحتمال الوحيد هو التكثيف الناشيء عن الاختلاف الحراري بين الحائط والهواء.

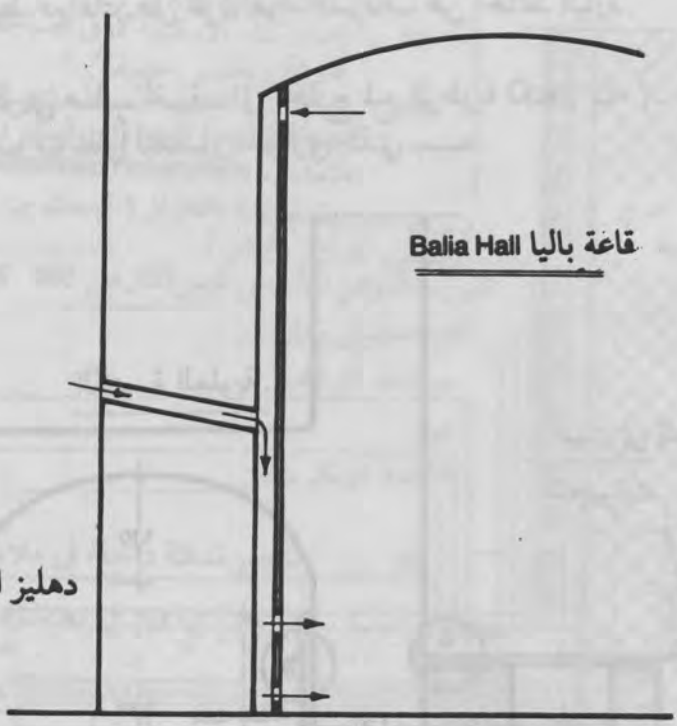
إختبار (اجري) في قاعة الحائط في [تشرين الأول 1960] وضح أن الجدارية تستند الى جدار محيط من اجر سيينا Siena brick صف فيه الاجر بشكل عمودي ؛ وهذا يعزز إن إمكانية التكثيف تكون ناشئة عن الاختلاف بين (حرارة) جانبي الجدار المحيط. الداخلي والخارجي.



في وقت الربيع والصيف يكون الجدار المحيط عرضة للتكثيف ، نظرا لأن الجانب المطل على المساحة الفارغة المقفلة يخضع الى تاخر انتقال الحرارة بسبب الحائط الرئيسي السميك البارد ؛ بينما الجانب المرسوم المطل على القاعة ، يستلم في الحال إرتفاع حرارة الهواء الطلق في الربيع والصيف.

شكل — 10 — التركيب المزدوج للحائط الذي أعتبر من قبل مفرداً.

المعالجة التي أستخدمت لمنع التكثيف تكمن في تهوية المساحة الفارغة ، لغرض الحصول على نفس درجة الحرارة على جانبي الجدار.



محتوى الماء في الحائط المرسوم تناقص تدريجياً من 18٪ — 12٪ في عام 1960 الى 4٪ في عام 1964 .

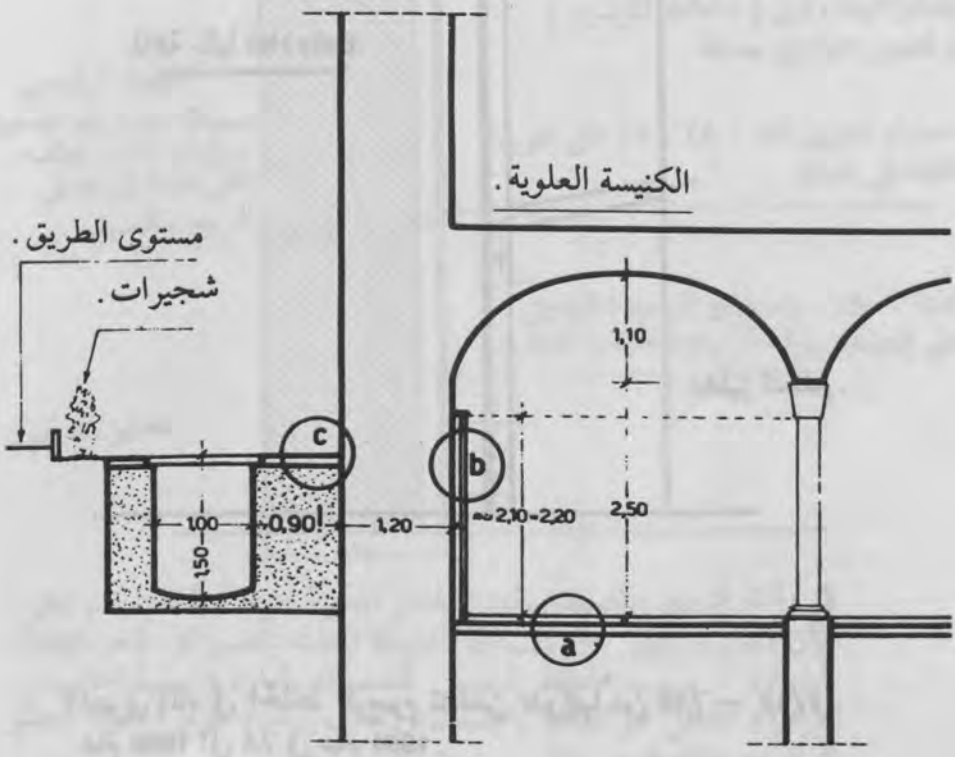
شكل — 11 — في سنين قليلة تم التخلص من الرطوبة بكلفة قليلة بواسطة تثبيت درجة حرارة الهواء أمام وخلف الرسم الجداري .

