مجلة كلية الآثار بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

رصد وتصنيف مظاهر التلف المختلفة بالصرح التاسع بمنطقة معابد الكرنك بالأقصر - مصر وأساليب التدخل المقترحة

إعداد

ا. مصطفى عطية مصطفى عطاالله

باحث ماجستير بكلية الآثار بقنا - جامعة جنوب الوادي

أ.د. عبده عبد اللاه عمران داوود الدربي

أستاذ ورئيس قسم ترميم الآثار بكلية الآثار بقنا

جامعة جنوب الوادي

أ.م.د. عصام حشمت محمد

أستاذ ترميم الآثار المساعد ووكيل الكلية لشئون التعليم والطلاب بكلية الآثار بقنا - جامعة جنوب الوادي

رصد وتصنيف مظاهر التلف المختلفة بالصرح التاسع بمنطقة معابد الكرنك بالأقصر – مصر وأساليب التدخل المقترحة

ا. مصطفى عطية مصطفى عطاالله ... باحث ماجستير بكلية الآثار بقنا – جامعة جنوب الوادي
أ.د. عبده عبد اللاه عمران داوود الدربي ... أستاذ ورئيس قسم ترميم الآثار بكلية الآثار بقنا – جامعة جنوب الوادي
أ.م.د. عصام حشمت محمد ... أستاذ ترميم الآثار المساعد ووكيل الكلية لشئون التعليم والطلاب بكلية الآثار بقنا – جامعة جنوب الوادي

ملخص البحث : تعتبر صروح معابد الكرنك من أهم العناصر المعمارية في المعبد نظراً لما تحمله من قيم مختلفة بالإضافة إلى أهميتها الدينية والمعمارية ، إلا أن تعرض صروح معابد الكرنك بصفة عامة والصرح التاسع (حالة الدراسة) بصفة خاصة لعوامل ومسببات التلف المختلفة المتمثلة في عوامل التلف الإنشائية والمعمارية أدى إلى حدوث مظاهر تلف تمثلت في الشروخ والفقد الجزئي لعناصر الصرح وتلف وتدهور اللب الداخلي. في هذا البحث تم رصد وتصنيف مظاهر التلف المختلفة الموجودة بالصرح التاسع باستخدام برامج الحاسب الألي(AutoCAD–Sketch up–Photoshop Structure Autodesk Revit).

انتهت الدراسة إلى أن الصرح التاسع يعاني من العديد من مظاهر التلف المختلفة والتي ترجع أسبابها إلى عوامل إنشائية ومعمارية، وقد تم رصدها وتصنيفها بدقة ، وأيضاً تم توثيق الصرح معمارياً في صورة مساقط أفقية ورأسية ليتم توقيع مظاهر التلف عليها طبقًا لأماكن وجودها بالصرح وتم عمل خريطة تلف تم فيها تصنيف مظاهر تلف الصرح التاسع طبقًا لنوعها، ومن خلال هذا الرصد والتصنيف بالإضافة للتحليل الإنشائي تم وضع تصور لأساليب التدخل المختلفة للحفاظ على الصرح التاسع.

الكلمات الدالة : معابد الكرنك – الصرح التاسع – رصد وتصنيف مظاهر التلف – التوثيق المعماري – التوثيق الدقيق – أساليب التدخل .

Monitoring and classification of deterioration syptoms of the ninth pylon in karnak temples – Egypt and proposed intervention methods

Abstract: The pylons are considered one of the most important architectural elements in the temple due to their religious and architectural importance. The ninth pylon in karnak temples has been affected by several deterioration factors since the construction, which led to the occurrence of several damage aspects to the pylon, such as fissures, partially loss of architectural elements, deterioration of the core of the pylon. In this study monitoring and classification of deterioration symptoms and documentation of the ninth pylon were done by several programs such as AutoCAD, Sketch up, Photoshop Structure, and Autodesk Revit. From deterioration map and structural analysis of the pylon the study presented proposed intervention methods to conservation of the ninth pylon in karnak temples.

Key words : Karnak temples, ninth pylon, deterioration syptoms, classification, intervention methods.

١- مقدمة :

يقع الصرح التاسع بمعابد الكرنك بمدينة الأقصر بجانب البحيرة المقدسة شمال شرق معبد خنسو، ويرجع تاريخ الصرح إلى عهد الملك حور محب (١٣٣٨ – ١٣٠٨) ق.م. الصرح من الناحية المعمارية عبارة عن بناء ضخم من برجين عظيمين يبدأن بقاعدة مستطيلة وتميل جدران البرجين إلى الداخل ويقل سمكها كلما ارتفعنا إلى أعلى، وينتهي الصرح بما يعرف بالكورنيش المصري وتحيط بحافتي كل جدار من الأعلى خيرازنة ، أطلق عليه اسم " بخنت " في الأسرة الثامنة عشر والتي تعني مصطلح "الصرح"، وفي الأسرة العشرين عرف باسم " روتي ورتي " ، وأطلق عليه اليونانيون اسم "بيلون" [١] وقد اشتقت كلمة بيلون من كلمة يونانية استخدمها ديودور الصقلي في وصف المعبد الجنائزي لرمسيس الثاني وأساء المترجمون نقلها بكلمة اتريوم (الفناء الداخلي في المنزل الروماني) ويقصد بتلك الكلمة الباب والجزئين المصاحبين له،

وقد وصف في بعض النصوص المصرية بأنه ينظر الي السماء وأنه يناطح السحاب وأنه يمتد في أجواء الفضاء كأعمدة السماء ويشرف على كل ما يحيط به وعلى ما يمتد من خلفة من أفنية كأنه عليها حارس مكين[٢] ، وللصرح أهمية كبيرة عند المصري القديم حيث كان يسجل علية موضوعات الحروب والانتصارات للملوك والآلهة نظراً

---

[١] توفيق ، سيد (١٩٩٠م) . تاريخ العمارة في مصر القديمة (الأقصر) : دار النهضة العربية ، ص٦٥ .

[٢] عبدالمجيد ، زكريا رجب . (٢٠٠٩م) . العمارة والفنون الكبرى . الجزء الثاني . القاهرة : دار المعارف الجامعية ، ص ١٦ .

لضخامة جدرانه، وبالرغم من أهمية الصرح (موضوع الدراسة) إلا أنه تعرض للكثير من عوامل التلف المختلفة التي أثرت عليه بشكل مباشر أو غير مباشر مما أدى ذلك إلى ظهور العديد من مظاهر التلف المختلفة به متمثلة في تدهور الهيكل الإنشائي للصرح وكذلك تدهور اللب (الحشو الداخلي) وظهور الشروخ في أماكن مختلفة في الصرح ....الخ.

يتكون الصرح التاسع من برجين بينهما بوابة حجرية تم بناؤه في عهد الملك حور محب (الأسرة الثامنة عشر ١٣٣٨ – ١٣٠٨ق.م)، وهو عبارة عن هيكل ضخم يبلغ طول قاعدته حوالي ٦٥متراً، وارتفاعه حوالي ٣١,٥ متراً بما في ذلك ٥ متراً في الأساسات، وسمك الجدار ١٢,٥متراً عند مستوى الأرض، و ٤ متراً في الأعلى، كان في الأصل يمثل حجماً إجمالياً حوالي ١٧٠٠٠م^{٣} ، أو ٣٠٦٠٠ طن ، منها ٢٥% عبارة عن أساسات (هذه القيم هي تقديرات)[٣] ، أما عن حالته الراهنة فهو مهدم بدرجه كبيرة بعد فكه للكشف عن أحجار معبد أخناتون بداخله، وفي فنائي الصرحين التاسع والعاشر عثر في الجانب الغربي على مسلة صغيره إرتفاعها حوالي متر نقلت حالياً لمتحف الأقصر ترجع لعهد رمسيس الثالث[٤]، وقد تم استخدام كتل حجرية من المباني السابقة المتهدمة الخاصة بأمنحتب الثالث والرابع ما عرف باسم أحجار التلاتات وكان عددهم حوالي ٢٣٠,٠٠٠ بلوك داخل الصرح. تمثل التربة أحد أهم العناصر الإنشائية للمباني الأثرية عند تعرضها لعوامل التلف المختلفة

---

[3] Verdel ,T., Piguet , Jp ,Helal , H,& abdallah , T.(1993).Etude de l'e`videment du IX pylon edu Temple de Karnak par la me`thode des e`le`ments preminum – recherched 'une Me`thodologie . Revue Franca is de Ge`otechique , p .58.

[٤] عبدالحميد ، نور جلال. (٢٠١٠). آثار وحضارة الدولة الحديثة في العصور المصرية القديمة . الطبعة الأولي : مكتبة الأنجلو المصرية ، ص ١٤٥.

تؤدي إلى حدوث تدهور وتصدع واضح في أساسات المبنى الأثري مع الأخذ في الاعتبار عامل القدم(٥). عند تعرض الأساسات لأحمال زائدة عن الحد المسموح به لمقدار تحمل التربة لهذه الأحمال أسفل الأساسات فإن ذلك يؤدي إلى حدوث هبوط (٦). يعتبر تأسيس صروح المعابد على خنادق ضحلة غير عميقة أحد الاسباب في عدم مقاومتها للإجهادات الزائدة الواقعة عليها(٧)، وفي دراسة لأسباب تدهور صرح معبد الرامسيوم توصلت الدراسة إلى إن الصروح في المعابد المصرية القديمة صممت لمقاومة الأحمال الميته (الوزن الذاتي للصرح) وتصميمها الإنشائي غير معد ومهيأ لتحمل القوة الأفقية الناتجة عن الزلازل والرياح وهو ما يفسر أسباب انهيار الصرح عند تعرضه للزلازل بالإضافة إلى عوامل التلف الإنشائية الأخرى(٨). يعتبر وجود الشروخ سواء كانت رأسية أو أفقيه في المباني الحجرية دليلاً واضحًا – بنسبة كبيرة – على انفصال مكونات الحشوة الداخلية عن الأجزاء الداخلية للقطع الحجرية

(٥) صليب ، مرفت ثابت (٢٠٠٨). تأثير المياه الجوفية علي المباني الاثرية .الطبعة الاولي .الجيزة : الدولية العامة للنشر والتوزيع ، ص١٠٣: ١٠٤.

(٦) عبدالمجيد، محمد مصطفي محمد.(٢٠٠٩). دراسة لأسباب تصدع وانهيارات المباني الاثرية الاسلامية والحلول المقترحة للآثار المختارة ، رسالة ماجستير، قسم ترميم الاثار، كلية الاثار ، جامعة القاهرة ، ص ٣٧٦.

(7) El- Derby .A.(2010) Some Construction And Building Defects In Ancient Egypt Building Which have Played a Role In Own Deterioration Ana Damage – The Frist International Conference On Science In Ancient Egyptian Civilization .

(8) Mohamed , E,H. (2019). 3D Finite Elements Technique For Collapse Causes Of The Pylons In Egyptian Temples : A Study Of The Great Pylon Of Ramesseum Temple , Luxor , Egypt , Open Journal of Geology , 1038 .

المستخدمة في البناء وانفصال جزيئات الحشوة عن بعضها البعض يسبب تشرخ الحوائط[٩].

تهدف هذه الدراسة إلى رصد وتصنيف مظاهر التلف المختلفة بالصرح التاسع (موضوع الدراسة) كتصنيف علمي صحيح يتم الإستعانة به حيث يعتبر ذلك بمثابة تشخيص لحالة الصرح التاسع فلا يوجد شك بإن أولى خطوات عمليات الترميم العلمية الصحيحة هي عملية الرصد لمظاهر التلف والتي من خلالها يتم الوقوف على الأسباب (العوامل) المؤثرة على الصرح التاسع والتي ترجع للظروف المحيطة بالصرح ، ويعتبر رصد وتصنيف مظاهر التلف إجراء مهم لتقييم الوضع الراهن وبناءًا عليه يتم وضع خطة التدخل المناسبة التي من خلالها يتم إجراء عمليات الترميم العلمية الصحيحة للصرح التاسع (موضوع الدراسة).

