JOURNAL of ARCHAEOLOGY & TOURISM

P-ISSN: 2812-6378 ONLINE-ISSN: 2812-6386
Journal Home Page: https://jatmust.journals.ekb.eg/

ترميم المبانى الآثرية المشيدة بالطوب اللبن:
قصر أمنمحات الثالث بتل بسطة نموذجًا

| Received June 15th 2022 | Accepted July 20th 2022 | Available online August 8th 2022 |
| DOI 10.21608/jatmust.2022.253391 |

رجب أبو الحسن

قسم ترميم وصيانة الآثار
جامعة مصر للعلوم والتكنولجيا
6 أكتوبر، مصر
ragab.saved @must.edu.eg

الملخص

نظرا لضعف مادة الطوب اللبن وعدم تجانس مكوناتها وسرعة تاثرها بعوامل التلف الفيزيوكيميائية، ولما تتعرض له من ترك وإهمال فى كثير من الاحيان، لأن الاهتمام غالبا يتجه الى المبانى الحجريه وتهمل المبانى المشيدة بالطوب اللبن او يكتفى بتسجيلها ورفعها فقط، رغم ان تلك المبانى لا تقل أهمية عن المبانى الحجرية لأنها جزء لايتجزأ من التطور الحضارى الذى حققة الانسان فى ميدان تكنولوجيا البناء عبر العصور التاريخية المختلفة، لذا يعد ترميم وصيانة المباني الأثرية المشيدة بالطوب اللبن من أهم عمليات الترميم والصيانة، وقبل إجراء عمليات الترميم لبعض منشآت الطوب اللبن بمنطقة تل بسطة تم إجراء العديد من الفحوص والتحاليل للتعرف على مواد البناء المستخدمة، مثل التحليل باستخدام حيود الاشعه السينيهXRD ، الفحص باستخدام الميكروسكوب الاليكترونى الماسح المزود بوحدة EDX ، إجراء عدد من التجارب الميدانيه لصناعة وحدات طوب لبن مناسبة لترميم المبانى الاثرية بالموقع، قياس الخواص الميكانيكية لعينات الطوب اللبن، ثم إجراءعمليات الترميم للمبانى الطينية وفقاً للنظم والمواثيق الدولية المنظة لهذا الشآن، حيث شاركت مع فريق عمل من إدارة ترميم أثار الوجه البحرى بالمجلس الاعلى للآثار فى مشروع لترميم قصر امنمحات الثالث المشيد بالطوب اللبن، وذلك ضمن برنامج شامل لتطوير المنطقة الاثرية بتل بسطه وتحويلها لمتحف مفتوح لزيادة الجذب السياحى اليها والمساهمة فى زيادة الدخل القومى.

الكلمات الدالة:

الطوب اللبن؛ تل بسطة؛ الخواص الفيزيائية؛ ترميم المبانى؛ قصر إمنمحات الثالث؛ متحف مفتوح.

JOURNAL of ARCHAEOLOGY & TOURISM

P-ISSN: 2812-6378 ONLINE-ISSN: 2812-6386
Journal Home Page: https://jatmust.journals.ekb.eg/

RESTORATION OF ARCHAEOLOGICAL MUD-BRICK BUILDINGS: PALACE OF AMENEMHAT III AT TELL BASTA A CASE STUDY

| Received June 15th 2022 | Accepted July 20th 2022 | Available online August 8th 2022 |
| DOI 10.21608/jatmust.2022.253391 |

Ragab ABOELHASSAN

Restoration & Conservation Dep.
Misr University for Science and Technology (MUST)
6th October, Egypt
ragab.sayed@must.edu.eg

ABSTRACT

Due to the weakness of the mud brick, the heterogeneity of its components, and its strong influence by physicochemical factors of damage, because attention, is often paid to the stone buildings and neglects mud brick buildings, which are almost being documented and then buried again during excavations. Mud brick buildings are an integral part of the civilized development that man has achieved in the field of building through the different eras of history. Thus, mud brick conservation is one of the most important processes carried out in that field. Before the restoration of some mud brick buildings in the Tell Basta area, many tests and analyzes carried out to identify the building materials, such as analysis using X-ray diffraction, examination using a scanning electron microscope equipped with an EDX. In addition to conducting a number of field experiments for the manufacture of mud brick units suitable for the restoration of archaeological buildings in situ. Measurement of mechanical properties of mud brick samples is essential before restoring the muddy buildings in accordance with international charters regulating this matter. I participated with a team from the Department of Restoration of the Antiquities of Lower Egypt at –then– the Supreme Council of Antiquities in a project to restore the mud-bricks of Amenemhat III Palace. It was a part of a comprehensive program to develop the archaeological area at Tell Basta, and turn it into an open museum to increase tourism attraction and contribute to increasing the national income.

KEYWORDS:

Mud bricks; Tell Basta; Physical properties; Restoration of buildings; Palace of Amenemhat III; Open museum.

المقدمة

كانت بعثات التنقيب عن الاثار فى الماضى تقوم بالكشف عن اطلال المبانى الاثرية اللبنيه وتكتفى بدراسة ما كشفت عنه ثم تتركها بدون صيانة، عرضة للإهمال والهدم، ولكن انتبهت السلطات المسئولة عن الاثار فى السنوات الاخيرة وألزمت بعثات التنقيب بالحفاظ على اطلال المبانى الاثرية وترميمها وصيانتها، كما اتفقت المنظمات الدولية المعنية بالاثار مع علماء الاثار على اعادة بناء المبانى المتهدمة اذا توفرت للمرممين الوثائق والدلائل والمعلومات التى تمكنهم من ترميم المبنى دون استحداث لعناصر لم تكن موجودة ودون طمس للاجزاء الاثريه المتبقية طبقا للمواثيق الدوليه، وعندما يتعذر الحصول على وثائق ومعلومات كافية، فقد أوصوا على صيانة اطلال المبانى الموجودة بالفعل وتقويتها وتجميل المنطقه من حولها ثم تركها فى اماكنها او تحويلها الى متحف مكشوف اما الاجزاء التى يخشى عليها من الجو المكشوف فتنقل للمتاحف.[1]

بدأت اعمال الحفائر فى منطقة قصر امنمحات الثالث بتل بسطه على يد الاثرى شفيق فريد فى الفترة من عام 1961م – 1964م ، وعلى بعد حوالى 10متر الى الغرب من جبانة الدولة الوسطى كشف عن قصر يعود تاريخه الى الدولة الوسطى مشيد من الطوب اللبن وتبلغ مساحته حوالى 6400 متر وكان يتكون من الوحدات الاتية :

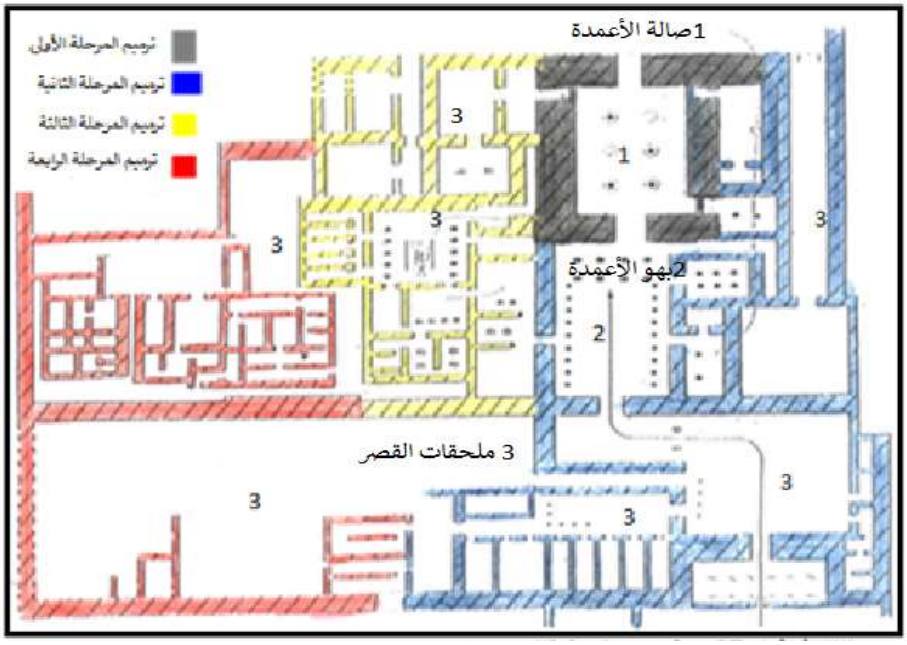
– الوحدات المعمارية المكونة للقصر:

تم التعرف على الوحدات المعمارية المكونة للقصر من خلال الرسم التخطيطى (مسقط افقى) الذى أعده الاثرى شفيق فريد عند اكتشافه، ويتكون القصر من عدد كبير من الوحدات المعمارية كما يوضحها الشكل رقم (1)

2-1- **صالة الاعمدة1:** تبلغ مساحة هذه الصالة طبقا للاثرى شفيق فريد 21.50م من الشمال الى الجنوب و 14.80م من الشرق للغرب وتحتوى هذه الصالة على المدخل الرئيسى للقصر[2] وكان يقع فى منتصف صرح من الطوب اللبن يفتح فى اتجاه الشمال وكان يوجد فى هذه الصالة ستة اعمدة من الحجر الجيرى مقسمة على صفين كل صف يتكون من ثلاثة اعمدة ولم يتبقى من هذه الاعمدة الا اربعة قواعد فقط، كما هو موضح بالشكل رقم(1).

2-2- بهو الاعمدة2: تبلغ مساحة بهو الاعمدة 25.95م شمال جنوب، 15.04م شرق غرب وقد كان فيما مضى محاطا من الشرق والغرب بصف من تسعة اعمدة ومن الشمال بصفين من ثمانية اعمدة، النهاية الجنوبية تحتوى على مدخل الى باقى اجزاء القصر، كما هو موضح بالشكل السابق.