تركيبات تسبب تكثيف بخار الماء بسبب القصور الحراري .

آ - أرضية لها وزن نوعي عالي بأسس سمنتية كونكريتية موضوعة على تربة رطبة بدون مساحات إعتراضية فارغة .

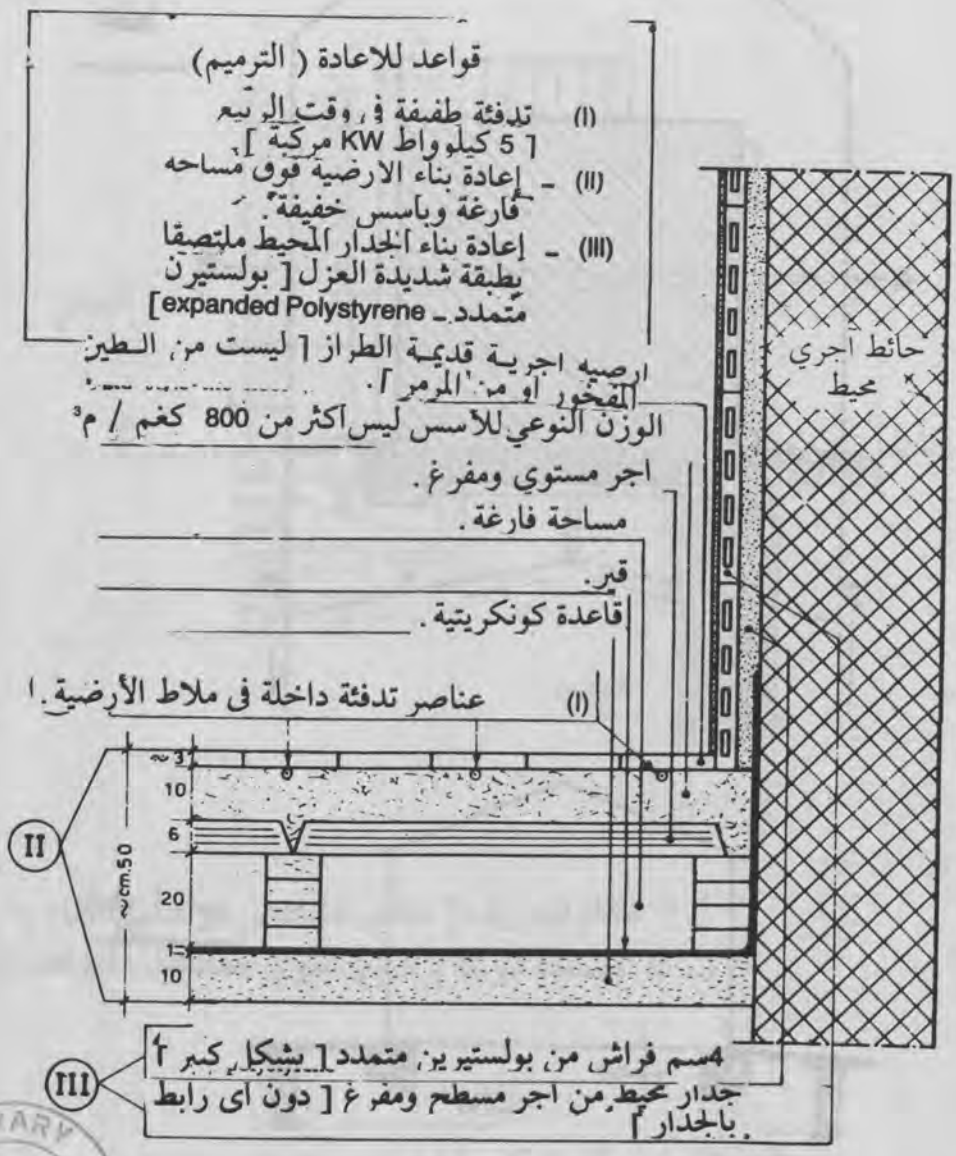
ب - حائط محيط غير قادر على عزل هواء السرداب عن الحائط البارد .

