

عنوان البحث:

تصدعات المنشآت وتقنيات الترميم

اعداد المهندس المدني:

2011-2010

عبدالله قادر خضر

رقم الهوية: 1662

المستخلص:

الترميم هو اعادة تأهيل المباني القديمة التي تعرضت بفعل الزمن و العوامل الطبيعية و غير الطبيعية للتلف والتصدعات مما ادى الى فقدانها لجزء كبير من القيم الجمالية التي تحتويها. ويهدف الترميم بشكل عام إلى الحفاظ على البنية الانشائية للمباني المراد ترميمها و تدعيم تلك المباني عبر توثيق و رفع هندسي لها، و ترميم و إعادة بناء الاجزاء العمرانية التي تتطلب مداخلة طارئة لوقف حالة تدهور البناء.بالإضافة إلى تنشيط السياحة لهذه المواقع باستخدام بعض الأبنية فيها كمراكز خدمات سياحية.

وعادة ما تشمل عملية الترميم تجديد الهيكل الخارجي للمبنى و اكساء الاسقف وتنفيذ ابواب و شبابيك في الفتحات و تحسين المواد العازلة و معالجة بلاط الارضيات و تنفيذ بلاط جديد اينما يلزم و تمديد شبكة صرف صحي و تجهيز دورات مياه و تنفيذ شبكة كهربائية و طبعا يجب ان لا ننسى التقوية الانشائية و معالجة الشروخ.

ان الحفاظ على التراث المعماري و إبراز قيمته أضحي أكثر من مجرد مؤسسة ثقافية :إنه عامل مهم في التنمية الحضرية، و هو يخلق روابط ذات مدى طويل بين الاجيال المتعاقبة، و يحافظ على روح المكان .وثمة اليوم توجه نحو حماية التراث المبني المنبثق من تراثات محلية الى جانب ترميم المواقع الاركيولوجية بهدف نقل الخبرة الحرفية و العادات الاجتماعية التي تمثلها.

سوف تتناول هذه الورقة البحثية:

- 1- تصدعات المباني و طرق علاجها و ترميمها.
- 2- الحجر و اهم العوامل المؤثرة فيه.
- 3- طرق صيانة الحجر و تنظيفه.
- 4- تقنيات حديثة متبعة في ترميم الحجر.
- 5- دراسة لحالة مشابهة في ترميم الحجر و هي الترميم الخارجي لجدار الكعبة المشرفة.
- 6- النتيجة.

تصدعات المباني:

منذ ان عرف الانسان مادة الخرسانة و استطاع ان يربط بينها و بين حديد التسليح في اشكال تصميمهما و تنفيذهما توسعت المباني و المنشآت في انماط اشكالها و ارتفاعاتها بشكل لم يشهده عصر من العصور السابقة فكثرت التصدعات و ازدادت الانهيارات.

عيوب المنشآت:

وهي العيوب التي تؤثر على صلاحية المبنى للإستخدام للغرض الذي صمم من أجله عيوب تتعلق بصلاحية الإستخدام :و هذه العيوب تبدأ بظهور تشققات مائلة في الحوائط يليها ظهور هذه التشققات بالعناصر الإنشائية الحاملة.

منها عيوب تتعلق بأمان المنشأ، و هي العيوب الناشئة عن تجاهل علامات العيوب المذكورة أعلاه و الإستمرار بإشغال المبنى و زيادة الأحمال و الطوابق بدون علاج العيوب إلى أن تصل إلى حالة عدم الإتزان أو الإنهيار الجزئي للمنشأ.

دراسة التشققات:

التشققات هي الأسلوب الذي يحاول المبنى أو المنشأ أن يقول لنا أن هناك خلل ما أو أنه بحاجة

للتقوية و الترميم .و لتكون عملية ترميم المنشآت ناجحة فمن الضروري معرفة أسباب قصور أداء الخرسانة، فعند معرفة هذه الأسباب يتم إختيار أسلوب الترميم المناسب و عندها يكون العمل ناجحا، ولهذا يجب التفريق بين المشاهدات عن أشكال التشققات و عن أسباب هذه التشققات و بعد التعرف على السبب الحقيقي يمكن وضع الحلول مع ضمان عدم تكرار الأسباب و لهذا يجب إتباع الخطوات التالية:

أولاً: التقييم :

الخطوة الأولى هي تقييم حالة الخرسانة وهذا التقييم يمكن أن يتضمن مراجعة مخططات التصميم و مذكرة التصميم الإنشائي، و فحص الخرسانة بالنظر، و فحصا و فحص عينات من الخرسانة في المختبر، (NDT) بإستخدام أسلوب الفحص بدون تكسير بعد الإنتهاء من هذا التقييم يتكون معرفة كاملة لدى فريق العمل بحالة الخرسانة و أسباب التشققات.