[1] International Charter,*1965.* Articles 9-13
[2] Shafik , F, preliminary Report,1964 ,pp.85:96.



شكل رقم (1) يوضح مسقط افقى لقصر أمنمحات الثالث موضحاً عليها مراحل الترميم معدل عن (شفيق فريد 1964)

2-3- الممرات والحجرات الجانبية 3: اشتمل القصر على العديد من الملحقات وهى عبارة عن ممرات وحجرات جانبية توجد فى الناحية الشرقية والغربية والجنوبية وهى تختلف فى مساحتها طبقا للغرض الذى شيدت من اجله[3]

3- حالة القصر قبل الترميم:

تعرضت جدران القصر الآثرى بعد الكشف عنه عام 1964م للعديد من عمليات التدمير بفعل عوامل التلف المختلفه وتحولت الجدران المكتشفه بمرور الوقت الى اطلال، وخاصه لعدم وجود صيانة له منذ اكتشافه حتى بدء هذا المشروع والذى يعد إعادة إكتشاف للقصر واحياء بقاياه التى تم اكتشافها عام 1964م، حيث تهدمت أغلب الجدران وضاعت معالمها واختفى القصر أسفل الحشائش والاتربة واكوام القمامة التاتجة عن المساكن الملاصقة للقصر وأصبح الموقع مرتع للحشرات والحيوانات البرية، وكانت جدران القصر قبل البدء فى عمليات الترميم عبارة عن بقايا اطلال غير واضحة المعالم والحدود مع وجود اجزاء كثيرة مفقودة من الجدران وعدم وضوح تخطيط واضح للقصر على الطبيعة، كما وجد الموقع بالكامل مغطى بكميات هائله من نبات الحلفا المدمر حتى تكاد لاترى أرضية القصر من كثافة وارتفاع النبات كما توضحها الصوره رقم(1) ويصل ارتفاع هذا النبات الى اكثر من واحد متر وتمتد جذوره لمسافات بعيدة فى عمق جدران واساسات القصر، محدثة بها العديد من الضغوط والشروخ والفواصل والانهيارات، كما تتغذى هذه الجذور على المكونات المعدنيه[4] والبقايا العضويه فى الطوب اللبن وتحولها الى اكوام من الاتربه المفككه التى

[3]Shafik , F, 1964, pp.85- 96.
[4] Stambolov ,T ., The Deterioration and Conservation of Porous Building Materials, 15,16 .

تحركها الرياح بعد ذلك من اماكنها[5]. كما توضح الصورة رقم(2) الصرح الشمالى الذى يحتوى على المدخل الرئيسى للقصر كان مغطى بأكوام القمامة حيث يقع بجوار المساكن الملاصقه للقصر الآثرى.

صوره رقم (1) توضح كثافة حشائش الحلفا فى الموقع قبل الترميم .

صوره رقم (2) توضح حالة المعبد قبل اعمال الترميم .

4- أهم اسباب وعوامل التلف المؤثره على المعبد

تعرض القصر لعمليات تلف مستمرة منذ انشائه حتى اليوم، حيث تعرض للانهيار والتدمير والدفن فى باطن الارض خلال العصور القديمه حتى تم الكشف عن بقاياه عام 1964م وخلال تلك الفترات الزمنيه الطويله وأطلال المبنى الاثرى (الطوب اللبن) فى صراع دائم ومستمر مع عوامل وقوى تلف (داخليه وخارجيه) طبيعيه وبشريه تعمل مجتمعة فى اتلاف وتدمير الجدران الاثرية، بالاضافة الى ضعف قدرة الطوب اللبن على تحمل الاختلاف الشديد بين الظروف البيئيه قبل وبعد الكشف عنه[6]، كما يتميز الطوب اللبن بتركيبه غير المتجانس مما يؤدى الى ضعف الترابط بين مكوناته، حيث يتكون أساسا من مجموعة من المعادن الطينية المعقدة والمختلفة في التركيب وفى الخواص الطبيعيه والكيميائيه ، كما تتميز معادن الطين بهيجرسكوبيتها العاليه حيث تمتص اكبر قدر ممكن من الماء[7] او الرطوبه من الوسط المحيط بها ثم تنتفش ويزداد حجمها، وعند الجفاف تفقد ما بها من ماء وتنكمش ويقل حجمها مره أخرى مسببه العديد من االشروخ والتشققات والانفصالات فى مبانى الطوب اللبن ، كما ان معادن الطين يختلف كل معدن عن الاخر في معدلات التمدد والانكماش مما يجعل مادة الطوب اللبن سريعة التفكك والتفتت بسبب ضعف الروابط الميكانيكيه بين معادن الطين[8]، بالاضافه الى اختلاف نسب ونوعية المواد المضافه للطوب اللبن مثل (رمل، تبن، روث الحيوانات، جير، الرماد ، كسر الفخار) واختلاف اساليب التصنيع، حيث أكتشف المصرى القديم بخبرتة وتجاربة أن طمى النيل وحدة لايصلح لصناعة طوب جيد متماسك، لان هذا النوع من الطوب يتعرض بعد الجفاف للتشقق واختلاف الابعاد

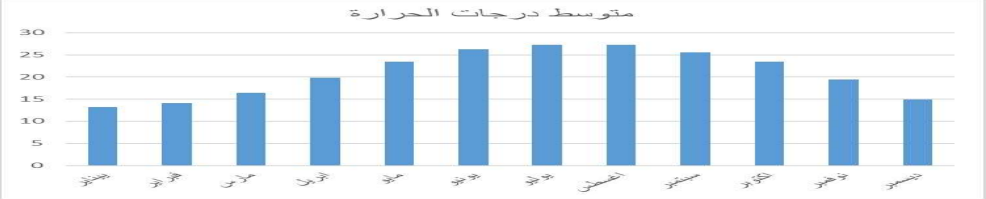
[5] Helmi, F. M., Deterioration and conservation of some mud brick in Egypt , 1990 , pp. 277-282.

[6] م عبد الهادى محمد ؛ 1996 .ص.42

[7] Vargas Neumann, J., et al., Preservation of adobe constructions in rainy areas (1988), pp. 103-110.

[8] Helmi, F. M., 1990, pp.,277-282 .

بل والتهشم ولهذا أضاف الصانع القديم كمية من الاضافات السابقة كلها او بعض منها بغرض الحصول على كتل من الطوب تتميز بالتماسك والصلابة الكافية[9]، وتلعب درجة الحرارة شكل رقم (2) والرطوبة المتمثله (فى المياة الأرضية ومياه الامطار) والرياح[10] والحركات الأرضية دوراً كبيراً في تلف المواد والمباني الآثرية[11].



شكل رقم (2) يوضح متوسط درجات الحرارة بمنطقة(تل بسطة)[12]

وتتميز معادن الطين بقدرتها العالية على امتصاص كميات كبيرة من الماء أو الرطوبة وعند امتصاصها للماء يحدث لها انتفاش وتتولد ضغوط داخلية كبيرة تؤدى فى النهاية الى تلف فيزيوكميائى وخاصة عند ارتفاع درجة الحرارة وتبخر الماء يحدث انكماش مرة اخرى لمعادن الطفلة وبتكرار هذه العملية من التمدد والانكماش على مدار اليوم الواحد ثم على مدار العام تنهار المبانى تدريجيا بمرور الزمن[13] كما تعتبر مياه الامطار عامل أساسى فى تلف مبانى الطوب اللبن لان زيادة الماء تؤدى الى تفكك معادن الطين ويتبع ذلك عمليات غسيل ونزح لمادة بناء الحوائط اللبنية وتترك بها اثار نحر وخاصة عند اصطدام قطرات المطر بشدة بالحوائط[14] كما توضحها صورة 3.

صوره رقم (3) توضح تاثير مياه الامطار على حوائط المعبد.

صوره رقم (4) توضح تأثير الرياح على جدران المعبد .

المياه تحت السطحية Surface Water وهي المياه الموجودة في الطبقة السطحية من الأرض ويتراوح عمقها بين بضعة سنتيمترات وبضعة أمتار وهي متوفرة في موقع القصر بسبب قربة من

[9] عبد الهادى محمد ، المرجع السابق ، ص46.

[10]Mazar, A. The conservation and management of mud-brick buildings at Tell Qasile, 1999, pp. 103-108.

[11] Houben, H., Earthquake hazards to the earth buildings in Ningxia, 1985, pp. 55-63.

[12] فايد يوسف عبد الحميد ، جغرافية مصر، ص127

[13] Oliver, A. B. and Hartzler, R. L., Understanding the deterioration of adobe walls:, 2000, pp. 78-85.

[14] عبد الحافظ محمود ؛ علاج وصيانة المشآت الطينية، 2007 . ص 178 -179 .