جـ - سد كونكريتي صلب أضيف الى الخارج لمنع الرطوبة لكنه (بناء) غير مرغوب فيه نظراً للقصور الحراري الذي يسببه .



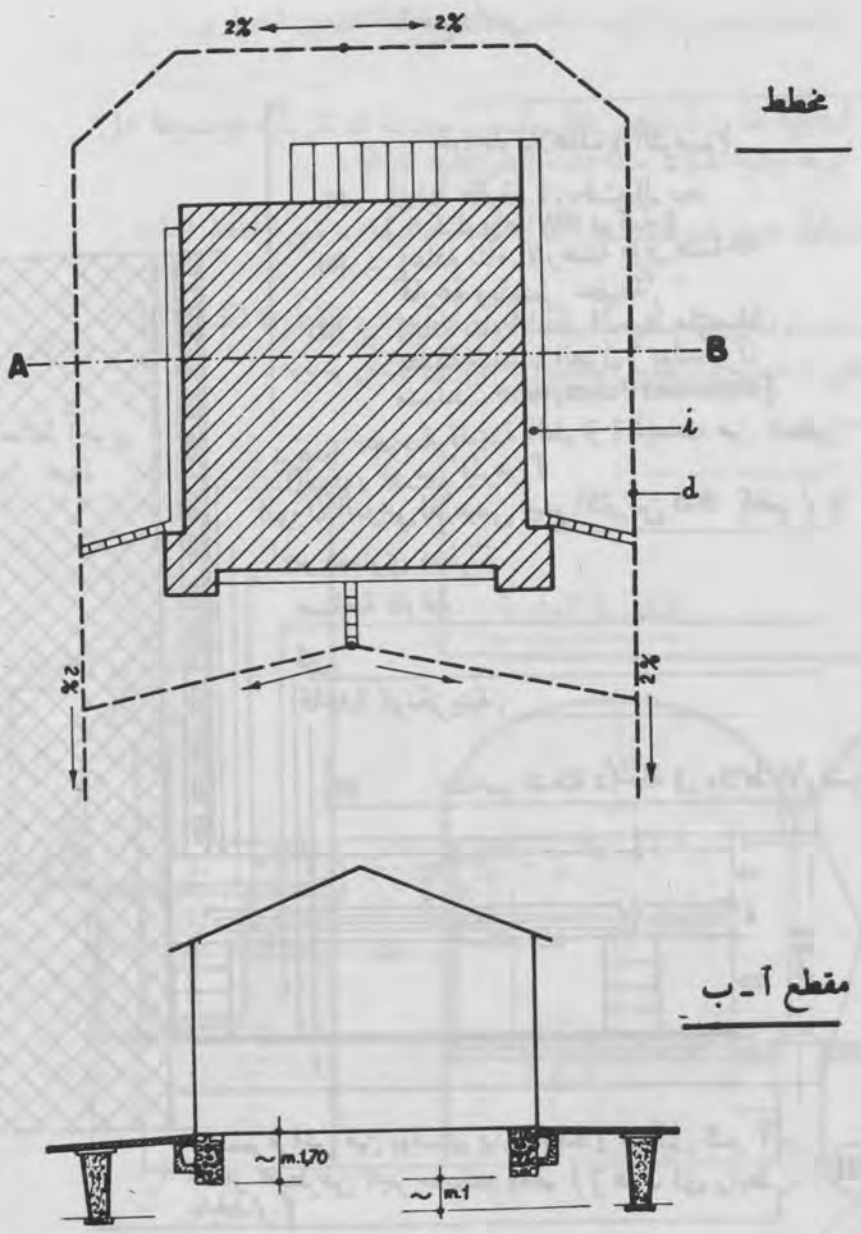
شكل — 12 — سرداب سانت كولومبانو [بوبيو]