٢- طرق ومواد الدراسة :

٢-١ طرق الرصد والتسجيل والتوثيق المعماري للصرح (موضوع الدراسة): تهدف هذه العملية إلى رصد وحصر ما به من مظاهر التلف والتدهور، ويشمل هذا افة العناصر المكونة للصرح (موضوع

(٩) الإمام ، ابراهيم محمد (٢٠١١). دراسة مظاهر تلف الحوائط الحجرية ذات الرقبتين في المباني الأثرية الإسلامية مع التطبيق العلمي للعلاج على بعض النماذج المختارة ، رسالة ماجستير ، قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة ، ص ٢٦٦.

الدراسة) [١٠]، وتعتبر عملية التوثيق المعماري أحدى الطرق المستخدمة في الوصف المعماري لعناصر المبنى الأثري بدقة[١١].

البرامج التي تم استخدامها:-

- برنامج Auto Cad .
- برنامج Sketch up .
- برنامج Photo shop .
- برنامج الريفيت الإنشائي Structure Autodesk Revit .

٢-١-١ برنامج Auto Cad :

تم تصميم البرنامج من قبل شركة أوتوديسك AUTO DESK ، وهو برنامج يستخدم للرسم والتصميم ويتم ذلك باستخدام جهاز الحاسب الألي، فقد كان في بداية إنشاؤه يدعم الرسومات الثنائية الإبعاد2D ،ومنذ عام ١٩٨٢م تم تطويره وأصبح يدعم الرسومات الثنائية والثلاثية الإبعاد 2D, 3D ، وفي عام ٢٠١٠م تم توافر البرنامج عبر شبكة الأنترنت وحتى الأن أصبح هناك العديد من الإصدارات لهذا البرنامج حيث كل عام يتم انتاج اصدار جديد .

إما بالنسبة لدور برنامج الأوتوكاد في مجال الحفاظ على الأثار وكيفية الاستفادة فإنه يتم استخدامه في الأتي :

---

[١٠] النمرة ، نادر جواد و جعفر ، أشرف عبد المنعم السيد ، الطرق الحديثة في التوثيق المعماري للمواقع في فلسطين ، حالة دراسية – تجربة مركز ايوان التوثيق المعماري للمواقع الأثرية في البلدة القديمة بغزة باستخدام GIS ، ص ٣.

[١١] محمد، أمل عبد الوارث و آخرون.(٢٠٠٥)." التوثيق المعماري للمباني التاريخية في ظل الثورة الرقمية –" المؤتمر العلمي الدولي السادس وتأثيرها على العمارة والعمران، كلية الهندسة، جامعة أسيوط – جمهورية مصر العربية.

- يتم استخدام البرنامج في الرسم النقوش الأثرية (الفاكسميلي) .
- تصنيف مظاهر التلف وكذلك عمل خريطة تلف لتلك المظاهر Deterioration Map .
- الرفع المعماري للمبنى وللعناصر الإنشائية بالمباني الأثرية [١٢] .
- عمل مساقط أفقية للمبنى ورأسية للواجهات وقطاعات رأسية للعناصر المعمارية للمبنى، ورسم التخطيط العام للموقع وللمباني الأثرية .
- حصر وتصنيف مظاهر التلف من خلال توثيقها طبقًا لنوعها وكذلك تحديد الأجزاء .

استخدم برنامج الأوتوكاد في التوثيق الرقمي للمناظر والنقوش الموجودة علي برجي الصرح (موضوع الدراسة) ، وكذلك توثيق حالة الصرح بتصنيف مظاهر التلف الموجودة على برجي الصرح وعمل خريطة تلف توضح ذلك ، حتى يتم الاستعانة بهما في وضع خطة الترميم المعماري للصرح التاسع (موضوع الدراسة).

٢-١-٢ برنامج Sketch up :

هو أحد برامج الرسم الهندسي ويستخدم في إنتاج الأشكال ثلاثية الإبعاد حيث أنه من أكثر البرامج الهندسية مرونة في التعامل مقارنة بغيره من البرامج ثلاثية الأبعاد، ويعمل هذا البرنامج على إنشاء التصميمات في كافة المجالات بسهولة ويسر، ويعتبر برنامج **Sketch**

---

[١٢] غالب ، علي و عبدالله ، معاذ. (١٩٩١). دليل إعداد مشروعات صيانة وترميم الآثار ، هيئة الآثار المصرية ، القاهرة ، ص ٢٦.

up من أشهر برامج الرسم ثلاثي الأبعاد كما أن لـه القـدرة الهائلـة علـى إنشاء المجسمات المختلفة (ثلاثية الأبعاد) [١٣].

٢-١-٣ برنامج Adobe Photo shop :

هو أحد بـرامج أدوبـي ويعتبـر مـن البـرامج المهمـة التـي يـتم استخدامها في مجال الجرافيك ، وقد تم الاسـتفادة منـه هنـا فـي عمليـة (Photo Marge) تجميـع الصـور حتـى تسـاعد فـي الرسـم الاثـري وكذلك إجراء عملية الرفع المعماري باسـتخدام البـرامج الأخـرى، حيـث تم أخذ العديد من الصور لكل واجهة في كل برج مـنهم علـى حـده حتـى يتم عند الجمع إظهار الرسم الجـداري إذا وجـد وكـذلك مظـاهر التلـف الدقيقة التي لم نسـتطيع رصـدها وتوثيقهـا ديجيتـال إذا أخـذنا صـورة كاملة للصرح أو لكل برج منهم على حده .

٢-١-٤ برنامج الريفيت الإنشائي Structure Autodesk Revit :

هو أحد مكونات أوتوديسك ريفيت يسـتخدم للتصـميم ونمذجـة معلومـات البناء BIM بشكل كامل ، ويحتوي على عـدة مكونـات أهمهـا المعمـاري والإنشائي ، فيعمل هذا البرنامج على نمذجـة الأبعـاد وإدراج المعلومـات في مكونات المشروع من قطاعـات ومـواد ومواصـفات المـواد ، وقـد يتميز برنامج الريفيت بإنه أيضاً يقـدم حلـولاً للتحليـل الإنشـائي فـيمكن للبرنامج تحليل بعض العناصر من داخل المشروع .

---

(13) Look, D.W (1995). "The Preservation and Retrofite Of Islamic Monuments In Cairo after Earth quake of 12 October 1992 " In the restoration And Conservation Of Islamic Monuments In Egypt , The American University In Cairo Press , Egypt .P.84.

٢-٢ التوثيق بالتصوير الفوتوغرافي :

تم التصوير الفوتوغرافي للصرح (موضوع الدراسة) باستخدام كاميرتين هما CanonD4000 و NikonD3100 ، وقد تم الاستفادة من التصوير الفوتوغرافي في رصد وتسجيل تفاصيل برجي الصرح من جميع الاتجاهات ، وكذلك رصد أهم مظاهر تلف الموجودة بالصرح التاسع ، وأيضاً قد ساهم وأفاد التصوير الفوتوغرافي في علمية الرفع المعماري للوضع الراهن للصرح (موضوع الدراسة) .

٣- تصنيف وتوثيق مظاهر التلف المختلفة :

يعد تصنيف مظاهر التلف هدفاً مهماً وأمراً ضرورياً لا غنى عنه قبل القيام بأعمال الترميم للصرح التاسع (موضوع الدراسة) ، حيث أن الصرح التاسع يعاني من العديد من عوامل التلف المختلفة ومن أهمها عوامل التلف الإنشائية والمعمارية التي أدت إلي ظهور مظاهر التلف ومنها الشروخ والفقد الجزئي والميول ... الخ .

طبقًا لتصنيف Fitzner [١٤] فإن مظاهر التلف تقسم إلى أربعة مجموعات على النحو التالي :

١- فقدان مادة الحجر Loss of Stone Material
٢- تغير اللون Discoloration
٣- الإنفصال (فصل مادة الحجر) Detachment
٤- التصدع أو التشقق Fissure / Deformation

أولاً: فقدان مادة الحجر Loss of Stone Material

---

(14) Fitzner, B., Heinrichs, K., & La Bouchardiere, D. (2003). Weathering damage on Pharaonic sandstone monuments in Luxor – Egypt .P7.

تشتمل على فقد عناصر مواد الحجر وتشويه السطح وحدوث تضاريس فيه Relief وكسور سطحية Break out والشكل الرئيسي للتجوية هو التجوية الخلفية Back Weathering والتي يمكن تقسيمها إلى أربعة أشكال من أشكال التجوية طبقا لانفصال عنصر الكتلة الحجرية ومنها[١٥]

أ – انفصال الحجر في صورة رقائق Back weathering due to loss of scale

ب – التجوية نتيجة لفقد مادة الحجر المرتبطة بتركيب الحجر Weathering dut to loss of stone elements depending on stone structure

جـ – التجوية نتيجة لفقد قشور من سطح الحجر Weathering dut to loss of crusts

د – التجوية نتيجة لفقد عناصر غير محددة من الحجر Back weathering dut to loss of undefinable stone elements

ذكر Fitzner 1995[١٦] ثمانية أشكال لتشوه السطح وحدوث تضاريس Relief فيه (ارتفاعات وانخفاضات) لها علاقة بأنماط معينة من الحجر تميز نحته ونقشه:

١–إختزال وتآكل السطح أو استدارة الحواف Notching

---

[١٥] الدربي ، عبده عبد اللاه.(٢٠٠٥). الترميم المعماري والصيانة لبعض المعابد المصرية القديمة بالوجه القبلي دراسة تحليلية لعوامل ومظاهر التلف واستراتيجية العلاج تطبيقاً على نماذج مختارة ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة

(16) Fitzner, B., Heinrichs, K. & Kownatzki, R., Weathering forms – classification and mapping, Denkmalpflege und Naturwissenschaft, Natursteinkon servierung I, pp. 41-88, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1995.(WWW.elsevier.com)

يوجد هذا المظهر بوضوح في الاحجار المعرضة للانفصال كالأحجار الفتاتية Clastic وبوجود التجاويف والفجوات .

٢- التجوية الخارجية اعتمادا على تركيب الحجر Weathering out

حيث تعتمد التجوية على الملامح التركيبية للحجر مثل الطباقية Bedding والتورق Foliation والتشريط او التصفف Banding .... الخ

٣- التجوية الخارجية لمكونات الحجر Weathering out

التي تحدث في شكل تجوية انتقائية Selective مثل حدوث تلف لبعض المكونات المعدنية للحجر في أماكن محددة دون الأماكن الأخرى، وتترك سطوح مخرمة Hole shaped احيانا .

٤- إظهار بعض مكونات الحجر of stone components Clearing out

هو عبارة عن تشوه سطح الحجر وحدوث تضاريس فيه Relief في شكل بروز او إبقاء مكونات الحجر المدمجة Compact كالحصوات والكسر الحفرية وعقد الحديد ....الخ ، نتيجة لتآكل وتعرية المواد المحيطة بهذه المدمجات نتيجة لحساسية وسهولة تآكلها.

٥-خشونة الحجر Roughening

حيث تحدث الخشونة نتيجة لفقد اجزاء صغيرة ودقيقة من سطح الحجر او تآكل Corrosion سطح الحجر المعرض للتجوية والتآكل بالنشر Sawing أو التحات أو غيرها نتيجة لتعرض سطح الحجر لتأثير الرياح وغيرها من عوامل التعرية .

٦- التقشر الدقيق Micro crust

يحدث نتيجة للتآكل في الصخور الذائبة وخاصة في الصخور الكربوناتية في اشكال متعددة.

٧-التثقيب Pitting

هو حدوث تشوه لسطح الحجر في شكل ثقوب صغيرة نتيجة لعمليات التآكل الناتجة عن تبلور الأملاح والأمطار الحامضية والأحماض العضوية التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة والرياح الحاملة للرمال .

ثانياً تغير اللون Discoloration

أ – بهتان اللون Bleaching

تعود هذه الظاهرة الي تجوية المعادن او استخلاص المواد الملونة للحجر.

ب– تلون الحجر Coloration

تعود ظاهرة تلون الحجر إما إلى مواد ضمن تركيب الحجر مثل مركبات الحديد والمنجنيز، أو إلى مواد ليس لها علاقة بتركيب الحجر مثل محاليل الصدأ الناتجة عن الحديد والنحاس .