الكتلة السكنية والأراضي الزراعية ويتراوح عمقها فى الموقع بين 2:1م من مستوى سطح أرض المعبد ونظرا لان زيادة المحتوى المائى للطوب اللبن تقلل من درجة مقاومتة للشد والضغط بنسبة كبيرة جدا لاتساع المسافات بين الحبيبات وامتلائها بالماء مما يسبب ضعف الترابط بينها وتفسخها وانفصالها عن بعضها البعض[15] ويتمثل تاثيرها المدمر فى تاكل الجدران فى الاجزاء السفلى القريبه من سطح الارض والتى تزيد عليها ضغوط الاحمال بنسبه كبيره وترتفع فيها نسبة الرطوبة وما تحمله من أملاح ذائبة مما يزيد من اختلال اتزان الجدران واحتمالات سقوطها وتهدمها[16] بالاضافة إلى أنها عامل أساسى فى نمو الحشائش فى منطقة المعبد، كما تتسبب المياه تحت السطحية المتذبذبه بين الانخفاض والارتفاع فى اذابة ونزح غرويات التربه الدقيقة والتى تمثل المادة الرابطة فى الطوب اللبن وتحوله بمرور الوقت الى مادة هشة ومفككة. تمثل حركة الهواء الحرة فوق سطح الأرض (الرياح) وتصبح أكثر خطورة على المنشات الأثرية وخاصه مبانى الطوب اللبن إذا تجاوزت سرعتها معدل 36 كم في الساعة وتلعب الرياح درواً كبيراً كعامل من عوامل التعرية والنحت حيث تصبح قادرة على حمل حبات الرمل وتقذف بها المبانى الاثريه فتؤدى الى تأكل اسفل الجدران مما يؤدى الى ضعف نقاط الارتكاز للجدران ثم اختلال توازنها وسقوطها فى كثير من الاحيان[17] كما توضحها الصورة رقم (4) . تعتبر الحركات الانشائية الناتجة عن تأثير حركة التربة على المبانى الطينية وخاصة المشيدة فوق تربة طفلية أو التى ترتفع بها نسبة الطفلة تتعرض دائما للحركات السفلية والتى تعرف باسم الهبوط فى الاتجاهات المختلفة كلما تعرضت التربة لتتابع تسرب المياة الارضية أو الجوية بين طبقات البناء أو داخل كتل الطوب ويحدث انتفاش للطفلة خاصة التى تحتوى على نسبة كبيرة من معدن المونتموريللونيت يكبر حجمها بدرجة كبيرة فى اتجاهات ومناطق مختلفة من الجدران او فى تربة التأسيس وعند تبخر هذة المياة بسب ارتفاع درجات الحرارة فى الوسط المحيط يحدث انكماش للطفلة ويترتب على ذلك تعرض جدران المبنى للهبوط وظهور الشروخ والشقوق المختلفة بالمنشأ الاثرى، هذا بالاضافة الى ماينشأ داخل الطوب من ضغوط ناتجة عن اذابة واعادة تبلور الاملاح مرة أخرى[18].

يظهر تأثير النباتات المتلف لقصر أمنمحات الثالث بتل بسطة في وجود كميات كبيرة من نبات الحلفا تمتد جذورها لمسافات بعيدة داخل الجدران، تنمو وتتشعب هذه الجذور وتعمل على خلق ضغوط هائلة داخل الجدران تؤدي الى تفتتها وتهدمها وتساقطها، صوره رقم (5) بالاضافة الى الأحماض العضوية الناتجة عن عمليات تحلل تلك الجذور والأملاح الناتجة عن هذا التحلل كما تتغذي تلك النباتات على المكونات العضوية للمادة الاثرية[19].

يتضح تأثير الحيوانات المتلف على قصر أمنمحات الثالث بتل بسطة بصورة واضحة عند قيام بعض

[15] Ahmed, I., conservation and Earthen architecture in the wet climate 1993, pp. 52-57.

[16] صالح احمد ، البنا السيد ؛ دراسه فى ترميم سور مدينة صنعاء 1991، ص 130-134.

[17] صالح احمد ، البنا السيد ؛ دراسه فى ترميم سور مدينة صنعاء 1991، ص 130-134.

[18] عبد الهادى،محمد ، المرجع السابق ص69.

[19] عمار ة ساميه عبد الفتاح ؛ الاضرار والاخطار التى تسببها الحشائش، 2001 ، ص ،268- 272 .

الحيوانات البرية مثل الفئران والثعالب والذئاب والقطط والكلاب بحفر أنفاق وجحور لها داخل الجدران وأسفل أساسات المعبد مما يؤدي الى اضعاف الجدران واختلال توازنها وتهدمها[20] كما توضحها الصوره رقم (6).

صوره رقم (5) توضح ضغوط جذور نبات الحلفا داخل الحائط.

صوره رقم (6) توضح الحفر الناتجه عن تاثير الحيوانات.

يتمثل التلف البشرى في قيام بعض الفلاحين بنزح الأتربة من المواقع الأثرى وخاصة التى تحتوى على مبانى من الطوب اللبن واستخدامها في تسميد الأراضى الزراعية خلال العصور المختلفة لانها تحتوى على بقايا عضوية وكميات كبيرة من الغرين الخصب[21] بالاضافه الى التوسع العمرانى وقيام الحكومه ببناء مبانى خدمات عامة ومساكن شعبيه على جزء كبير من مدينة تل بسطة الاثرية .

5- أهم مظاهر التلف الموجودة بالمعبد :

- تاكل واندثار وتهدم جدران القصر بفعل عوامل التلف السابقة - وجود عدد كبير من الشروخ والتشوهات والتشققات في جميع جدران القصر - وجود كميات كثيفة من نباتات الحلفا والعاقول تغطي الموقع الاثرى بالكامل - عدم استواء ارتفاعات الجدران المتبقية - وجود العديد من الأنفاق والحفر الناتجة عن الحيوانات البرية - نزح وتفكك المادة الرابطة لمكونات الطوب اللبن وتحول بعض الجدران إلى أتربة - فقدان بعض الجدران بالكامل[22].

6- الفحوص والتحاليل :

التحليل باستخدام حيود الاشعة السينية: (X.R. D)

تم أخذ عينات من اماكن مختلفة من القصر وتحليلها باستخدام طريقة حيود الاشعة السينية للتعرف على مكونات الطوب الاثرى والمونة المستخدمة فى البناء ومكونات الرديم الناتج عن الحفائر

1- تحليل عينة من الطوب الاثرى باستخدام(X.R.D) كما يوضحها الشكل رقم (2) ووجد ان الطوب الاثرى يتكون بصفة اساسية من (الكوارتز 70% _ الالبيت 22% _ الكالسيت 5%)

[20] Abd El Hadi,M., Bio deterioration in some archaeological buildings in Egypt 1993.,p.87 .

[21] أبو الحسن رجب ؛ دراسة علاج وصيانة الاثار المستخرجه من الحفائر، 2001، ص. 110.

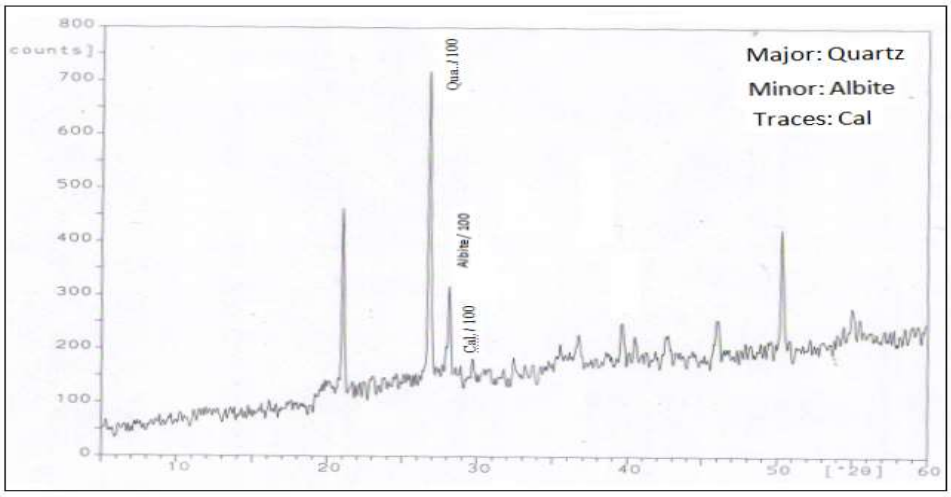
[22] Agattau, P. and Aru, D., A new building in raw earth. 2000, pp. 276- 278.

3–تحليل عينة من المونة الاثرية المستخدمة فى ربط كتل الطوب الاثرى باستخدام (X.R.D) كما يوضحها الشكل رقم(4) حيث وجد ان تركيب المونة الاثرية هو نفس تركيب الطوب الاثرى تقريبا ولكن نسبة الطفلة فيها اقل من الطوب (الكوارتز 87% – الالبيت 8% – الكالسيت 3%) ويتضح 2– تحليل عينة من اكوام الرديم الناتج عن الحفائر بالموقع باستخدام (X.R.D) كما يوضحها الشكل رقم (3) ووجد ان الرديم يتكون من (الكوارتز 94%– الالبيت4%)

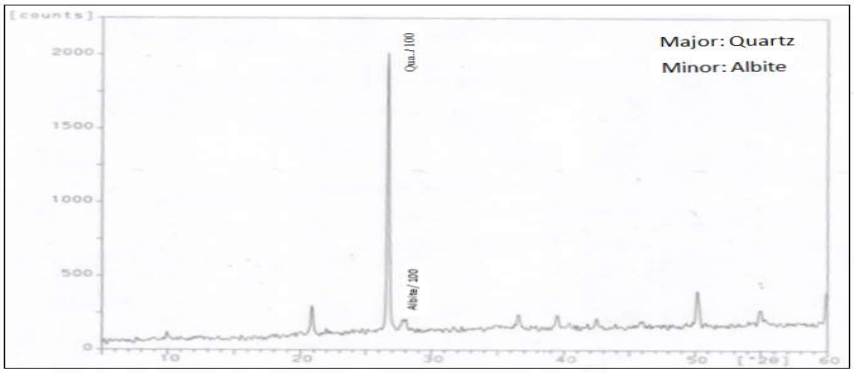
من نتائج التحاليل السابقة التى يوضحها الجدول رقم(2) ان الطوب الاثرى والمونة الاثرية والتراب الناتج عن الحفائر له نفس التركيب تقريبا والاختلاف كان فى نسب المكونات فقط مما يمكننا من اعادة استخدام الأتربة الناتجة عن اعمال الحفائر فى صناعة طوب لبن جديد له نفس مكونات الطوب الاثرى مع اضافة بعض المحسنات له لاستخدامه فى ترميم واستكمال العناصر المعمارية بالموقع الأثرى.

