أساليب مقترحة للحفاظ على جامع المحمودية (٩٧٥هـ / ١٥٦٧م)

أ.م.د. عبده عبداللاه الدربى•
د. عصام حشمت محمد••

ملخص البحث:

بالرغم من أن جامع المحمودية بمنطقة ميدان صلاح الدين بالقلعة يحمل العديد من القيم المختلفة والتي تميزه بالندرة والتفرد عن غيره من المباني الأثرية التي أنشئت في العصر العثماني، إلا أنه يعاني من الإهمال وعدم العناية، كما يعاني من العديد من مظاهر التلف المختلفة سواء الإنشائية أوالمعمارية أوالحضرية أو العامة .

ومن ثم يهدف البحث إلى تحديد وإبراز والاستعادة الكلية أو الجزئية لهذه القيم المختلفة لذلك الجامع (موضوع البحث) وما طرأ عليها من تغيّرات أو تغييرات أو فقد كلي أو جزئي أو طمس لهذه القيم، ويهدف كذلك إلي رصد مظاهر وعوامل التلف المختلفة المؤثرة على حالة الدراسة .

وإجراء الفحوص والتحاليل والاختبارات لمواد البناء المستخدمة في المبني، باستخدام الميكروسكوب المستقطب Polarizing microscope والميكروسكوب الاليكتروني الماسح Scanning electron microscope وحيود الأشعة السينية X-Ray diffraction وتفلور الأشعة السينية X-Ray florescence، بالإضافة إلي اختبارات الخواص الفيزيائية والميكانيكية، كما تم استخدام جهاز تحديد المواقع الجغرافية بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض Geographic Positioning System (GPS) حيث توصلت الدراسة من خلال نتائج تلك الفحوص والتحاليل والاختبارات المختلفة لعينات تالفة من الحجر الجيري مأخوذة من حالة الدراسة، وقد بيّنت النتائج أن مواد تعاني من تدهور وتآكل في بلورات الكالسيت وفقد في المادة الرابطة ، كما أظهرت وجود شروخ وتشققات دقيقة في البلورات المعدنية للحجر نتيجة للاجهادات الداخلية الناتجة عن تزهر الأملاح على السطح Efflorescence وتحت السطح Subflorscence وداخل مكونات الحجر Cryptoflorescence (ناتجة عن صعود محاليل الأملاح من التربة الملوثة في جدران الجامع)، كما تبين من خلال اختبارات الخواص الفيزيائية أن هناك انخفاض في كثافة الحجر الجيري وارتفاع في مساميته وقابليته لامتصاص الماء، كما تبين من خلال اختبارات الخواص الميكانيكية حدوث انخفاض في مقاومة الحجر الجيري لاجهادات الضغط والشد نتيجة لتأثير عوامل التلف المختلفة،كذلك أظهرت الفحوص والتحاليل حدوث تحول في مكونات الحجر الجيري، حيث عثر على مركب كبريتات الكالسيوم في نتائج التحليل بحيود الأشعة

• أستاذ ترميم الآثار المساعد ورئيس قسم ترميم الآثار بكلية الآثار بقنا، جامعة جنوب الوادي،
•• مدرس مساعد بقسم ترميم الآثار بكلية الآثار، جامعة جنوب الوادي،

السينية والفحص بالميكروسكوب الإليكتروني الماسح، ومما سبق يتضح تدهور الحالة الراهنة لمواد البناء كجزء من التدهور الحادث للمبني، كما تم رصد العديد من الشروخ النشطة سواء الرأسية أو الأفقية أو المائلة الأمر الذي يؤكد تعرض الجامع لهبوط التربة الحاملة ووجود أحمال زائدة، كما يرجح تعرضه لزلازل سابقة، كذلك تبين من خلال الرصد بجهاز رصد الميول GPS حدوث ميول بمئذنة الجامع .

وقد انتهى البحث إلى وضع عدة اقتراحات للتدخل والحفاظ تتمثل في اقتراحات الحفاظ الإنشائي متمثلة في اقتراحات لعلاج التربة والأساسات واقتراحات الحفاظ المعماري متمثل في ترميم الشروخ وعمليات الاستكمال والاستعاضة والإحلال واقتراحات الحفاظ الدقيق متمثل في استخلاص الأملاح وعمليات التنظيف، كما يقدم البحث مجموعة من التوصيات ذات الصلة بعمليات الحفاظ على المباني الأثرية .

الكلمات المفتاحية : *جامع المحمودية - القيم المختلفة – الفحوص والتحاليل والاختبارات - مظاهر وعوامل التلف - اقتراحات التدخل .*

١- مقدمة :

يقع جامع المحمودية بمنطقة ميدان صلاح الدين بمنطقة القلعة بحي الخليفة – والذي يعتبرمن أقدم أحياء القاهرة حيث يرجع تاريخ إنشائه إلى فترة العصر الأيوبي وأغناها بالآثار الإسلامية والمباني التاريخية والتي تعتبر علامة مميزة للحي وثروة قومية يستوجب الحفاظ عليها واستثمارها - وأهم ما يميز منطقة الدراسة أنها تعتبر جزء من منطقة القاهرة التاريخية التي ضمت إلى قوائم التراث العالمي بواسطة UNESCO عام ١٩٧٩م، ويتفرّد هذا الجامع بتصميم معماري مميز عن المساجد العثمانية التي أنشئت في نفس عصره، كما يتميز بمجموعة من القيم الثقافية المختلفة (تاريخية، أثرية، معمارية، جمالية، ودينية ووظيفية.....الخ)، وبالرغم من احتواء منطقة ميدان صلاح الدين الواقع في محيطها الجامع على مخزون حضاري تاريخي يتمثل في المباني الأثرية الموجودة بالمنطقة إلا إنها تعاني من الكثير من عوامل التلف المختلفة منها : عوامل التلف الحضرية المتمثلة في التعديات العمرانية والسكنية والتجارية والحرفية وعوامل التلف الإنشائية والبيئية وما ينتج عنها من مسببات تلف تؤثر عليها سواء بشكل مباشر أو غير مباشر....الخ، فضلا عن التلف الناتج عن المشاكل الاجتماعية والاقتصادية.

وتعتبر المشكلات التي يعاني منها الجامع ومحيطه ذات بعدين ، يتعلق البعد الأول بالمشاكل التي تعاني منها البيئة المحيطة أو المحيط العمراني للأثر، ويتعلق البعد الثاني بالمشاكل التي يعاني منها الجامع ذاته.

وفيما يتعلق بالدراسات السابقة الخاصة بموضوع البحث تشير الدراسات السابقة أن تخطيط جامع المحمودية فريد من نوعه فهو ينقسم إلى إيوانين فقط يفصل بينهما درقاعة تمتد من الشمال إلى الجنوب بحيث تصل بين بابي المسجد ويتوسط المسجد

مربع أصغر من مربع المسجد يحدده أربعة أعمدة من الجرانيت يعلوها أربعة عقود كبيرة (سعاد ماهر، ١٩٧١م) [١].

كذلك توصلت الدراسات السابقة إلى أن التعامل مع المباني الأثرية داخل المناطق المركزية ذات القيمة يجب أن يكون من خلال التنمية الشاملة والمتواصلة والعمل على الارتقاء بالمنطقة ككل بإسلوب متوازن يجمع بين استمرارية حياة هذه المباني والمجموعات الأثرية التاريخية وبين مواكبة الاحتياجات المادية والمعنوية للحياة العصرية ويعتبر هذا هو المنهج الواقعي العملي لإنجاح مشروعات الحفاظ عليها(بسام محمد مصطفي، ٢٠٠٥م) [٢].

كذلك توصلت الدراسات السابقة إلى أن مشكلات المناطق الحضرية تنحصر فيما يتعلق بالمجتمع الذي يسكنها بالإضافة إلى المشكلات الناجمة عن القصور في كافة العلاقات والنظم العمرانية واللاعمرانية على مستوى مدينة القاهرة بشكل عام ومنطقة القاهرة الفاطمية بشكل خاصة مثل المشكلات المرورية وانتشار الباعة الجائلين والحرفيين وغيرها (حسام محمد أبوالفتوح، ١٩٩٠م) [٣].

كذلك توصلت الدراسات السابقة من خلال تقييم السياسات المؤثرة على مشروعات الحفاظ إلى أنه لابد من إشراك السلطات المحلية في مشروعات الحفاظ ولكن من خلال خطة عمل واضحة وبمتابعة وإشراف مستمر حيث أن غياب الدور الحكومي أو الاعتماد على الإشراف الحكومي المركزي في الحفاظ يؤدي كليهما إلى فقدان عدد كبير من المباني التراثية المهمة، وكذلك لابد من ضرورة إعطاء أهمية متساوية للمبنى الأثري والنطاق المحيط من خلال التشريعات المنظمة للتعامل (لبنى عبدالعزيز، ٢٠٠١م)[٤].

ومن خلال الدراسات السابقة التي تناولت أساليب الحفاظ على المباني الأثرية تبين أن عملية الارتقاء عملية شاملة متدرجة تتدرج من مشاريع صغيرة تتعامل مع المبنى الأثري بشكل مباشر إلى مشاريع متوسطة تتعامل مع المنطقة المحيطة ثم

---

[١] سعاد ماهر، مساجد مصر وأولياؤها الصالحون، الجزء ٥، مطابع الأهرام التجارية، ١٩٧١م، صـ ١٣٠

[٢] بسام محمد مصطفي، العلاقة بين الترميم والحفاظ علي المباني الأثرية والتنمية العمرانية لمحيطها – نحو منهج شمولي مستحدث، تطبيقا علي احد مباني قصبة رضوان و محيطه(منطقة الخيامية)، بحث دكتوراه غير منشور، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠٠٥م، صـ ٢٧٥

[٣] حسام محمد كامل ابوالفتوح، التجمعات السكنية بالمناطق ذات القيمة الحضرية مع ذكر خاص للقاهرة الفاطمية ، مدخل للصيانة والمحافظة والتحكم في العمران، بحث ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٩٠م.

[٤] لبني عبد العزيز احمد مصطفي، الارتقاء بالنطاقات التراثية ذات القيمة توثيق و تقييم لتجارب الحفاظ في القاهرة التاريخية، بحث ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة، جامعة القاهرة ، ٢٠٠١م، صـ٢٦٦، صـ ٢٦٧

مشاريع كبيرة تضم عملية تنمية المنطقة بشكل كلي وفي النهاية تكمل كل هذه المشاريع بعضها البعض وبالتالي نضمن استدامتها (سلمى محمد، ٢٠٠٩م)[٥].

لذا ترتكز الدراسة البحثية على العديد من العناصر والفرضيات الرئيسية، التي تتمثل في أن المبنى الأثري وبيئته العمرانية وحدة عضوية واحدة يجب أن يتم التعامل معها من هذا المنظور عند التفكير في ترميمه أو صيانته، حيث تتمثل منهجية البحث في الآتي:

تحديد القيم المختلفة لحالة الدراسة وكذلك رصد مظاهر التلف المختلفة التي يعاني منها الأثر، وكذلك إجراء فحوص وتحاليل واختبارات بالأجهزة العلمية المختلفة لعينات الحجر الجيري المستخدم بالجامع للتعرف على الخواص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية لمواد البناء المستخدمة وما طرأ عليها من تغيرات نتيجة لتأثير عوامل التلف المختلفة عليها، بهدف الوصول لاقتراحات ملائمة للتدخل والحفاظ على الجامع بالإضافة إلى اقتراحات الصيانة الوقائية .

٢- تحديد القيم [٦] المختلفة لجامع المحمودية :

(٢-١) القيمة التاريخية و الأثرية:

أمر بتشييد هذا الجامع الوالي العثماني محمود باشا أحد وزراء الدولة العثمانية - الذي أرسله السلطان سليمان القانوني ليتولي إمارة مصر عام ٩٧٣هـ / ١٥٦٦م - سنة ٩٧٥هـ / ١٥٦٧م بالجهة الشرقية من ميدان صلاح الدين بالقلعة لكي يخلد اسمه و ذكراه وأقام بالواجهة الجنوبية الشرقية تربة لكي يدفن بها، ومن خلال الصور التي عثرنا عليها بكراسات لجنة حفظ الآثار العربية تعرفنا على الفترات التاريخية التي مر بها الجامع والتغييرات التي طرأت عليه وعلى محيطه ومن هذه الصور صورة ترجع إلى أواخر القرن الثامن عشر تبين الجامع مع المباني المجاورة له والتي بقيت محتفظة بشكلها إلى أواسط القرن التاسع عشر ومن هذه المباني السبيل الذي كان يقع على يسار الداخل إلى الجامع وعلى يمين الداخل توجد حجرة خادم الجامع وبين هذين البنائين جدار به باب يؤدي إلى داخل الجامع، وهذه المباني أزيلت جميعها سنة

---

[٥] سلمي محمد يسري، إعادة توظيف المباني ذات القيمة التراثية في إطار التنمية العمرانية للمناطق التاريخية تطبيقاً علي منطقة باب الشعرية، بحث ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٩م، صـ ١٧٧

[٦] القيمة في مفهومها تعبر عن مدى استحقاق الشئ ومكانته مثلما في أغلب المباني المعمارية والنطاقات العمرانية ذات القيمة والتي تمثل معني رمزي هام لا يقدر بتقدير مادي لكونها تشتمل على واحد أو أكثر من محددات القيمة والتي تميز كلاً منها عن الآخر وتعطيه أهمية خاصة تكفي لاعتباره أثراً واجب الحفاظ عليه وحمايته ، وهي عبارة عن معايير نسبية تساعد في الحكم على ماهية الأشياء، والقيمة التي نتحدث عنها هنا وتخص موضوع دراستنا هي القيمة الموضوعية (المعنوية – النفعية) وليست القيمة المطلقة، انظر : لبني عبد العزيز احمد مصطفي، المرجع السابق، صـ ١٥

١٨٨١م وأقيم مكانها سلم له درابزين ينتهي بصدفة كذلك استعيض عن الحائط العلوي الدائر بالسطح بشرفات رديئة الشكل[٧] مازالت موجودة إلى وقتنا هذا.

خلصت الدراسة إلى أن جامع المحمودية ([٨]) يحتوى على قيمة تاريخية وأثرية عالية تتمثل في عمره الذي يزيد على أكثر من ٤٠٠ عام حيث أنشئ عام ٩٧٥هـ / ١٥٦٧م، كما تظهر قيمته الأثرية في وجود النقوش والكتابات على الأفاريز المحيطة بسقفه الخشبي التي وجد عليها تاريخ منشئه وتاريخ البدء في بنائه.

(٢-٢) القيمة المعمارية – الجمالية :

يتبع جامع المحمودية طراز معماري فريد من نوعه يتميز بالندرة والتفرد مقارنة بالمساجد العثمانية التي بنيت في تلك الفترة فهو يتكون من مربع طول ضلعه ١٩,٧٥ م ويتكون من إيوانين فقط يفصل بينهم درقاعة تمتد من الشمال إلى الجنوب بحيث تصل إلى ما بين بابي المسجد، ويتوسط المسجد مربع اصغر من مربع المسجد يحدده أربعة أعمدة كبيرة من الجرانيت الوردي يعلوها أربعة عقود كبيرة فوقها منور مرتكز على كوابيل حجرية تحصر فيما بينها عوارض خشبية ويتكون السقف من براطيم خشبية مزخرفة برسوم زيتية متعددة الألوان ومذهبة، أما المسجد من الخارج فله أربعة واجهات.

وتكمن قيمته المعمارية في طرازه الفريد من نوعه، حيث تأثر بطراز مسجد ومدرسة السلطان حسن في الآتي: وجود بروز مربع الشكل معقود عليه القبة الضريحية بالواجهة الجنوبية الشرقية لذا نجد أن هذه الواجهة تنقسم إلى خمس واجهات صغيرة على غرار القبة الضريحية بمدرسة السلطان حسن، كذلك نجد أن المئذنة تبدأ بقاعدة من الأرض ولها بروز عن جدار الجامع يأخذ شكل شبه دائري يشبه مئذنتي جامع السلطان حسن، كذلك نفذ المدخل على غرار مدخل جامع قانيباي الرماح الذي يقع خلفه في وجود السلم المؤدي للباب والبسطة الرخامية وهو عبارة عن دخله غائرة بها مقرنص بمقرنصات مقعرة ذات دلايات من أربعة حطات متأثرًا في ذلك بمقرنصات مدخل جامع السلطان حسن، ونظراً للفترات التاريخية التي مرت بالمبنى وعوامل التلف المختلفة التي طرأت على البيئة المحيطة فقد تأثرت القيم المختلفة للجامع، حيث تأثرت القيمة المعمارية للجامع نتيجة الخلل الذي حدث في تخطيطه نظراً لفقدان السبيل الذي كان قائم بجوار الواجهة الجنوبية الغربية، كذلك

---

[٧] مكس هرتس بك، ذيل الكراسة الثالثة والعشرون، جامع المحمودية، كراسات لجنة حفظ الآثار العربية،المجموعة الثالثة والعشرون من محاضر جلسات اللجنة وتقارير قسمها الفني عن سنة ١٩٠٦افرنجية ، المطبعة الأميرية بالقاهرة ، ١٩١٥م، صـ ١١٦، صـ ١١٧

([٨]) أمر بتشييد هذا الجامع الوالي العثماني محمود باشا أحد وزراء الدولة العثمانية الذي أرسله السلطان سليمان القانوني ليتولي إمارة مصر عام ٩٧٣هـ / ١٥٦٦م سنة ٩٧٥هـ / ١٥٦٧م بالجهة الشرقية من ميدان صلاح الدين بالقلعة لتخليد اسمه وذكراه وأقام بالواجهة الجنوبية الشرقية تربة لكي يدفن بها.