ثالثاً : الانفصال Detachment

أ – التفكك الحبيبي Granular Disintegration

هو عبارة عن تفكك حبيبات الأسطح الخارجية للأحجار إلى جزيئات على شكل حبيبات منفصلة أو في شكل تجمعات من الفتات الصخري، وتوجد أشكال كثيرة للتفكك الحبيبي منها التفكك الحبيبي إلى مسحوق والتفكك الحبيبي إلى حبيبات رمال ....الخ .

ب – التفتت Crumbing

هو عبارة عن انفصال عناصر كبيرة نسبيا من الحجر في صورة فتات أو كسر جـ –التشظي Splintering

هو عبارة عن انفصال عناصر مدمجة من الحجر وكبيرة نسبيا في شكل شظايا.

د – التقشر Exfoliation

هو تقشر الحجر الي صفائح كبيرة نسبيا اعتمادا علي التركيب الداخلي للحجر(١٧).

هـ – الانشطار أو التفلق Splitting up

هي عبارة عن انفصال عناصر من سطح الحجر علي هيئة صفائح اعتمادا علي الملامح التركيبية للحجر ولا تكون موازية لسطح الحجر ، ويعتبر سمك هذه الصفائح والقشور المنفصلة وكذلك عددها واتساع التقشر والانفصال مقياسا لشدة عمليات التجوية الواقعة علي الحجر .

رابعا: التصدع أو التشقق Deformation / Fissure

هو عبارة عن ظهور تصدع أو تشقق في الحجر في شكل شقوق فردية اوشبكية اعتمادا علي الملامح التركيبية للحجر كالطباقية Bedding أو الصفائحية او التشرط Banding ....الخ .

رصد وتصنيف وتوثيق مظاهر التلف المختلفة المؤثرة على الصرح التاسع (حالة الدراسة):

من خلال الزيارات الميدانية للصرح التاسع (حالة الدراسة) بالكرنك تم رصد العديد من مظاهر التلف المختلفة والتي تنوعت بين مظاهر التلف الإنشائية والمعمارية والدقيقة، والتي تتمثل في الآتي :-

(17) Kamh, G. M. E. (2009). Quantification and modeling of damage categories of weathering forms for monumental rocks based on field measurements , Restoration of buildings and monuments , AD. International journal, Vol. 15, No.1, 21- 38, P.28.

١- حدوث شروخ مختلفة الأشكال والأحجام منها الرأسية والمائلة وتنتشر في مختلف اتجاهات البرج الشرقي بالصرح التاسع (حالة الدراسة)، نتيجة انفصال للكتل الحجرية وتحريكها.

٢- وجود بعض كتل الأحجار بها تبقع أو تغير لوني نتيجة للخاصية الهيجروسكوبية.

٣- تدهور حالة اللب الداخلي (الحشو) بالبرج الشرقي .

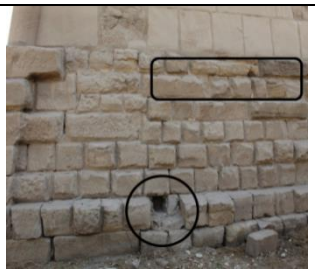
٤- حدوث تدهور وتأكل بعض كتل الأحجار السفلية في الواجهة الجنوبية والغربية والشمالية من البرج الغربي وكذلك في الواجهة الجنوبية والشرقية والشمالية من البرج الشرقي.

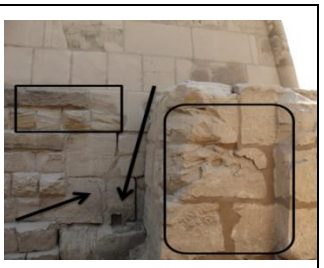
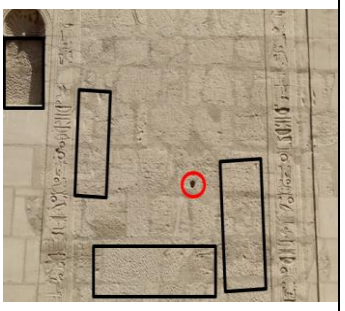
٥- انفصال العديد من كتل الأحجار في الواجهة الجنوبية للبرج الشرقي بالصرح ، وفي الواجهة الغربية ايضاً.

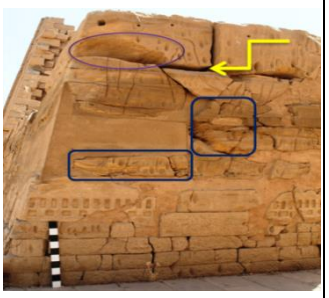
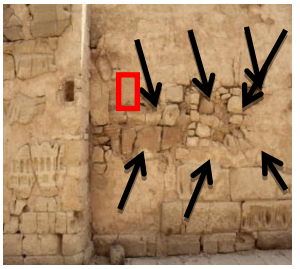
٦- حدوث انزلاق وشروخ في الكتل الحجرية من الجزء الأعلى للواجهة الشمالية وايضاً في الواجهة الجنوبية.

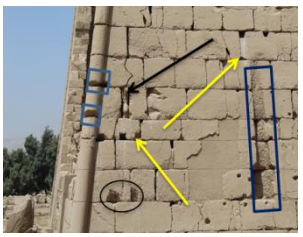
٧- تراكم الأتربة بجوار الصرح التاسع عامة والواجهة الشرقية بصفة خاصة من البرج الشرقي للصرح حيث أدى هذا إلى زيادة محتوى الرطوبة بالأحجار السفلية.

جدول رقم (١) يبين أشكال التجوية للمجوعة الأولى طبقًا لمظاهر التلف الموجودة بالصرح التاسع

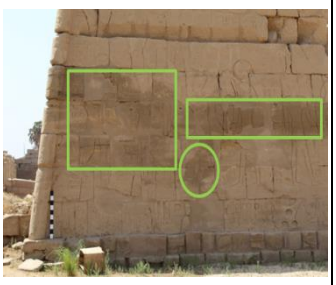
أشكال المجموعة الأولى فقدان مادة الحجر Loss of Stone material		
الصورة	مظهر التجوية الأساسي	مظهر التجوية الثانوية
صورة رقم(١)	يظهر في شكل فقدان مادة الحجر Loss of Stone material التجوية بفقدان القشرة الخارجية من الحجر	يظهر في شكل خشونة سطح الحجر Roughening وفقد أجزاء صغيرة ودقيقة من سطح الحجر أو تآكل Corrosion سطح الحجر.
صورة رقم (٢)	تظهر التجوية في شكل فقدان مادة الحجر Loss of Stone material وفقدان القشرة الخارجية من سطح الحجر.	حدوث خشونة في سطح الحجر Roughening وفقد أجزاء صغيرة ودقيقة من سطح الحجر أو حدوث تآكل Corrosion لسطح الحجر.
 صورة رقم (٣)	توضح الصورة نوعين من التجوية بالأولى تشير إلى فقدان مادة الحجر والثانية تشير إلى تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية	(تآكل السطح أو استدارة الحواف Notching) وفقد أجزاء من سطح الحجر .

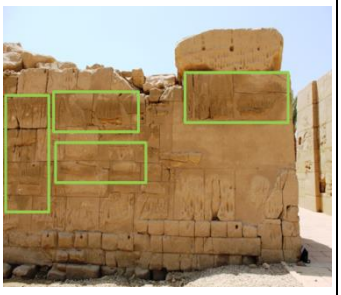
 صورة رقم (٤)	توضح الصورة نوعين من التجوية بالأولى تشير إلى فقدان مادة الحجر والثانية تشير إلى تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية	أثر عوامل التجوية تبعاً لبنية وتكوين الحجر Weathering Out dependent on stone structure
 صور رقم (٥)	توضح الصورة نوعين من التجوية بالأولى تشير إلى فقدان مادة الحجر والثانية تشير إلى تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية	(تآكل السطح أو استدارة الحواف Notching) تغيرات نتيجة التلف البشري Relief in the form of scratches etc.
 صورة رقم (٦)	تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية.	تغيرات نتيجة التلف البشري Relief in the form of scratches etc.
 صورة رقم (٧)	تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية.	تغيرات نتيجة التلف البشري Relief in the form of scratches etc.

 صورة (٨)	التجوية بفقدان مادة الحجر تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية.	أثر عوامل التجوية تبعاً لبنية وتكوين لحجر Weathering out dependent on stone structure تغيرات نتيجة التلف البشري Relief in the form of scratches etc.
 صورة رقم (٩)	التجوية بفقدان مادة الحجر تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية. إظهار بعض مكونات الحجـــر Clearing out of stone components	أثر عوامل التجوية تبعاً لبنية وتكوين لحجر Weathering out dependent on stone structure تشوه سطح الحجر وحدوث تضاريس فيه Relief
صورة رقم (١٠)	انفصال الحجر في صورة رقائق Back weathering due to loss of scale تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية.	أثر عوامل التجوية تبعاً لبنية وتكوين لحجر Weathering out dependent on stone structure نتيجة للتآكل في الصـــخور الذائبة وخاصة في الصخور الكربوناتيـــة فـــي اشـــكال متعددة.
صورة رقم (١١)	التجوية بفقدان مادة الحجر تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية.	تشوه سطح الحجر وحدوث تضاريس فيه Relief الفقد لجزء من الحجر

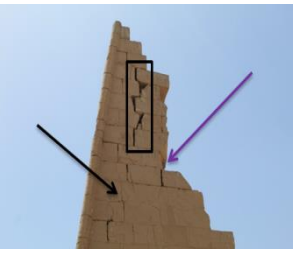
 صورة رقم (١٢)	التجوية بفقدان مادة الحجر تغيرات للشكل الخارجي لسطح الحجر نتيجة لعوامل التجوية.	تشوه سطح الحجر وحدوث تضاريس فيه Relief الفقد لجزء من الحجر

جدول رقم (٢) يبين أشكال التجوية للمجوعة الثانية طبقاً لمظاهر التلف الموجودة بالصرح التاسع

أشكال المجموعة الثانية تغير اللون Discoloration		
الصورة	أشكال التغير الأساسي	أشكال التغير الثانوية
صورة رقم (١٣)	تلون الحجر Coloration الظاهرة الهيجروسكوبية Hygroscopic	إغمقاق اللون نتيجة لان هذا الجزء من الحجر محب للماء .
 صورة (١٤)	تلون الحجر Coloration الظاهرة الهيجروسكوبية Hygroscopic	إغمقاق اللون نتيجة لان هذا الجزء من الحجر محب للماء .

صورة رقم(١٥)	تلون الحجر Coloration الظاهرة الهيجروسكوبية Hygroscopic	إغمقاق اللون نتيجة لان هذا الجزء من الحجر محب للماء .
 صورة رقم (١٦)	تلون الحجر Coloration الظاهرة الهيجروسكوبية Hygroscopic	إغمقاق اللون نتيجة لان هذا الجزء من الحجر محب للماء .