جدول رقم (2) يوضح نتائج تحليل عينات اثريه بواسطة (X.R.D) من قصر امنمحات الثالث

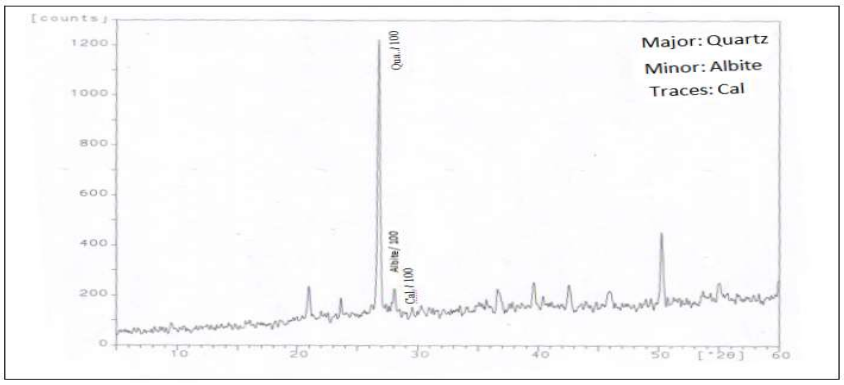
رقم العينة	نوع العينة	الموقع	محتويات العينة	النسبة المئوية
(1)	طوب اثرى	قصر أمنمحات الثالث بتل بسطة	كوارتز البيت كالسيت	%70 %22 %5
(2)	رديم الحفائر		كوارتز البيت	%94 %4
(3)	مونه اثرية		كوارتز البيت كالسيت	%87 %8 %3



شكل رقم(2) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة من الطوب اللبن القديم



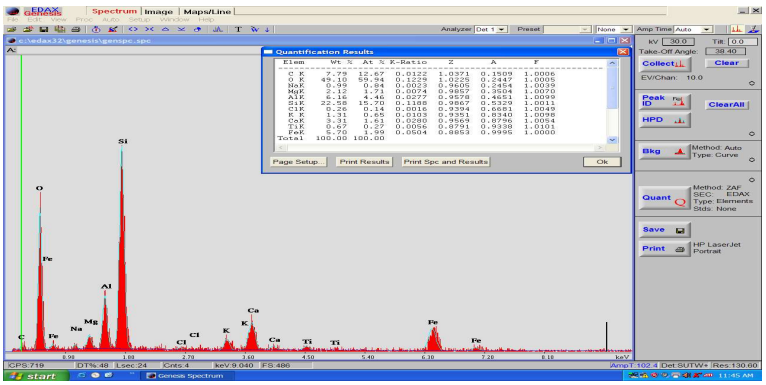
شكل رقم(3) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة من الرديم الناتج من الحفائر



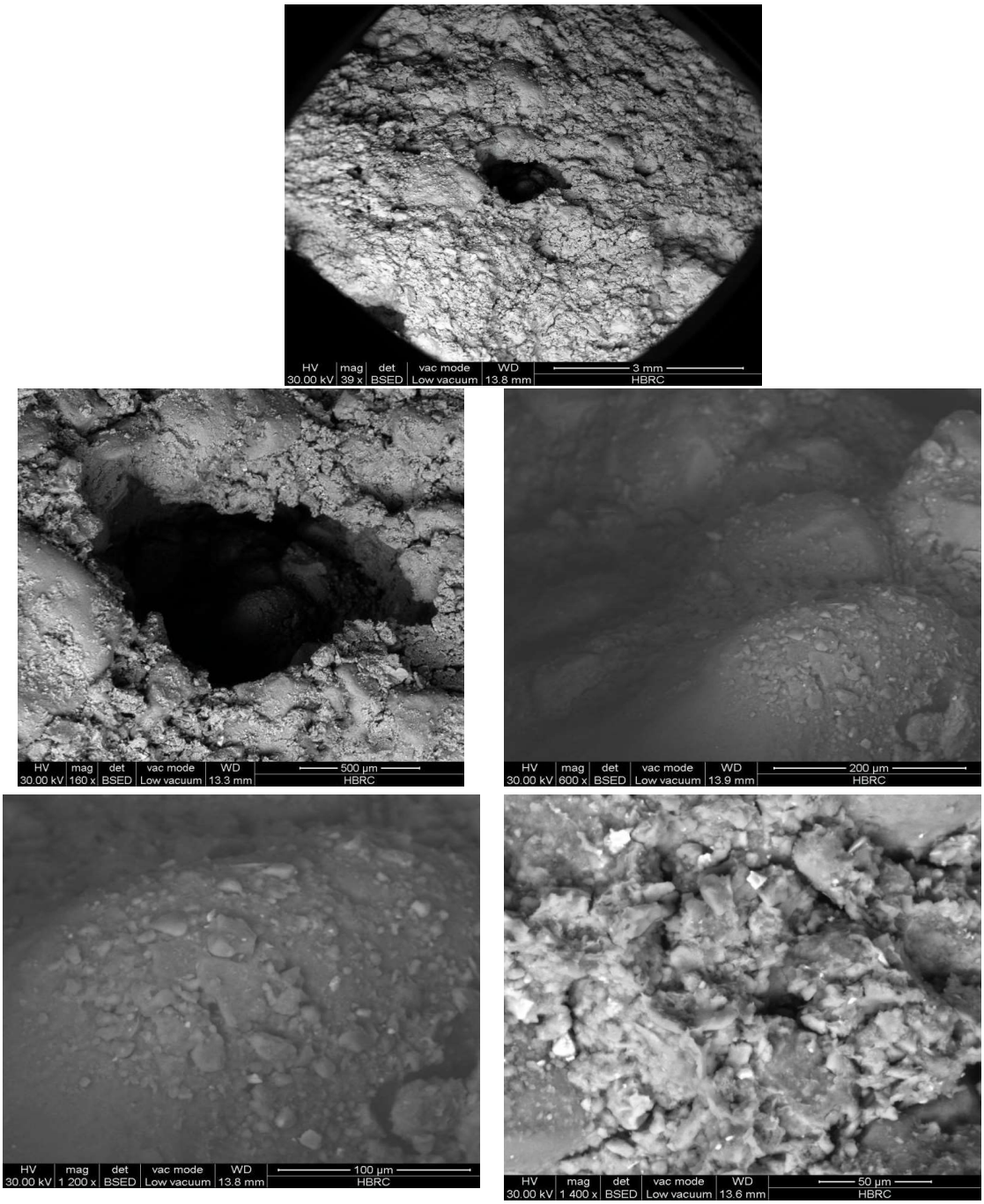
شكل رقم(4) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة من المونة الاثريه

- **الفحص باستخدام الميكروسكوب الاليكترونى الماسح المزود بوحدة EDX :**

تم فحص وتحليل عينات من الطوب الاثرى المستخدم فى تشيد المعبد باستخدام الميكروسكوب الاليكترونى الماسح المزود بوحدة EDX للتعرف على العناصر المعدنية المكونة للطوب اللبن المستخدم فى بناء المعبد ومدى ارتباط المكونات والحبيبات الداخلة فى تركيب الطوب مع بعضها البعض والتعرف على ما يعتريها من تلف وتفكك وتدهور نتيجة تأثير عوامل التلف السابقة وذلك للوقوف على الحالة الراهنة للمنشأ الاثرى قبل القيام باعمال الترميم، وقد أثبتت نتائج تحليل العينات ان الطوب المشيد بة المعبد يتكون من العناصر الاتية : **(Si–C–Al–Fe–Ca–Mg–K–Na–Ti–Cl)** كما يوضحها شكل رقم (5) والصور رقم (6)



شكل رقم(5) يوضح انعكاسات اهم العناصر المعدنية التى تتكون منها عينة الطوب اللبن المأخوذة من المعبد



صورة رقم (6) صور بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح توضح اهم مكونات عينة طوب لبن من معبد امنمحات الثالث يظهر فيها عدم التجانس بين مكونات الطين بشكل عام بالاضافة الى انتشار الشروخ والفجوات وانفصال الحبيبات .

7- الاعداد والتجهيز لعمليات الترميم

بناءاً على ما تقدم من عوامل ومظاهر تلف ونتائج التحاليل تم اعداد خطه شامله لترميم المعبد وإستكمال بناء بعض الجدران، وقبل البدء فى عمليات الترميم للقصر تم القيام باعمال التنظيف للقصر من الحشائش واكوام القمامه والكشف عن الجدران المدفونة وتنظيفها جيدا وتحديد الاجزاء التى تحتاج الى استكمال او اعادة بناء، وتوفير العماله المدربة والمتخصصة فى البناء وصناعة وحدات الطوب المستخدم

فى الترميم طبقا للتقنيات والمكونات القديمة بالمواصفات والكميات المطلوبة.