ثانياً: ربط النتيجة بالسبب:

بعد إنتهاء مرحلة تقييم المنشأ يجب ربط المشاهدات و نتائج الفحوصات بآلية حصول التشققات وحيث أن العديد من التشققات من الممكن أن تكون ناتجة عن أكثر من سبب، يجب محاولة معرفة السبب الفعلي لتقديم الحلول المناسبة.

ثالثاً: إختيار أسلوب الترميم :

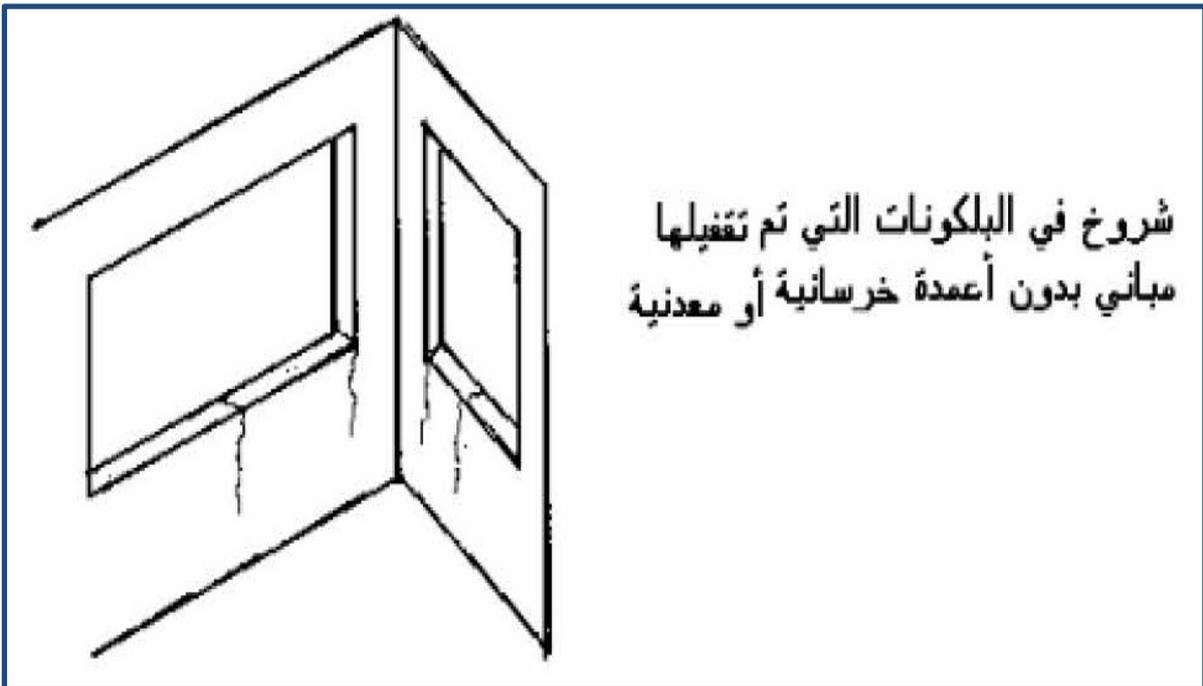
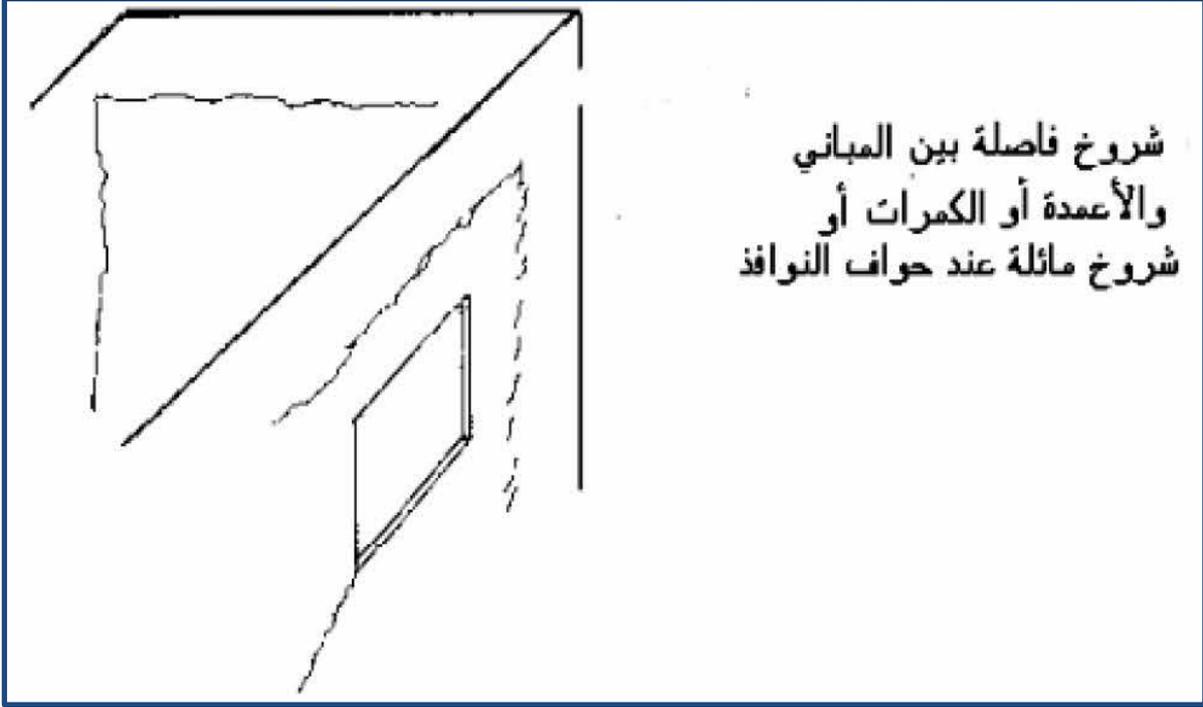
بعد أن تم تحديد سبب أو أسباب التشققات الذي تم ملاحظته يتم إختيار الأسلوب الأنجع للترميم و المواد المستخدمه لذلك.