الشروخ والتصدعات الموجودة ببعض الواجهات وفقدان الكتل الحجرية للمئذنة أثر على القيمة المعمارية للجامع، أما القيمة الجمالية فقد تأثرت نتيجة لتأثير عوامل التلوث الجوي على الزخارف والنقوش والكتابات الموجودة بالجامع حيث أدت إلى طمسها وإخفائها، كذلك تأثرت القيمة الوظيفية للجامع بفقدان مبنى السبيل.

(٢-٣) القيم الدينية والوظيفية :

أنشأ محمود باشا مسجده هذا ليخلد ذكراه وليكن مسجداً للناس يصلوا به، ومن ثم كان من الضروري مراعاة ذلك في التصميم وفي سبيل تحقيق الوظيفة المنشأ من أجلها وهي صلاحيته لإقامة الصلوات الجامعة فإن المسجد يتكون من إيوانين يفصل بينهم درقاعة تمتد من الشمال إلي الجنوب بحيث تصل إلي ما بين بابي المسجد منها إيوان موجه نحو القبلة وبه محراب ومنبر لإقامة الخطبة ولقراءة المصحف والإيوان الثاني يوجد في الجهة الشمالية الغربية وبه دكة المبلغ، ويتوسط المسجد مربع اصغر من مربع المسجد يحدده أربعة أعمدة كبيرة من الجرانيت الوردي يعلوها أربعة عقود كبيرة فوقها منور مرتكز على كوابيل حجرية وذلك للإضاة والتهوية، كذلك اشتمل المسجد على مئذنة تقع في الواجهة الجنوبية الغربية تأكيداً لصلاحية المدرسة لوظيفة الصلاة كما كان شائع في معظم المساجد بمصر بالإضافة إلى السبيل الذي كان يستخدم لشرب المياه ومكانه كان بجوار الواجهة الشمالية الغربية ولكنه اندثر.

٣- الفحوص والتحاليل والاختبارات :

(٣-١) الفحوص :

تهدف هذه الطريقة إلى تحديد الشكل المورفولوجي للعينة المراد فحصها والتعرف على التغيرات التي طرأت عليها من تأثير عوامل التلف عليها، حيث تم فحص ٤ عينات مأخوذة من جامع المحمودية من الواجهة الجنوبية الغربية والشمالية الغربية والواجهة الجنوبية الشرقية والواجهة الشمالية الشرقية بجهاز الميكروسكوب المستقطب وجهاز الميكروسكوب الإليكتروني الماسح .

(٣-١-١) فحص العينات بجهاز الميكروسكوب المستقطب :

تبين من خلال الفحص البتروجرافي لعينات الحجر الجيري أنه يتكون من معدن الكالسيت بشكل أساسي ومعدن الدولومايت والكوارتز كمعادن ثانوية وأكاسيد الحديد ومعادن الطين كشوائب، ويظهر الحجر الجيري تحت الميكروسكوب بنطاقات كبيرة من بلورات الكالسيت وتظهر الفراغات البينية لبلورات الكالسيت ممتلئة بنسيج دقيق موزاييكي من بلورات الكالسيت بالإضافة إلى وجود بلورات مفككة من الكوارتز إلى جانب أنواع مختلفة من الحفريات مثل حفرية النيموليت وحفرية الفورامينيفرا وبعض الحفريات الدقيقة، حيث تتشابه هذه الخصائص مع خصائص الحجر الجيري المأخوذ من محاجر منطقة حلوان مما يرجح أن الحجر الجيري المستخدم بجامع المحمودية قد جلب من هذه المحاجر، ويظهر من خلال الفحص للعينات الممثلة للتلف وجود بلورات الكالسيت والكوارتز دقيقة التحبب ووجود أكاسيد الحديد المختلفة وأملاح

الجبس والتي سهلت من عملية التجوية ويظهر من خلال الفحص وجود فقد في نسيج الحجر وحدوث فجوات وشقوق وثقوب – والتي أدت إلى زيادة مسامية الحجر - نتجت عن تأثير عوامل التلف المختلفة (انظر الصور أرقام ١، ٢، ٣، ٤).

(٣-١-٢) فحص العينات بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح :

من خلال الدراسة بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح SEM لعينات الحجر الجيري الممثلة لأماكن مختلفة بالجامع تبين أنها تتكون من معدن الكالسيت بشكل أساسي بالإضافة لمعدن الكوارتز وأملاح الهاليت والجبس كشوائب، حيث يظهر من خلال الفحص وجود بلورات الكالسيت والكوارتز، ويتبين وجود تدهور وتآكل في البلورات المعدنية للحجر نتيجة الاجهادات التي أحدثتها تبلور وإعادة تبلور الأملاح داخل البلورات المعدنية لمادة الحجر وفقد في المادة الرابطة نتيجة لتأثير المياه الأرضية الملوثة وكذلك أظهرت الفحوص وجود بلورات من ملح الهاليت وملح الجبس، ويظهر من خلال الصور وجود تحول جزئي لبلورات الكالسيت إلى الجبس نتيجة لتفاعل غازات التلوث الجوي الصادرة من عوادم السيارات والصناعات القريبة من منطقة الدراسة مع كربونات الكالسيوم في وجود الرطوبة، يظهر كذلك في أماكن مختلفة من الصور وجود مستعمرات فطرية (انظر الصور أرقام ٥، ٦، ٧، ٨).

(٣-٢) التحاليل :

نستعرض فيما يلي الدراسة بجهاز تفلور الأشعة السينية XRF وجهاز حيود الأشعة السينية لعينات الحجر الجيري بواقع ٤ عينات مأخوذة من كل من الواجهة الجنوبية الغربية والشمالية الغربية والواجهة الجنوبية الشرقية والواجهة الشمالية الشرقية .

(٣-٢-١) تحليل العينات بجهاز تفلور الأشعة السينية : X-Ray Fluorescence

من خلال الدراسة بجهاز تفلور الأشعة السينية (XRF) لعينات الحجر الجيري الممثلة لأماكن مختلفة من جامع المحمودية تبين أنه يتكون من – بعد حساب متوسط نسبة كل عنصر بالنسبة لمجموع العينات – أكسيد الكالسيوم CaO بنسبة 72.75% كعنصر أساسي Major element ، وأكسيد الحديد الثلاثي Fe_2O_3 بنسبة 1.77%، وثاني أكسيد السليكون SiO_2 بنسبة % 13.11، وثالث أكسيد الكبريت SO_3 بنسبة 4.99% ، وأكسيد الصوديوم Na_2O بنسبة 3.45% ، وأكسيد الماغنسيوم MgO بنسبة % 1.38، وثالث أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 بنسبة % 0.94

(٣-٢-٢) تحليل العينات بجهاز حيود الأشعة السينية: X-Ray Diffraction

من خلال الدراسة بجهاز حيود الأشعة السينية (XRD) لعينات الحجر الجيري الممثلة للواجهة الجنوبية الشرقية من جامع المحمودية تبين أنه يتكون من معدن الكالسيت $CaCO_3$ بنسبة % 90.26 كمكون أساسي، ومعدن الكوارتز SiO_2 بنسبة % 8.41، ومعدن الجبس بنسبة 13.44% ومعدن الهاليت NaCl بنسبة 14.40

%ومن هذه النسب نستنتج ارتفاع نسبة الأملاح بأحجار هذه الواجهة ، وبتحليل عينات الحجر الجيري الممثلة للواجهة الشمالية الغربية تبين أن متوسط نسبة معدن الكالسيت $CaCO_3$ بنسبة % **36** كمكون أساسي، ومعدن الجبس بنسبة % **30** ومعدن الهاليت NaCl بنسبة % **27** ومعدن الكوارتز SiO_2 بنسبة 7% حيث نستنتج من ارتفاع نسبة كبريتات الكالسيوم بهذه الواجهة أنها تأثرت بشكل كبير بغازات التلوث الجوي، وبتحليل عينات الحجر الجيري الممثلة للواجهة الشمالية الشرقية تبين أن متوسط نسبة معدن الكالسيت $CaCO_3$ بنسبة % **64** كمكون أساسي، ومعدن الجبس بنسبة % **30** ومعدن الهاليت NaCl بنسبة % **22** ومعدن الكوارتز SiO_2 بنسبة **15%**، وبتحليل عينات الحجر الجيري الممثلة للواجهة الجنوبية الغربية تبين أن متوسط نسبة معدن الكالسيت $CaCO_3$ بنسبة % **71** كمكون أساسي، ومعدن الدولومايت $Ca,Mg(CO_3)_2$ بنسبة % 15 ومعدن الهاليت NaCl بنسبة % 11 ومعدن الكوارتز SiO_2 بنسبة % **2** من نتائج التحاليل يتبين أن مادة البناء الأساسية – وهي الحجر الجيري - تعاني من ارتفاع نسبة الأملاح (الهاليت والجبس) والتي يعزي وجود الأولى إلى تأثير التربة الملوثة بالمياه الأرضية ووجود الثانية نتيجة لتأثير غازات التلوث الجوي النابعة من وسائل النقل والانتقال وكذلك الصناعات الموجودة بالمنطقة .

م	المركبات	المركبات التي تم التعرف عليها باستخدام جهازXRD و نسبة تركيزها في العينة					
	مكان العينة	Cal.	Hal.	Gyp.	Hem.	Qua.	Dol.
١	الواجهة الجنوبية الشرقية	63.73	14.40	13.44	-	8.41	-
٢	الواجهة الشمالية الغربية	36	27	30	-	7	-
٣	الواجهة الشمالية الشرقية	64	22	-	-	15	-
٤	الواجهة الجنوبية الغربية	71	11	-	-	2	15

جدول رقم (١) العناصر التي تم التعرف عليها باستخدام جهاز XRF ونسبة تركيزها
(الحجر الجيري – جامع المحمودية)

	المركبات مكان العينة	المركبات التي تم التعرف عليها باستخدام جهاز XRF و نسبة تركيزها في العينة					
		CaO	SiO2	SO3	Al2O3	Fe2 O3	K2O
١	الواجهة الجنوبية الشرقية	90.26	2.31	3.56	1.65	0.67	0.57
٢	الواجهة الشمالية الشرقية	84.92	11.38	-	0.89	1.13	-
٣	الواجهة الشمالية الغربية	54.15	25.88	10.13	-	1.85	0.71
٤	الواجهة الجنوبية الغربية	61.68	12.88	6.28	1.22	3.46	1.30

جدول رقم (٢) العناصر التي تم التعرف عليها باستخدام جهاز XRD ونسبة تركيزها
(الحجر الجيري – جامع المحمودية)

(٣-٣) قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية :

نستعرض فيما يلي اختبارات الخواص الفيزيائية والميكانيكية لعينات الحجر الجيري المأخوذة من جامع المحمودية بواقع ١٢ عينة لكل اختبار على حده مأخوذة من كلا من الواجهة الجنوبية الغربية والشمالية الغربية والواجهة الجنوبية الشرقية والواجهة الشمالية الشرقية.

(٣-٣-١) اختبارات الخواص الفيزيائية (الكثافة – المسامية – امتصاص الماء) :

من خلال اختبارات قياس الخواص الفيزيائية لعدد (١٢) عينة من الحجر الجيري بواقع (٣) عينات ممثلة لكل واجهة من واجهات الجامع الأربعة حيث بلغ متوسط كثافة عينات الحجر الجيري 2.13 جم/سم٣، وبلغ متوسط المسامية لعينات الحجر الجيري % 11.96، وبلغ **جدول رقم (٣) قيم متوسطات اختبارات الخواص الفيزيائية لعينات الحجر الجيري المأخوذة من جامع المحمودية** متوسط امتصاص الماء لعينات الحجر الجيري % 7.09 (انظر الجدول رقم (٣) الذي يبين قيم متوسطات نتائج الاختبار) .

(٣-٣-٢) اختبارات الخواص الميكانيكية (مقاومة الضغط – مقاومة الشد) :

من خلال اختبارات قياس الخواص الميكانيكية لعدد ١٢ عينة من الحجر الجيري بواقع ٣ عينات ممثلة لكل واجهة من واجهات الجامع الأربعة تبين أن متوسط قيم مقاومة تحمل الأحجار لاجهادات الضغط بلغ 178.75 كجم / سم٢، ومن خلال اختبارات قياس قوة تحمل الحجر لإجهادات الشد التي أجريت على العينات بلغ

م	نوع الاختبار / مكان العينة / الكود	اختبارات الخواص الفيزيائية		
		Density	Porosity	Water absorption
١	M1 الواجهة الجنوبية الشرقية	2.12	12.81	7.27
٢	M2 الواجهة الشمالية الشرقية	2.07	12.93	7.35
٣	M3 الواجهة الشمالية الغربية	2.25	10.40	6.78
٤	M4 الواجهة الجنوبية الغربية	2.08	11.8	6.97

متوسط اجهادات الشد 68.25 كجم / سم٢(انظر الجدول رقم (٤) الذي يبين قيم

م	نوع الاختبار / الكود / مكان العينة	اختبارات الخواص الميكانيكية	
		Compressive Strength	Tensile strength
١	M1 الواجهة الجنوبية الشرقية	174	69
٢	M2 الواجهة الشمالية الشرقية	167	65
٣	M3 الواجهة الشمالية الغربية	178	68
٤	M4 الواجهة الجنوبية الغربية	196	71

متوسطات نتائج الاختبار) .

جدول رقم (٤) قيم متوسطات اختبارات الخواص الميكانيكية لعينات الحجر الجيري المأخوذة من جامع المحمودية

(٣-٤) رصد ميول مئذنة الجامع:

تم رصد ميول مئذنة الجامع من خلال جهاز Geographic Positioning System (GPS) ماركة GARMIN حيث تم رصد المئذنة على ٦ مستويات مختلفة من خلال الجدول الآتي :

جامع المحمودية		
النقطة	محصلة الميل	الاتجاه
الأولي	5.4cm	00° 1' 53.98 " جنوب - غرب
الثانية	7.2cm	30° 1' 53.43 " جنوب - شرق
الثالثة	3.2cm	30° 1' 53.46 " جنوب - شرق
الرابعة	3.7cm	30° 1' 53.51 " شمال - شرق
الخامسة	4.2cm	30° 1' 53.57 " شمال - شرق
السادسة	3.8cm	30° 1' 54.51 " شمال - غرب

جدول رقم (٥) رصد اتزان مئذنة جامع المحمودية عن طريق رصد الإحداثيات باستخدام جهاز GPS

٤- رصد وتوثيق مظاهر وعوامل التلف المختلفة لحالة الدراسة:

(٤-١) رصد مظاهر وعوامل التلف المختلفة :

من خلال الزيارات الميدانية المتكررة لجامع المحمودية تم رصد العديد من مظاهر التلف المختلفة والتي تنوعت ما بين مظاهر التلف الإنشائية والمعمارية والحضرية والدقيقة، والتي تتمثل في مظاهر التلف الآتية (انظر الصور أرقام ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥):

(٤-١-١) تراكم الأتربة بجوار الواجهات الخارجية للجامع، والذي أدى إلى زيادة محتوى الرطوبة بالأحجار الملاصقة لها .

(٤-١-٢) تزهر الأملاح في صورة قشور صلبة على سطح الأحجار حيث تأكد من خلال التحاليل والفحوص التي أجريت على عينات الحجر الجيري المأخوذة من الجامع أنه يحتوي على أملاح الهاليت (NaCl) الناتجة من التربة الملوثة بالمياه الأرضية وأملاح كبريتات الكالسيوم الناتجة عن تفاعل غازات التلوث الجوي مع كربونات الكالسيوم المكون الأساسي للحجر الجيري في وجود الرطوبة (راجع الفحوص والتحاليل) .

(٤-١-٣) تآكل الأجزاء السفلية للأعمدة الجرانيتية الحامل
ة للشخشيخة الموجودة بوسط الجامع نتيجة تأثير المياه الأرضية، حيث تتسبب المياه في إذابة الأملاح - سواء الموجودة بالتربة أو الموجودة بمادة الحجر - وإعادة

تبلورها داخل مسام الأحجار مما يؤدي إلى حدوث ضغوط كبيرة على جدران المسام من الداخل حيث ينتج عنها حدوث شروخ وتشققات دقيقة في البنية الداخلية للحجر قد تؤدي في النهاية إلى تساقط بعض أجزاء من الحجر نتيجة لزيادة الضغط الناتج من الأملاح عن القوى الداخلية للحجر[٩] .

(٤-١-٤) طمس القيم الجمالية للزخارف الموجودة بسقف الجامع وتقشر الألوان وحدوث تلف بالأخشاب .