7-1- تنظيف المعبد من الحشائش (الحلفا) :

تم تنظيف المعبد من حشائش نبات الحلفا والنباتات الشوكية الاخرى بالطرق الميكانيكية، بقطع الحشائش من فوق أسطح العناصر المعمارية من الجذر باستخدام مقصات ومناجل جديدة بطريقة موازيه للسطح حتى لاتشوه الجدران، اما النباتات الموجودة فى ارضية المعبد فيتم قطعها بعمق من الجذور وتحتاج عملية ازالة الحشائش الى عمالة ماهرة ومدربة حتى لاتحدث تلفا للجدران مما يجعل عملية تنظيف الحشائش تاخذ مجهودا كبيرا ، وكان يتم نقل مخلفات الحشائش بعد قطعها خارج المعبد بعيدا عن المنطقة الاثرية حتى لا تسبب حرائق بعد جفافها داخل الموقع الاثرى[23] ، كما توضحها الصوره رقم (7) كما يمكن استخدام المكافحة الكيميائية، برش النبات الكامل النمو باستخدام مبيد للحشائش مثل الجليفوسات، حيث يمتصه النبات بسرعة عن طريق الاوراق ويصل الى الجذور ليدمرها[24] ولكن هذه العمليه غايه فى الصعوبة لانها تحتاج مدة طويلة من الوقت تصل لعدة سنوات ونتائجها غير مضمونة ، ويمكن ان ينتج عنها اثار جانبية ضارة فيما بعد، ونظرا لان نبات الحلفا تمتد جذوره الى اعماق بعيدة داخل الجدران الاثرية مما يتطلب حقنها عدة مرات.

صوره رقم (7) توضح اسلوب التنظيف اليدوى للموقع الا ثرى (القصر) من حشائش الحلفا .

7-2- التجارب الميدانيه لصناعة وحدات من الطوب اللبن لإستخدامها فى ترميم المعبد :

تم اجراء عدة تجارب ميدانية لصناعة وحدات من الطوب اللبن تتناسب من حيث المكونات والشكل والمواصفات والمقاسات مع وحدات الطوب الاثرى المستخدم فى بناء المعبد[25] ، كما تم دراسة الطوب

[23] جان بيير ، آن بوسوترو ؛ الترميم المعمارى والحفاظ على المواقع الاثريه ؛ 2002 ص 508 .
[24] عمارة ساميه ؛ المرجع السابق.

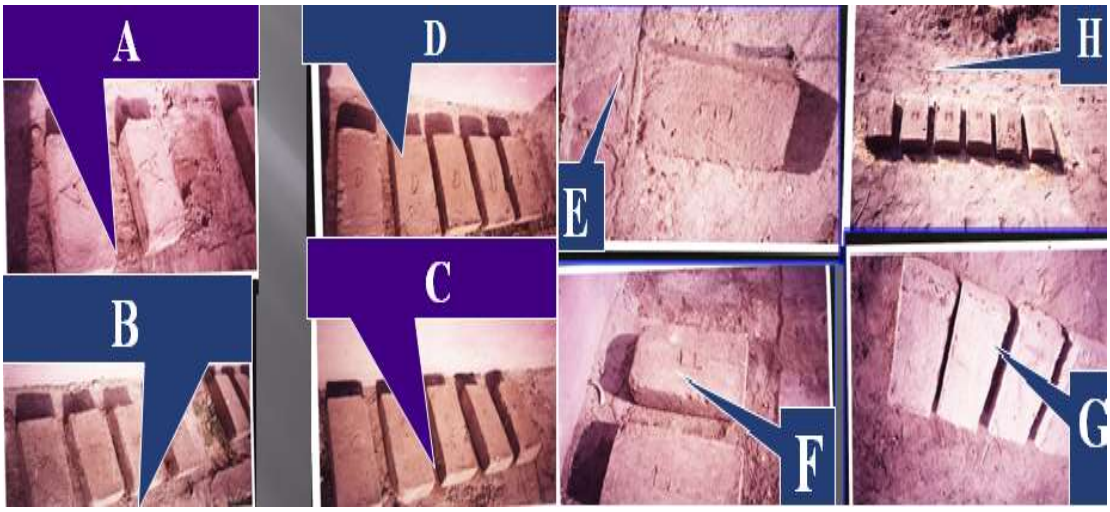
[25] Orazi, R. , Restoration, and maintenance of the earth and stone walls of Khor Rori, 2000, pp. 86-92.

الاثرى بالمعبد وتحديد حجمه وكانت ابعاده كالتالى (9x16x36) سم حيث بنيت أغلب جدران المعبد باستخدام طوبه بهذا الحجم ولكن وجدت قليل من الجدران ويعتقد انها اضافات فى عصور لاحقه بنيت باستخدام طوبه حجمها (8x16x32) سم وتم اعداد قوالب من الخشب بنفس مقاسات الطوبة الاولى لاستخدامها فى صناعة كميات من الطوب الحديث المطابق للطوب الاثرى من حيث التكوين والحجم والمواصفات، لاستخدامه فى ترميم واستكمال جدران المعبد[26].

نتج عن تهدم وتفتت جدران المعبد الضخمة المشيدة من الطوب اللبن كميات كبيره من الاتربه التى غطت الموقع الاثرى، وهى الاتربة الناتجة عن أعمال الحفائر تكونت فى الموقع الآثرى على هيئة تلال عالية تحركها الرياح فتؤدى الى ردم الموقع وتغيير معالمه لذا تم الفكير فى كيفية استغلال الاكوام العاليه من الاتربه واخلاء الموقع منها، باستخدام تلك الأتربة فى صناعة وحدات طوب جديدة بنفس مقاسات ومواصفات الطوب الاثرى لاستخدامها فى ترميم واعادة استكمال جدران المعبد[27]، وذلك لتحقيق هدفين أساسيين **الاول:** انتاج كميات عديده من الطوب الجديد لها نفس المكونات المعدنيه والخصائص الفيزيائيه للطوب الاثرى وتقليل للجهد وتخفيض للتكاليف، **الثانى:** اخلاء الموقع الآثرى من تلال الاتربه المرتفعة التى تحركها الرياح وتردم الاثار وتشوه المنظر العام للموقع الاثرى بالكامل.

ومن خلال نتائج التحليل لعينات الطوب الاثرى وجد أنه يتكون بصفه اساسيه من خليط الرمل والطفله والكالسيت بالاضافه الى نسبة من الشوائب، وتختلف نسبة الطفلة والرمل فيها من عينة الى اخرى[28] وتتوقف خاصية اللدونه والتماسك فى الطين على كمية الطفلة، وكان يتم إضافة كمية من الرمل الى الطفله حتى يتجنب الصانع عملية التقلص الشديد للطوب والتشقق فى عند الجفاف وكان يضاف معه التبن أو الحمره أو روث الحيوانات فى بعض الاحيان[29] ، وقد تم صناعة مجموعه من وحدات الطوب اللبن باضافات مختلفه الى الرديم الناتج عن الحفائر للمفاضله بينها واختيار انسبها فى عمليات ترميم القصر، وهذه الوحدات هى **(A – B – C – D – E – F – G – H)** كما توضحها الصوره رقم (8) ونسب المواد المضافه الى الرديم كما يوضحها الجدول رقم (3)

[26] Espinosa, I. V., Study of the materials,1993, pp. 464-468
[27] Kumar Das, S., Problems of old buildings 1993, pp. 145-147.
[28] Mazar, A. The conservation and management,1999, pp. 103-108.
[29] Ettinger, L. J. Mud bricks: along the Nile and in the Negev, 1984, pp. 416-417



صوره رقم (8) توضح عينات الطوب التى صنعت فى الموقع بنسب مختلفه للمفاضله بينها

الجدول رقم (3) يوضح نسب تقريبيه للمواد المضافه للعينات.

العينات	تبن	حمرة	طفلة	رماد الفرن	جير	أسمنت
A	-	5	10	10	20	10
B	-	5	10	5	35	15
C	-	4	5	10	30	28
D	-	3	25	8	35	15
E	-	5	52	10	25	-
F	20	2	40	5	27	-
G	20	0	30	3	15	-

الجدول رقم (4) يوضح درجة مقاومة العينات للضغط.

وحدة الطوب اللبن	درجة مقاومة الضغط بالنيوتن كجم/سم^2
A	4.2
B	4.3
C	4.5
D	4.3
E	3.2
F	3.5
G	3.9

من الجدول رقم (3) يتضح ان الوحده (G) التى تتكون من الرديم مضافا اليه (20% تبن، 30% طفله، 15% جير ،3% رماد فرن) اعطت أفضل النتائج فى الفحص الميدانى وتم اختيارها لتكون النموذج الافضل فى نسب المكونات لانتاج وحدات الطوب المناسبة والمطابقة للمواصفات لترميم المعبد واتضح ان العينات المضاف اليها أسمنت اعطت نتائج جيدة فى مقاومة الضغط ولكن ظهرت بها العديد من الشروخ بعد الجفاف كما ان العينات التى اضيف اليها نسبه مرتفعه من الجير اعطت لون فاتح لا يتناسب مع الطوب الاثرى.