مقطع رأسي



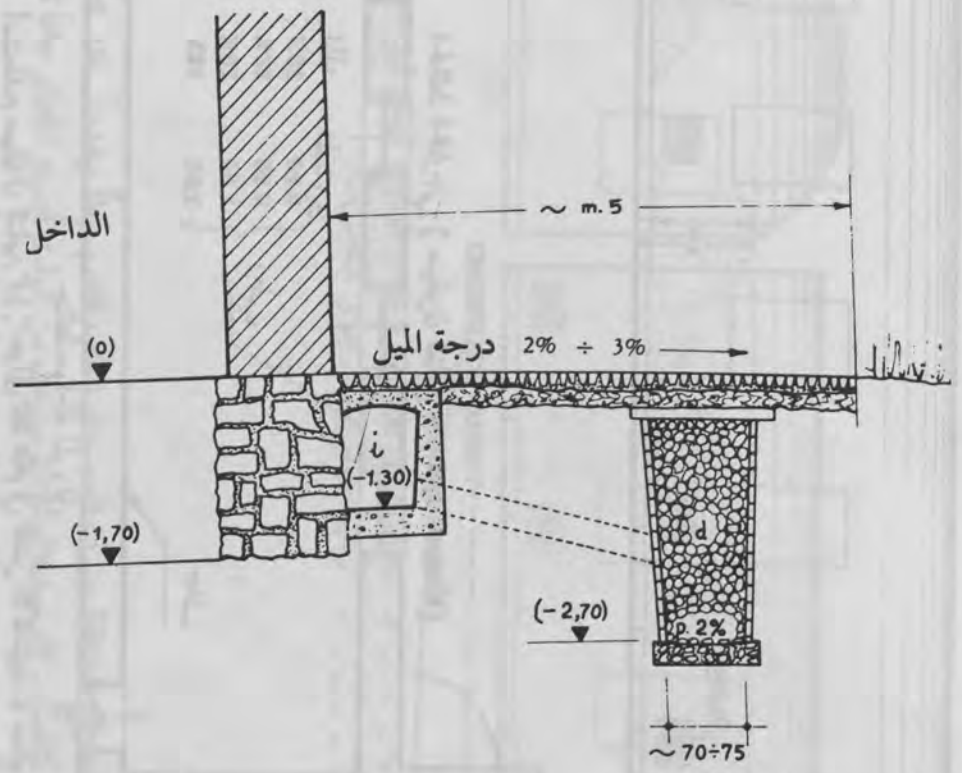
شكل —13— سرداب سانت كولومبانو [بوبيو] S. Colombano Babbio

LIBRARY ICCROM BIBLIOTHEQUE



شكل —14- مخطط لنظام تصريف أرضي محيط بفيلا قديمة في الضاحية قرب روما لمنع تسرب الرطوبة الى الجدران.