رابعاً: إعداد المخططات و المواصفات :

الخطوة التالية في عملية الترميم هي إعداد المخططات الإنشائية لتدعيم العناصر التي بحاجة للتدعيم و مواصفات المواد المستخدمة لهذا العمل وحيث أن بعض الأمور لا تكون واضحة تماما قبل بدء أعمال الترميم فإن هذه المخططات يجب أن تكون مرنة.

خامساً: تنفيذ الترميم :

إن نجاح عملية الترميم تعتمد على مدى التقيد بالمخططات و المواصفات والتي ينبغي أن تكون أعلى من أعمال إنشاء المباني الجديدة .كما أن من الضروري أن يكون مهندس التصميم الإنشائي الذي قام بأعمال التقييم و التصميم و ذلك لإعطاء الإهتمام الكامل للتفاصيل.



تعديل المنشآت:

لا يكون الترميم مطلوباً لعلاج حالات من قصور المنشآت بل يطلب أيضاً كحل لتعديل المنشأ عند تغير إستعمال المبنى (زيادة الأحمال الرأسية)، زيادة عدد الطوابق و بعد دراسة المخططات الإنشائية و حالة المبنى يتبين أن العناصر الإنشائية الحاملة (عقدات، جسور، أعمده و أساسات) لا تتحمل الزيادة المطلوبة لحماية المنشأ من المخاطر الزلزالية (زيادة الأحمال الأفقية).

أساليب الترميم:

بعد إتمام الدراسات المطلوبه لتحديد العناصر الإنشائية المراد ترميمها يتم تحديد أسلوب الترميم و يمكن تلخيصها لكل عنصر كما يلي:

1- الأساسات:

زيادة مساحة التحميل على الأرض و يتم ذلك بعمل كتلة من الخرسانة المسلحة أو العادية تحت الأساس. يمكن زيادة مساحة القاعدة بدو الحفر أسفلها و هي طريقة أقل تكلفة و أقل خطورة و يتم ذلك بتخشين سطح الإتصال و تركيب دسر لمقاومة قوى القص. ربط الأساسات المنفصلة بواسطة جسور ربط عريضة لتشكل أساساً مستمراً، مع معالجة صدأ الحديد وإضافة طبقة من الخرسانة المقاومة للأحماض لحماية الحديد مستقبلاً.