(٤-١-٥) حدوث تآكل وتدهور بالأحجار السفلية لواجهات الجامع من الداخل والخارج، نتيجة التغير المستمر في درجات الحرارة سواء أكان يوميا أو موسميا والذي أدى إلى حدوث ميكانيكية تلف معقدة أثرت بالسلب على مواد البناء، ومن المعروف أن الصخور تتكون من معادن غير متجانسة في التركيب المعدني وتتكون من معادن ذات معاملات مختلفة في التمدد الحراري، هذا التمدد يتغير اعتمادا على شكل البلورة والذي تكون أثناء التكوين المعدني للصخر، وينتج عن ظاهرة التمدد الحراري حدوث شقوق وشروخ دقيقة في الحجر[١٠].

(٤-١-٦) حدوث ميول بمئذنة الجامع وتدهور وفقد بالأحجار بالجزء السفلي بها نتيجة لتأثير عوامل التلف الإنشائية .

(٤-١-٧) انفصال سقف الجامع عن الجدران وحدوث ميول به نتيجة لتأثير عوامل التلف الإنشائية خاصة الزلازل (حيث تأثر الجامع بزلزال عام ١٩٩٢م)، وكذلك حدوث انفصال بالبلاط المغطي للسقف الخشبي من أعلى .

(٤-١-٨) حدوث تآكل وفقد بالعناصر المعمارية الزخرفية للجامع (الشرافات والمقرنصات) نتيجة لأسباب خاصة بعملية الإنشاء، حيث تتميز هذه العناصر برقتها لذا لم تقاوم تأثيرات عوامل التلف المختلفة .

(٤-١-٩) وجود شروخ عميقة في بعض الجدران السميكة ووجود انفصال غير متسع عند مناطق اتصال الجدران مع بعضها البعض أو الجدران مع الأسقف، نتيجة لتأثير عوامل التلف الإنشائية المختلفة مثل التربة والزلازل (خاصة زلزال عام ١٩٩٢م) .

(٤-١-١٠) انفصال الجدران عن بعضها عند الأركان وانفصال الجدران عن الأسقف نتيجة حدوث هبوط في التربة التي أقيم فوقها المبنى الأثري (موضوع البحث) .

---

(9) Honeyborne, D. B., Weathering and decay masonry in " conservation of building and decorative stone ", vol 2, Second edition, London, 1998, P 153

(10) Rovnanikova ,P., environmental pollution effects on other building material ,in, environmental deterioration of materials , Moncmanova,A., Southampton , Boston, 2007, P .234

(٤-١-١١)حدوث شروخ مختلفة الأشكال – سواء كانت شروخ رأسية أو أفقية أو مائلة - والأحجام التي تنتشر في مختلف العناصر المعمارية بالمبني الأثري (موضوع البحث)

(٤-١-١٢) حدوث شروخ رأسية عميقة في كتل أحجار الأعتاب والصنج بنوافذ الجامع.

(٤-١-١٣) حدوث انزلاق وشروخ في الكتل الحجرية وحدوث انبعاج Buckling في الواجهة الجنوبية الشرقية للضريح .

(٤-١-١٤) وجود طبقة من القشور السوداء على أسطح أحجار الواجهات الخارجية للجامع، حيث تبين من خلال التحاليل أن طبقة Black crust تحتوي على مركب الجبس والذي نتج لتفاعل حمض الكبريتيك – الناتج من تفاعل غازات التلوث الجوي مع الرطوبة - مع كربونات الكالسيوم المكون الأساسي للحجر الجيري وتعمل على تحوله إلى كبريتات كالسيوم [١١]، حيث يتسبب غاز ثاني اكسيد الكبريت في تكوين رواسب معتمه وقشور سوداء من كبريتات الكالسيوم على أسطح المباني الأثرية مما يؤدي إلى تشويه منظرها ويعمل على إتلافها [١٢]، وتتوقف شدة التلف التي تتسب فيها طبقة Black crust على سمك الطبقة وشدة تلوث الهواء وعوامل المناخ الأخرى ونوع الحجر[١٣]، وتتكون هذه الطبقات غالبا من أكاسيد الحديد والكبريتات والسناج والأتربة والمعادن السيليكاتية ونسب ضئيلة من المعادن الأخرى مثل الجبس والمواد العضوية وتتراكم على سطح مواد البناء الأثرية ومع مرور الزمن وفي ظل وجود مصادر الرطوبة المختلفة من أمطار وبخار ماء ومياه أرضية تحدث تفاعلات بين هذه المكونات وبين مادة البناء الأثرية ينتج عنها تكون طبقة من القشور السوداء على سطح الحجر تعرف بالباتينا ومع مرور الوقت يصبح سطح الحجر أسفل هذه الطبقات غير متماسك ومفكك بسبب التفاعلات الناتجة عن دورات الرطوبة والجفاف[١٤] .

---

(11) Akos Torok, Black crusts on travertine: factors controlling development and stability, Environ Geol, 56:583–594, Springer-Verlag and stability, Published online: 7 April 2008, P.590.

(12) Fassina, V., ., Atmospheric pollutants responsible for stone decay. Wet and dry surface deposition of air pollutants on stone and the Formation of black scabs. In: Weathering and air pollution. 1st course Community of Mediterranean Universities University School of Monument Conservation, Bari, 1991, pp.67-86

(13) Montana, G., and Randazzo, L. ,The growth of " black crusts " on calcareous building stones in Palermo (Sicily) a first appraisal of anthropogenic and natural sulphur sources , Environ Geol. 56: 367 – 380 , Published online 18 January 2008 , Springer – Verlag 2008 , P.378.

(١٤) أيمن حسن أحمد حجاب، دراسة لبعض مظاهر التلوث الجوي المتمثلة في الطبقات السوداء السطحية (الطبقات الرقيقة السوداء – القشرة الصلبة السوداء) علي بعض واجهات المباني الأثرية

(٤-١-١٥) حدوث صدأ وتلف بالوحدات النحاسية الموجودة بالجامع نتيجة لتأثير عوامل التلف المختلفة المتمثلة في تأثير الرطوبة والتباين والتردد بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية وتأثير غازات التلوث الجوي .

(٤-١-١٦) حدوث تلف وتدهور بالعناصر الخشبية والمعدنية والجصية المستخدمة بالمبنى الأثري (موضوع البحث) متمثلة في تآكل وفقد أجزاء منها وتراكم الأتربة والاتساخات عليها

(٤-١-١٧) حدوث تعديات على المبنى الأثري (موضوع البحث) متمثل في الأنشطة (الحرفية والتجارية والصناعية) وزيادة الإشغالات بمحيط المنطقة، حيث تحتوي البيئة المحيطة بمنطقة الدراسة على بعض المراكز والأنشطة الحرفية والتجارية التراثية والتي تتكون من عدة مباني للورش المختلفة سواء الصناعية أو الحرفية، كما تنتشر بالمنطقة بعض محال النجارة والسباكة والحدادة .

(٤-١-١٨) وجود شوارع محورية رئيسية بمنطقة الدراسة – مثل شارع محمد علي – عمل على زيادة حركة النقل والانتقال بالشوارع المحيطة بمنطقة الدراسة حيث ينتج عنها حدوث اهتزازات تسببت في خلخلة التربة المقام عليها المبنى الأثري (موضوع البحث) مما أدى إلى حدوث شروخ وتشققات بجدرانه، فضلا عن الاختناقات المرورية لعدم ملائمة النمط العمراني التاريخي بالمنطقة لوسائل المرور الحديثة والتي تعمل على عدم الإحساس بالكتلة والفراغ بالمنطقة فضلاً عن انتشار الملوثات البيئية الناتجة عن عوادم السيارات والقمامة وتسرب المياه من شبكات مياه الشرب والصرف الصحي نتيجة لتهالكها .

- حدوث تلوث بصري نتيجة إنشاء مساكن جديدة - ذات قيم جمالية ومعمارية منخفضة – تحتوي علي تصميمات معمارية وإنشائية ذات نمط مغاير لطبيعة تصميمات المباني الأثرية [١٥].

(٤-١-١٩) حدوث تلوث بصري ناتج عن الإشغالات المتمثلة في احتلال الباعة الجائلين لأرصفة الشوارع لعرض بضاعتهم كذلك قيام أصحاب المحلات التجارية بالتعدي على الشارع بعرض بضاعتهم أمام أبواب المحلات على الأرصفة وأحيانا تمتد إلى الطرق مما يعوق حركة المشاة، فضلا عن انتشار القمامة والمخلفات والأكشاك التي تحتل معظم الشوارع المؤدية لمنطقة الدراسة .

(٤-٢) توثيق مظاهر التلف الموجودة بالجامع :

تم عمل مساقط رأسية حيث تم تسجيل وتوثيق مظاهر التلف الموجودة بالمبنى الأثري (موضوع البحث) يبين بها مواقع أماكن التلف وأنواعها وكذلك تحديد وحصر

الإسلامية في مدينة القاهرة القديمة – المشكلة و الحلول المقترحة، رسالة دكتوراه، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار ، جامعة القاهرة، ٢٠١١م ، صـ ٨١، صـ ٨٥.

[١٥] أحمد عوض، المنشآت الحديثة وأثرها على آثار مدينة القاهرة، المجلة العلمية لكلية الآداب، جامعة المنيا، الجزء الثاني من العدد الحادي والثلاثون، ١٩٩٩م، صـ ٥٧٧، صـ ٥٨٠.

حجم المناطق التالفة، حيث استخدمت رموز خاصة بكل مظهر من مظاهر التلف الموجودة مع مراعاة توحيد هذه الرموز على كافة الرسومات (انظر أشكال رقم ٥، ٦، ٧، ٨).

٥- اقتراحات التدخل والحفاظ على جامع المحمودية :

قبل البدء في أعمال التدخل كان لابد من تبني فلسفة موحدة لترميم وعلاج العناصر المختلفة التي حدث بها خلل بحالة الدراسة، حيث تتمثل أهم أركان تلك الفلسفة في ضمان الاتزان الإنشائي للجامع مع مراعاة عدم الإخلال بأصالة وقيم المبنى التاريخية والأثرية والمعمارية، والركن الثاني من هذه الفلسفة هو التدخل بأقل حد ممكن والركن الثالث هو إعادة التأهيل للمبني ليؤدي وظيفته على أكمل وجه .

بعد رصد وتوثيق مظاهر التلف الموجودة بجامع المحمودية والوقوف على الوضع الراهن للجامع من خلال مرحلة الدراسة المستفيضة التي تمت ومعرفة مسببات التلف، نأتي إلي مرحلة التنفيذ واقتراحات التدخل والتي تتنوع ما بين الترميم الإنشائي والمعماري والدقيق طبقا لحالة الدراسة .

(٥-١) الترميم الإنشائي :

وهو التدعيم الموجه نحو تقوية العناصر الإنشائية للمبنى الأثري أسفل منسوب سطح الأرض ويشتمل على تدعيم التربة القائم عليها الجامع وتدعيم الأساسات المسئولة عن نقل أحمال المبني سواء كانت أحمال حية أو ميتة بطريقة آمنة إلى التربة .

(٥-١-١) تدعيم البنية التحتية (التربة والأساسات) :

تأتي عملية تدعيم التربة – والتي تعرضت لتأثيرات المياه الأرضية مما تسبب في ضعفها وتفكك حبيباتها وعدم قدرتها علي تحمل الإجهادات الواقعة عليها - بعد تخفيض منسوب المياه الأرضية ومنع وصولها إلى المبنى الأثري، وبالنسبة لحالة جامع المحمودية يفضل استخدام الخوازيق الإبرية ([١٦]) في تدعيم أساساته وفي تدعيم تربة التأسيس أسفل الأساسات، نظراً لأن هذه التقنية لا تحتاج إلى عملية الفك وإعادة

---

[١٦] سميت بالخوازيق الإبرية نظرا لصغر قطرها الذي يتراوح ما بين ١٠ سم إلى ٢٥ سم ، وأول استخدام للخوازيق الإبرية في مصر كان عام ١٩٩١م في مسجد الغوري ، و استخدمت حتى عام ٢٠٠٠م في تدعيم أساسات ٢١ أثراً منها ١١ أثراً في مدينة القاهرة (الجامع الأزهر وزاوية عبد الرحمن كتخدا و مسجد الكخيا و المتحف القبطي و جامع البنات و حصن بابليون) ، و مئذنة الجامع العمري بإسنا ، و من أنواع الخوازيق المستخدمة في تدعيم أساسات المباني الأثرية ، خوازيق إبرية ذات ضغط منخفض Low pressure micro pile و يتراوح ضغط الحقن بهذه الخوازيق من ٢ إلي ٥ بار، وخوازيق إبرية ذات ضغط عالي High pressure micro pile و يتراوح ضغط الحقن في هذا النوع من ١٠ إلي ٢٠ بار .

(١٦) السيد عبدالفتاح القصبي، التدعيم والتربيط والخوازيق الإبرية أهم أسس الصيانة الوقائية للمباني الأثرية، دورة الصيانة الوقائية للمباني و المقابر الأثرية، إدارة التدريب والتنمية البشرية، مشروع القاهرة التاريخية ، ٢٠١١م.

البناء مرة أخرى وما يترتب على ذلك من أضرار قد تلحق بالأثر وكذلك مناسبة تلك التقنية لسمك الحوائط بالجامع حيث تعتمد هذه الخوازيق على التسليح لنقل الأحمال الواقعة على الأساسات إلي طبقات التربة الصلبة أسفل طبقات الردم والطبقات الضعيفة عن طريق الاحتكاك بين جسم الخازوق والتربة المحيطة به، وتنفذ الخوازيق الإبرية بمعدات صغيرة تمكن من استخدامها داخل المساحات الضيقة داخل المباني حيث يتم الحفر وتنزيل حديد التسليح ثم الحقن تحت ضغط منخفض أو بضغط عالي.

ويراعي عند استخدام الخوازيق الإبرية أن تتحمل النصيب الأكبر من جميع الأحمال الواقعة على المبني – إلا أن التحميل الواقع من سلوك الحوائط على الخوازيق الإبرية هي عبارة عن أحمال افتراضية، خاصة إذا كان سمك الحوائط يزيد عن ٢م فإن أحمال هذه الحوائط لا يقع بالكامل على الخوازيق الإبرية المستخدمة حيث يتم حفر عمق لا يزيد عن ٢٥سم داخل الحائط لوضع الميد الممتدة فوق هامات الخوازيق لتحميل الجدار عليها [١٧] - كما يراعي ألا يزيد الإجهاد في قطاع الخازوق عن الحد المسموح به للخرسانة المصنوع منها الخازوق مع مراعاة الاحتياطات اللازمة لحماية الخوازيق من تأثير المياه الأرضية وما يوجد بها من أملاح أو أحماض أو أي عوامل قد تضر بمادة الخازوق، ، كما يراعى أن يكون طول الخازوق المستخدم أكبر من عمق تربة الردم المؤسس عليها الجامع (موضوع البحث) حتى يتم الوصول لطبقات التربة الصلبة التي سينتقل إليها الحمل الواقع على الخازوق، وتنفذ الخوازيق الإبرية بأقطار صغيرة من ١٠ – ٢٥ سم وبأحمال تشغيل من ١٥ – ٦٠ طن وتنفذ على منسوب واحد أو علي منسوبين مختلفين [١٨].

[١٦] السيد عبدالفتاح القصبي، التدعيم والتربيط والخوازيق الإبرية أهم أسس الصيانة الوقائية للمباني الأثرية، دورة الصيانة الوقائية للمباني و المقابر الأثرية، إدارة التدريب والتنمية البشرية، مشروع القاهرة التاريخية ، ٢٠١١م.

[١٧] أسامر زكريا أحمد، التقنيات المعاصرة في ترميم المباني الأثرية، دراسة تطبيقية علي المباني الأثرية الإسلامية في مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة ، ٢٠٠٥م ، صـ ١٠٩

تقنية التدعيم باستخدام الخوازيق الإبرية [١٩]:

في حالة الخوازيق ذات الضغط المنخفض :

- يتم الحفر على مراحل بحيث تمثل كل مرحلة واحد متر من طول ماسورة الحفر حتى نصل إلى العمق (منسوب التأسيس) مع استعمال مادة bentonite slurry بنسبة ٥% لمنع جوانب الحفر من الانهيار والعمل على تبريد ماكينة الحفر، بعد انتهاء الحفر حتى الطول المطلوب يتم إخراج مواسير الحفر.
- يتم إنزال حديد التسليح وهو عبارة عن مواسير من الحديد الصلب يتراوح طولها من ١م إلى ١,٥م وقطرها ٨ سم ويتم تركيبها مع بعض بواسطة قلاووظ بكامل طول الخازوق .
- يتم حقن الخازوق تحت ضغط (٢ – ٤ بار) بمونة الاسمنت والماء بنسبة ١ : ٢ بحيث يتم الحقن من أسفل إلى أعلى حتى يتم ملء قطاع الخازوق بكامل طوله داخل وخارج ماسورة التسليح التي يقل قطرها عن قطر الحفرة بمقدار ٦ سم .