جدول رقم (٣) يبين أشكال التجوية للمجوعة الثالثة طبقًا لمظاهر التلف لموجودة بالصرح التاسع

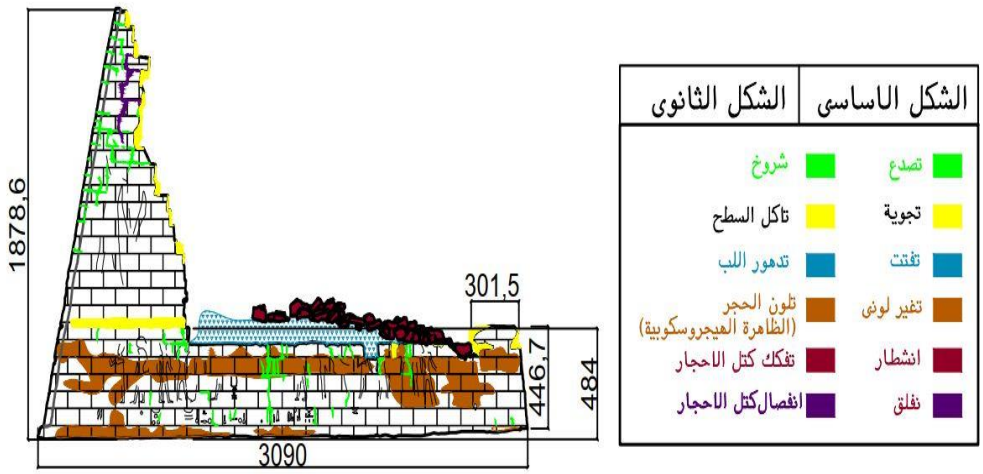
اشكال المجموعة الثالثة الانفصال Detachment		
الصورة	أشكال التغير الأساسي	أشكال التغير الثانوية
 صورة رقم (١٧)	الانشطار أو التفلق Splitting	انفصال بعض الكتل الحجرية عن بعضها البعض

صورة رقم (١٨)	(الانشطار أو التفلق Splitting) التفتت Crumbing	انفصال وتفكك الكتل الحجرية وجود منفصلة في أماكن مختلفة في الكتل الحجرية وبين بعضهم البعض وتناثرها في لب الصرح. انفصال عناصر كبيرة نسبيا من الحجر في صورة فتات او كسر
صورة رقم (١٩)	التقشر Exfoliation	تقشر الحجر الي صفائح كبيرة نسبيا اعتمادا علي التركيب الداخلي للحجر
صورة رقم(٢٠)	*الانشطار أو التفلق Splitting	انفصال وتفكك الكتل الحجرية وجود منفصلة في أماكن مختلفة في الكتل الحجرية وبين بعضهم البعض

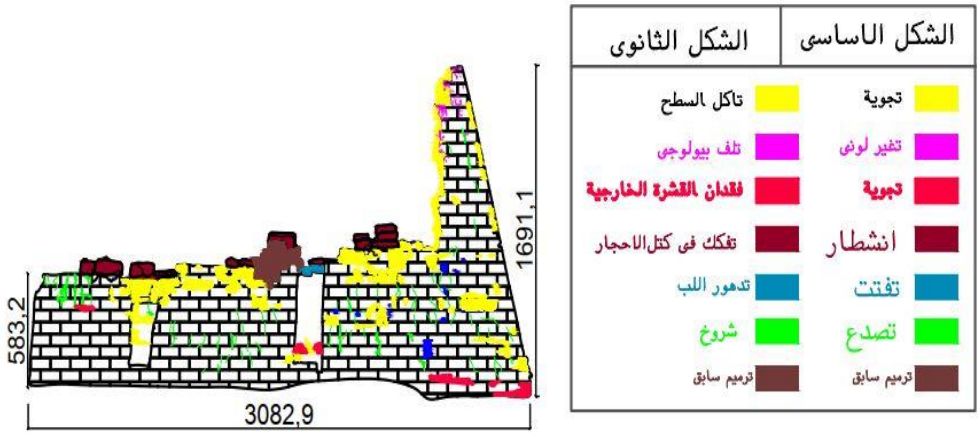
جدول رقم (٤) يبين أشكال التجوية للمجوعة الرابعة طبقًا لمظاهر التلف الموجودة بالصرح التاسع

أشكال المجموعة الرابعة التصدع أو التشقق Fissure/ Deformation		
الصورة	أشكال التغير الأساسي	أشكال التغير الثانوية
صورة رقم (٢١)	ظهور تصدع أو تشقق في الحجر على هيئة شقوق فردية	عبارة عن شروخ فردية في أماكن

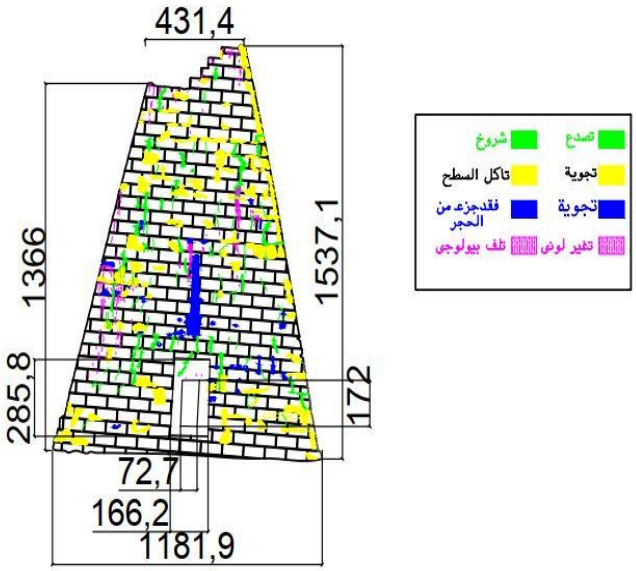
صورة رقم (٢٢)	ظهور تصدع أو تشقق في الحجر على هيئة شقوق فردية	عبارة عن شروخ فردية في أماكن وشبكية في أماكن أخرى
صورة رقم (٢٣)	ظهور تصدع أو تشقق في الحجر على هيئة شقوق فردية	وجود شروخ منفصلة في أماكن مختلفة في الكتل الحجرية وبين بعضهم البعض
صورة رقم (٢٤)	ظهور تصدع أو تشقق في الحجر على هيئة شقوق فردية	وجود شروخ منفصلة في أماكن مختلفة في الكتل الحجرية وبين بعضهم البعض



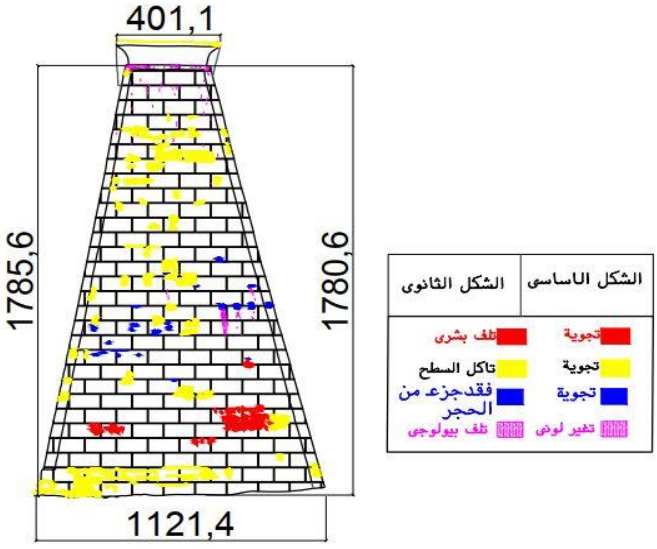
شكل رقم (١) يوضح رصد وتصنيف مظاهر التلف للواجهة الشمالية بالبرج الشرقي للصرح التاسع باستخدام برنامج الأوتوكاد.



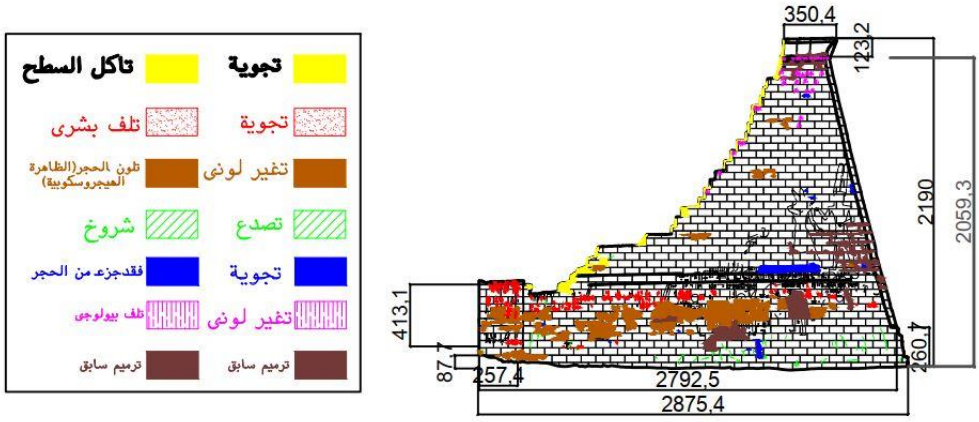
شكل رقم (٢) يوضح رصد وتصنيف مظاهر التلف للواجهة الجنوبية بالبرج الشرقي للصرح التاسع باستخدام برنامج الأوتوكاد.



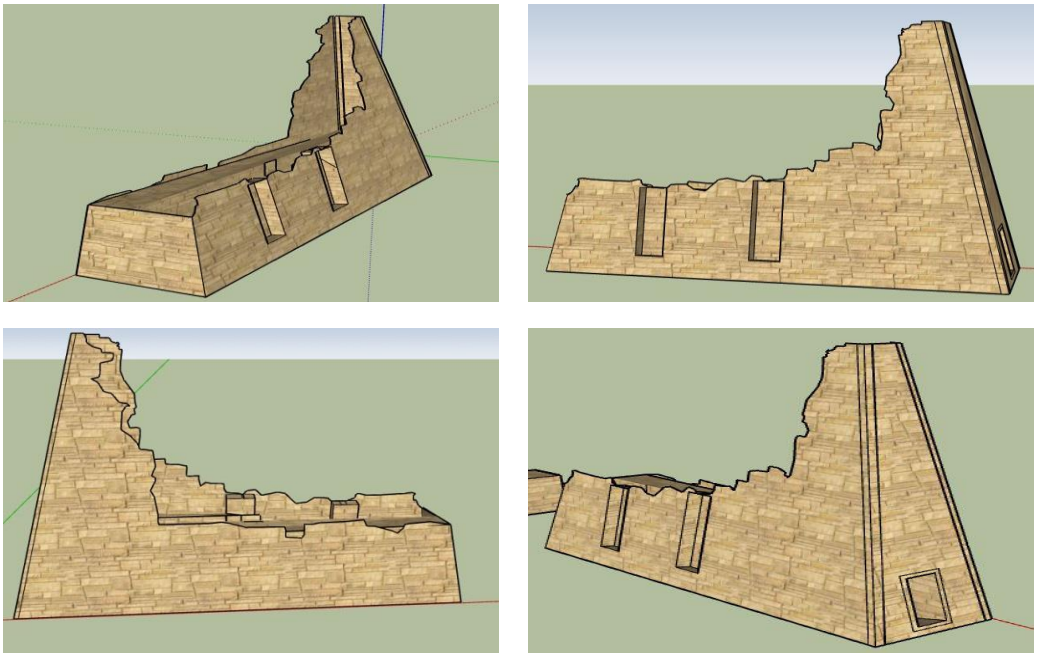
شكل رقم (٣) يوضح رصد وتصنيف مظاهر التلف للواجهة الشرقية بالبرج الشرقي للصرح التاسع باستخدام برنامج الأوتوكاد.



شكل رقم (٤) يوضح رصد وتصنيف مظاهر التلف للواجهة الغربية بالبرج الغربي للصرح التاسع باستخدام برنامج الأوتوكاد.



شكل رقم (٥) يوضح رصد وتصنيف مظاهر التلف للواجهة الشمالية بالبرج الغربي للصرح التاسع باستخدام برنامج الأوتوكاد.



أشكال رقم (٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩) توضح توثيق للوضع الراهن للبرج الشرقي بالصرح التاسع بإستخدام برنامج الإسكتش إب .

٤-إقتراحات وأساليب التدخل المختلفة للحفاظ على الصرح التاسع (موضوع الدراسة):

بعد رصد وتوثيق مظاهر التلف المختلفة المؤثرة بالصرح التاسع ، نأتي بعد ذلك لمرحلة تنفيذ مقترحات التدخل المختلفة التي تم اقتراحها لترميم وعلاج الصرح عامة والبرج الشرقي خاصة مع باستخدام بعض البرامج الحديثة في تنفيذ اقتراحات التدخل المختلفة.

تتمثل اقتراحات التدخل في ترميم الشروخ واستكمال واستعاضة الأجزاء المفقودة من الصرح وإجراء عملية فك وإعادة البناء الجزئي للصرح وللبرج الشرقي، كذلك إزالة الحشو الداخلي للبرج الشرقي واستعاضته بمواد ملائمة للصرح تعمل على حشو اللب الداخلي وتثبيت الأحجار عليها .