2- الأعمدة:

تلييس الأعمدة بطبقة خرسانية مسلحة لا تقل عن 10 سم بعد تخشين السطح الخرساني مع وضع كانات مناسبة للعزوم الجديدة المتوقعه نتيجة لزيادة الأحمال، تلييس الأعمدة الخرسانية بطبقة معدنيه (ستره أو جاكيت) مع ضمان ربط الستره المعدنية بالخرسانة القديمة بتخشين السطح الخرساني و

حقن الروبه الخرسانيه بينهما ويتم الربط بإستخدام (Fiber Reinforce Plastics) تلبيس الأعمده بإستخدام تقنية ألواح الفايبر الإيبوكسي المناسب.

3- الجسور و العقدات:

يتم بزيادة سماكة الخرسانة من الأعلى أو من الأسفل بهدف زيادة عمق المقطع الخرساني لزيادة القدره على تحمل الأحمال ويمكن إضافة شبكة حديد، بإستخدام مادة الإيبوكسي (Fiber Reinforce Plastics).

الجبر : ترميمه و تنظيفه و صيانتة :

ذكرنا في بداية هذه الورقة ان تجديد و صيانة الهيكل الخارجي هو عنصر مهم في عملية الترميم و حيث أن الحجر مادة طبيعية متوفرة و تم استعمالها عند الانسان منذ عصور ما قبل التاريخ و حتى يومنا هذا في استخدامات مختلفة مثل بناء المنازل و المعابد و البوابات و الاسوار و التي بقيت الى الان شاهد على حضارة الانسان القديم و ابداعاته الفنية و ما يزال استخدام الحجر مستمرا كونه مادة اساسية في البناء و النحت لذا سنتطرق لاهم العوامل المؤثرة على الحجر و كيفية صيانتة و حفظه و تدعيمه.

1- أهم العوامل المؤثرة على الحجر:

هناك الكثير من العوامل التي تؤثر تأثيرا سلبيًا على الحجر منها عوامل كيميائية و عوامل ميكانيكية كالحرارة و الرطوبة و التجمد و الرياح و رذاذ البحر و النباتات و الحيوانات. تتمثل التأثيرات الكيميائية في تكوين الاحماض من خلال الامطار الحامضية حيث ان الهواء الملوث يجعل ماء المطر اكثر حموضة، يهاجم المطر الحامضي الحجر الكلسي بعنف شديد حتى انه يحوله الى سلفات الكالسيوم اي الى حجر اسود هش، اضعف الى ذلك الرطوبة الدائمة التي تسبب خروج الاملاح الذائبة من الصخر الى سطح الحجر عند تبخرها. تتجسد هذه الاملاح و تجمع الغبار لتشكل بقع

سوداء غير محددة الملامح كما يظهر التأثير الميكانيكي من خلال تشققات الحجر الناتجة عن تبدل درجات الحرارة و الرطوبة و زيادة حجم جذور النباتات و الحشرات بالاضافة للتلوث البيئي الناتج عن مخلفات المصانع و دخان السيارات الذي يؤثر سلبا على الحجر و تساعد على تلفه و بالرغم من قساوة الحجر فانها لم تحمه من المؤثرات الخارجية و الحيوانية و البشرية لذلك كان لابد من ايجاد الطرق المناسبة و الادوات و المواد اللازمة لصيانة و حفظ الحجر بكافة اشكاله.



يوضح الشكل كيفية تأثير العوامل الخارجية على الحجر

2- مواد الترميم و ادواته:

تختلف المواد المستخدمة في الترميم باختلاف المشاكل التي تتعرض لها القطع الاثرية مثل استخدام الكمادات و الماء المقطر و الكحول و الايبوكسي و كذلك استخدام مواد كيميائية مثل فلوريد الصوديوم.

اما بالنسبة للادوات التي نستعملها في مخبر الحجر فهي متنوعة و كثيرة مثل الفراشي بانواع و احجام متعددة والمشارط و ازامل ذات قياسات مختلفة و قطن و شاش و قماش و خوابير خشب ومبرد حديد و تيربو هواء و فرد تنقيب و صاروخ و مفكات بقياسات مختلفة.