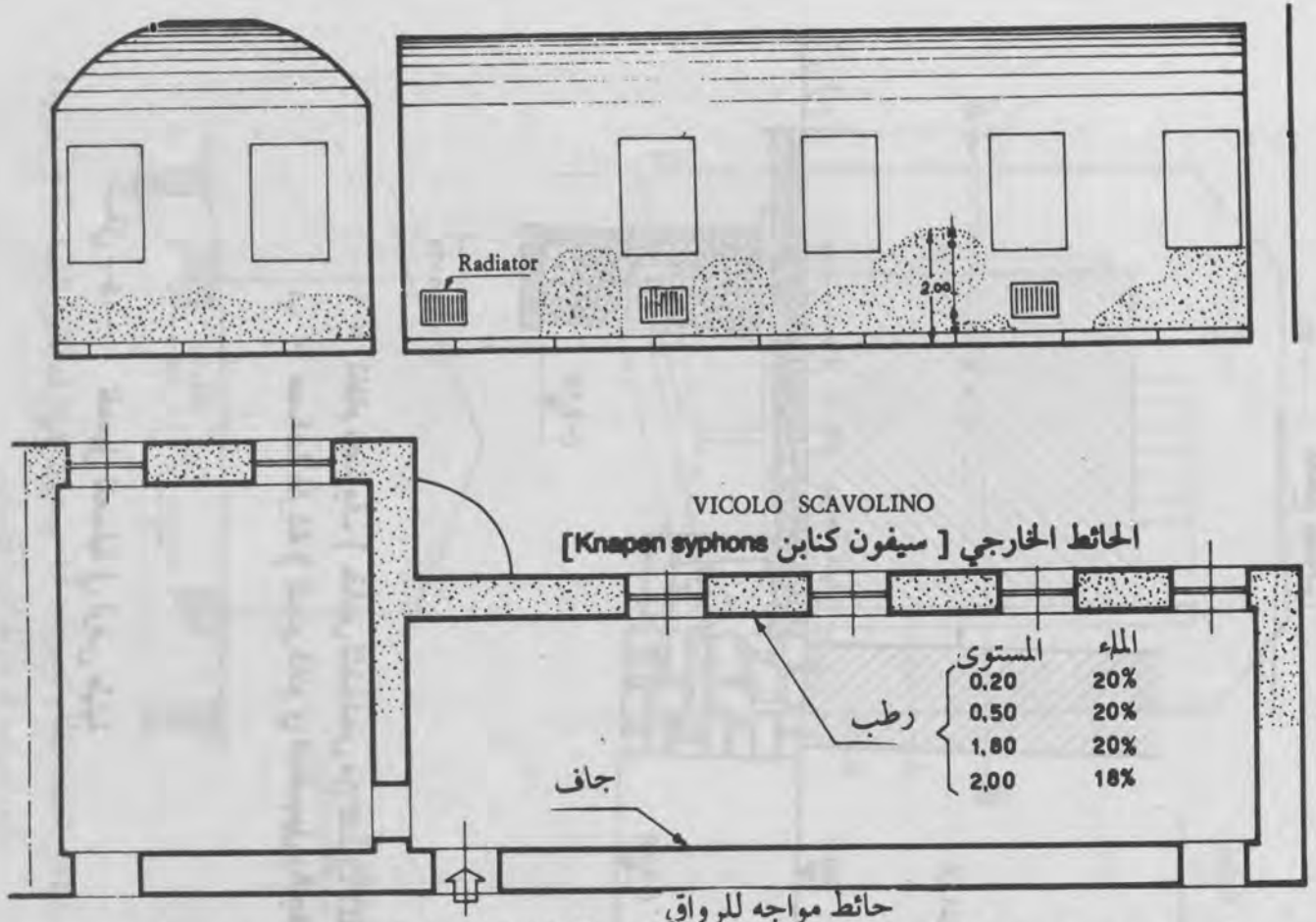
مقطع عمودي



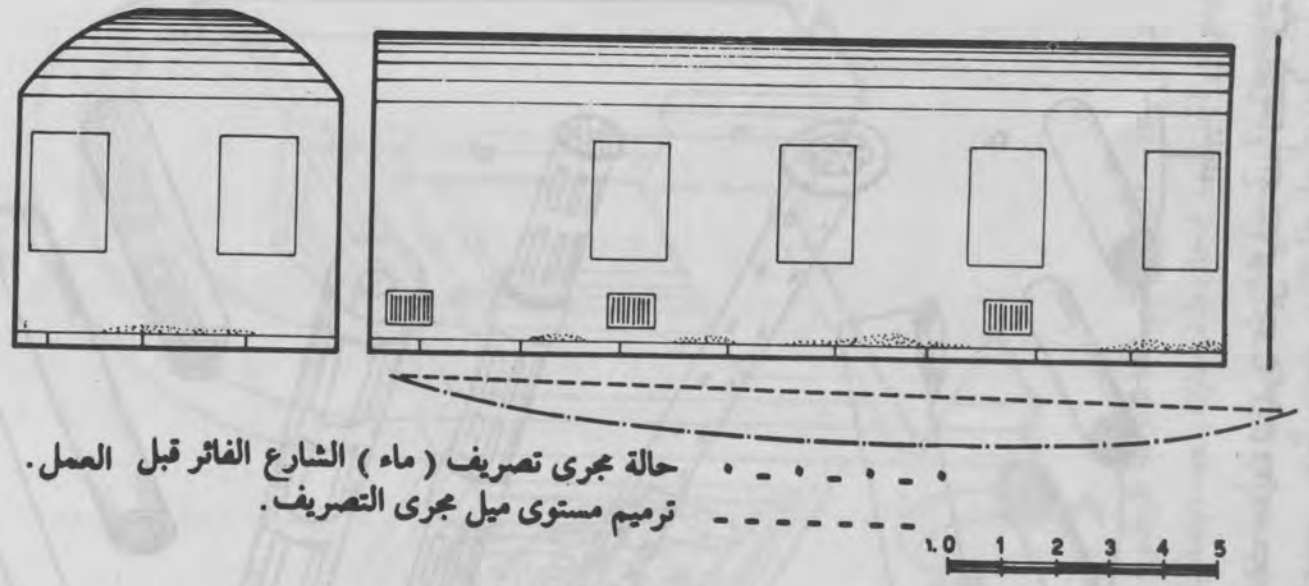
أ = نظام تصريف [خاص للتخلص من تسرب الماء]

ب = مساحة فارغة [تدبير ثانوي للتعجيل بالجفاف].