أولا: ترميم الشروخ :

بالنسبة لترميم الشروخ الصغيرة الضيقة (غير نافذة) يتم تنظيف الشروخ ثم يتم ملئ جميع الفراغات (الفواصل) بين الأحجار وذلك من خلال عملية الحقن بنفس مادة الحجر (بودرة الحجر الرملي) [١٨] .

أما بالنسبة لترميم الشروخ متوسطة الحجم وتعرف بالشروخ الناتجة عن الفواصل وقد تكون ناتجة عن الهبوط ، ففي حالة عدم وجود أحجار سليمة يتم المليء للفواصل بالطريقة السابقة التي تم بها المليء في الشروخ الدقيقة ، أما في حالة وجود أحجار سليمة فيتم ربط هذه الأحجار بالدعامات كالتزرير وتغطى بطبقة من بودرة الحجر كملاط .

وفي حالة الشروخ العميقة وهي من أخطر الأنواع قد يتطلب هذا النوع إلى استبدال الأحجار بأنواع مماثلة لها[١٩].

---

(١٨) مصطفى، بسام محمد.(٢٠٠٩). دور عمليات اعادة البناء في الحفاظ علي المباني الأثرية والمواقع التاريخية ، مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب(١٠)، ص ٢٤٣.

ثانيًا: الاستكمال أو الاستعاضة Completion or Compensation

هي عملية استعاضة الأجزاء المفقودة من المبنى الأثري سواء كانت هذه الأجزاء من هيكل المبنى نفسه أو من العناصر المكملة للصرح مثل الكورنيش المصري والخيرزانة ، حيث تتم هذه العملية من خلال قواعد لها إجراءات خاصة بهدف استكمال الصورة البصرية للمبنى الأثري وضمان استمرارية بقاءه والحفاظ على القيم المختلفة التي يحملها كالقيمة المعمارية والفنية، وتعتبر عملية الاستكمال من أهم عمليات التدخل لترميم المبنى الأثري وذلك لما تحققه من تدعيم وتقوية وذلك في ضوء القوانين والمواثيق الدولية لذا يجب على المرمم الذي يقوم بعمليات الاستكمال أن يكون ملم ومدرك لمفهوم الاستكمال وأهميته وحالات الاستكمال وأساليبه[٢٠][٢١] ، ويوجد اتجاهين لعملية الاستكمال أولهما يفضل أن تكون أعمال الاستكمال بنفس المواد الأثرية (القديمة) بحيث يصعب التفرق بينهما وهذا الاتجاه لا يفضل في الصروح الأثرية الا على نطاق محدود وثانيهما يرى أن تتم عملية الاستعاضة بأسلوب يجعل من السهل التفرقة بين الجزء الأصلي للأثر والجزء المستكمل أو الذي تم استعاضته بحيث يكون الأسلوب متباين مع المادة الأثرية ، وكذلك يفضل

---

[١٩] خلاف ، محمد كمال.(٢٠٠٠). دراسة علاج وترميم وصيانة المآذن الأثرية المختارة ، رسالة دكتوراه ، قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة ، ص ٢٤٣.

[٢٠] البنا ، السيد محمود.(١٩٩٦). دراسة لأسس وقواعد استكمال الأجزاء الناقصة في المباني الأثرية تطبيقاً على المباني الأثرية بمدينة القاهرة ، مجلة كلية الأثار ، جامعة القاهرة : مركز جامعة القاهرة للطباعة والنشر ، العدد السابع ، ٣٢١.

[٢١] سالمان ، أنور فؤاد.(٢٠٠٢). الاستكمال كمطلب إنشائي اساسي وفني ضمني في ترميم وصيانة المباني الأثرية مع التطبيق على بعض المواقع الأثرية المختارة ، رسالة ماجستير ، قسم ترميم الأثار ، كلية الأثار ، جامعة القاهرة ، ص ٩٧.

هذا الاتجاه في حالة التوسع في عملية الاستكمال بحيث لا يعتبر الاستكمال والذي هو جزء من عملية الترميم تزييفاً للأثر[٢٢] .

رابعًا: الفك وإعادة التركيب :

تعتبر اعمال الفك وهى الإعمال التي يتم اللجوء إليها في بعض الحالات التي يتعذر فيها تنفيذ الحلول الهندسية لترميم وإصلاح جزء أو أكثر من المبنى الأثري وهو قائم كما هو ولذا قد يضطر المرمم أو المهندس لعمليات الفك وإعادة البناء كحل استثنائي لا يتم تطبيقه إلا في حالات الضرورة القصوى وبعد الدراسة الكافية والتي تأكد عدم وجود حل آخر غيره حيث أن هذه العملية رغم أهميتها إلا أنها تُفقد الأثر بعض من قيمته الأثرية خاصة إذا تضمنت هذه العملية فك المبنى وإعادة بنائه في مكان أخر إلا إننا قد نضطر لإجراء مثل هذه العملية من نقل المباني الأثرية من موقعها وبيئتها الأصلية لإنقاذها من خطر يهدد بقائها.

الاعمال التي تسبق عمليه الفك [٢٣] :

-تسجيل الجزء المراد فكه من المبني الأثري قبل عملية الفك باستخدام التقنيات المختلفة.

---

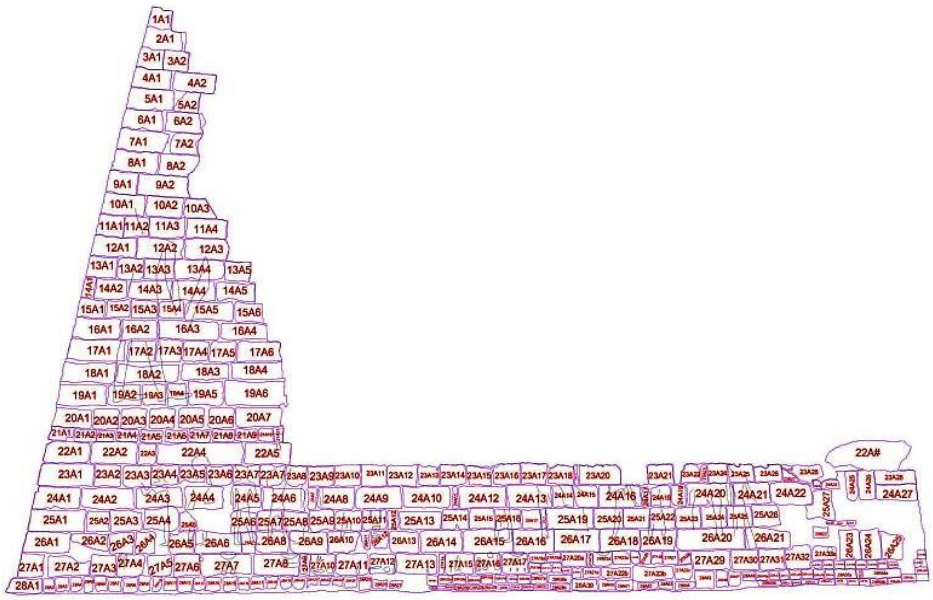
[٢٢] الدربي ، عبده عبد اللاه و محمد ، عصام حشمت.(٢٠١٤). أساليب مقترحة للحفاظ على جامع المحمودية (٩٧٥هـ - ١٥٦٧) ، مجلة الاتحاد العام للأثريين العرب (١٥) ، ٢٤٩.

[23] Mohamed, E. H. (2014). The Conservation Methods of Archaeological Buildings Situated within Urban Surroundings in Cairo, with Application on Case Studies of the Archaeological, Islamic Buildings Located Saladin's Square. A Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Archaeology Conservation Department, Faculty of Archaeology, SVU University, Tirupati.

-ترقيم كل وحدة من الوحدات الإنشائية للمبنى الأثري، مراعاة عدم التشويه أو الإضرار بالقطع المرقمة والمحافظة عليها، ولابد أيضا من توقيع القطع على كافة الرسومات بحيث يظهر رقم القطعة الواحدة في رسمين مختلفين مثل المساقط والواجهات.

-يتم عمل جدولة لتوصيف القطع المرقمة قبل عملية الفك، يتم تحديد رقم القطعة ومواصفاتها وتوصيفها من ناحية الخصائص الهندسية (الشكل، الاتجاه، المقاسات) والطبيعية والكيميائية.

-تبدأ إجراءات عملية الفك من أعلى وأفقيا مدماك فمدماك، هذا بالإضافة إلى أنه يجب تغليف القطع أثناء تنزيلها وحتى تخزينها، ويراعى ذلك أيضا أثناء إعادة التركيب.



شكل (١٠) يوضح ترقيم القطع الحجرية حتى يتم إجراء عملية الفك وإعادة التركيب باستخدام برنامج الأوتوكاد.

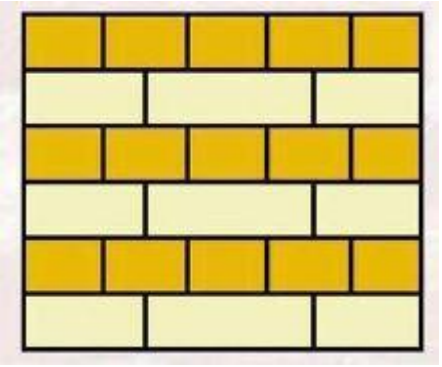
خامسًا: مقترحات لإستعاضة الحشو الداخلي للبرج الشرقي بالصرح التاسع (موضوع الدراسة)

تم وضع ثلاثة تصورات لاستعاضة الحشو (اللب الداخلي) للصرح :

الاقتراح الأول:

يتم إستعاضة الفراغ الداخلي للصرح بالبناء بكتل من الطوب الآجر كتدعيم نظراً لما يمتاز به من خصائص ميكانيكية وكيميائية، مع استخدام مونة الجير الطبيعية المضاف إليها مسحوق الطوب الأحمر والرمل ومسحوق الحجر الجيري ومادة نانو هيدروكسيد الكالسيوم كمادة ربط لمداميك الطوب الآجر.

يفضل البناء بالطريقة الإنجليزية حيث تعتبر من أفضل طرق البناء من الناحية الإنشائية، وتتم بمداميك من الأديات والشناوي بحيث يتم البناء بمدامك أدية والمدماك الذي يليه شناوي.



شكل رقم (١١ ، ١٢) يوضحان شكل تقنية البناء بالطريقة الإنجليزية .

مكونات مونة الربط[٢٤]:

---

(24) Mohamed, E. H.(2003). Effectiveness assessment Of Paraloid B72 enhanced With Nano materials to improve of completion mortars Properties for conservation of Seti I temple in el- Qurna, Thebes West

200 g Lime + 600 g Sand + 200 g red bricks powder + 200 g Lime stone powder + 80 ML. Nano lime (N.L) 5% + 80 ML. Water.

الإقتراح الثاني إستخدام الخرسانة النانوية المسلحة:

يعتمد على استخدام الخرسانة النانوية المسلحة وهذا بعد أن تم إجراء فحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) Scanning Electron Microscope ، حيث تم ذلك الفحص لعينه من المونة قبل المعالجة أسفل الميكروسكوب الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope(SEM) بقوة تكبير ٢٥٠ × ١٥٠٠ ، وأوضحت إن العينة يوجد بها فراغات وفجوات ، وقد ظهر بها حبيبات من الكوارتز وهو نتيجة لوجود الرمال بالعينة وهذا يوضح وجود عدم تجانس بين مكونات الخرسانة العادية ، كما إنه تم إجراء فحص لعينه من الخرسانة بعد المعالجة بإضافة النانو استيل لها أسفل الميكروسكوب الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope (SEM) بقوة تكبير ٥٠٠ × ١٠٠٠ ، وأوضحت نتيجة هذا الفحص بأن النانو استيل عمل على معالجة الخرسانة وعلى ملئ وتغطية الفراغات والفجوات التي كانت موجودة قبل إضافة النانو استيل بشكل جيد ، وعمل كذلك على التماثل لمكونات الخرسانة.