في حالة الخوازيق ذات الضغط العالي :

- يتم الحفر على مراحل كما سبق ثم يتم إنزال ماسورة التسليح بالقطر المطلوب وسمك حوالي ٨ سم بحيث تكون مغلقه من أسفل على أن يحتوي الجزء السفلي من ماسورة التسليح– بداية من منسوب التأسيس وبارتفاع ١٠م (Bond length) – على مجموعة من الثقوب (Tube manchet) الخاصة بالحقن بحيث توجد ٤ ثقوب كل ٥٠ سم .
- يتم إنزال الـ Backer (عبارة عن ماسورة متصلة بأسفل بجزء مطاطي قابل للانتفاخ) حتى منسوب أعلي قليلاً من منسوب أول manchet من أسفل .
- يتم ضغط مادة Bentonite slurry داخل الجزء المطاطي مما يؤدي لزيادة حجمه وليمنع خروج مونة الاسمنت لأعلى الـ Backer .
- يتم ضخ مونة من الاسمنت والرمل بنسبة ١:١ والتي تخرج من الـ manchet لتملأ خارج ماسورة التسليح بكامل طول الخازوق بطبقة من المونة تسمى Aannural ثم تترك لمدة ٤٨ ساعة لكي تشك .

---

[١٨] انظر كلا من : أنور فؤاد سالمان ، توظيف منهجية التشكيل للعناصر المعمارية والفنية الحجرية كجزء من منهجية الترميم المعماري والدقيق في المباني الأثرية، رسالة دكتوراه، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة ، ٢٠٠٧م، صـ ١٦٨، صـ ١٦٩، أسامر زكريا أحمد، المرجع السابق ، ٢٠٠٥م، صـ١١١.

Paviani, A., Development in jet-grouting techniques, in: The arab contractors " Training institute on protection and restoration of Islamic monuments, May 1993, P. 383

- يتم إنزال الـ Backer حتى منسوب أعلى قليلاً من منسوب نهاية أسفل الماسورة ثم يتم ضخ البنتونيت Bentonite تحت ضغط (٢ – ٤ بار) لضمان انتفاخ الجزء المطاطي وعدم خروج الاسمنت لأعلى .
- يتم ضخ ٣٠ لتر من مونة الاسمنت والماء بنسبة ١ :٢ تحت ضغط تدريجي يصل إلى ٢٠ بار فيقوم بتحطيم طبقة الـ Aannural ويندفع ليملأ فراغات التربة .
- يتم تخفيض ضغط Bentonite في الجزء المطاطي ثم يتم رفع الـ Backer في منسوب أعلى قليلاً من منسوب الـ manchet التالي من أسفل، ويتم ضخ الـ Bentonite كما سبق ثم يتم ضخ مونة الاسمنت والماء بعد ذلك وتكرر هذه العملية حتى نصل إلى نهاية الـ Bond length الموجود به الثقوب .

(٥-٢) الترميم المعماري :

وهو الترميم الموجه نحو العناصر المعمارية للمنشأ، كصلب وتدعيم الأعتاب والجدران وترميم الشروخ الموجودة بالحوائط بحقنها وتربيطها .....الخ .

(٥-٢-١) تربيط الجدران بطريقة الأربطة المعدنية المغلفة Anchors System :

١ وتعتمد هذه الطريقة– التي تعرف بطريقة Sintec Harck (نسبة إلى اسم الشركة الانجليزية المنتج) لتربيط الشروخ - على ربط الشروخ الموجودة بحوائط الجامع باستخدام قطاعات حديدية معالجة بأحد المواد المانعة للصدأ مع الحقن باستخدام مادة أسمنت جراوت Cement Grout وإضافات أخرى، تعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرق التي أثبتت نجاحها في عملية تربيط الجدران على مستوى العالم وأهم ما يتميز به الوضع الإنشائي للحوائط المعالجة بهذا النظام أنها تعمل على تربيط الشروخ مع المحافظة على وضع الشرخ أو وضع ميل الحائط ، وتستخدم في هذه التقنية قضبان من الصلب المقاوم للصدأ والمغلف بغلاف من البولي أستر في تربيط الجدران بأسلوب غير ظاهر للعين وكذلك ربط الحوائط بالأسقف وتدعيم العقود.

ومن مبررات استخدامها :

- أنها تستخدم في تزرير الشروخ وتربيط الحوائط بشكل غير ظاهر للعين بعكس الطرق التقليدية .
- عدم الحاجة إلى فك وإعادة تركيب الجزء المراد تدعيمه - بعكس الدبل الخشبية – مما لا يترتب عليه إهدار نسبة كبيرة من الأحجار المستخدمة بالجامع .
- استخدامها لا يضيف أي اجهادات إلى العنصر المدعم .
- تعمل على تقوية المبني بشكل عام وزيادة صلابته ومقاومته لتأثيرات الزلازل .
- تقليل احتمال حدوث الانهيارات الجزئية بدرجة كبيرة .
- تجنب الانهيار المفاجئ للمبني الأثري المدعم أو أجزاء منه .
- منع حدوث الالتواء بعناصر المبني المدعم به أو تثبيته وتقليل حدوث الشروخ .
- يعمل التربيط الأفقي على منع حدوث شروخ رأسية بالأثر .

- توفر مقاومة عالية للقص المتولد عند حدوث زلزال نتيجة تكوين مساحة سطحية كبيرة من الرباط وجوانبه المنتفخة بمونة الحقن والمتشابكة مع جوانب العنصر المحيطة .

الإجراءات المتبعة في تنفيذ هذه الطريقة [٢٠] :

- يتم عمل دراسة إنشائية دقيقة للاماكن والمناطق الضعيفة يتم من خلالها تحديد أماكن التربيط.
- يتم ثقب الحائط المراد تربيطه طبقاً للقطر والطول المطلوب حسب التصميم باستخدام ماكينة تخريم خاصة لا ينتج عنها اهتزازات قد تضر بالأثر، يتم إدخال قضبان الحديد الصلب المغلف بالبولي إستر في الثقب .
- تحقن المونة – التي تتكون من جير ورماد الأفران (القصرمل) ورمل خالي من الأملاح ذو حبيبات دقيقة (١مم) وأسمنت جراوت Cement Grout وإضافات أخرى - داخل الغلاف تحت ضغط واحد بار بواسطة خرطوم بلاستيك موصل بمضخة تحتوي على المونة Pressure Pot ويمكن استخدام محقن يدوي في حالة الكميات الصغيرة من المونة Hand Held Grouting ويتم الحقن من آخر الثقب بالتدريج للأمام لضمان حقن الثقب بالكامل وتستمر العملية حتى تندفع المونة خارج القضيب والغلاف لضمان ملئ الشقوق والفراغات الصغيرة الموجودة بينها [٢١]، وبعد الانتهاء من الحقن يتم غلق الثقب بالمونة .

(٥-٢-٢) التدعيم الكيميائي والفيزيائي لحوائط الجامع :

(٥-٢-٢-١) العزل الأفقي للحوائط :

العزل الكيميائي للحوائط :

تعتبر عملية العزل الكيميائي للحوائط – والتي تتم باستخدام مواد كيميائية طاردة للماء Water repellent مثل المواد السيليكونية (مثل مادة Wacker Bs 15, Wacker Bs OH , Wacker Bs OH100) ومن الممكن استخدام مادتين احدهما تتميز بخاصية المنع للماء والأخرى تتميز بخاصية ملء المسام – من أدق وأهم عمليات التدخل والهدف من هذه العملية هو ملء المسام بين الحبيبات وتغليف الحبيبات المعدنية للأحجار المستخدمة في الحوائط وجعلها مواد طاردة للماء Hydrophobic Material وبذلك يتم تكوين طبقة عازلة بحيث لا تستطيع الرطوبة الناتجة عن المياه الأرضية من النفاذ خلال المسام، وتعتمد ميكانيكية منع هذه المواد للماء على حدوث انخفاض أقطار النظام الشعري إلى مستوى منخفض وبذلك تمنع صعود الماء بشكل

---

(19) Paulo, B., Structural Restoration of Monuments: Recommendations and Advances in Research and Practice, on International Conference on Restoration of Heritage Masonry Structures Cairo, Egypt, April 24-27, 2006, P.12.

(٢٠) أنور فؤاد سالمان ، المرجع السابق ، ٢٠٠٧م، صـ ١٧٦، صـ ١٧٧.

نهائي للمسام[٢٢]، كذلك تعمل طبقة عازلة عن طريق جعل الحبيبات المعدنية للأحجار ذات تأثير طارد للماء ويعتمد ذلك على أن الماء سائل قطبي يتنافر مع الأسطح غير القطبية Non-Polar وهذا ما تحدثه المواد الكيميائية المضافة للجدران حيث تفقد الماء القدرة على البلل بجعل زاوية التماس بين الماء وسطح الحجر ١٨٠° وبذلك تصبح غير جاذبة للماء Hydrophobic Surfaces .

طريقة التطبيق :

- يتم تحديد خط العزل الأفقي للحائط المراد عزله عند أول خط عرموس أفقي أعلى من منسوب الأرض .
- يتم عمل ثقوب في خط العراميس بعمق يشمل سمك الجدار إلا ٥ سم بحيث تكون المسافة بين كل ثقبين من ١٥ : ٢٠ سم.
- يتم تثبيت محابس على الثقوب من الخارج بالجير ومسحوق الحجر الجيري ويتم الحقن تحت ضغط مناسب – باستخدام ماكينة بها خلاط متصل بها خرطوم من المطاط يتحمل الضغط العالي [٢٣] - ثم تغلق الثقوب وتترك لمدة ٧ أيام حتى يتم جفاف المادة العازلة وتبلورها داخل الجدران، ثم تنزع بعد عملية الجفاف، ثم يتم تحديد المستوى الثاني للحقن على مسافة ٥٠ سم من مستوى خط الحقن الأول مع مراعاة أن يقع كل ثقب في المستوى الثاني بين ثقبين متجاورين في المستوى الأول[٢٤] .

(٥-٢-٣) الإحلال أو الاستبدال Replacement :

يعني هذا المفهوم إحلال واستبدال مواد البناء الخاصة بالمبني الأثري (موضوع البحث) – التي مازالت موجودة ولكنها فقدت قدرتها على القيام بوظيفتها الإنشائية في المبنى وأصبح من الضروري تقويمها واستبدالها بقطع حجرية سليمة [٢٥] - والتي تعرضت للتلف وحدث لها ضعف في خواصها الميكانيكية لدرجة لا تسمح معها بأداء وظيفتها الإنشائية وعدم جدوى علاجها، حيث يتم في هذه الحالة إزالة الكتل الحجرية التالفة واستبدالها بكتل أخرى من نفس نوع الحجر المستخدم ومن نفس المحجر الذي اقتطعت منه الأحجار المستخدمة في المبنى الأثري ويكون الإحلال إما جزئي أو كلي، وهناك عدة اعتبارات يجب مراعاتها عند القيام بهذه العملية ومنها القيام بصلب وتأمين الجدار المراد استبدال قطع حجرية به وعمل رسم تخطيطي موقع عليه القطع المراد استبدالها بحيث يتم توزيع أعمال النزع والاستبدال

---

(21) Weber, H.& Zinzmeister, K., Conservation of Natural stones, Guide lines to consolidation, Restoration and preservation, Expert verlag, Germany, 2000, P.24.

[٢٢] أسامر زكريا أحمد، المرجع السابق ، سنة ٢٠٠٥م، صـ ١٣١.

[٢٣] محمد أحمد عوض، ترميم المنشآت الأثرية، الطبعة الأولي، دار نهضة الشرق للطباعة و النشر، يناير ٢٠٠٥م، ص٢٩٩.

[٢٤] أنور فؤاد سالمان ، المرجع السابق، ٢٠٠٧م، صـ١٩٤.

بحيث لا تتركز في منطقة واحدة (يتم الاستبدال بشكل تبادلي حتى لا تتسب في انهيار الحائط خاصة المنطقة السفلية من الجدار).

(٥-٢-٣)- الاستكمال أو الاستعاضة Completion or Compensation:

هي عملية استعاضة الأجزاء المفقودة – سواء كانت من هيكل المبنى نفسه (حوائط – أسقف– أعمدة) أو من العناصر المكملة له (العناصر الزخرفية – الأرضيات - الأبواب) - من الأثر وتتم تحت شروط وقواعد لها إجراءات خاصة بهدف استكمال الصورة البصرية للمبنى الأثري والحفاظ على قيمته المعمارية والفنية وضمان استمرارية بقائه، لذا تعتبر من أهم وأدق عمليات التدخل ، وهناك اتجاهين لعملية الاستكمال الاتجاه الأول يفضل أن تكون أعمال الاستكمال بنفس المواد القديمة بحيث يكون من الصعب التفريق بينهما وهذا الاتجاه لا يفضل في حالة الأبنية الأثرية إلا علي نطاق صغير جداً والاتجاه الثاني يفضل أن تتم عملية الاستعاضة بأسلوب متباين مع مادة البناء الأصلية بحيث يمكن التفريق بينهما بسهولة ويفضل هذا الاتجاه في حالة اتساع حجم الأعمال حتى لا تعتبر عملية الترميم تزييف للأثر [٢٦]، طبقا للميثاق الدولي لصيانة وترميم النصب والمواقع الأثرية (فينيسيا عام ١٩٦٤م) والذي نص في الفقرة (١٢) على أنه يجب أن تنسجم المواد الموضوعة مكان الأجزاء المفقودة مع الكل ولكن يجب في نفس الوقت تمييزها عن الأجزاء الأصلية لكي لا تؤدي عملية الترميم إلى تزييف الشواهد الفنية والتاريخية .

وطبقا للمادة (١٣)من ميثاق لاهور لصيانة الآثار الإسلامية (باكستان عام ١٩٨٠م)[٢٧]، والتي تنص على أنه ينبغي استكمال الأجزاء المفقودة من المباني الأثرية ضماناً للاستقرار أو لأسباب جمالية عندما تكون الصورة الأصلية قد وثقت توثيقاً جيداً أو عندما يكون من الممكن استنتاجها مما تبقي منها، وينبغي أن تتواءم الأجزاء البديلة مع الأثر ككل، كذلك ذكر في الميثاق الاسترالي أن الترميم يعني إعادة الهيكل البنائي للمبني الأثري إلى حالته الأولي ويكون مناسباً فقط لو وجد الدليل الكافي على الحالة الأولى للأثر، كما أن إعادته إلى حالته الأولى يكشف عن المغزى الثقافي للأثر وأضاف أن العمل البنائي الجديد وملء الفراغات والإضافات تكون مقبولة إذا كانت لا تزيد أو تحجب المغزى الثقافي للمبني الأثري [٢٨]، وهناك إجراءات يجب أن تتبع قبل استعاضة الأجزاء المفقودة للجامع طبقا للمادة (٩) من ميثاق فينيسيا عام ١٩٦٤م [٢٩] والتي تنص على أنه يجب التوقف عن استكمال أي

---

[٢٥] أسامر زكريا أحمد، التقنيات المعاصرة في ترميم المباني الأثرية، دراسة تطبيقية علي المباني الأثرية الإسلامية في مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة ، ٢٠٠٥م، صـ ١٦.

[26] Lahore Charter, Op.Cit., Article 13, 1980.

[27] The Australian Charter For The Conservation Of Places Of Cultural Significance, ICOMOS, Burra, 1981.

[28] The Venice Charter, Op.Cit., 1964.

أجزاء مفقودة للمبنى الأثري عندما يبدأ التخمين وان أي مواد يتم إضافتها مكان الأجزاء المفقودة من المبني الأثري يجب أن تتم بشكل متميز عن التكوين المعماري و يجب أن تسبق عملية الترميم بدراسة أثرية و تاريخية للأثر، كذلك تنص المادة (١٣) من نفس الميثاق علي أنه لا يمكن السماح بإحداث إضافات إلا إذا كانت لا تقلل من أهمية الأجزاء المثيرة من البناء أو موضعه التقليدي أو توازن مكوناته و علاقته بما يحيط به، لذا يجب قبل القيام بعملية الاستكمال أن يتم الآتي :

- الاطلاع على أعمال التسجيل المعماري والفوتوغرافي السابقة للمبني للأثر قبل فقد هذا الجزء وبعده وذلك للتعرف على الشكل الأصلي للمبني قبل حدوث الفقد في أجزائه وطريقة البناء والمواد المستخدمة فيها وكذلك فترة الإنشاء .
- عمل الدراسات الأثرية والإنشائية اللازمة للوقوف على طريقة الإنشاء الأصلية للأثر.
- عمل تسجيل للأثر بمختلف الطرق والتقنيات الحديثة (تسجيل معماري – فوتوغرافي – فوتوجرامتري – التسجيل بالفيديو .....الخ) للوقوف على الحالة الراهنة له.
- وضع التصميم المقترح لاستعاضة الأجزاء المفقودة من الأثر .

مواصفات واعتبارات تقنية يجب مراعاتها عند عملية الاستعاضة أو الاستكمال :

- عند السماح بعميلة الاستعاضة للأجزاء الناقصة لابد أن يكون الجزء المستكمل متميزاً عن الأصل ومنسجم مع الكل [٣٠].
- أن يكون للمادة المستخدمة في عملية الاستعاضة نفس الخواص الفيزيائية للمادة الأصلية .
- أن تتميز بخواص ميكانيكية مساوية أو اقل من مادة الأثر .
- أن تتميز بسهولة التشغيل والتطبيق .
- أن تتميز بالثبات وتكون استرجاعية ولا تتطلب إزالة أجزاء من الأثر.
- أن تتميز بخواص مقاومة للتجوية (بحيث يتم إجراء اختبارات التقادم الصناعي Artificial Aging عليها للتأكد من مقاومتها للعوامل الجوية المختلفة قبل عملية التطبيق).
- ألا ينتج عنها مواد ضار بالأثر .