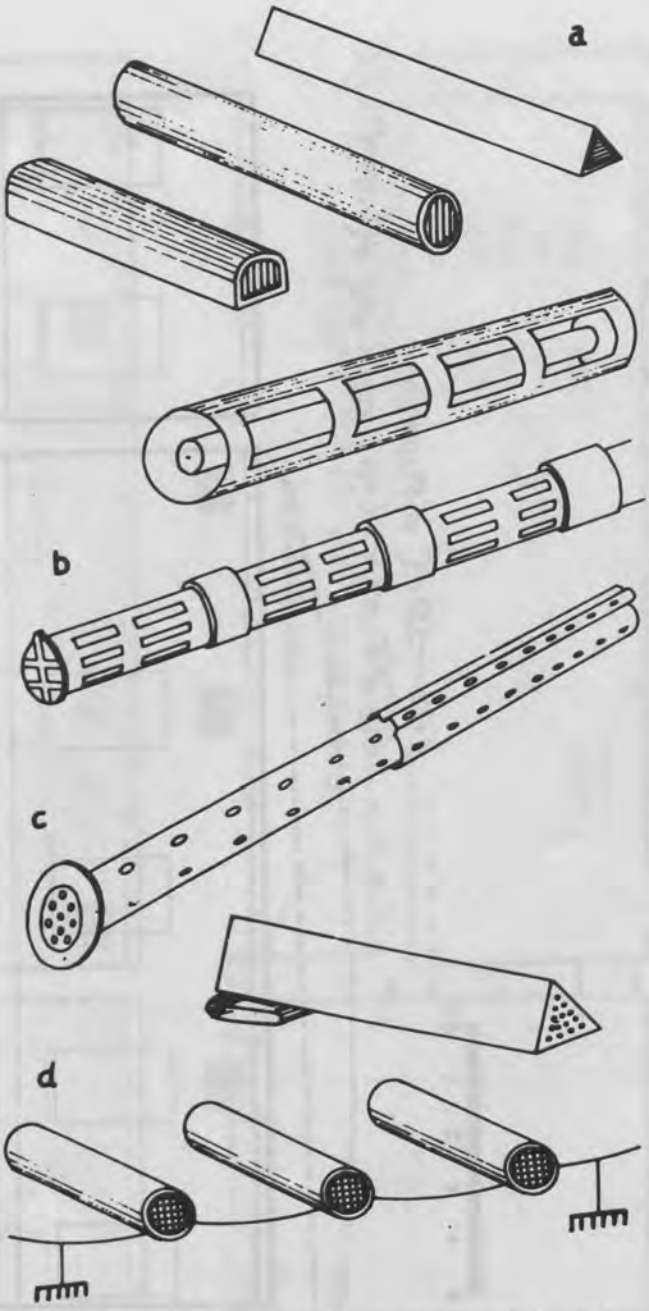
شكل —15— تفصيل للعملية في أرض طينية



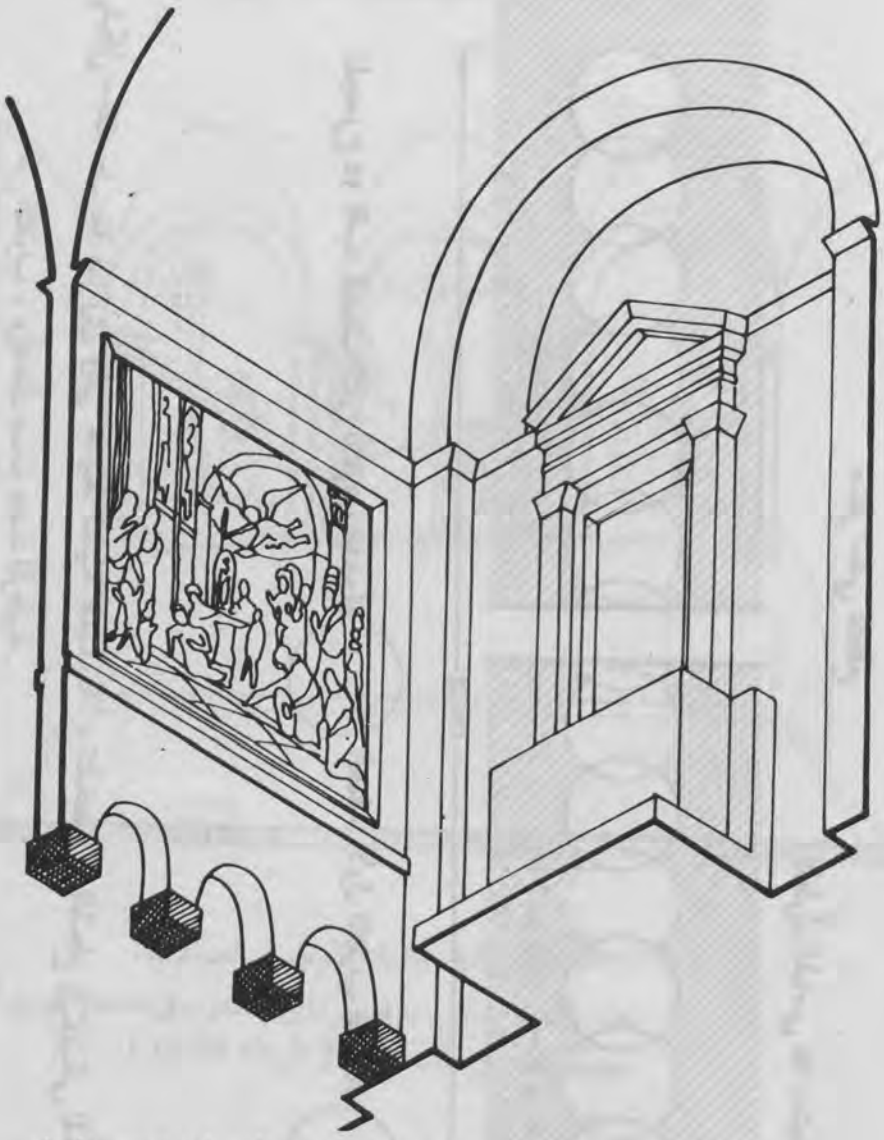
شكل —16— أستخدم سيفون كنابن، قبل حوالى 30 عام في قصر الأكاديمية ، سان لوقا Palazzo dell Accademia di San Luca دون أن يؤدي تماماً الى أي تأثير مضادللرطوبة التي شخصت خطأ على أنها قادمة من المجرى الذي يحتوي على الماء.