تم الفحص والمفاضله بين عينات الطوب المصنعة بخبرة العمل الميدانى والفحص بالعدسات المكبرة وبالاستعانة بالمختصين فى صناعة الطوب لتقييم الشكل العام للطوبه واللون ودرجة الانكماش والشروخ والتشققات الناتجة ودرجة ترابط وتماسك المكونات مع بعضها البعض عند الجفاف وخفة وزن الطوبه، وتم قياس درجة مقاومة الطوبة للضغط كما يوضحها الجدول السابق رقم(4) ، كما تم تعريض وحدات الطوب لضغط مناسب من الماء للتعرف على مدى مقاوتها لماء المطر، ومن خلال تلك الاختبارات

الميدانيه والمعمليه امكن المقارنة والمفاضلة بين الوحدات السابقة واختيار افضلها لانتاج وحدات الطوب اللازمة لاستخدامها فى عمليات الترميم والاستكمال للقصر.[30]

7-3- صناعة وحدات الطوب داخل الموقع:

لصناعة وحدات الطوب داخل الموقع تم خلط مكونات المونة بوضع طبقه اولى من الرديم الموجود بالموقع بسمك 20سم على الارض، ثم وضع طبقة ثانية من التبن المقرط فوق الرديم بسمك 20سم، وضع طبقة ثالثة من الطفلة (التراب الشرب) بسمك 20سم فوق التبن، ثم وضع طبقه رابعة من الجير المطفى المحفوظ فى عبوات بلاستيكيه بسمك 5سم فوق الطفله، ثم خلط المكونات السابقه على الناشف خلطاً جيداً باستخدام الفأس والكوريك عدة مرات، ثم عمل حفره ابعادها 4م X 5 م وعمق 80 سم ثم وضع الخليط فيها وغمره بالماء لمدة اسبوع مع تقليب الخليط مع الماء مرة كل يومين، حتى يتخمر الطين جيدا وتظهر له رائحة مميزة[31]، تؤخذ المونة بعد التخمر وتصب فى قوالب خشبية ذات مقاسات مماثله لمقاسات الطوب الاثرى ويضغط عليها جيدا عند الصب حتى لا تبقى فراغات فى القالب الخشبى تمثل نقاط ضعف لقالب الطوب بعد الجفاف[32] صوره رقم(9)، تترك قوالب الطوب بعد صبها لتجف تحت أشعة الشمس لمدة خمسة أيام ثم تقلب بعد الجفاف حتى يجف السطح السفلى جيدا، وبعد تمام الجفاف تجمع وترص فى صفوف بالموقع كما توضحها الصوره رقم (10) لاخلاء المكان لصناعة كميات أخرى من الطوب الجديد[33].

صورتان (9 ،10) توضحان عملية صناعة الطوب فى تل بسطه لاستخدامه فى ترميم المعبد

7-4-الكشف عن الاساسات والجدران وتحديد أبعادها:

تعتبر عملية الكشف عن الاساسات وتحديد أبعاد الجدران الآثرية عملية فى غاية الصعوبة لان العديد من الجدران غير واضحة الابعاد بالاضافة الى اندثار بعضها تماما، كما أن جزء كبير من الموقع مغطى تماما بالحشائش واكوام القمامة، ولكن من خلال بعض النقاط الثابتة التى تم الكشف عنها بعد

[30] Schijns, W. H. M., Traditional and new earth building, 2000, pp. 419-425.

[31] عبد الحافظ محمود ، علاج وصيانة المشآت الطينيه، 2007 ، ص، 250.

[32] Sramek, J. and Losos, L., An outline of mud brick, pp. 449-454.

[33]Traditional Mediterranean Architecture.

تنظيف الموقع من القمامة والحشائش، وهى بعض قواعد الاعمدة الحجرية الجيرية التى مازالت موجودة فى اماكنها الاصلية داخل صالة الأعمدة الاولى، وبالاستعانه بالرسم (المسقط الافقى) للاثرى شفيق فريد، وبمقارنة الموجود فى الواقع مع الموجود بالرسم، وبتحديد مقياس الرسم المستخدم، أمكن تحديد الصرح الشمالى لصالة الاعمدة الأولى والذى يحتوى على المدخل الرئيسى للقصر وتم إعادة كشفه مرة اخرى بعد إندثاره بعد شفيق فريد، وتم تحديد موقع المدخل الرئيسى للقصر فى الجهه الشمالية، والكشف عن الاساسات لتوضيح وإظهار الجدران وتحديد ابعادها بدقة باستخدام الرسم والنقاط الثابته والتحديد بالجير وشد خيط حولها من جميع الاتجاهات، كما توضحها الصوره رقم (11 ، 12) تم تنظيف أسطح الجدران جيدا باستخدام الفرش المختلفه لتوضيح تفاصيل وحدات الطوب الاثرى وطريقة ربط الوحدات والاسلوب المستخدم فى البناء القديم، وذلك لاتباع نفس الاسلوب فى عمليات الترميم والاستكمال لجدران القصر باستخدام وحدات طوب حديثة الصنع [34]بما يتفق مع القواعد والمواثيق الدولية.

صورتان رقمى (11،12) توضحان اسلوب تحديد ابعاد الجدران بدقه باستخدام الخيط والجير والقوائم الخشبية

8- قواعد عمليات الترميم والأستكمال للمبانى الاثرية :

تحتاج المنشآت الاثرية بمختلف انواعها الى عمليات ترميم وصيانة مستمرة لاطالة عمرها وحفظها من الاندثار والفناء وخاصة المبانى المشيدة بالطوب اللبن نظرا لطبيعة تكوينها من مواد غير صلبة وسرعة تأثرها بعوامل التجوية المختلفة، وتعتبر عملية اعادة بناء الجدران المتهدمة واستبدال التالف منها بنفس المواد والمواصفات القديمة من أهم التدخلات التى يجب اجرائها، ويجب ان تستند عمليات الترميم والاستكمال واعادة البناء للمبانى الاثرية الى اسس وقواعد علمية ثابتة تقرها وتوصى بها وتنظمها المواثيق الدولية مثل ميثاق فينيسيا، ومن أهم ماتضمنتة هذة المواثيق الاسس والقواعد التالية التى تنظيم عمليات ترميم واستكمال المبانى الاثرية والتى مراعتها والإلتزام بما ورد بها عند اجراء عمليات ترميم واستكمال

[34] Basta,S,J.,Composition of mud Brick, 1991, pp, 5-10

اطلال وجدران القصر الاثرى:

–يجب ان يتم الاستكمال بحيث لايخفى او يغير من طبيعة المادة الاصلية للاثر وان يحترم ما اضيف من اضافات على مدى العصور التاريخية – يجب ان يتم الاستكمال بنفس المواد التى كانت مستخدمة قديما فى البناء وبنفس الاسلوب – يجب ان يتم الاستكمال متى كانت الاجزاء الناقصة معلومة بكل تفاصيلها ويجب التوقف عن الاستكمال عندما يبدا التخمين – لايجوز استكمال اجزاء مفقودة دون وجود نقاط ارشادية او سند علمى او تاريخى مؤكد – الاستكمال لايعنى تجميل الاثر بقدر ما يعنى المحافظه عليه وعلى مايحمله من معلومات عن تاريخ وحضارة الانسان ، ويعتبر الاستكمال احد الوسائل الهامة لاطالة عمر الاثر على المدى الزمنى البعيد وان عدم التدخل يكون سببا فى فناء الاثر جزءا بعد الاخر[35].

9- عمليات الترميم الانشائى والتدعيم والاستكمال لجدران قصر أمنمحات الثالث:

تمت اعمال الترميم والتدعيم والاستكمال للقصر طبقا للمواثيق الدوليه التى نصت على اقامة المبانى الاثريه المنهارة واستبدال الاجزاء المتأكلة بنفس المواد التى كانت مستخدمه قديما، وتتماثل فى تركيبها وشكلها ومظهرها مع الماده الاثريه، وتكملة الاجزاء الناقصه اذا كان من شانها تدعيم المبنى الاثرى وحمايته والمحافظه عليه[36]

وتعتبر تكسية الجدران وترميمها بطبقة من المونة الطينية الجيدة فى خصائصها والمكونة من الرمل والجير والطين والتبن او باستخدام قوالب من الطوب المصنع حديثا بنفس المواصفات والاحجام والمكونات القديمة مع اضافة بعض الاضافات اليه لتحسين خصائصة وزيادة قدرتة على مقاومة عوامل التلف هو افضل الاساليب التى يمكن استخدامها[37] ، لان الاجزاء العليا من الجدران تكون عرضه للتلف الشديد عند سقوط مياه الامطار، ويكون من الضرورى تغطية المداميك العليا لها بكتل من الطوب الجديد ذى الخواص المحسنه، ويجب تغطية اسطح المبانى الطينية بمظلات مناسبة لحمايتها من تاثير الامطار والرياح واشعة الشمس، كما يجب إعداد نظام صرف مغطى جيد اسفل جدران القصر باستخدام مواسير من P.V.C المثقوبة لصرف مياة الامطار او المياة الارضية المتجمعة اسفل الاساسات. وتدعيم الجدران الايلة للسقوط باستخدام صلبات خشبية حتى يتم الانتهاء من ربطها وتقويتها وتدعيمها جيدا وعلاج التربة أسفل منها، أوفكها واعادة بنائها مرة أخرى، وعلاج طبقات التربة الضعيفة وغير الثابتة بدمكها أو احلالها بتربة جديدة مناسبة أو حقنها بالمواد الكيميائية المناسبة لتقوية مكوناتها واعادة التماسك اليها[38] . ويمكن تدعيم الاساسات الضعيفه باستخدام نظام المخدات (المساند) كما يمكن الاستبدال التدريجى للاساسات الضعيفة ويتم الاستبدال بطريقة الحفر وادخال طوب جديد فى الفراغات بنفس المواصفات

[35] البنا السيد ، دراسة لأسس وقواعد استكمال الاجزاء الناقصة من المبانى الاثرية، 1996، ص321-349.

[36] International charters from Conservation (Venice Charter 1964)

[37] Emrick, M. and Meinhardt, C., Reconstruction of traditional structures,1990, pp. 153-158.

[38] عبد الهادى محمد ، المرجع السابق ، ص59-72.