3- صيانة و حفظ الحجر:

ان معالجة و حماية الحجر من المؤثرات المختلفة التي تطرأ عليه تتضمن تنظيف و صيانة و تقوية واكمال القطع الاثرية سواء كانت مستخدمة بناء القلاع و الحصون او صنع التماثيل.

(a) التنظيف:

انه لمن الضروري تنظيف الحجر من الناحية الفنية لتقوية و معالجة و ازالة الاوساخ التي تشوه الحجر و تؤدي الى تشكل طبقات تؤدي الحجر ولكن يجب ان نتجنب المبالغة في التنظيف و نتجنب تخريب السطح او احداث تشققات خلال عملية التنظيف و يجب عدم ازالة المادة الاصلية من الحجر.

(b) الصيانة:

تشمل مراقبة المواقع و التماثيل الحجرية بشكل دوري لمعرفة حالتها و معالجتها في حال حدوث اي تلف كما ويجب انشاء بطاقة ترميمية خاصة لكل اثر تتضمن المعلومات التالية:

- نوع الحجر و حجمة.
- المعطيات المتعلقة بالشروط البيئية المحيطة به.

- أسباب تلفه.
- الهدف من صيانته.
- تاريخ الصيانة.
- المواد و الادوات التي استعملت في علمية الصيانة.

(c) التقوية و التدعيم:

تتم عملية تقوية و تدعيم الحجر من خلال اضافة المواد اللاسقة الحاملة او الداعمة لاطالة بقاء بنية الاثر و الحفاظ على حالته الاصلية. تختلف الطرق المستخدمة في التقوية باختلاف مادة الحجر و حجمه اما بالحقن او الغمر كما ويجب التأكد عند استخدام المحاليل انها لا تسبب اي تغيير في لون الحجر او لمعانه.

التقنيات الحديثة في الترميم:

تختلف العملية المتبعة للترميم حسب المادة المصنوع منها الأثر و نسبة تلفها فيعرف الاسم الشائع برش المنحوتة بالماء الصلب وهو الماء الكلسي، و يفضل الماء الصلب على الماء النقي أو الماء الخالي من المعادن على اعتبار أن الأخير يمكن أن يحلل الأملاح الموجودة في الحجر حيث يتم رش الرذاذ على الحجر لبضعة أيام و لا يصيب الماء بالضرر بل يزيل الأوساخ عمومًا و يساعد على نقاء الحجر .

وهناك أسلوب آخر أكثر رافة بالحجر و ذلك من خلال استعمال تركيبة كيميائية تعتمد على صودا الأمونيوم، حيث يمزج المرمر هذه المادة بالماء لتصبح عجين ثم يمدها على قطعة نسيج توضع على سطح الحجر لتمتص الأوساخ دون أن تؤثر على الحجر.

وهناك طريقة أخرى لمعالجة طبقات أكثر قسوة باستخدام غبار الياقوت، و الياقوت هو معدن بالغ

القسوة يتواجد باللون الأحمر و يصنف بأنه ثاني معدن من حيث الصلابة بعد الألماس، ولذلك فإن له قدرة على الكشط أكثر من شفرات الزجاج.