طريقة التطبيق :

وبالنسبة لطريقة التطبيق فانه يجب مراعاة عدة اعتبارات أيضا مثل مصادر مكونات المونة المستخدمة والعوامل البيئية المحيطة وحجم الجزء المفقود المراد استعاضته وشكله فمثلاً في حالة الأحجام الصغيرة كالفجوات الصغيرة (سواء العميقة أو السطحية) والشقوق تستخدم مونات مناسبة تتكون من طبقتين أساسيتين

(29) Recommendation on the development of adult education, adopted by the General Conference at its nineteenth session, Nairobi , 26 November 1976.

الأولى أو الداخلية تكون فيها المادة المالئة خشنة والثانية أو الخارجية تكون ناعمة مع مراعاة الشكل والنسيج ومنسوب السطح، أما في حالة الأحجام المفقودة الكبيرة كأجزاء من عناصر إنشائية أو معمارية تستخدم أحجار أو طوب أو غيره من مواد البناء من نفس نوع المواد الأصلية أو اقرب ما تكون إليها من حيث الخواص وبنفس تقنيات التحجير والنحت مع مراعاة التمييز بين الأصل والجزء المستعاض.

(٥-٢-٤) أعمال ترميم السقف :

يعاني سقف الجامع من تلف وتدهور نظراً لتعرضه لتأثير عوامل التلف المختلفة وخاصة عوامل التلف الإنشائية في ظل عدم وجود نظام شامل لتصريف مياه الأمطار.

(٥-٢-٤-١) عزل أرضيات الأسقف [٣١] :

- تثبت ألواح التغطية فوق أرضيات الأسقف ويراعي أن تكون متلاصقة مع بعضها البعض بطريقة نصف على نصف.
- توضع طبقات العزل بكامل مسطح السقف ثم تصب خرسانة الميول الخفيفة على الأسطح مع مراعاة عمل ميول لا يقل عن ١سم لكل متر في اتجاه جرجوري صرف مياه الأمطار وتعالج الخرسانة برشها بالماء لمدة ٧ أيام.
- يتم عزل سطح الخرسانة بالمواد العازلة للرطوبة بعد مرور ٢١ يوم من صبها وتمام جفافها وتغطى بمادة صلبه لحمايتها من الاحتكاك مثل توضع طبقة من الزلط .

ومن التقنيات الحديثة المستخدمة في عملية عزل أسطح المباني الأثرية لفائف من مادة البولي ايثيلين، حيث يتم فردها على سطح المبنى الأثري بعد عمل أرضية من القصرمل والجير والرمل ثم توضع على اللفائف طبقة من الرمل والجير ثم يتم وضع ألواح من الحجر الجيري عليها، وفي حالة عدم قدرة السطح على التحمل يتم استخدام أسقف تخفيف يتم تنفيذ طبقة العزل عليها.

(٥-٣) الترميم الدقيق :

(٥-٣-١) التنظيف الميكانيكي Mechanical Cleaning

هذا النوع من التنظيف يعمل على كسر الرابطة التي تربط طبقة الاتساخ بسطح الأثر دون التأثير على الأثر نفسه ومن مميزاته أنه لايضيف أي مواد قد تتلف الأثر مثل المذيبات التي قد تحمل الأتربة والإتساخات إلى داخل مسام الحجر، كما أن التنظيف الميكانيكي لا يتطلب إضافة أي مواد كيميائية سامة أو خانقة قد تؤثر على صحة المرمم، وعلى الجانب الآخر تتطلب عملية التنظيف الميكانيكي مهارة وكفاءة عالية في التحكم في استعمال الأدوات المختلفة أثناء عملية التنظيف .

---

[٣٠] بسام محمد مصطفي، دور إعادة البناء في الحفاظ على المباني الأثرية والمواقع التاريخية، مجلة الاتحاد العام للأثاريين العرب، العدد العاشر ، ٢٠٠٩م، صـ ١٣٨.

وبالنسبة للإتساخات الموجودة بسطح أحجار الجامع فهي عبارة عن تكلسات صلبة من الأتربة والعوالق والأملاح المتبلورة (الصور أرقام ٩، ١٣، ٢٠) حيث يستخدم في إزالتها الفرر المعدنية والمشارط ذات اليد الثابتة وذات اليد المتحركة والفرش الناعمة والمتدرجة في الخشونة ذات الألياف الصناعية مع الحذر من استخدام الفرش السلك التي قد تتسبب في خدش سطح الحجر، وفي حالة التكلسات الصلبة الملتصقة بقوة بسطح الحجر تستخدم المشارط في إزالتها في صورة طبقات طبقة تلو الأخرى مع مراعاة أن يكون المشرط في وضع موازي لسطح الحجر لتلاشي حدوث أي تلف، ومن الممكن أيضاً استخدام أزاميل صغيرة جداً لإزالة الطبقات السطحية المتكلسة، وتستخدم ماكينة الفريزة ذات الرؤوس المتعددة من النوع MICRO MOTOR CTS ART 6000 في إزالة الأجزاء المتبقية من التكلسات الملتصقة على سطح الحجر.

(٥-٣-٢) التنظيف الكيميائي Chemical Cleaning

ويستخدم هذا النوع من التنظيف في حالة فشل التنظيف الميكانيكي أو عدم قدرته على التخلص من الإتساخات الموجودة بالأثر وذلك لالتصاق الإتساخات بسطح الأثر لدرجة قد تتسبب في تلفه إذا ما أستخدم التنظيف الميكانيكي في إزالتها، وفي هذه الطريقة تستخدم المواد الكيميائية لإزالة الإتساخات الموجودة على سطح الأثر.

(٥-٣-٢-١) إزالة الأتربة والإتساخات الملتصقة بسطح أحجار الواجهات :

قبل البدء في إجراء التنظيف الكيميائي يجب التأكد من إزالة جميع الأتربة غير الملتصقة بالسطح حتى لا تتخلل إلى مسام الحجر عند إجراء عملية التنظيف الكيميائي لها، ويتم التنظيف أولاً باستخدام الماء المقطر وذلك في حالة وجود أتربة وعوالق قابلة للذوبان في الماء ويفضل استخدام الماء الساخن – حيث أن التوتر السطحي للماء الساخن قليل مما يسهل عملية إزالة الأتربة والعوالق – ويجب أن يكون التنظيف موضعياً باستخدام كميات قليلة من الماء وفي مساحات محدودة ، وفي حالة الإتساخات الملتصقة بسطح الحجر يستخدم أولاً محلول مركب من الكحول الإيثيلي والماء والأسيتون بنسبة ١:١:١ في شكل كمادات من القماش القطني تفرد على السطح وتترك لعدة دقائق ثم تزال وتتكرر هذه العملية عدة مرات للوصول للنتيجة المطلوبة [٣٢] ، ومن الممكن أستخدم محلول من كربونات الأمونيوم NH_4CO_3 في شكل كمادات من القماش القطني تفرد على السطح

(31) Larson, J., The conservation of stone sculpture in museums in conservation, in: Conservation of building and Decorative stone, Vol 2, London, 1990, P. 200.

وتترك لمدة ٣٠ دقيقة وتكرر هذه الطريقة عدة مرات وقد أثبت هذا المحلول فاعليته في إزالة طبقات الاتساخ [٣٣].

(٥-٣-٢-٢) إزالة طبقة Black crust الموجودة على سطح أحجار الواجهات :

وبالنسبة لطبقة القشور السوداء Black crust الموجودة على سطح الأحجار بواجهات الجامع، يستخدم لإزالتها الكمادة المكونة من :

١٠٠٠ ملي ماء مقطر
٣٠ جم هيدروكسيد أمونيوم
٥٠ جم بيكربونات صوديوم
٢٥ جم E.D.T.A
٦٠ جم Carbo Gel
٢٥ جم ورق ياباني
١٠ ملي حمض خليك ٦%
١٠جم مطهر فطري

و التي تعتبر من أفضل أنواع الكمادات التي استخدمت في إزالة القشور السوداء المتكونة على سطح الأحجار الأثرية ، وتعتبر هذه الكمادة من أفضل العجائن المستخدمة لإزالة واستخلاص كلاً من أملاح كربونات وكبريتات الكالسيوم، حيث تسهل مادة E.D.T.A (حامض ضعيف) إذابة أملاح الكالسيوم بتكوين مواد معقدة يسهل إزالتها بسهولة ومن مميزاتها أيضا أن لها القدرة علي إذابة أملاح الحديد والنحاس وغيرها من مركبات الصدأ، كما تعطي بيكربونات الصوديوم وهيدروكسيد الأمونيوم خليطاً قاعدياً قيمة الأس الهيدروجيني له PH تساوي ٧,٥ [٣٤].

ومن مميزات هذه الطريقة أنها آمنه كيميائياً ويمكن تطبيقها بسهوله على الأسطح الحجرية الضعيفة والتي توجد بها قشور ضعيفة دون إزالة القشور السطحية ، كما تتميز هذه الكمادة بقدرتها العالية على إزالة المواد المختلفة من قشور صلبة وعوالق، كما أن مادة الكربوكسي ميثيل سليلوز C.M.C تعطي للمركب قوام جيلاتيني وبالتالي تمنع عملية جريانه وسيلانه لأسفل بالإضافة لذلك فإن تفاعل هذه الكمادة سطحي ولا يتغلغل داخل مسام الحجر، ويجب بعد فرد الكمادة على سطح الحجر أن تغطي بالبولي إيثيلين لمنع عملية التبخر.

ويوجد نوع أخر عبارة عن كمادة مكونة من :

١٠٠٠ ملي ماء مقطر

---

[٣٢] عصام حشمت محمد، علاج وترميم وصيانة الألباستر المصري المستخدم في المنشآت الأثرية- تطبيقا علي نموذج مختار، بح ماجستير غير منشور، قسم ترميم الآثار، كلية الآداب ، جامعة جنوب الوادي، ٢٠١٠م، صـ ٣٦٩.

[33] Lazzarini.L, Tabasso.M.L, IL Restauro Della Pietra, Casa Editrice Dott. Antonio Milani, 1986, P 135.

٣٠ جم أوكسالات الأمونيوم
٦٠ جم الورق الياباني
٢٥ جم الصلصال الصيني
٣٠طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم

أما بالنسبة للقشور السوداء يستخدم في إزالتها المكونات الآتية في صورة كمادات توضع على السطح وتترك لمدة ٣٠ دقيقة ثم تزال ويغسل مكانها بالماء النقي .

١٠٠ملي ماء مقطر
١٠ ملي حمض خليك ٦%
١٠ ملي آمونيا ٥%
ورق ياباني
صلصال صيني

(٥-٣-٣) استخلاص الأملاح :

قبل البدء في عملية إزالة الأملاح من على سطح الأحجار واستخلاصها من داخل مسامها لابد من إجراء عدة فحوص وتحاليل لمعرفة طبيعة هذه الأملاح، ومن خلال التحاليل والفحوص التي تمت على عينات من حالة الدراسة تبين حيث وجود نوعين من الأملاح : أملاح قابلة للذوبان في الماء تتمثل في أملاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم وهذه الأملاح يتم إزالتها وهي جافة ميكانيكياً في حالة وجودها على سطح الأحجار، أما في حالة وجود الأملاح المتبلورة داخل مسام الأحجار فيتم في هذه الحالة استخلاصها عن طريق الكمادات أو باستخدام أجهزة رذاذ الماء التي تدفع إلى سطح الحجر إذا كانت حالته تسمح بذلك.

أما النوع الثاني من الأملاح فهي الأملاح غير القابلة للذوبان في الماء أو تذوب ببطء شديد وهي أملاح كبريتات الكالسيوم (الجبس) وكربونات الكالسيوم (الجير) وفي هذه الحالة يستخدم لاستخلاصها الأحماض المختلفة مثل حمض الهيدروكلوريك بنسبة لا تزيد عن ٢% حتى لا تسبب في إحداث تلف بالأثر ثم تغسل الأماكن المعالجة جيداً بالماء المقطر عدة مرات لإزالة آثار الأحماض حتى لا تحدث تلف بالأحجار المعالجة [٣٥].

(٥-٣-٣-١) إزالة أملاح كربونات الكالسيوم :

بالنسبة لأملاح كربونات الكالسيوم الموجودة على سطح الأحجار المستخدمة بالمبنى الأثري (موضوع البحث) يتبع معها الخطوات التالية:

- ينظف سطح الأحجار جيداً باستخدام فرشاة ناعمة .

[٣٤] محمد عبدالهادي محمد، دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية ، مكتبة زهراء الشرق، ١٩٩٧م. ، ١٩٩٧م، صـ ٩٧

- يبلل سطح طبقة الملح المتكلسة بمحلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك بنسبة ٢%، مع مراعاة استخدام أقل قدر ممكن من هذا الحمض وأن يبدأ العمل بمساحة صغيرة ولفترات زمنية قليلة ثم ننتقل بعدها إلى مساحة أخري، حيث يبدأ التوقف بمجرد تطرية تكلسات الأملاح حتى لا يؤثر الحمض على الحجر.
- تزال أملاح كربونات الكالسيوم - بعد أن تلين - ميكانيكياً باستخدام المشارط والفرر المعدنية .
-بعد إزالة كربونات الكالسيوم تغسل الأماكن المعالجة جيداً بالماء للتخلص من آثار الحمض ويمكن التأكد من بقاء آثار الحمض من عدمه باختبار نترات الفضة .

(٥-٣-٣-٢) إزالة أملاح كبريتات الكالسيوم :

بالنسبة لأملاح كبريتات الكالسيوم الموجودة على سطح الأحجار المستخدمة بالأثر (موضوع البحث) فهناك عدة خطوات يجب إتباعها على النحو التالي :
-تنظف أسطح الأحجار جيداً باستخدام فرشاة ناعمة .
- يبلل سطح طبقة الملح المتكلسة بمحلول مخفف من ثيوكبريتات الصوديوم بنسبة ٢% مع الماء أو بمحلول من كربونات الأمونيوم بنسبة ٥% مع الماء.
-تزال كبريتات الكالسيوم بعد أن تلين ميكانيكياً باستخدام المشارط والفرر المعدنية.
بعد إزالة كبريتات الكالسيوم تغسل الأماكن المعالجة جيداً بالماء .

(٥-٤) الصيانة الوقائية Preventive Maintenance

يقصد بالصيانة الحفاظ على الأثر في مستوي مقبول وثابت عن طريق وضع خطة لعمليات الصيانة الدورية العلاجية والوقائية أو عن طريق أعمال الصيانة الطارئة والضرورية لمنع أي تدهور قد يلحق بالمبني الأثري و ذلك بالتدخل الفوري عند ظهور مؤشرات انهيار أو تدهور فجائية [٣٦]، والهدف من أعمال الصيانة هو إطالة العمر الافتراضي لمواد البناء والحفاظ عليها في صورة جيدة لأطول فترة ممكنة وضمان أدائها لوظيفتها ومقياس نجاح برامج وخطط الصيانة يتوقف على مدي القدرة على منع الانهيارات غير المتوقعة بشكل عام، مع العلم أن أية عملية إصلاح تبدأ بمعدلات معقولة في السنوات الأولى من عمر المبني ثم تتزايد بتقادم المبنى نتيجة لضعف خواصه الفيزيائية والميكانيكية [٣٧].
ما ورد بشأن أعمال الصيانة في المواثيق الدولية والإقليمية والمحلية :

---

[٣٥] هشام احمد عبد الآخر، المرجع السابق، ٢٠١٠م، صـ ٢٤.
Charter for The protection and management of the archaeological heritage, Maintenance and conservation, article ,1990.

[٣٦] نشوي مصطفي بهجت، المرجع السابق ، ٢٠١٠م، صـ ٢٠.

– ذكر في ميثاق فينيسيا عام ١٩٦٤م في المواد ٤، ٨ أنه لابد من إجراء الصيانة على أساس ثابت، كذلك فإن الصيانة تتطلب الحفاظ على أي تركيب داخل المخطط والحفاظ على كل موضع تقليدي في مكانه [٣٨].

– ذكر في المادة ٦ من ميثاق فينيسيا عام ١٩٦٤م أن صيانة المبنى الأثري تتضمن محيطه وتتضمن الحفاظ على أي مبنى تقليدي داخل هذا المحيط ، ويجب عدم السماح بإقامة بناء جديد أو هدم أو تحوير من شأنه أن يغير علاقات الكتلة و اللون.

– عرفت توصيات اليونسكو لعام ١٩٦٨م (بشأن صون الممتلكات الثقافية التي تهددها الأشغال العامة والخاصة) الصيانة على أنها تدابير وقائية وإصلاحية تجري للمبنى الأثري وبيئته المحيطة مع الحفاظ علي الطابع الأثري للمبني وهي إجراءات تحددها قوانين الدولة [٣٩].