الانشائية القديمة مع استعمال المونة المحسنة لربط الاجزاء القديمة والجديدة مع بعضها وتسوية وتكحيل الفواصل وملىء الفجوات وحقن وتسديد الفراغات والشروخ الموجودة بالجدران الاثرية لتقويتها[39] كما تم استكمال الجدران الناقصة والمتهدمة واعادة بناء بعض الجدران التى هدمت تماما ولم توجد فى الواقع ولكنها وجدت فى المسقط الافقى الذى رسمه الاثرى شفيق فريد عند اكتشافه للمعبد أول مرة كما توضحها الصور(13،14،15،16) ،الصور رقم (17 : 32)

صورتان رقمى (13،14) توضحان اسلوب ترميم الصالة الأولى للقصر (أثناء وبعد الترميم)

9-1- نوعية المونه المستخدمه فى تحشيه الجدران وربط وحدات الطوب:

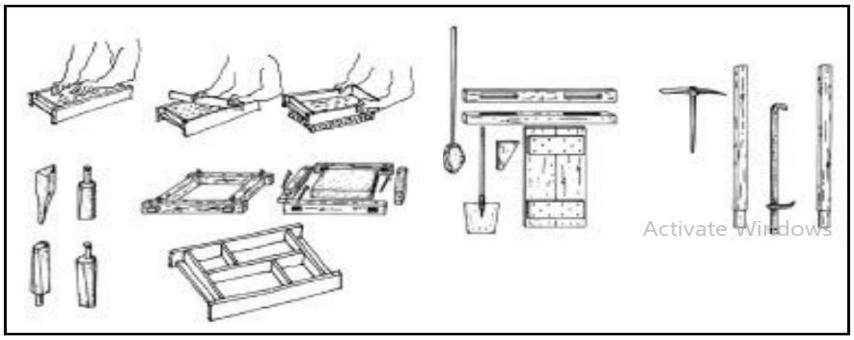
المونة التى استخدمت فى التحشية والربط وملىء الفراغات والفواصل هى نفس المونة التى استخدمت فى صناعة الطوب لها نفس التركيب (رديم – طفله – تبن – جير) الا أنها أكثر سيوله[40]، وهى مونه جيدة فى الربط ولاتتعرض للتشقق عند الجفاف[41].

9-2- أساليب ترميم وربط مداميك الطوب للأجزاء المستكملة:

تم استكمال معظم جدران القصر، وبعض الاجزاء تم اعادة بناءها من جديد طبقا للمواثيق الدوليه وبناءا على المسقط الافقى الذى رفعه مكتشف القصر الاثرى شفيق فريد، كما تم تسوية ارتفاعات الجدران بحيث تكون جميع الجدران متقاربة فى الارتفاع، اما تقنيات ربط وحدات الطوب التى اتبعت فى البناء أثناء ترميم جدران واساسات المعبد، كانت نفس التقنيات والأدوات القديمة التى استخدمها المصرى القديم فى تشييد وبناء المعبد[42] وهى أسلوب (الرباط المصرى) وهذا الاسلوب من أقدم أساليب البناء فى التاريخ، حيث أستخدمه المصريون القدماء فى البناء منذ الدولة القديمة (مجموعة زوسر فى سقارة) وهى من أفضل الطرق المستعملة فى البناء واكثرها متانة فى تحمل الضغط لعدم وجود لحامات رأسية مستمرة

[39] Roselund, N., Repair of cracked 1990, pp. 336-341.
[40] Joseph Hardwick & Jonathan Little., Seismic Performance of Mud Brick, 2010 .,pp.1-6.
[41] Traditional Mediterranean Architecture,
[42] Lippe, H. , Learning to build with earth. Terra 2000, pp. 158-160.

داخل الحائط ، كما يقل فيها استعمال كسور القالب انظر الصوره رقم (17) والاشكال رقم (6، 7، 8) ومازالت تستخدم هذه الطريقه فى البناء المصرى حتى الان، وتعرف بنظام (الادية والشناوى).(**الشناوى:** طوبه توضع بطولها موازية لواجهة الحائط ، **الادية:** طوبه توضع بطولها متعامدة على واجهة الحائط)، وتوجد ثلاثة نظم لهذا الرباط متبعة فى البناء القديم هى: **واحد على واحد**(واحد شناوى على واحد ادية) مدماك شناوى فوقه مدماك ادية. **أثنين على واحد**(اثنين شناوى على واحد ادية) مدماكان شناوى فوقهما مدماك ادية. **ثلاثه على واحد**(ثلاثه شناوى على واحد ادية) ثلاثة مداميك شناوى فوقهما مدماك ادية[43]. ويتم ربط المداميك باستخدام مونة من الطين(10 اجزاء من الطفلة الناعمة + 3 أجزاء ماء) بسمك حوالى 3سم بين كل مدماك والذى يليه وبسمك حوالى 2سم بين كل طوبة واخرى[44]. ولقد تم الترميم والاستكمال واعادة بناء بعض الاجزاء بنفس الادوات والاساليب القديمة كما توضحها الصور التفصيليه رقم (18: 32).



شكل رقم (6) يوضح بعض الادوات التى استخدمت فى البناء بالطوب اللبن قديما وحديثا معدلة عن

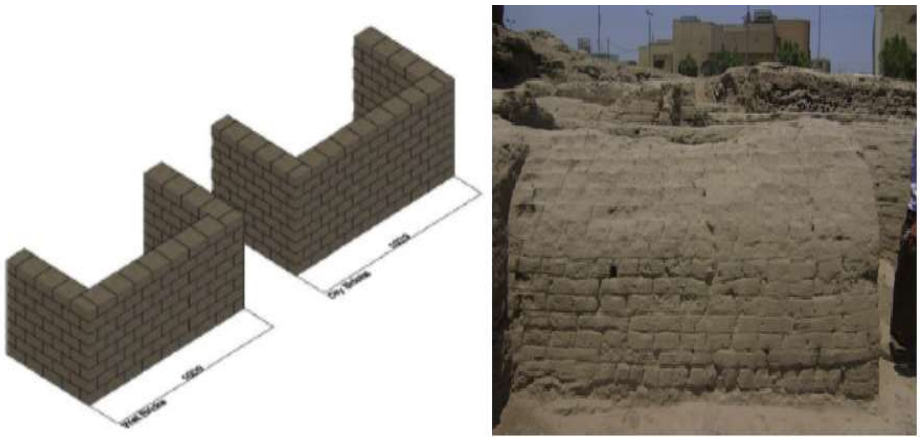
(Traditional Mediterranea Architecture)

شكل رقم (7) من (مقبرة رخميرع – اسرة 18) يوضح أدوات واسلوب البناء وصناعة الطوب فى مصر القديمة

[43] حواس محمد زكى، فن البناء المعاصر، 1985 ص 15

[44] Joseph Hardwick & Jonathan Little, p.2.

صورتان رقمى (15،16) توضحان المراحل الثلاث الاولى للمعبد قبل وبعد الترميم



صوره رقم (17) وشكل رقم (8) توضحان اسلوب البناء بنظام الاديه والشناوى فى مقبره من الدوله الوسطى

10- مناقشة النتائج

أثبتت نتائج التحاليل باستخدام حيود الاشعه السينيه(D.R.X) على عينات من الطوب اللبن القديم المشيد منه القصر والمونه الاثريه والرديم الناتج عن حفائر الموقع لهم نفس التكوين المعدنى(كوارتز، البيت، كالسيت) مما يثبت ان أتربة الرديم ناتجة عن تهدم وتفتت مبانى وجدران الطوب اللبن المشيد منه القصرقديماً، مما يمكننا من أعادة استخدام هذا الرديم مرة أخرى لانتاج طوبة جديدة بعد اضافة بعض المحسنات اليها مثل (التبن، الطفله، الجير) لتقاوم عوامل وقوى التلف المختلفة التى تتعرض لها المنطقة الآثرية وخاصة الامطار، كما اتضح من نتائج التحاليل (X.R.D) لعينات الطوب القديم والمونه القديمه ان المصرى القديم أضاف نسبة الرمل وكربونات الكالسيوم(مسحوق الحجر الجيرى) الى مونة الطوب اللبن وكذا مونة الربط لتحسين خواص الطوب الميكانيكية وتقليل درجة انكماشه عند الجفاف. كما اثبتت الدراسة باستخدام الميكروسكوب الاليكترونى الماسح ان الطوب اللبن الآثرى يتكون من العناصر المعدنية التالية بالترتيب حسب نسبتها (Si–C–Al–Fe–Ca–Mg–K–Na–Ti–Cl) كما أثبت الفحص باستخدام الميكروسكوب الاليكترونى وجود عدم تجانس بين مكونات الطوب الآثرى بشكل عام بالاضافة الى انتشار الشروخ والفجوات وانفصال الحبيبات داخل الطوب الآثرى. كما أثبتت الدراسه ان

من أهم عوامل التلف المؤثرة بدرجه كبيرة على جدران المعبد هى ماء المطر والمياة الارضية ومابها من املاح ذائبة وتعتبر من أخطر عوامل التلف الفيزيوكيميائى التى تعمل على نحر وتدمير التركيب الفيزيائى للطوب اللبن نتيجة ذوبان بعض مكوناته بفعل هذه المياة وعند تبخرها نتيجة التعرض المستمر لدرجات الحرارة تتحول وحدات الطوب الى كتل هشة فاقدة التماسك ثم تنفصل المكونات بعد فقدها لمادة الربط (الطفلة) وتتحول الى أتربة مفككة تذروها الرياح، هذا بلإضافة الى التأثير المدمر لنبات الحلفا الذى تمتد جذوره داخل الحوائط عدة امتار مسببة تهدم الجدران وتدميرها. كما أثبتت الدراسه كذلك ان أسلوب ربط كتل الطوب الذى اتبع فى بناء القصر هو الرباط المصرى وهو أقدم طرق البناء فى التاريخ وأكثرها متانه فى تحمل الضغوط والاحمال لعدم وجود لحامات مستمرة داخل الحائط وهو نفس الاسلوب الذى مازال متبعا فى البناء حتى الان مما يبرهن على الإرث الحضارى لدى المصريين متوارث عبر الاجيال، وقد تمت عمليات الترميم والاستكمال بنفس الاسلوب القديم وبنفس المواد وطبقا للمعايير والمواثيق الدولية التى تنظم عمليات ترميم واستكمال المبانى الاثرية. كما اثبتت التجارب الميدانية والمعملية التى تمت على نوعيات من وحدات الطوب المصنع حديثاً المختلفة فى المكونات (الاضافات) أن اضافة نسب من الطفله والتبن والجير المطفى ورماد الفرن الى الرديم الموجود بالموقع وخلطهما جيدا يعطى نتائج جيدة لتحسين خواص الطوب اللبن، لانتاج طوب مناسب لعمليات ترميم واستكمال القصر الاثرى، كما ثبت ان اضافة الاسمنت الاسود الى الطوب اللبن تغير من طبيعة المادة وتزيد من حجم وكم التشققات عند الجفاف على الرغم من انها تزيد من قوة تحملها للضغط، هذا وقد تم إجراء عمليات الترميم والإستكمال لجدران ومبانى القصر الآثرى بنفس الادوات والاساليب القديمة وطبقاً للقواعد والمواثيق الدولية المنظمة لهذا الشأن.