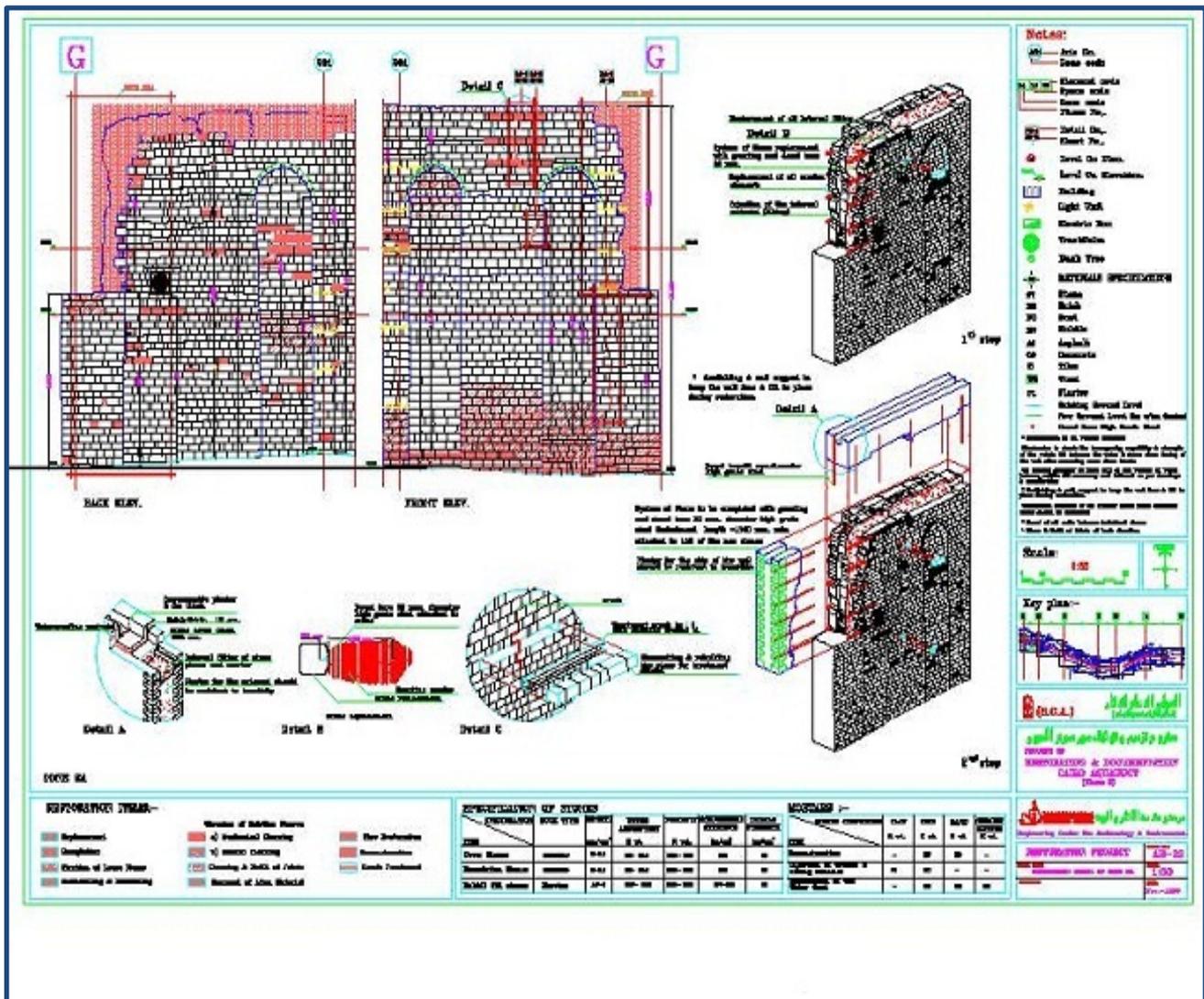
وتستخدم فرق الترميم اليوم آلية أشد فعالية و أكثر دقة في التنظيف تسمى موجات فوق الصوتية ويستخدمها أطباء الأسنان، و يستخدم المرمم هذه التقنية لمعالجة المنطقة المغطاة بالإسمنت و هي مكامن الأملاح المتحجرة أو الحصى و كثيرًا ما تكون هذه المكامن بقسوة الرخام إلا أن الموجات فوق صوتية تستطيع أن تحوله إلى غبار وقد أثبتت دقة عالية في هذا المجال.

هذا ومن الجدير ذكره أنه ثمة تقنيات حديثة أخرى تستخدم في الترميم منها استعمال أشعة الليزر، حيث يرسل الليزر المستخدم في الترميم ومضات قصيرة جدًا، يحول قصر هذه الومضات دون تسخين المادة التي تخضع لها حيث تصطدم أشعة الليزر بالحجر و تصل قوة الصدمة إلى درجة تؤدي إلى تحطم درجة التكلس و تحولها إلى غبار .وهذه العملية تحقق مستوى عالي من الدقة تسهم في الإسراع في التنفيذ أيضًا .كما أنه أسلوب مناسب لتنظيف زجاج النوافذ و الأجزاء الصدئة من المعادن كما هو الحال في القطع الفنية و التماثيل. إلا أن الحجارة حين تتعرض للتلف الشديد لا بد من تبديلها.