– ذكر في اتفاقية حماية التراث العالمي الثقافي والطبيعي الصادرة عن المؤتمر العام لليونسكو عام ١٩٧٢م أن الهدف من الصيانة والحماية للتراث هو صيانة وحماية قيمة الإنسان وتستهدف الصيانة الحفاظ على المظهر التقليدي والحماية من كل بناء أو إعادة تشكيل لوحداته التي قد تختل بسببه علاقات الأحجام والألوان القائمة بين الأثر والبيئة المحيطة، وتوصي بضرورة الاعتماد على الدراسات العلمية الدقيقة في كل تدابير الصيانة [٤٠].

– ذكر في مؤتمر الصيانة والمحافظة على القاهرة الإسلامية عام ١٩٨٠م أنه يجب عمل برامج لعمليات الصيانة للمباني الأثرية داخل المناطق الأثرية ذات القيمة [٤١].

– أشارت مبادئ لاهور بشأن الحفاظ وصيانة التراث المعماري الإسلامي الصادرة عن منظمة اليونسكو ومنظمة المؤتمر الإسلامي في مدينة لاهور عام ١٩٨٠م إلي ضرورة العناية بالصيانة الدورية للمبني الأثري، ويري الميثاق أن

---

(37) International Charter For The Conservation and Restoration of Monuments and Sites, ICOMOS, The Venice Charter 1964, Article 4,8.

(٣٨) عادل سعد أحمد ، المرجع السابق، ٢٠٠٢م ، صـ ٢٨ .

(39)Convention Concerning The Protection of The World Cultural and Natural Heritage, the General Conference at its seventeenth session, UNESCO, Paris, 1972.

(٤٠)علياء عبدالعزيز محمود، دراسة ترميم وصيانة المنازل الأثرية بمدينة القاهرة و إعادة توظيفها، تطبيقاً علي سراي المسافر خانه، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠٠١م، صـ ٤١.

The Arab Bureau: Up Grading and Rehabilitation of the Gamaliya Quarter, Cairo, 1983.

صيانة المناطق التاريخية يجب أن تكون علي أساس قواعد و مبادئ علمية مدروسة[٤٢].

- أوصي المؤتمر الدولي الخامس عشر للمعماريين بالقاهرة عام ١٩٨٥م أنه يجب حماية المباني الأثرية من الاستعمالات البيئية الضارة والعمل علي صيانتها والمحافظة عليها.

٦-النتائج :

١- من خلال رصد القيم المختلفة توصلت الدراسة إلى حدوث خلل بالقيمة المعمارية لجامع المحمودية نتيجة فقدان السبيل الذي كان قائم بجوار الواجهة الجنوبية الغربية، كذلك الشروخ والتصدعات الموجودة ببعض الواجهات وفقدان الكتل الحجرية للمئذنة أثر على القيمة المعمارية للجامع، أما القيمة الجمالية فقد تأثرت نتيجة لتأثير عوامل التلوث الجوي على الزخارف والنقوش والكتابات الموجودة بالمبنى الأثري (موضوع البحث) حيث أدت إلى طمسها وإخفائها، كذلك تأثرت القيمة الوظيفية للجامع بفقدان الوحدة المعمارية الخاصة بالسبيل .

٢- توصلت الدراسة البتروجرافية أن الحجر الجيري المستخدم بجامع المحمودية يتكون بشكل أساسي من معدن الكالسيت ومعدن الدولومايت والكوارتز كمعادن ثانوية ومعادن الحديد (الجوثيت والهيماتيت) ومعادن الطين كشوائب وتظهر الفراغات البينية لبلورات الكالسيت ممتلئة بنسيج دقيق موزاييكي من بلورات الكالسيت بالإضافة إلى وجود بلورات مفككة من الكوارتز إلى جانب أنواع مختلفة من الحفريات مثل حفرية النيموليت وحفرية الفورامينيفرا وبعض الحفريات الدقيقة ، ونجد أن هذه الصفات تتشابه مع الحجر الجيري المأخوذ من محاجر منطقة حلوان، ويظهر من خلال الفحص للعينات الممثلة للتلف وجود فقد وتآكل وشروخ دقيقة micro fissures في البلورات المعدنية للحجر، بالإضافة إلى وجود فراغات وفجوات بنسيج الحجر نتيجة فقد المادة الرابطة للبلورات المعدنية مما أدى إلى زيادة مسامية الحجر .

٣- من خلال الدراسة بأجهزة التحليل المختلفة (تفلور الأشعة السينية XRF، وحيود الأشعة XRD) لعينات مواد البناء الممثلة لأماكن مختلفة من جامع المحمودية (موضوع البحث) توصلت الدراسة إلى أن عينات الحجر الجيري تتكون معدن الكالسيت CaO_3 بنسبة 58.68% كمكون أساسي، ومعدن الدولومايت $Ca,Mg(CO_3)_2$ بنسبة % 3.75 ، ومعدن الكوارتز بنسبة % 8.10 ، ومعدن الجبس $CaSO_4.2H_2O$ بنسبة % 10.86 ومعدن الهاليت بنسبة 18.60% والذي يرجع وجوده للتربة المشبعة بالمياه أسفل جدران الجامع، ومعدن الهيماتيت Fe_2O_3 بنسبة 0.30%

[41] Lahore Charter, On Conservation & Restoration of Islamic Architectural Heritage, 1980.

٤- من خلال اختبارات الخواص الفيزيائية (الكثافة – المسامية – امتصاص الماء) التي أجريت على عينات الحجر الجيري الممثلة لأماكن مختلفة من جامع المحمودية توصلت الدراسة إلى أن متوسط كثافة عينات الحجر الجيري بلغت 2.13جم / سم٣، وبلغ متوسط المسامية لعينات الحجر الجيري % 11.96، وبلغ متوسط امتصاص الماء لعينات الحجر الجيري المأخوذة من جامع المحمودية 7.09%

٥- من خلال اختبارات الخواص الميكانيكية (اجهادات الضغط – اجهادات الشد) التي أجريت على عينات الحجر الجيري الممثلة لجامع المحمودية تبين أن متوسط قيم مقاومته لاجهادات الضغط بلغ 178.75 كجم / سم٢، ومن خلال اختبارات قياس قوة تحمل الحجر لإجهادات الشد التي أجريت على عينات الحجر تبين أن متوسط قيم مقاومته لاجهادات للشد بلغ 68.25 كجم / سم٢.

٦- تبين من خلال رصد مئذنة الجامع حدوث ميول بها.

٧- توصلت الدراسة إلى وضع اقتراحات لاستعادة جزء أو كل القيم التي يحملها جامع المحمودية - والتي تأثرت أو حدث بها خلل نتيجة تأثير عوامل التلف المختلفة عليها - عن طريق وضع اقتراحات للترميم الإنشائي لعلاج البنية التحتية للجامع تمثلت في تدعيم الأساسات والتربة التي أسفلها باستخدام تقنية الخوازيق الإبرية وبالنسبة للترميم المعماري اقترحت الدراسة استخدام تقنية الأربطة المعدنية ذات الغلاف (Sintec Harck) في تدعيم الهيكل الإنشائي حيث تعتبر هذه الطريقة فعالة وتعتبر من أفضل الحلول الإنشائية التي استخدمت في تربيط وعلاج الشروخ سواء في الحوائط أو العقود – حيث تم استخدامها في تربيط شروخ عقود جامع الغوري وأثبتت نجاحها – وتعمل على تدعيم الحائط وزيادة قدرته على تحمل الأحمال الواقعة عليه دون الحاجة إلى الفك وإعادة التركيب مرة أخرى بالإضافة إلى أن استخدام هذه التقنية لا يغير من السلوك الإنشائي سواء للحوائط أو العقود وبذلك نكون قد حافظنا علي قيمته المعمارية بطريقة مناسبة.

المراجع العربية والأجنبية:

١- سعاد ماهر، مساجد مصر وأولياؤها الصالحون، الجزء ٥، مطابع الأهرام التجارية، سنة ١٩٧١م.
٢- إبراهيم محمد إمام، دراسة مظاهر تلف الحوائط الحجرية ذات الرقتين في المباني الأثرية الإسلامية مع التطبيق العلمي للعلاج على بعض النماذج المختارة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، سنة ٢٠١١م.
٣- أحمد عوض، المنشآت الحديثة وأثرها على آثار مدينة القاهرة، المجلة العلمية لكلية الآداب، جامعة المنيا، الجزء الثاني من العدد الحادي والثلاثون، سنة ١٩٩٩م .
٤- أسامر زكريا أحمد، التقنيات المعاصرة في ترميم المباني الأثرية، دراسة تطبيقية علي المباني الأثرية الإسلامية في مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة ، سنة ٢٠٠٥م.
٥- أنور سالمان مهران، الاستكمال كمتطلب إنشائي أساسي وفني ضمني في ترميم وصيانة المباني الأثرية، مع التطبيق علي بعض المواقع الأثرية المختارة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، سنة ٢٠٠٢م.
٦- أنور فؤاد سالمان، توظيف منهجية التشكيل للعناصر المعمارية والفنية الحجرية كجزء من منهجية الترميم المعماري والدقيق في المباني الأثرية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، سنة ٢٠٠٧م .
٧- أيمن حسن أحمد حجاب، دراسة لبعض مظاهر التلوث الجوي المتمثلة في الطبقات السوداء السطحية (الطبقات الرقيقة السوداء – القشرة الصلبة السوداء) علي بعض واجهات المباني الأثرية الإسلامية في مدينة القاهرة القديمة – المشكلة والحلول المقترحة، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، سنة ٢٠١١م .
٨- السيد عبدالفتاح القصبي، التدعيم والتربيط والخوازيق الإبرية أهم أسس الصيانة الوقائية للمباني الأثرية، دورة الصيانة الوقائية للمباني والمقابر الأثرية، إدارة التدريب والتنمية البشرية، مشروع القاهرة التاريخية ، سنة ٢٠١١م.
٩- السيد عبدالفتاح القصبي، تدعيم المباني الأثرية المصرية بالخوازيق الإبرية، المؤتمر العربي الثامن للهندسة الإنشائية، القاهرة سنة ٢٠٠٠م.
١٠- بسام محمد مصطفي، العلاقة بين الترميم والحفاظ على المباني الأثرية والتنمية العمرانية لمحيطها – نحو منهج شمولي مستحدث- تطبيقا على أحد مباني قصبة رضوان ومحيطه (منطقة الخيامية)، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، سنة ٢٠٠٥م .

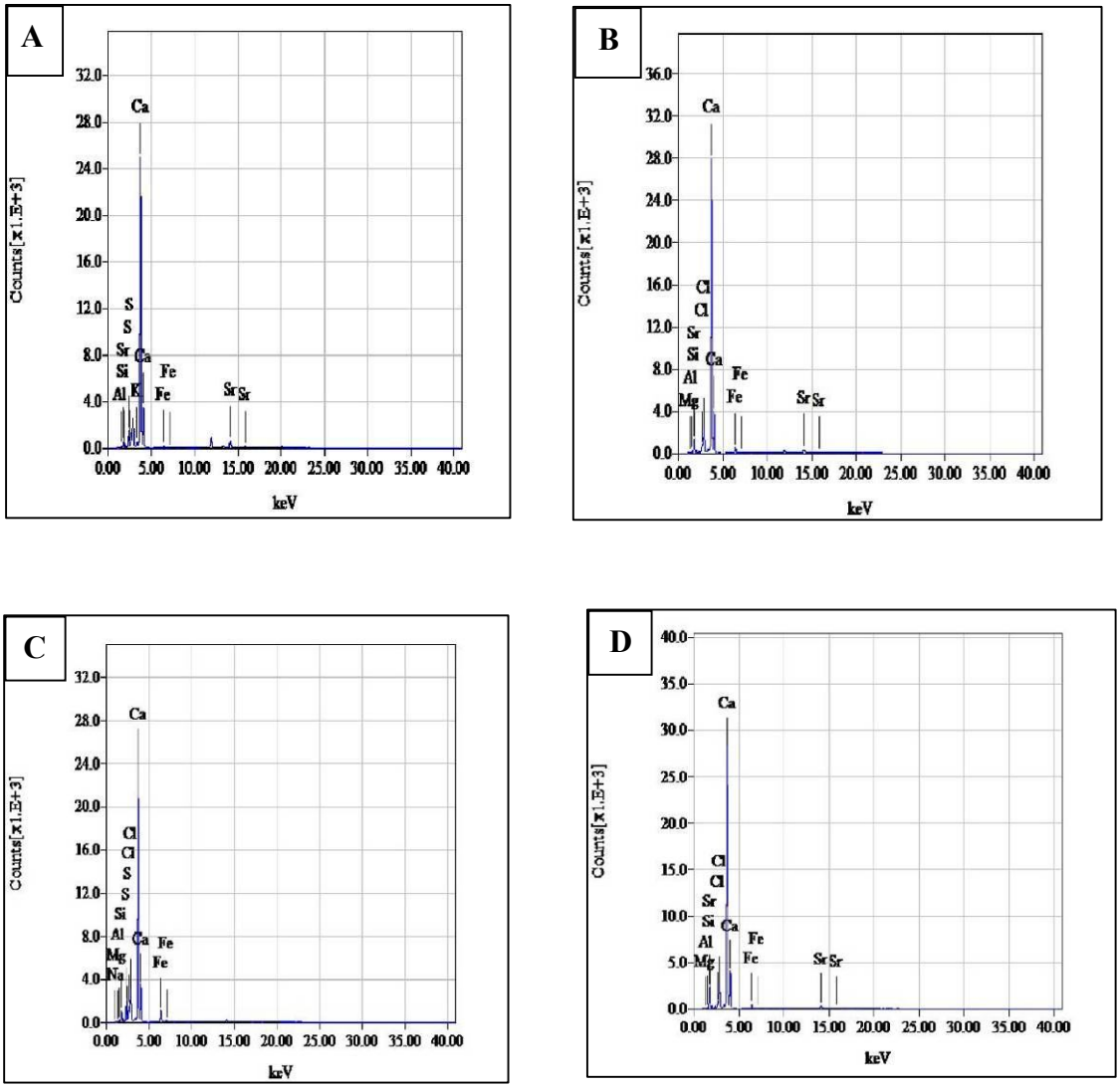
١١- بسام محمد مصطفي، دور إعادة البناء في الحفاظ على المباني الأثرية والمواقع التاريخية، بحث منشور، مجلة الاتحاد العام للأثاريين العرب، العدد العاشر، سنة ٢٠٠٩م.
١٢- ثروت عكاشة، القيم الجمالية في العمارة الإسلامية، دار الشروق الأولي للطباعة، سنة ١٩٩٤م.
١٣- حسام محمد كامل ابوالفتوح، التجمعات السكنية بالمناطق ذات القيمة الحضرية مع ذكر خاص للقاهرة الفاطمية – مدخل للصيانة والمحافظة والتحكم في العمران، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، سنة ١٩٩٠م.
١٤- سعاد ماهر، مساجد مصر وأولياؤها الصالحون، الجزء الخامس، مطابع الأهرام التجارية، سنة ١٩٧١م.
١٥- سلمي محمد يسري، إعادة توظيف المباني ذات القيمة التراثية في إطار التنمية العمرانية للمناطق التاريخية تطبيقاً على منطقة باب الشعرية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، سنة ٢٠٠٩م.
١٦- سهير زكي حواس، رصد وتوثيق عمارة وعمران القاهرة ، منطقة وسط البلد، موسوعة القاهرة الخديوية، الطبعة الأولى، مركز التصميمات الهندسية، سنة ٢٠٠٢م.
١٧- شريف علي ابوالمجد، أساليب المعاينات وأسباب الانهيارات، دار النشر للجامعات المصرية، مكتبة الوفاء ، القاهرة، سنة ١٩٩٣م.
١٨- عبدالظاهر عبدالستار أبو العلا & عبدالحميد الكفافي، التجوية البيولوجية للمباني الأثرية وطرق العلاج والصيانة، بحث منشور ضمن أعمال مؤتمر الفيوم السادس،جامعة الفيوم، سنة ٢٠٠٧م.
١٩- عصام حشمت محمد، علاج وترميم وصيانة الألباستر المصري المستخدم في المنشآت الأثرية- تطبيقا علي نموذج مختار، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآداب ، جامعة جنوب الوادي، سنة ٢٠١٠م.
٢٠- لبني عبد العزيز احمد مصطفي، الارتقاء بالنطاقات التراثية ذات القيمة توثيق وتقييم لتجارب الحفاظ في القاهرة التاريخية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة، جامعة القاهرة ، سنة ٢٠٠١م .
٢١- مجد نجدي ناجي المصري، تقييم أساليب وتقنيات الترميم في فلسطين نابلس حالة دراسية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، فلسطين ، سنة ٢٠١٠م .
٢٢- محمد أحمد عوض، ترميم المنشآت الأثرية، الطبعة الأولي، دار نهضة الشرق للطباعة والنشر، يناير سنة ٢٠٠٥م.