عينات الخرسانة المقترحة للترميم :

استخدام الخرسانة سيكون بدلاً عن (اللب) الحشو الداخلي في شكل خرسانة نانوية مسلحة وقد تم عمل دراسة تجريبية لعدد عينتان من الخرسانة لمعرفة أفضلهما كبديل للحشو الداخلي للصرح وتم عمل مقارنة بينهما وأيضاً تم أجراء عملية فحص لهما باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) وذلك لمعرفة أي النوعين أفضل:

- الأولى وهي الخرسانية العادية وهي التي تتكون من رمل وزلط صغير الحبيبات (زلط فينو) وأسمنت أبيض مضاف اليها الماء وذلك بنسب

---

bank , Egypt. Multiscale and Multidisciplinary modeling, Experiments and Design, 1-17.

٣ : ٣: ٢ ، حيث تم تجهيزها وصبها في القالب وتركها لمدة ٢٤ ساعة حتى تتخلص من الماء، مقاسات القالب ١٥× ٢٠ .

- العينة الثانية : وهي الخرسانة النانوية المسلحة وهي التي تتكون من رمل وزلط صغير الحبيبات (زلط فينو) وأسمنت أبيض مضاف اليها المادة النانوية وهي مادة النانو استيل وذلك بنسب ٣ : ٣: ٢: ٢ ، وقد تم تجهيزها مع إضافة مادة النانو إستيل Nano Estal إليها، وتركها إيضاً لمدة ٢٤ ساعة ، مقاسات القالب ١٥× ٢٠ إيضاً .

ومادة النانو إستيل Nano Estal عبارة عن جزيئات السيليكا النانوية ، وتعد من أهم المواد التي استخدمت للتقوية في مجال ترميم الأثار في الفترة الأخيرة ومن خلال تطبيقها تنتج السيليكا ، وهي من إنتاج شركة CTS الإيطالية ، وقد تم إستخدام هذه المادة بصورة منفردة .

تركيبها :

تعتمد على سيليكات الإيثيل والتي تمت الإضافة إليها مؤخراً تركيبة رابعة تعتمد على جزيئات السيليس النانوية .

وقد يتراوح حجم الجسيمات من ١٤ إلى ١٦ نانو متر وهذا يوضح إن صفاء المادة على جداً[٢٥] .

ومن أهم مميزاتها :

- غير سام .
- عدم وجود إختلافات لونية .
- تقارب ممتاز مع مواد البناء ذات طبيعة السيليكات .

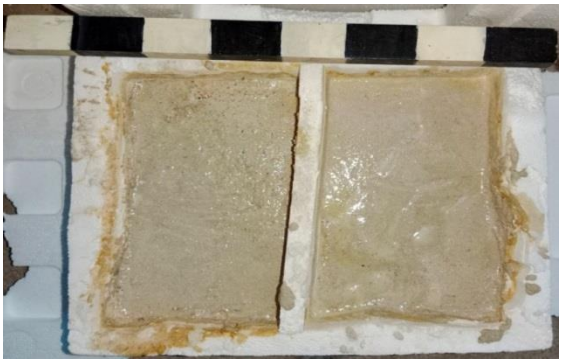
الخصائص الفيزيائية والكيميائية .

- المظهر : عديم اللون .

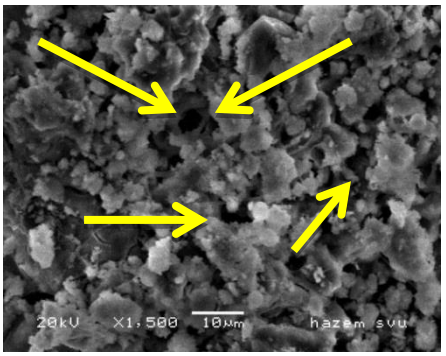
---

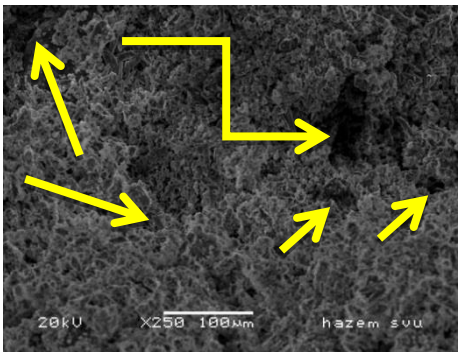
[25] Todaro , C. (2021) Grouting OF Cohesion less Soils by Means Of Colloidal Nano silica , Case studies in Construction Materials , 15 .p. 3.

- الكثافة : ١.٢ لتر/كجم عند ٢٠ درجة مئوية .
- اللزوجـــة : ٧ملليـــي باسكال عند ٢٠ درجة مئوية .

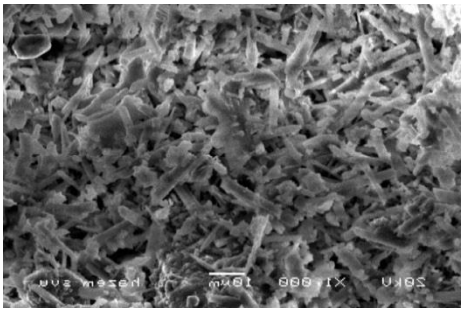


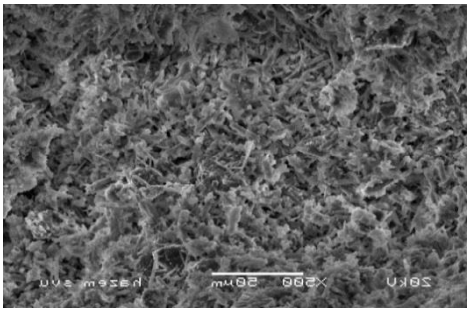
صورة رقـم (٢٥) توضـح عينـات تحضيرية للمونة المقترحـة للحشـو الداخلي للبـرج الشـرقي بالصـرح التاسع (العينة العادية وهي التي على اليمين والعينة المعالجة بإضافة المادة النانوية علي اليسار) .



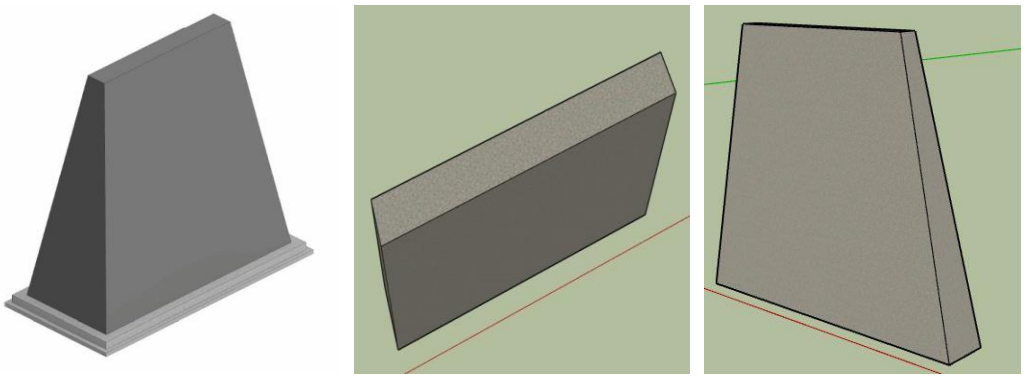


صور رقم (٢٦ ، ٢٧) توضح المونة قبل المعالجة اسفل الميكروسكوب الالكتروني الماسح بقوة تكبير ٢٥٠ × و ١٥٠٠× ، وتوضح وجود فراغات وفجوات ، وظهور الكوارتز بالعينة نتيجة لوجود الرمال بالعينة ووجود عدم تجانس بين مكونات المونة .





صور رقم (٢٧ ، ٢٨) توضح المونة بعد المعالجة اسفل الميكروسكوب الالكتروني الماسح بقوة تكبير ٥٠٠× و ١٠٠٠× ، وتوضح إن النانو سيلكأ التي تم معالجة المونة بها تعمل على تحسين العينات وعملت على ملئ وتغطية الفراغات والفجوات بشكل جيد ، كما انها عملت على التماثل لمكونات المونة .



أشكال رقم(١٣ ، ١٤ ، ١٥) عبارة عن تصور افتراضي لشكل اللب الداخلي للصرح بإستخدام برنامج الإسكتش أب ، وبرنامج الريفيت الإنشائي .

الإقتراح الثالث إستخدام الخرسانة الرغوية Foam Concrete [٢٦] :

هي إحدى أشكال الخرسانة الخفيفة وتقل كثافتها عن الخرسانة العادية ، حيث إن كثافة الخرسانة العادية تتراوح ما بين ٢٢٠٠ : ٢٥٠٠ كجم / م^{٣} ، أما كثافة الخرسانة الخفيفة بما فيها الخرسانة الرغوية فيمكن أن تتراوح من ٢٠٠ : ١٨٠٠ كجم/م^{٣} وهذا يكون حسب الغرض في الإستخدام ، وللخرسانة الرغوية صفات فيزيائية مميزة نظراً لخفة وزنها وقلة كثافتها مما يكسبها خصائص إضافية كمقاومتها الميكانيكية والتوصيل للحرارة .

والخرسانة الرغوية هي عبارة عن خليط من الأسمنت والرمل مع إضافة بعض المواد الكيميائية ويتم خلطها ويتم ضخها بمضخة خاصة بحيث يتم إحداث فقاعات هوائية داخل الخلطة ويتم ذلك بإدخال كمية من الهواء والغاز أثناء ضخها وقد يؤدي هذا إلى انخفاض كثافتها بعد أن تتصلد ويقل حجمها حيث أن كثافتها تتعلق بكمية الهواء الداخل لها في التركيب، ويقترح أن يتم إستخدام النانو أيضاً في الخرسانة الرغوية ، حيث تعمل على ملئ الفراغات

---

[٢٦] مركز أبحاث البناء ، ص ٢.

وتحسين الخواص وتعمل على تماثل المونة مع ثبات الكثافة والخفة للمونة الرغوية.

مميزات إستخدام الخرسانة الرغوية[٢٧]:

- ذات جدوى إقتصادية عالية مقارنة بالمواد الأخرى وذلك لعدة أسباب ومن هذه الأسباب الآتي :

(a) أن إستخدامها يؤدي إلى تقليل وزن المنشأ وذلك لأن وزن الخرسانة يتراوح ما بين ١٠ % إلى ٨٠ % مقارنة بالخرسانة العادية ، ويعتمد وزنها حسب مكونات ونسب الخلط لها ، وهذا يؤدي إلى تقليل كمية الحديد التي سيتم إستخدامها .

(b) أن إستخدامها يؤدي إلى جهد أقل عند الصب وكذلك عند النقل ، حيث يتم تجهيزها بعيداً عن الموقع وذلك كي يتم التخلص من الأملاح الموجودة في الأسمنت .

- سهولة الإستخدام والتشكيل حيث أنها إنسيابية ولها قابلة للتشغيل ويمكن إن تستقبل مواد نانوية أو كيميائية بسهولة ، ويمكن أن تستقبل رولات البيتومين بسهولة .
- سهولة التعامل معها حيث يمكن أن يتم تصنيعها ضمن مواصفات محددة وبشكل مسبق ويمكن إن يتم صبها في قوالب عمودياً أو افقياً دون حدوث إنفصال حبيبي ، كما يمكن التحكم في جودتها بسهولة .
- ذات إنتاجية عالية حيث يتم بسهولة رفع كمية الخرسانة التي تم صبها من خلال عمالة او من خلال معدات عادية عند الأحجام الكبيرة .

يفضل أن يتم إستخدام الإقتراح الأول وهو البناء بالطوب الآجر وهذا لعده مبررات منها :

---

[٢٧] مركز أبحاث البناء ، المرجع السابق ، ص ٤ : ٥ .

١- لا يؤثر على الأحجار .

٢- مقاوم للزلازل .

٣- تكلفته الإقتصادية قليلة .

٤- إمكانية الفك له في المستقبل إذا توفرت مواد حديثة أعطت نتيجة أفضل منه ، هذا بالمقارنة مع الخرسانة النانوية .

٥- سهولة تصنيعه .