الصور التفصيلية لمراحل ترميم المعبد قبل وأثناء وبعد الترميم

صوره رقم (18) توضح اسلوب العمل أثناء عمليات ترميم المعبد

صورتان رقمى (19،20) توضح المرحله الثالثه قبل وبعد الترميم

صورتان رقمى (21،22) توضح صور تفصيليه للمعبد اثناء وبعد الترميم

صورتان رقمى (23،24) توضح الحجرات الجانبيه للمعبد قبل وبعد الترميم

صورتان رقمى (25،26) توضح صور تفصيليه لاعمال الترميم داخل المعبد

صورتان رقمى (27،28) المرحله الاولى والثانيه والثالثه قبل وبعد الترميم

صورتان رقمى (29،30) توضح اسلوب وزن الحائط اثناء الترميم وبعض الحجرات الجانبيه بعد الترميم

صورتان رقمى (31،32) توضح جزء كبير من المعبد قبل وبعد الترميم

قائمة المصادر والمراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- أبو الحسن، رجب، دراسة علاج وصيانة الاثار المستخرجه من الحفائر، تطبيقا على منطقة حفائر تل حسن داؤد، عصر ماقبل الاسرات، رسالة ماجستير (غير منشوره) قسم الترميم ، كلية الاثار ، جامعة القاهرة ، 2001.
- البنا، السيد، دراسة لأسس وقواعد استكمال الاجزاء الناقصة من المبانى الاثرية ، مجلة كلية الاثار ، العدد السابع ، 1996. ص. 175- 194.
- جان بيير، آن بوسوترو، الترميم المعمارى والحفاظ على المواقع الاثريه، الحفظ فى علم الاثار، مؤلف جماعى،ترجمة د.محمد احمد الشاعر، المعهد العلمى الفرنسى للآثار الشرقيه بالقاهرة، المجلد 22 ، 2002 .
- حواس، زكى محمد، فن البناء المعاصر، عالم الكتاب ، 1985 .
- صالح، احمد ، البنا السيد، دراسه فى ترميم وصيانة سور مدينة صنعاء القديمه، مجلة كلية الاداب، جامعة صنعاء، العدد 13 ،1991 ، ص 130- 145.
- عبد الحافظ، محمود، علاج وصيانة المشآت الطينيه التاريخيه، تطبيقا على بعض المبانى الطينيه بمدينة القصر الاسلاميه بواحة الدخله، رسالة ماجستير (غير منشوره)، قسم الترميم ؛كلية الاثار، جامعة القاهرة، 2007 .
- عبد الهادى، محمد، علاج وصيانة أطلال المبانى الاثريه الطينيه القبطيه، مجلة كلية الاثار، جامعة القاهرة، العدد السابع، 1996 .ص42- 64
- عمارة، سامية عبد، الاضرار والاخطار التى تسببها الحشائش البريه على الابنيه الاثريه، مؤتمر الفيوم الاول، (الفيوم بين الماضى والحاضر) مستقبل التنميه الاثريه والسياحيه (7-8) ابريل 2001 جامعة الفيوم، كلية الاثار، 268- 272.
- فايد يوسف عبد الحميد، جغرافية مصر، تأليف فريق من اساتذة الجغرافيا بالجامعات المصرية، الهيئة المصرية العامة للكتاب.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Abd El Hadi, M ., Biodeterioration in some archaeological buildings in Egypt, IN, Proceeding of the Egyptian – Italian Seminar on (Geosciences and Archaeology in the Mediterranean countries), November (28 – 30) 1993, p.85 - 103

- Agatha, P. and Aru, D., A new building in raw earth. Terra 2000: 8th international conference on the study and conservation of earthen architecture. Preprints. Torquay, United Kingdom, 11-13 May 2000 (2000), pp. 276- 278.

- Ahmed, I., conservation and u Earthen architecture in the wet climate of Bangladesh and future directions for its upgrading. 7a conferência internacional sobre e estudo e conservação da arquitectura de terra = 7thinternational conference of the study and conservation of earthen architecture. Silves, Portugal, 24-29 October 1993 (1993), pp. 33-52

- Helmi, F. M: Deterioration and conservation of some mud brick in Egypt. 6th international conference on the conservation of earthen architecture: Adobe 90 preprints. La Cruces, New Mexico, 14-19 October 1990, pp. 277-282.

- International charter for Conservation and Restoration of monuments and sites (Thevenice charter 1964) *IInd International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Venice, 1964. Adopted by ICOMOS in 1965.* Articles 9-13

- Lippe, H., Learning to build with earth. Terra 2000: 8th international conference on the study and conservation of earthen architecture. Preprints. Torquay, United Kingdom, 11-13 May 2000 (2000), pp. 158-160.

- Orazi, R., Restoration, and maintenance of the earth and stone walls of Khor Rori. Terra 2000: 8th international conference on the study and conservation of earthen architecture. Preprints. Torquay, United Kingdom, 11-13 May 2000 (2000), pp. 86-92.

- Schijns, W. H. M., Traditional and new earth building in the Dakhleh Oasis in Egypt. Terra 2000: 8th international conference on the study and conservation of earthen architecture. Preprints. Torquay, United Kingdom, 11-13 May 2000 (2000), pp. 419-425.

- Shafik, F: preliminary Report on The Excavations of The Antiquities department at Tell Basta (season 1961), in annals du service antiquities du legypte, Tome L VIII,1964, pp.85:96.

-Basta,S,J., Composition of mud Brick in Construction of ancient Egyptian antiquities (ph.DThesis) , girls Fac., Ain Shams Univ ., 1991, pp, 5-10

-Emrick, M. and Meinhardt, C., Reconstruction of traditional structures in the Al-turaif quarter, Dir'lyah, Kingdom of Saudi Arabia. 6th international conference on the conservation of earthen architecture: Adobe 90 preprints Las Cruces, New Mexico, 14-19 October 1990 (1990), pp. 153-158.

-Espinosa, I. V., Study of the materials used in the earthen walls of the city of Granada (Spain). 7a conferência internacional sobre e estudo e conservação da arquitectura de terra = 7th international conference of the study and conservation of earthen architecture. Silves, Portugal, 24-29 October 1993 (1993), pp. 464-468.

-Ettinger, L. J. Mud bricks: along the Nile and in the Negev. Bulletin of the Israeli academic center in Cairo, 4, (1984), pp. 416-417.

-Houben, H., Earthquake hazards to the earth buildings in Ningxia. Proceedings of the international symposium on earth architecture. Beijing, China, 1-4 November 1985 (1985), pp. 55-63.

-International charters from Conservation and Restoration International Charter for the Conservation and Restoration of monuments and Sites (Venice Charter 1964)

-Joseph Hardwick & Jonathan Little*.,* Seismic Performance of Mud Brick Structures*,*., EWB-UK National Research Conference 2010 *'From Small Steps to Giant Leaps...putting research into practice* Hosted by The Royal Academy of Engineering 19th February 2010 ., pp.1-6.

-Kumar Das, S., Problems of old buildings with mud as mortar. 7a conferência internacional sobre e estudo econservação da arquitectura de terra = 7th international conference of the study and conservation of earthen architecture. Silves, Portugal, 24-29 October 1993 (1993), pp. 145-147.

-Mazar, A. The conservation and management of mud-brick buildings at Tell Qasile, Israel. Conservation and management of archaeological sites, 3, no. 1-2 (1999), pp. 103-108.

-Oliver, A. B., and Hartzler, R. L., Understanding the deterioration of adobe walls: Fort Union National Monument, New Mexico, U.S.A. Terra 2000: 8th international conference on the study and conservation of earthen architecture. Preprints. Torquay, United Kingdom, 11-13 May 2000 (2000), pp. 78-85.

-Roselund, N., Repair of cracked adobe walls by injection of modified mud. 6th international conference on the conservation of earthen architecture: Adobe 90 preprints. Las Cruces, New Mexico, 14-19 October 1990, (1990), pp. 336-341.

-Sramek, J. and Losos, L., An outline of mud-brick structures conservation at Abusir, Egypt. 6th International conference on the conservation of earthen architecture: Adobe 90 preprints. Las Cruces, New Mexico, 14-19 October 1990 (1990), pp. 449-454.

-Stambolov,T: The Deterioration and Conservation of Porous Building Materials in Monuments, Second Edition, International Center for Conservation, Roma, 1976.

-Traditional Mediterranean Architecture, Building techniques, A7 *Mediterranean Space – Mud brick walls*, CORPUS, This project is financed by the MEDA program of the European Union.

-Vargas Neumann, J. Heredia Zavoni, E. A.; Bariola Bernales, J. J.; and Mehta, P. K., Preservation of adobe constructions in rainy areas. 5th international meeting of experts on the conservation of earthen architecture = 5ièmeréunion internationale d'experts sur la conservation de l'architecture de terre . Rome, Italy, 22-23 October1987 (1988), pp. 103-110.