٢٣- محمد عبدالهادي محمد، دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية ، مكتبة زهراء الشرق، سنة ١٩٩٧م.
٢٤- محمد مصطفي محمد، دراسة أسباب تصدع وانهيارات المباني الأثرية الإسلامية والحلول المقترحة للآثار المختارة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، سنة ٢٠٠٩م .
٢٥- مصطفي كمال عاشور، حقن التربة بالأنابيب، الطبعة الأولي، دار النشر للجامعات، مصر، سنة ١٩٩٩م .
٢٦- مكس هرتس بك، ذيل الكراسة الثالثة والعشرون، جامع المحمودية، كراسات لجنة حفظ الآثار العربية،المجموعة الثالثة و العشرون من محاضر جلسات اللجنة وتقارير قسمها الفني عن سنة ١٩٠٦افرنجية ، المطبعة الأميرية بالقاهرة ، سنة ١٩١٥م.
٢٧- نشوي مصطفي بهجت، تقييم دور إدارة مشروعات الحفاظ علي المباني التاريخية بهدف الارتقاء بها، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة ، سنة ٢٠١٠م.
٢٨- يوسف عمر الرافعي، نحو الحفاظ علي التراث المعماري والعمراني (دراسة حالة قاهرة العصور الوسطي)، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم العمارة ، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، سنة ١٩٩٨م .

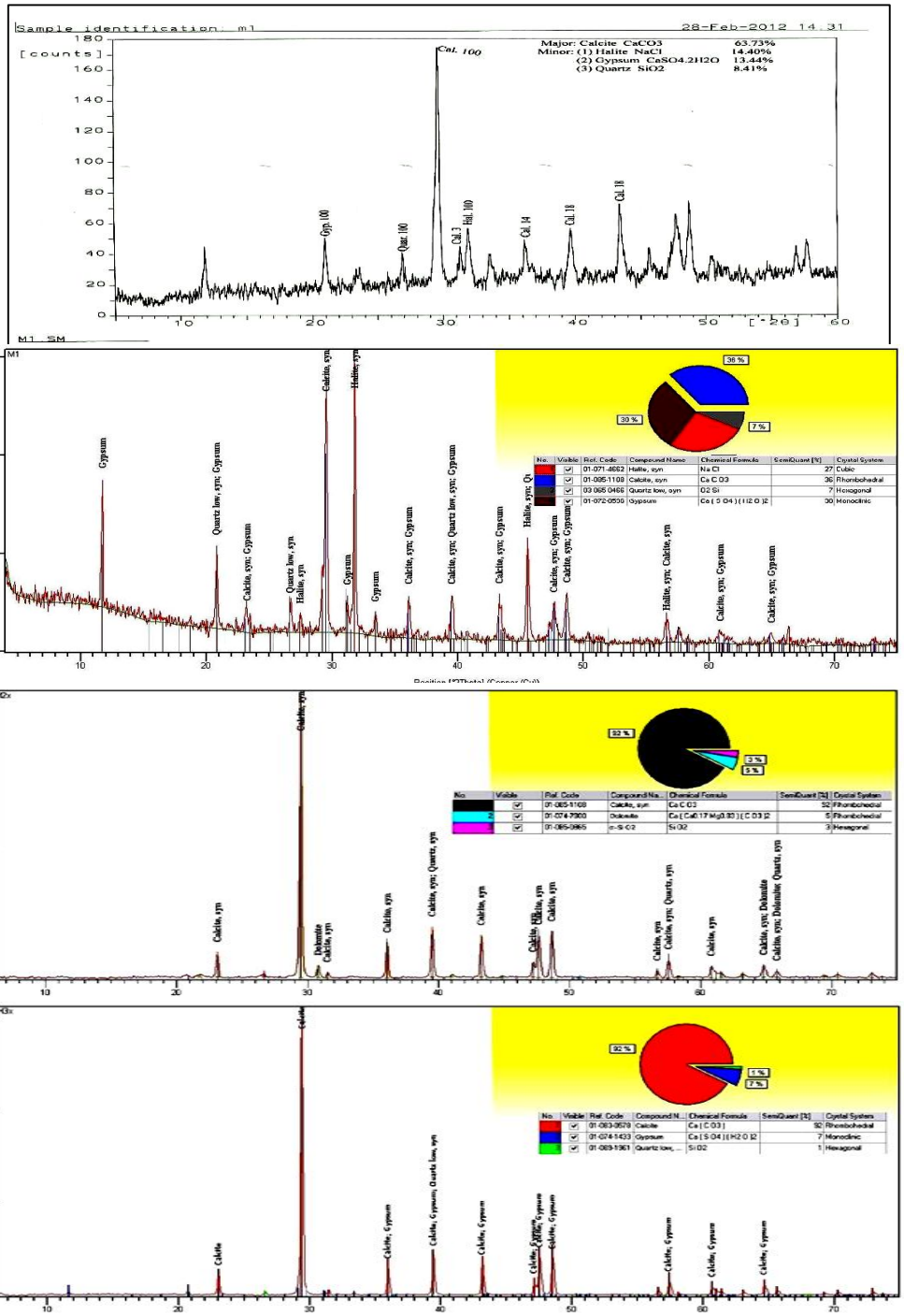
29- **Akos Torok,** Black crusts on travertine: factors controlling development and stability, Environ Geol, 56:583–594, Springer-Verlag and stability, Published online: 7 April 2008, P.590.
30- **Ashurst, J.,& Ashurst, N.,** Control of damp in buildings in : Practical building conservation, Vol. 1, stone masonry, English heritage technical hand book, England, 1988.
31- **Croci, G.,** Safety Evaluation and Restoration Techniques of Islamic Monuments, on The Restoration and Conservation Islamic Monuments in Egypt , Jere, L.,B., The American University in Cairo press, 1995.
32- **Fassina, V.,** Atmospheric pollutants responsible for stone decay. Wet and dry surface deposition of air pollutants on stone and the Formation of black scabs. In: Weathering and air pollution. 1st course Community of Mediterranean Universities University School of Monument Conservation, Bari, 1991
33- **Honeyborne, D.B.,** Weathering and decay masonry in " conservation of building and decorative stone ", vol 2, Second edition, London, 1998
34- **International Charter** For The Conservation and Restoration of Monuments and Sites, ICOMOS, The Venice Charter 1964..
35- **Komar,A.,** Building materials, Mosco, 2001

36-**Lahore Charter,** On Conservation & Restoration of Islamic Architectural Heritage,, Article 13, 1980
37-**Larson, J.,** The conservation of stone sculpture in museums in conservation, in: Conservation of building and Decorative stone, Vol 2, London, 1990
38- **Lazzarini.L, Tabasso.M.L,** IL Restauro Della Pietra, Casa Editrice Dott. Antonio Milani, 1986
39- **Mills. R.,** Structural Failure and repair in conservation of building and decorative stone, Butter worth, Heinemann, London, Britain, 1998
40- **Montana, G., and Randazzo, L. ,**The growth of " black crusts " on calcareous building stones in Palermo (Sicily) a first appraisal of anthropogenic and natural sulphur sources , Environ Geol. 56: 367 – 380 , Published online 18 January 2008 , Springer – Verlag 2008
41- **Paulo, B.,** Structural Restoration of Monuments: Recommendations and Advances in Research and Practice, on International Conference on Restoration of Heritage Masonry Structures Cairo, Egypt, April 24-27, 2006
42- **Recommendation** on the development of adult education, adopted by the General Conference at its nineteenth session, Nairobi , 26 November 1976
43- **Rovnanikova ,P.,** environmental pollution effects on other building material ,in, environmental deterioration of materials , Moncmanova,A., Southampton , Boston , 2007
44- The conservation of Archaeological sites in the Mediterranean Region, an international conference organized by the Getty conservation Institute and the Paul Getty museum , 6- 12 May, 1995.
45-The Getty conservation Institute , Los Angleses ,1997
46- **Weber, H.& Zinzmeister, K.,** Conservation of Natural stones, Guide lines to consolidation, Restoration and preservation, Expert verlag, Germany, 2000

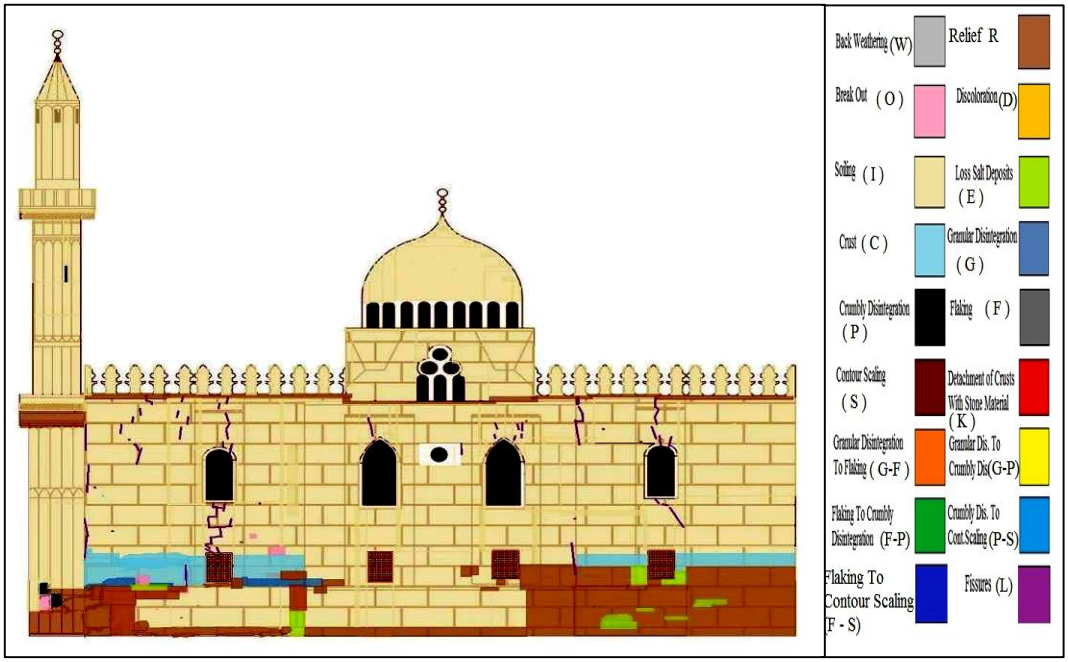
الأشكال و الصور



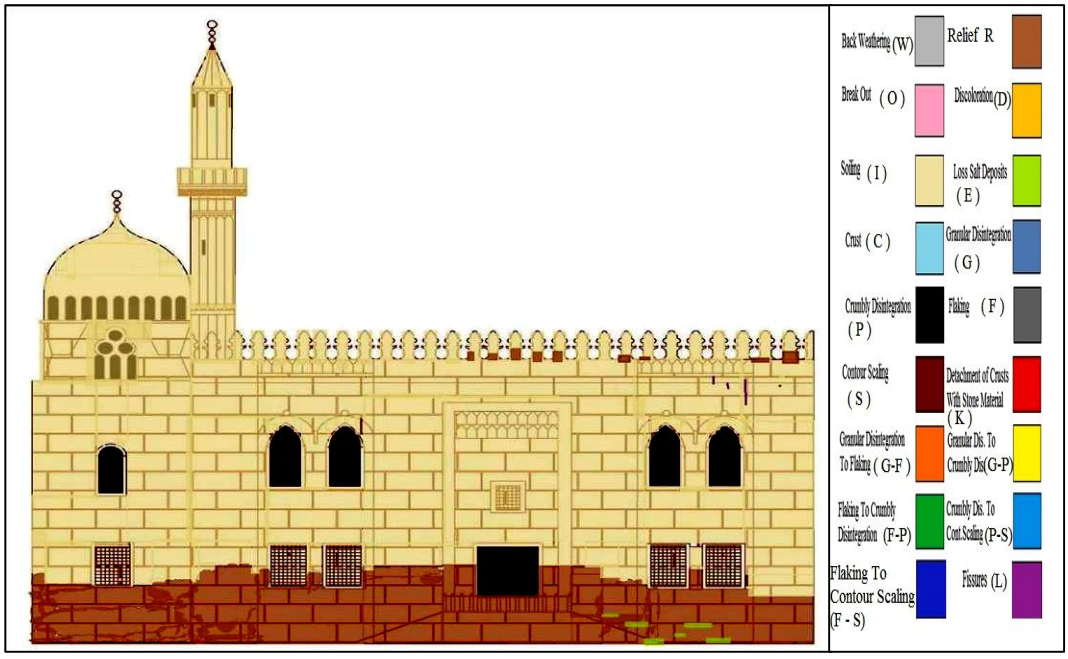
شكل رقم (١ A، ٢B، ٣C، ٤D) نمط تفلور الأشعة السينية XRF لعينات من الحجر الجيري (الواجهة الشمالية الشرقية والواجهة الجنوبية الشرقية والدهليز المؤدي للصحن ومدخل الصحن والإيوان الشمالي الغربي والإيوان الجنوبي الشرقي - جامع المحمودية) .



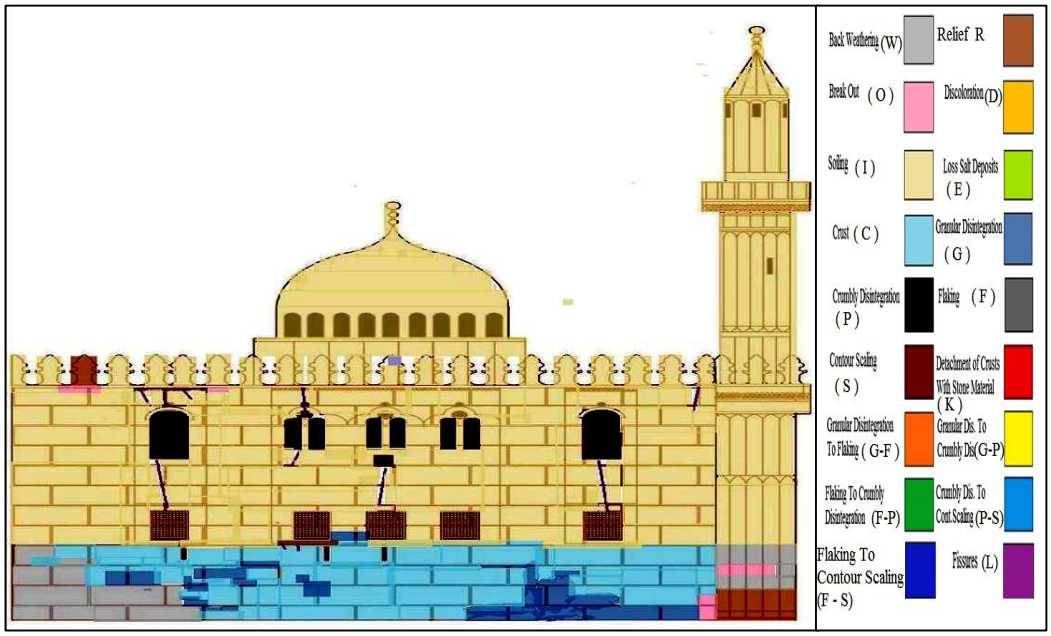
شكل رقم (A٥، B٦، C٧، D٨) نمط حيود الأشعة السينية XRD لعينات من (الواجهة الجنوبية الغربية والشمالية الغربية والواجهة الجنوبية الشرقية والواجهة الشمالية الشرقية - مسجد المحمودية)



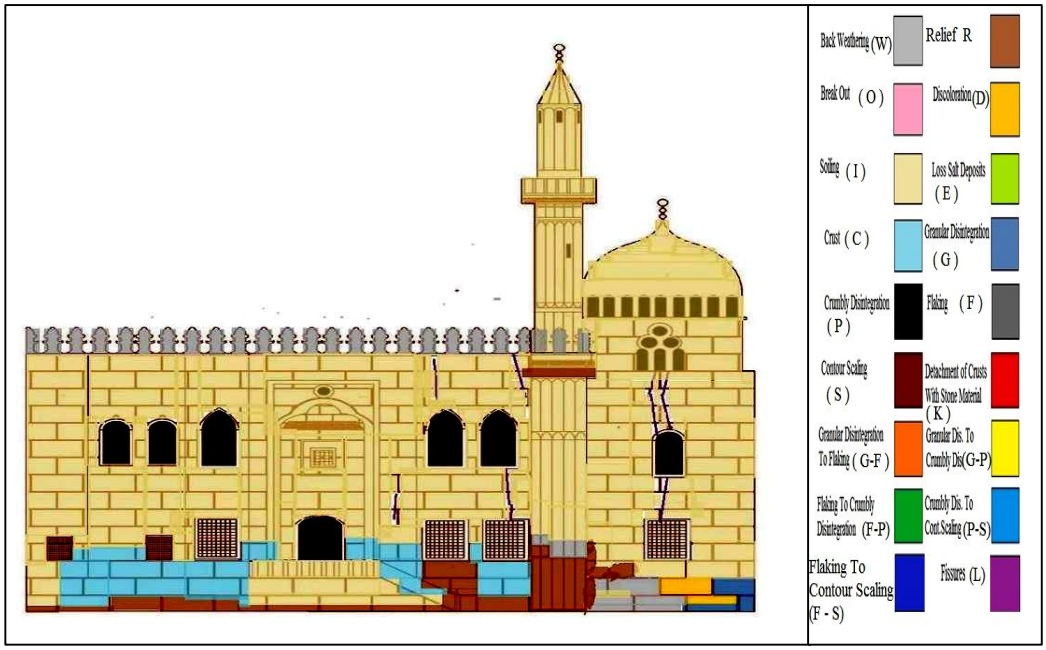
شكل رقم (٩) : مسقط رأسي للواجهة الجنوبية الشرقية بمقياس رسم 1:50 موقع عليها مظاهر التلف المختلفة (جامع المحمودية)