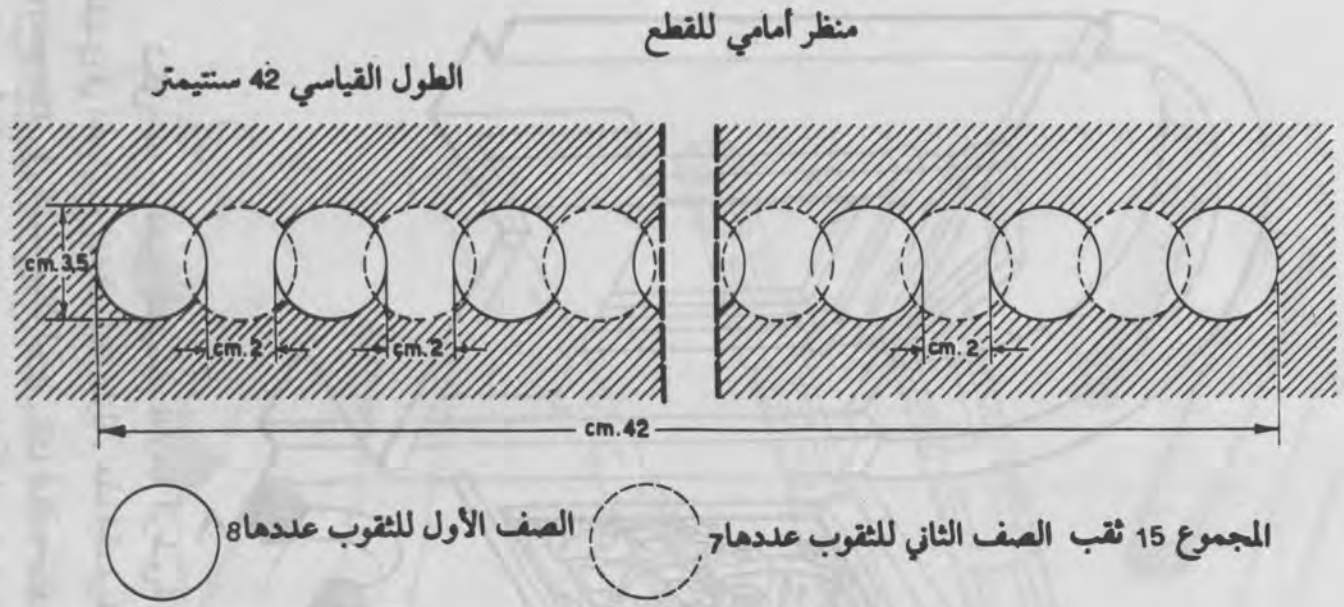
شكل —17— قياسات محتوى الماء في الجدران المختلفة بين إن السبب في التلف كان بسيطاً ومحدداً. فقد كان ترميم مجرى تصريف (ماء) الشارع كافياً. ففي خلال ثلاث سنوات من الوقت أصبح الجدار جافاً ثانية.



شكل —18— تقليدات جديدة لسيفون كنابن أثبتت عدم فائدتها جميعاً في مقاومة الرطوبة الصاعدة.