🚧 الترميم الخارجي لجدار الكعبة المشرفة:

تأثر بناء الكعبة المشرفة بعوامل تغيير مختلفة و بعوامل جوية بنوعها الميكانيكي و الكيماوي فظهرت هذه الآثار على شكل تقشرات و فجوات في اوجه الجدار الخارجية لجدار الكعبة المشرفة و كذلك نخر و شقوق في الفواصل بين الحجارة شمل اجزاء عليا و سفلى من الحوائط مما استدعى الحاجة الى ترميم جدارها الخارجي. ومن هذه الحثيات تمت الدراسة الاستكشافية لجدار الكعبة المشرفة الملاحظة الظاهرة وبالحفر الاختباري لأخذ عينات عشوائية عميقة فكانت النتيجة أن تبين وجود الكثير

من حشرات الأرضة والفطريات مستترة بين الفواصل وتحت اللوحات أما السقف فقد تبين تأكل وتلف فيه كبير فالأعمدة الخشبية والأكسية المكونة من خليط الطين والرمل والجير كلها غزتها الحشرات الدقيقة والفطريات ساعدتها الرطوبة على التكاثر والنمو فأكلت ونخرت ولكنها تحت القشرة السطحية استترت. و انطلاقا من الرعاية و العناية المتواصل من خادم الحرمين الشريفين لشعائر الله جاء امره السامي باصلاح هذه الفواصل و النقشرات و الفجوات في الحجارة و كل ما يحتاجه جدار الكعبة المشرفة الخارجي من الاصلاح.



يوضح الشكل لوحة أعمال الترميم الانشائي

النتيجة:

ان المباني الاثرية و النصب التذكارية و الصروح و التماثيل تعتبر شواهد على التاريخ البشري و جسرا تنتقل خلاله الخبرات و العادات الاجتماعية بين الاجيال و رافة بتلك المباني التي تمثل ماضي الشعوب كان لا بد من احياء الماضي و تحريك النبض فيه من خلال الترميم و إعادة تاهيل المباني بحيث نعيد لتلك المباني رونقها لان التراث الذي لا يستخدم يندثر.

و من اجل الحفاظ المستدام تتوجب اعادة استغلال و توظيف المباني اذ ان عدم استعمالها يؤدي الى تلفها مرة اخرى. و من حسن الحظ ان ثمة تقنيات معاصرة تستخدم هذه الايام في الترميم و تساهم بشكل كبير في الحفاظ على التراث و احياءه و اصلاح ما تتعرض له الابنية و التماثيل و النصب التذكارية من تلف و تصدعات بفعل الزمن لا بد ان يكون الاثر نابضا بالحياة بعد ترميمه.

المصادر و المراجع:

- 1- عبد الرزاق، جنان عبد الوهاب ، الطراز المعماري كمنظومة تواصلية، رسالة دكتوراه، 2001.
- 2- عبد الرزاق، جنان عبد الوهاب، الطراز المعماري كمنظومة تواصلية، المدينة والانسان: وقائع المؤتمر القطري السنوي الاول للهندسة المعمارية، 2001.
- 3- حمد الله، رعد نعمة الله ، التكنولوجيا والشكل: اثر التكنولوجيا الحديثة في شكل المسكن، رسالة ماجستير، 1997.
- 6- رسول، هوشيار قادر، العمارة والتكنولوجيا: دراسة تحليلية للفعل التكنولوجي في العمارة، رسالة دكتوراه، 2003.
- 7- طاهر ، يحيى ، ثنائية الشكل والوظيفة في عمارة المسلمين ، رسالة ماجستير ، 2002.
- 8- رافت ، ا.د.علي ، ثلاثية الابداع المعماري ، كتاب ، 1997 .
- 9-التك، حازم مجيد، التكتونك في العمارة، بحث قدم الى قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة بغداد، 2000.

10- Meiss, piene Von., Elements of architecture: From form to place. London: E and FN Spon, Champman and Hall, 1992.

11-Bonta Juan Pablo, Architecture and Its Interpretation, New York: Rizzoli Int. Publications, 1979.

12- Sekler, Eduard F., Structure, Construction, Tectonics; Structure in Art and in science, Edited by Greogy keeps; Studio vista, London; 1965.

13- Kazuhiro, K., Otani, Sh., and Aoyama, H., " Earthquake Resistant Design Criteria for Reinforced Concrete Interior Beam-Column Joint Pacific Conference on Earthquake Engineering, Wairakei Universit Tokyo, Japan, at New Zealand, August 5 – 8, 1987, Vol. 1, pp. 315 – 326.