سادسًا: إعادة البناء Reconstruction

هي عبارة عن إعادة تجميع أجزاء المبنى الأثري حتى يتم تكوين المبنى الأثري أو العنصر المعماري (بشكل جزئي أو كلي) ، وتتم هذه العملية لإعادة المبنى للشكل القديم[٢٨] الذي كان عليه طبقاً للوثائق القديمة الخاصة بالمبنى أو العنصر المعماري المراد إجراء هذه العملية له ، حيث تتم هذه العمليات معتمدة إعتماداً كليا على الدراسات المستفيضة والعميقة للوثائق القديمة للمبنى أو العنصر المعماري وتشمل هذه الوثائق التفاصيل المعمارية والرفع المعماري له، وشكل المبنى أو العنصر المعماري كالصروح (موضوع الدراسة) القديم[٢٩]. وتعتبر عملية إعادة البناء من عمليات الترميم المعماري

---

[٢٨] آل سليمان ، جواد بن علي.(٢٠١٩). دور اسلوب إعادة البناء في الحفاظ على المباني التراثية ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة الأعمال والتكنولوجيا ، جدة ، المملكة العربية السعودية Journal Of Engineering Sciences Assiut University Faculty Of Engineering . Vol. 47. No.5. ، ص٧٣٧.

[29] Feilden, B. (2007). Conservation of historic buildings. Routledge.P.34

التي تتم للآثار المصرية والآثار الإسلامية ، لذا نستطيع القول أن الترميم المعماري هو ذلك العلم الذي يجمع ما بين فرعي ترميم الأثار والعمارة[٣٠].

قد يحقق هذا الاسلوب حالة من الاستمرارية في بقاء المبنى أو العنصر المعماري بكامل تفاصيله ، وتعتبر هذه العملية من أندر العمليات المتاحة للحفاظ على المبنى ، وقد تمثل الوسيلة الوحيدة التي يتم اللجوء اليها بسبب انهيار أجزاء منه بصورة لا تدع اختيار أخر [٣١] .

تنقسم عملية إعادة البناء إلى شقين :

١- إعادة البناء الكلي :

يتم اللجوء إلى عملية إعادة البناء الكلي في حالة تدمير وانهيار المبنى كليا أو وجود أجزاء قليلة من أحجار المبنى كأطلال[٣٢].

٢- إعادة البناء الجزئي :-

يتم اللجوء إلى هذه العملية في حالة تدهور الأثر، ووجود أجزاء كثيرة من أحجار الأثر أي تم فقد أجزاء قليلة من المبنى أو العنصر المعماري .

القواعد والاعتبارات التي تحكم عمليات إعادة البناء للمكونات الإنشائية والمعمارية :

١- تعتبر الأسس والقواعد التي يجب إتباعها في مجال الترميم والحفاظ على المباني الأثرية ركن أساسي يعتد به عند القيام بأي عملية ترميم مثل عمليات إعادة البناء (الكلية أو الجزئية) وعمليات الاستكمال أو الاستعاضة .

---

[٣٠] سمير ، محمد.(١٩٩٨).الترميم المعماري وإحياء التراث المعماري والفني : الدار الفنية للطباعة ، القاهرة ، ص ٣.

[٣١] آل سليمان ، جواد بن علي ، المرجع السابق ، ص ٧٤٣.

[٣٢] مصطفى ، بسام محمد.(٢٠٠٩). دور عمليات إعادة البناء في الحفاظ على المباني الأثرية والمواقع التاريخية . مجلة اتحاد الأثريين العرب ، المرجع السابق ، ص ١٠٦.

٢- عندما يكون المبنى يحمل قيم تميزه عن المباني الأخرى ، ولا يوجد نقاط استرشاديه ، فإنه لابد إن يتم إدراك حدود الجزء المنهار من المبنى الأثري ، وذلك من خلال الرجوع إلى الدراسات التاريخية والوثائق والرسوم والصور الفوتوغرافية السابقة حتى يتم التعرف على المبنى وشكله[٣٣].

٣- لا يجوز إعادة البناء أو استكمال أجزاء مفقودة أو منهارة من أثر الا بعد أن يتم أجراء دراسة كافية عنه وهذا من بعد الاطلاع والرجوع الى الوثائق والدلائل التاريخية[٣٤].

٤- عند إجراء عمليات إعادة البناء أو الاستكمال ولا توجد وثائق علمية يتم الرجوع اليها والاستناد عليها ، يجب إن يتم التوقف عن هذه العملية (حيث عندما يبدأ التخمين يتوقف الترميم) .

٥- عند إجراء عملية إعادة البناء يجب أن يحدث توافق بين الأجزاء الأثرية والأجزاء المعاد بنائها (المضافة) سواء حدث لها إعادة بناء كلياً أو جزئياً حتى يحدث تألف وتوافق مع المبنى الأثري، وفي نفس الوقت يجب أن يتم التمييز بينهما، حتى لا يتم وقوع عملية الترميم في مبدأ التزييف[٣٥].

ففي حالة الصرح التاسع فإنه سيتم إجراء عملية فك وإعادة بناء جزئية له في نفس موقعه لاستخراج الأثار الموجودة في اللب الداخلي للأثر وإضافة المونة المقترحة بدلاً من الحشو الداخلي الذي كان من أسباب تدهور الصرح عند تعرضه للكوارث وعوامل التلف الأخرى وتتم هذه العملية كالتالي :

---

[٣٣] البنا ، محمود اسماعيل.(١٩٩٦). دراسة لأسس وقواعد استكمال الأجزاء الناقصة في المباني الأثرية تطبيقاً على المباني الأثرية ، المرجع السابق ، ص ٣٢٤.

[٣٤] الجوهري ، محمد عاصم.(١٩٨٣). علاج وصيانة عض القطع الأثرية الفخارية ، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار ، جامعة القاهرة ، ١٤٦.

[35] Charter, V. (1964). International charter for the conservation and restoration of monuments and sites. International congress of architects and technicians of historic monuments, Venice, Italy , Article 7.

١- توثيق الوضع الراهن لحالة الصرح التاسع وخاصة البرج الشرقي .

٢- أجراء عملية فك للبرج الشرقي .

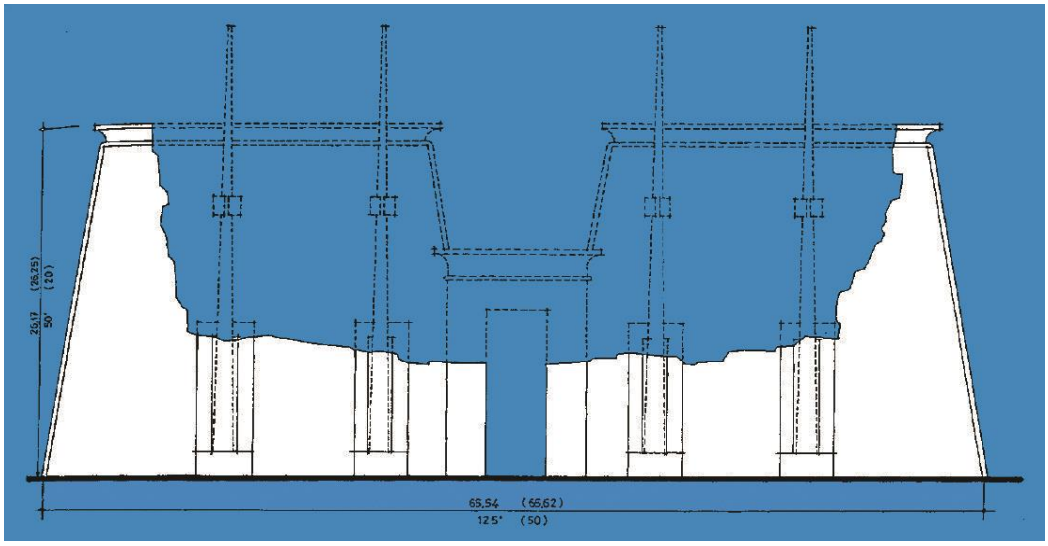
٣- ترقيم الأحجار ترقيماً صحيحاً حتى نتمكن عند أجراء عملية إعـــادة التركيب أن يتم وضع الأحجار في مكانها الصحيح .

٤- إزالة الحشو الداخلي الذي يحتوي عليه الصرح .

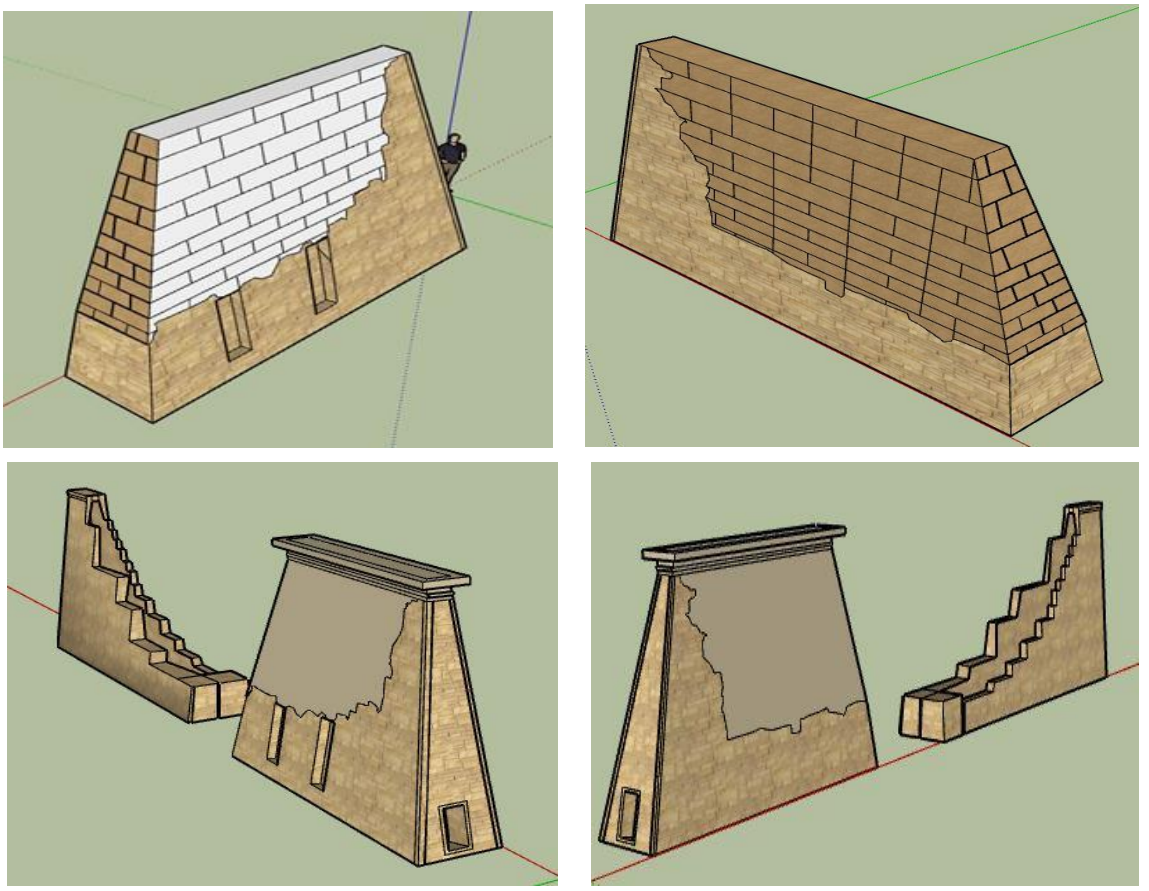
٥- صب الخرسانة المقترحة (إستعاضة الحشو الداخلي بإحدى الطـــرق المقترحة).

٦- إعادة تركيب وتثبيت الأحجار التي تم فكها مرة أخرى ، وهنـــا يـــتم البدء بأخر حجر تم فكه.

٧- إجراء عملية إعادة البناء الجزئي .



شكل (١٦) يوضح تصور افتراضي لشكل الصرح التاسع بالرفع المعماري الذي تم التعرف عليه من خلال المركز الفرنسي بالكرنك



صور رقم (١٦ ، ١٧ ، ١٨، ١٩) توضح خطوات إعادة البناء الجزئي الإفتراضي للبرج الشرقي وصور عامة لبرجي الصرح كاملة بعد الإنتهاء من عملية (الترميم الإفتراضي) إعادة البناء الجزئي للبرج الشرقي للصرح التاسع من الجهة الشمالية والجنوبية والشرقية والغربية ، وإضافة الخيرزانة والكورنيش المصري لتوضيح شكلهم كما كانوا قبل التهدم ولتوضيح أعلى نقطة وإرتفاع في الصرح باستخدام برنامج الاسكتش أب .