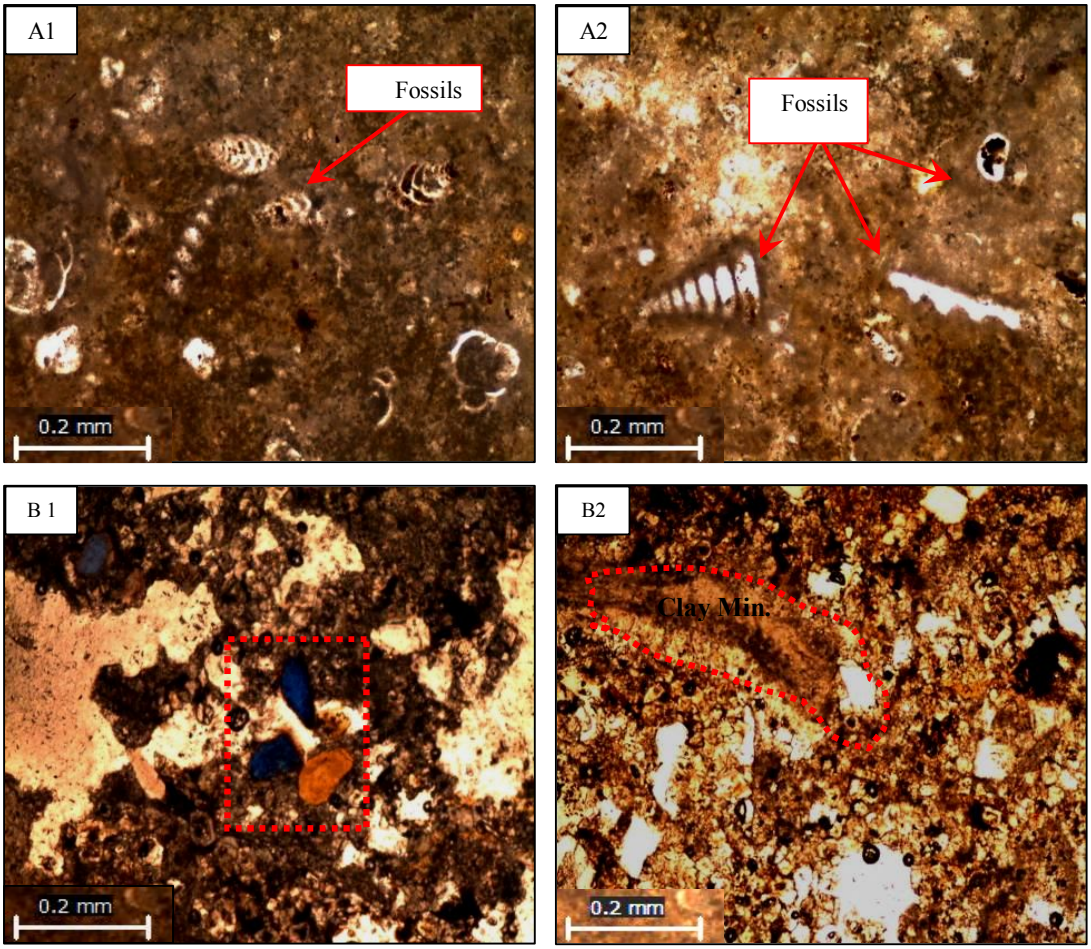
شكل رقم (١٠) : مسقط رأسي للواجهة الشمالية الشرقية بمقياس رسم 1:50 موقع عليها مظاهر التلف المختلفة(جامع المحمودية)



شكل رقم (١١) : مسقط رأسي للواجهة الشمالية الغربية بمقياس رسم 1:50 موقع عليها مظاهر التلف المختلفة (جامع المحمودية)

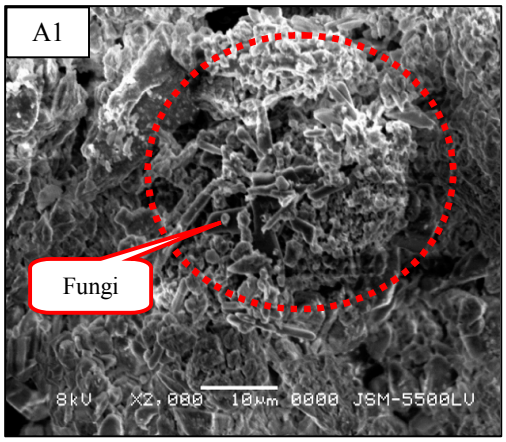


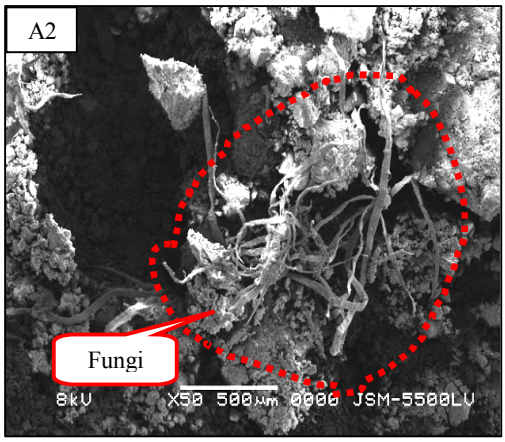
شكل رقم (١٢) : مسقط رأسي للواجهة الجنوبية الغربية بمقياس رسم 1:50 موقع عليها مظاهر التلف المختلفة (جامع المحمودية)

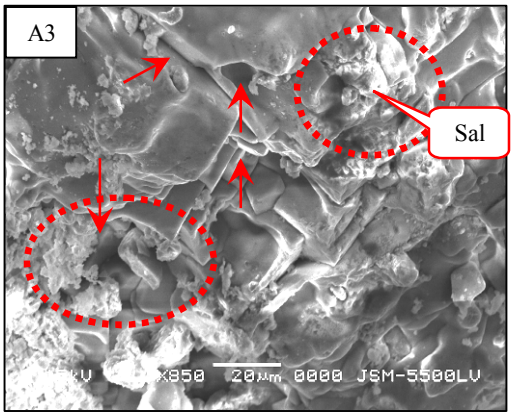


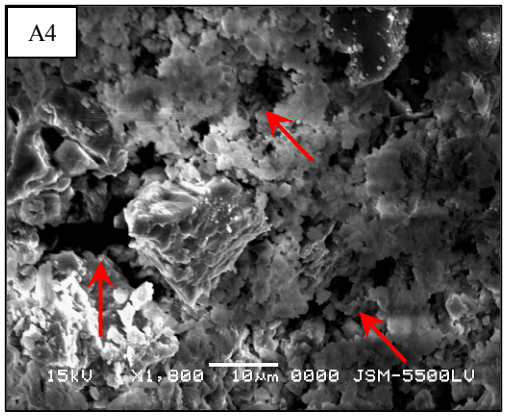
صورتين رقمي (١)،(٢) : قطاع من الحجر الجيري (الواجهة الجنوبية الشرقية ، الواجهة الشمالية الشرقية - جامع المحمودية) الصور A1, A2 تحت المستقطبين المتعامدين CN ، ويظهر من خلال الفحص وجود بلورات دقيقة من معدن الكالسيت ومعدن الكوارتز بالإضافة إلى أكاسيد الحديد المختلفة، وأنواع مختلفة من الحفريات Fossils .

صورتين رقمي (٣)،(٤) : قطاع من الحجر الجيري (الواجهة الشمالية الغربية ، والواجهة الجنوبية الغربية - جامع المحمودية) الصور B1 تحت المستقطبين المتعامدين CN والصور B2 تحت الضوء المستقطب PL بتكبير 0.2mm ، ويظهر من الصور وجود معدن الكالسيت ومعدن الكوارتز ذو البلورات دقيقة التحبب بالإضافة إلى وجود معادن الطين والأملاح وأكاسيد الحديد، ويظهر من خلال الصور وجود فقد وفجوات في نسيج الحجر وزيادة في المسامية ،ويظهر الحجر الجيري تحت الميكروسكوب بنطاقات كبيرة من بلورات الكالسيت وتظهر الفراغات البينية لبلورات الكالسيت ممتلئة بنسيج دقيق موزاييكي من بلورات الكالسيت بالإضافة إلى وجود حبيبات مفككة .



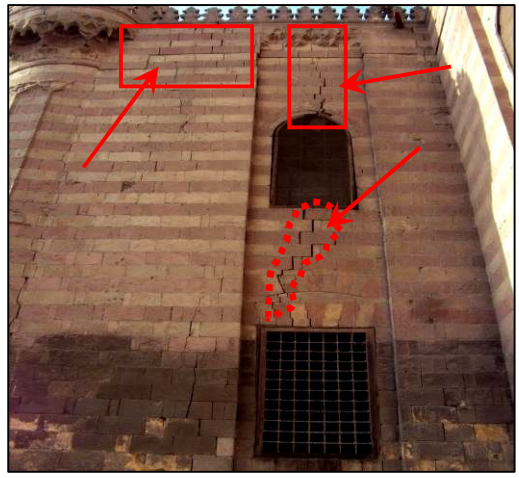






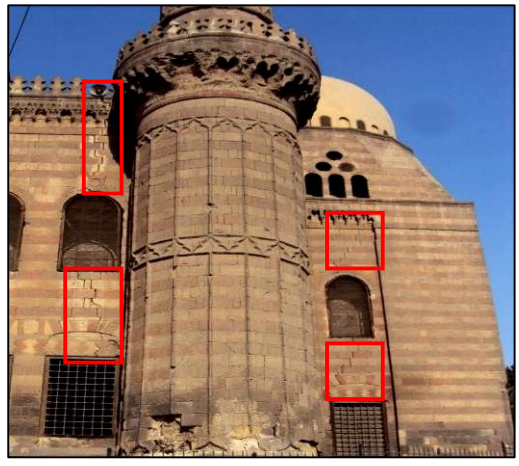
صورتين رقمي (٥)،(٦) A1,A2 : فحص بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح (SEM) لعينة من الحجر الجيري (الواجهة الجنوبية الشرقية - الواجهة الجنوبية الغربية جامع المحمودية) بتكبير 50X, 2.000X، حيث يظهر من خلال الفحص وجود مستعمرات فطرية ووجود تدهور وتآكل في بلورات الكالسيت وفقد في المادة الرابطة وبلورات من ملح الهاليت وملح الجبس التي تنمو داخل المسام .

صورتين رقمي (٧)،(٨) A3,A4 : فحص بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح (SEM) لعينة من الحجر الجيري (الواجهة الشمالية الشرقية ، والواجهة الشمالية الغربية - جامع المحمودية) 850X,1.000X حيث يتبن من الفحص وجود تآكل وتدهور في بلورات الكالسيت وفقد في المادة الرابطة للبلورات المعدنية للحجر مما تسبب في زيادة المسامية ، كما يتبين وجود بلورات من ملح الهاليت وملح الجبس .

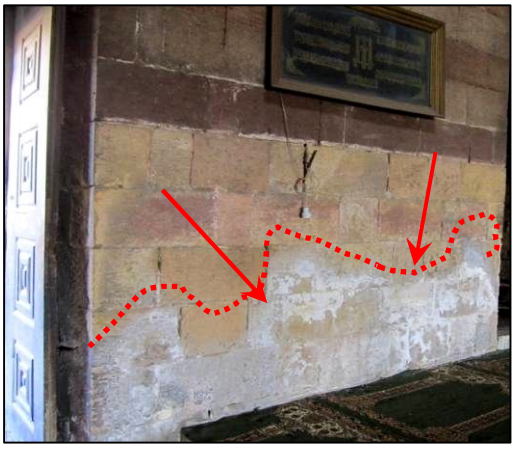


صورة رقم (٩) :مظاهر التلف الانشائية متمثلة في الشروخ الموجودة بأعلي النوافذ وفي أماكن أخرى نتيجة لتأثير التربة علي الواجهة الجنوبية الشرقية بجامع المحمودية.

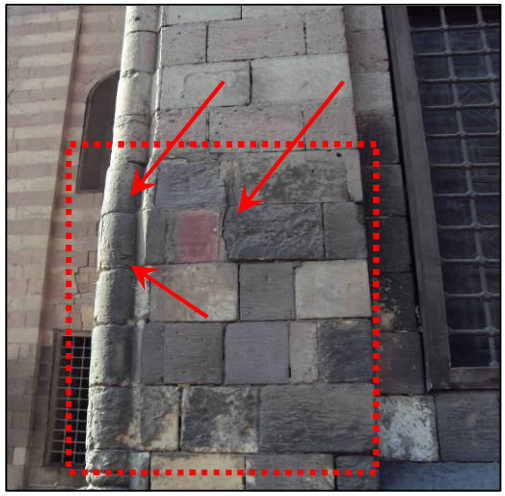
صورة رقم (١٠) : منظر عام لجامع المحمودية بميدان صلاح الدين بالقلعة .



صورة رقم (١١) : الشروخ الموجودة بالواجهة الجنوبية الغربية لجامع المحمودية ، نتيجة تأثير التربة علي المبني .



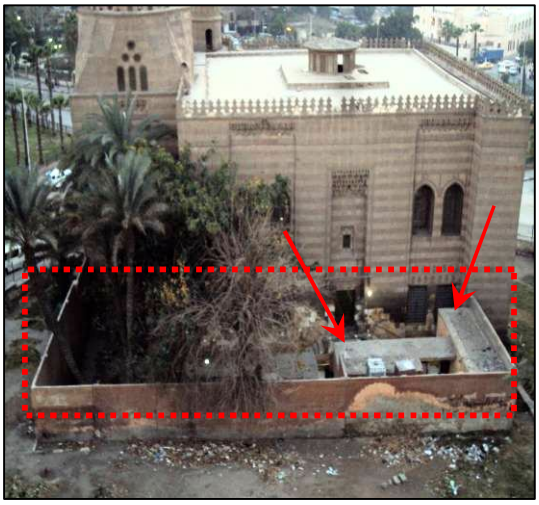
صورة رقم (١٢) : تزهر الأملاح على سطح الأحجار نتيجة تلوث التربة بالمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي، الحائط الجنوبي الغربي من الداخل – جامع المحمودية .



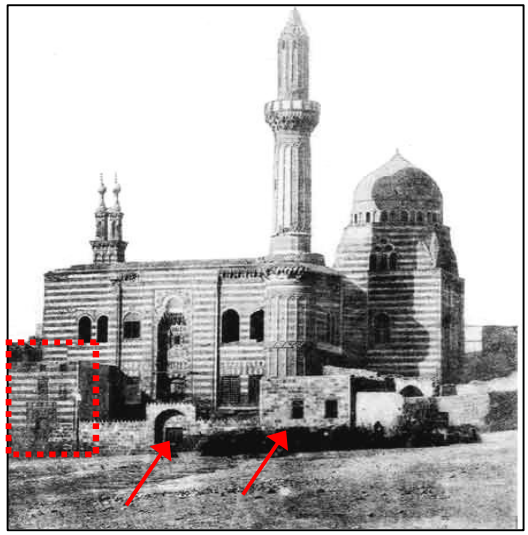
صورة رقم (١٣) : حدوث انزلاق وشروخ في الكتل الحجرية وحدوث انبعاج Buckling في جدار الواجهة الجنوبية الشرقية لجامع المحمودية.

صورة رقم (١٤) :تزهر الأملاح علي سطح الحجر نتيجة لتأثير مياه الأمطار المتسربة نتيجة انفصال السقف عن الجدار (الواجهة الشمالية الغربية – جامع الرفاعي).

صورة رقم (١٥) :تلوث بصري - ناتج عن اختلاف النمط المتبع في المنشآت الحديثة عن المتبع في المباني الأثرية - وحجب الرؤية البصرية عن جامع المحمودية .



صورة رقم (١٦) :التعديات على جامع المحمودية متمثلة في دورات المياه الموجودة خلف الواجهة الشمالية الشرقية .



صورة رقم (١٧) :جامع المحمودية في أواخر القرن الثامن عشر الميلادي ، حيث يتضح من الصورة وجود سبيل أمام الواجهة لم يعد موجودا الآن بالإضافة إلي حجرة خادم الجامع و بين هذين البنائين جدار به باب يؤدي إلي داخل الجامع، حيث ازيلت كل هذه البناءات عام ١٨٨١م و أقيم مكانها السلم الموجود حالياً.
المصدر: كراسات لجنة حفظ الآثار العربية،المجموعة الثالثة و العشرون من محاضر جلسات اللجنة و تقارير قسمها الفني عن سنة ١٩٠٦ (لوحة رقم ١)

صورة رقم (١٨) : التعديات على جامع المحمودية بميدان صلاح الدين متمثلة في الأكشاك ووسائل النقل والانتقال .

صورة رقم (١٩) : التعديات علي جامع المحمودية متمثلة في وجود الأتربة بجوار الواجهة الجنوبية الشرقية .

صورتين رقم (٢٠) ، (٢١) : أجزاء من الصهريج المتبقي من السبيل الذي كان يوجد بجوار الواجهة الجنوبية الغربية من جامع المحمودية ، ويظهر بالصورة تراكم الاتربة والقمامة بداخل الصهريج نتيجة عملية الاهمال .