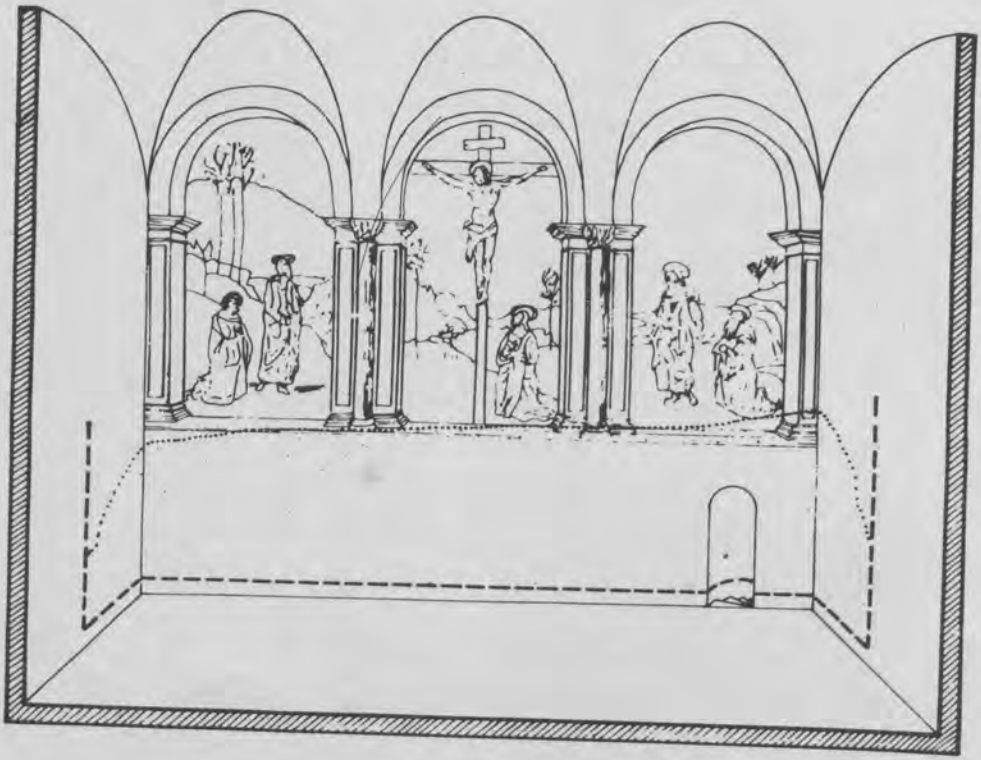


شكل—19— أفضل التقنيات لمقاومة الرطوبة الصاعدة هو القطع التقليدي في الجدار مع إدخال طبقة عازلة. هذه الجدارية (للفنان) دومانيكينو Domenichino. في كنيسة سان ليوجي دي فران سيزي S. Luigi de Francesi [روما). أنقذت بواسطة القوس Koch بأقواس صغيرة موضوعة فوق قواعد بازلتية مضادة للرطوبة.



شكل —20— طريقة مزاري وهي تجديد لتقنية تقليدية ، تتلخص في القطع الميكانيكي للجدار بصف مستمر من الثقوب ، وإدخال صمغ مضاد للرطوبة .

على جدار صخري صلب سمكه 80 سنتيمتر



- - - - - - - - المستوى الذي وصلته الرطوبة الصاعدة.

- - - - قطع الآجر بشكل حرف يو U وتم العزل في صمغ البولي أستر Polyester في آب 1968 [طريقة مزاري].

شكل —21— رسم جداري(للفنان) بريجينو Perugino ، في دير سانتا ماريا مادلينا دي پازي Santa Maria Maddalena de Pazzi [فلورنسا]

رقم الايداع في المكتبة الوطنية /ببغداد

٢٨٩ لسنة ١٩٨٤

سعر النسخة (٥٠٠) فلس عراقي او ما يعادلها

طبع دار آفاق عربية للصحافة والنشر

Scientific Conservation Series

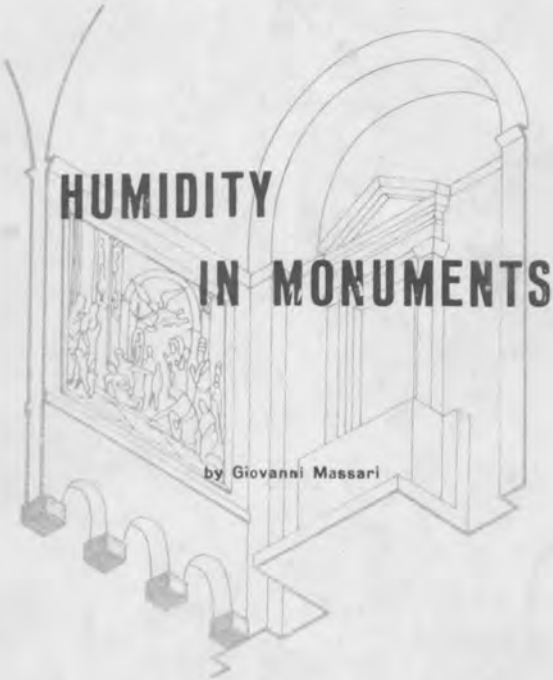
(1)

The Regional Centre for Conservation of Cultural Property in the Arab States

Baghdad.

FACULTY OF ARCHITECTURE - UNIVERSITY OF ROME

INTERNATIONAL CENTRE FOR THE STUDY OF THE PRESERVATION AND THE RESTORATION OF CULTURAL PROPERTY



HUMIDITY IN MONUMENTS

by Giovanni Massari

طبع دار آفاق عربية للصحافة والنشر