٦-النتائج

١- من خلال الزيارات الميدانية المتكررة لمعابد الكرنك وبالأخص الصرح التاسع (حالة الدراسة) توصلت الدراسة إلى إن الصرح يعاني من العديد من مظاهر التلف المختلفة ، وقد تم رصدها وتوثيقها توثيق علمي وقد تتمثل في الآتي :-

- حدوث شروخ مختلفة الأشكال والأحجام منها الرأسية والمائلة وتنتشر في مختلف اتجاهات البرج الشرقي بالصرح التاسع (حالة الدراسة) .
- وجود بعض كتل الأحجار بها تبقع (نشع رطوبة)
- تدهور حالة اللب الداخلي (الحشو) بالبرج الشرقي .
- حدوث تدهور وتأكل بعض كتل الأحجار السفلية لبرجي الصرح في البرج الغربي نلاحظ هذا في الجهة الجنوبية والغربية والشمالية وفي البرج الشرقي نلاحظ هذا ايضاً في الجهة الجنوبية والشرقية والشمالية .
- انفصال العديد من كتل الأحجار في الجهة الجنوبية للبرج الشرقي بالصرح ، وفي الجهة الغربية ايضاً .
- حدوث انزلاق وشروخ في الكتل الحجرية في كتل الجزء الأعلى للجهة الشمالية وايضاً في الجهة الجنوبية.
- تراكم الأتربة بجوار الصرح التاسع عامة والجهة الشرقية بصفة خاصة من البرج الشرقي للصرح وهذا قد أدى إلى زيادة محتوى الرطوبة بالأحجار السفلية .

٢- من خلال الدراسة العلمية والميدانية للصرح فقد توصلت الدراسة لوضع اقتراح لإجراء عملية إزالة الحشو الداخلي للبرج الشرقي بالصرح التاسع .

٣- توصلت الدراسة إلى وضع اقتراح لإجراء عملية إعادة البناء للبرج الشرقي بالصرح التاسع.

المستخلص :

يتضمن البحث فكرة رصد وتصنيف مظاهر التلف المختلفة بالصرح التاسع بمعابد الكرنك وهذا من خلال الزيارات الميدانية للصرح وتعتبر عملية تصنيف مظاهر التلف هدفاً مهماً وأمراً ضرورياً لا غنى عنه قبل القيام بأعمال الترميم لبرجي الصرح التاسع ، وقد تم تصنيفها طبقاً لتصنيف Fitzner ، وقد تم توثيق تلك المظاهر من خلال التصوير الفوتوغرافي ومن خلال البرامج الحديثة مثل برنامج الأوتوكاد ، حيث تم الرفع المعماري للصرح وتوثيق تلك المظاهر وعمل خريطة تلف لها Deterioration Map ، وبرنامج الإسكتش أب وبرنامج الفوتوشوب وبرنامج الريفيت الإنشائي ، وقد تم إقتراح بعض الحلول لإستعاضة الحشو الداخلي للصرح وذلك بعد اختيار عملية التفريغ المناسبة للحشو الداخلي (القديم) الموجود بالصرح ، وتم إيضاً إقتراح أساليب تدخل مختلفة حيث تم وضع خطة لذلك وخطوات لتنفيذ هذه الأساليب والخطة المقترحة منها عملية الفك وعملية إزالة الحشو الداخلي ثم عملية إعادة التركيب ثم إستعاضة الحشو الداخلي المقترح ، ثم إجراء عملية إعادة بناء جزئي ، وقد تم توضيح ذلك من خلال الأشكال التي تم تصميمها بواسطة برنامج الإسكتش أب بعد إجراء عملية إعادة البناء الجزئي (كترميم إفتراضي)، ثم تم تصميم اشكال توضح شكل الصرح مكتمل كما كان في السابق وذلك لتوضيح شكله كاملاً وليس إقتراح لإجراء عملية إعادة البناء الكلي.

المراجع

المراجع العربية :

١- آل سليمان ، جواد بن علي.(٢٠١٩). دور اسلوب إعادة البناء في الحفاظ على المباني التراثية ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة الأعمال والتكنولوجيا ، جدة ، المملكة العربية السعودية Journal Of Engineering Sciences Assiut . University Faculty Of Engineering . Vol. 47. No.5.

٢- الإمام ، ابراهيم محمد.(٢٠١١). دراسة مظاهر تلف الحوائط الحجرية ذات الرقبتين في المباني الأثرية الإسلامية مع التطبيق العلمي للعلاج على بعض النماذج المختارة ، رسالة ماجستير ، قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة .

٣- البنا ، السيد محمود.(١٩٩٦). دراسة لأسس وقواعد استكمال الأجزاء الناقصة في المباني الأثرية تطبيقاً على المباني الأثرية بمدينة القاهرة ، مجلة كلية الأثار ، جامعة القاهرة : مركز جامعة القاهرة للطباعة والنشر ، العدد السابع .

٤- توفيق ، سيد (١٩٩٠م) . تاريخ العمارة في مصر القديمة (الأقصر) : دار النهضة العربية .

٥- جمعة ، محمد حسين.(١٩٩٧). الشروخ والترميمات .

٦- الجوهري ، محمد عاصم.(١٩٨٣). علاج وصيانة عض القطع الأثرية الفخارية ، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار ، جامعة القاهرة .

٧- حميدة ، سيد محمد.(٢٠٠٣). التقييم العلمي لميكانيكية التجوية وأهم مصادرها في بعض البيئات الأثرية المصرية وتأثيرها على الأحجار الجيرية والرملية المستخدمة في المنشآت الأثرية وأهم طرق العلاج والصيانة ، رسالة ماجستير ، قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة .

٨- خلاف ، محمد كمال.(٢٠٠٠). دراسة علاج وترميم وصيانة المآذن الأثرية المختارة ، رسالة دكتوراه ، قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة

٩- الدربي ، عبده عبد اللاه و محمد ، عصام حشمت.(٢٠١٤). أساليب مقترحة للحفاظ على جامع المحمودية (٩٧٥هـ - ١٥٦٧) ، مجلة الاتحاد العام للأثريين العرب (١٥)

١٠- الدربي ، عبده عبد اللاه.(٢٠٠٥). الترميم المعماري والصيانة لبعض المعابد المصرية القديمة بالوجه القبلي دراسة تحليلية لعوامل ومظاهر التلف واستراتيجية العلاج تطبيقاً على نماذج مختارة ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة.

١١- سالمان ، أنور فؤاد.(٢٠٠٢). الاستكمال كمطلب إنشائي اساسي وفني ضمني في ترميم وصيانة المباني الأثرية مع التطبيق على بعض المواقع الأثرية المختارة ، رسالة ماجستير ، قسم ترميم الأثار ، كلية الأثار ، جامعة القاهرة .

١٢- سمير ، محمد.(١٩٩٨).الترميم المعماري وإحياء التراث المعماري والفني : الدار الفنية للطباعة ، القاهرة .

١٣- صليب ، مرفت ثابت .(٢٠٠٨). تأثير المياه الجوفية علي المباني الاثرية .الطبعة الاولي .الجيزة : الدولية العامة للنشر والتوزيع .

١٤- عبدالحميد ، نور جلال. (٢٠١٠). آثار وحضارة الدولة الحديثة في العصور المصرية القديمة . الطبعة الأولي : مكتبة الأنجلو المصرية.

١٥- عبدالمجيد ، زكريا رجب . (٢٠٠٩م) . العمارة والفنون الكبرى . الجزء الثاني . القاهرة : دار المعارف الجامعية.

١٦- عبدالمجيد، محمد مصطفي محمد.(٢٠٠٩). دراسة لأسباب تصدع وانهيارات المباني الاثرية الاسلامية والحلول المقترحة للآثار المختارة ، رسالة ماجستير، قسم ترميم الاثار، كلية الاثار ، جامعة القاهرة .

١٧- غالب ، علي و عبدالله ، معاذ. (١٩٩١). دليل إعداد مشروعات صيانة وترميم الآثار ، هيئة الآثار المصرية ، القاهرة .

١٨- محمد، أمل عبد الوارث و آخرون.(٢٠٠٥)." التوثيق المعماري للمباني التاريخية في ظل الثورة الرقمية -" المؤتمر العلمي الدولي السادس وتأثيرها على العمارة والعمران، كلية الهندسة، جامعة أسيوط - جمهورية مصر العربية.

١٩- مركز أبحاث البناء

٢٠- مصطفى، بسام محمد.(٢٠٠٩). دور عمليات اعادة البناء في الحفاظ علي المباني الأثرية والمواقع التاريخية ، مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب(١٠) .

٢١- النمرة ، نادر جواد و جعفر ، أشرف عبد المنعم السيد ، الطرق الحديثة في التوثيق المعماري للمواقع في فلسطين ، حالة دراسية – تجربة مركز ايوان التوثيق المعماري للمواقع الأثرية في البلدة القديمة بغزة باستخدام GIS .

المراجع الأجنبية:

22- Charter, V. (1964). International charter for the conservation and restoration of monuments and sites. International congress of architects and technicians of historic monuments, Venice, Italy , Article 7.

23- El- Derby .A.(2010) Some Construction And Building Defects In Ancient Egypt Building Which have Played a Role In Own Deterioration Ana Damage – The Frist International Conference On Science In Ancient Egyptian Civilization .

24- Feilden, B. (2007). Conservation of historic buildings. Routledge .

25- Fitzner, B., Heinrichs, (1995).K. & Kownatzki, R., Weathering forms – classification and mapping, Denkmalpflege und Naturwissenschaft, Natursteinkon servierung I, Verlag Ernst & Sohn, Berlin .

26- Fitzner, B., Heinrichs, K., & La Bouchardiere, D.(2003). Weathering damage on Pharaonic sandstone monuments in Luxor – Egypt .

27- Kamh, G. M. E. (2009). Quantification and modeling of damage categories of weathering forms for monumental rocks based on field measurements , Restoration of buildings and monuments , AD. International journal, Vol. 15, No.1.

28- Look, D.W (1995). "The Preservation and Retrofite Of Islamic Monuments In Cairo after Earth quake of 12 October 1992 " In the restoration And Conservation Of Islamic Monuments In Egypt , The American University In Cairo Press , Egypt .

29- Mohamed , E,H. (2019). 3D Finite Elements Technique For Collapse Causes Of The Pylons In Egyptian Temples : A

Study Of The Great Pylon Of Ramesseum Temple , Luxor , Egypt , Open Journal of Geology .

30- Mohamed, E. H. (2014). The Conservation Methods of Archaeological Buildings Situated within Urban Surroundings in Cairo, with Application on Case Studies of the Archaeological, Islamic Buildings Located Saladin's Square. A Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Archaeology Conservation Department, Faculty of Archaeology, SVU University, Tirupati.

31- Mohamed, E. H.(2003). Effectiveness assessment Of Paraloid B72 enhanced With Nano materials to improve of completion mortars Properties for conservation of Seti I temple in el- Qurna, Thebes West bank , Egypt. Multiscale and Multidisciplinary modeling, Experiments and Design, 1-17.

32- Todaro , C. (2021) Grouting OF Cohesion less Soils by Means Of Colloidal Nano silica , Case studies in Construction Materials , 15 .

33- Vasavada . R .J.(2002) Problems In Restoration Of Buildings – A Case For Increased Collaboration Between Archaeologists And Architects In Selected Researches , By Abd-elhady , Restoration Department , Faculty Of Archaeology , Cairo university .

34- Verdel ,T., Piguet , Jp ,Helal , H,& abdallah , T.(1993).Etude de l'e`videment du IX pylon edu Temple de Karnak par la me`thode des e`le`ments preminum – recherched 'une Me`thodologie . Revue Franca is de Ge`otechique .