ترميم جدار حجري مائل في موقع دادان "الخريبة"، العلا، المملكة العربية السعودية: دراسة ميدانية تطبيقية

د. عبد الناصر الزهراني
جامعة الملك سعود، كلية السياحة والآثار

د. محسن محمد صالح
جامعة الملك سعود، كلية السياحة والآثار
جامعة القاهرة، كلية الآثار

ملخص البحث:

كشفت حفريات قسم الآثار في كلية السياحة والآثار– جامعة الملك سعود، بموقع دادان "الخريبة"، في موسمها السادس 1430هـ / 2009م، عن الكثير من الظواهر المعمارية المختلفة (جدران، وأرضيات، وتفاصيل معمارية)، التي تعاني من تدهور وتلف فيزيائي، وكيميائي، وميكانيكي. وقد لاحظ الباحثان ميل جدران موقع دادان نحو الغرب، إلاّ أن حالة أحد هذه الجدران كانت حرجة لدرجة التهديد بالانهيار فى أي لحظة (مربع "9H")، لذلك وجب التدخل الفوري بأعمال الترميم لإنقاذ هذا الجدار الأثري من الانهيار. وللحفاظ على هذا الجدار الأثري بدأت أعمال الترميم بتشخيص حالته وتحديد مصدر تلفه، ثم دراسة أفضل طرق الترميم والصيانة وتطبيق المناسب منها لحالة هذا الجدار المائل موضوع البحث.

ولتشخيص الحالة الراهنة للجدار فقد تم فحص عينات من مواد بنائه وتحليلها باستخدام المجهر الضوئي "LOM"، والمجهر المستقطب "PM"، والمجهر الالكتروني الماسح "SEM"، وطريقة حيود الأشعة السينية "XRD"، وقد تناول هذا البحث الجانب التطبيق لترميم الجدار المائل موضوع البحث.

الكلمات الدالة: دادان، الخريبة، حفائر أثرية، جدران حجرية، عوامل التلف، فحص، تحليل، ترميم، صيانة.

1- مقدمة Introduction

1-1- الموقع الجغرافي:

يقع موقع دادان (الخريبة) الأثري شمالي مدينة العلا، في محافظة العلا على درجة الطول 39َ 26º، ودرجة العرض 54َ 37º. وتقع العلا في الجزء الشمالي الغربي من المملكة العربية السعودية، بين المدينة المنورة وتبوك، وترتبط إدارياً بمنطقة المدينة المنورة، وتبعد عن المدينة والمنورة بنحو (400 كيلاً) عبر الخط القديم، وبنحو (320 كيلاً) عبر الخط الجديد المباشر، وتبعد عن حائل نحو (416 كيلاً) في اتجاه الغرب، وتبعد عن الوجه، الميناء البحري بنحو (240 كيلاً) إلى الشرق، وتبعد عن تيماء بنحو (160 كيلاً) باتجاه الجنوب الغربي شكل رقم (1). وقد اكتسبت دادان أهمية كبيرة نظراً لوجودها على الطريق التجاري القديم (الطريق الشمالي – الجنوبي)، وهو من أهم الطرق التجارية قديماً.

الشكل رقم (1): موقع محافظة العلا في الملكة العربية السعودية (عن: Google earth)

وتقع العلا وسط وادي يعرف بوادي القرى، المشهور تاريخياً، الذي يصب في وادي الجِزِل ثم يصب في وادي الحمض، الذي بدوره يصب في البحر الأحمر، وتمتد طولاً من الشمال إلى الجنوب، وتحيط بها الجبال من الشرق والغرب. وتعدّ دادان عاصمة لمملكة ديدان ولحيان[1]

[1] الأنصاري عبد الرحمن, أبو الحسن حسين, "العلا ومدائن صالح (الحجر) حضارة مدينتين"– سلسلة قرى ظاهرة على طريق البخور, دار القوافل للنشر والتوزيع– الرياض, 2005م، ص ص 22–25.

وكل المصادر الآثارية والنصوص المكتوبة وما ورد في القرآن الكريم والتوراة وغيرها تدل على أن منطقة العلا كانت مركزاً حضارياً وتجارياً في شمال شبه الجزيرة العربية، لوقوعها في الطريق التجاري الرئيس، الذي يربط جنوب شبه الجزيرة العربية مع الأمصار الأخرى في مصر وبلاد الشام والعراق، حيث كانت تنقل عبر هذا الطريق تجارة البخور التوابل، التي كانت من أهم المواد التجارية في العالم القديم. وبعد سيطرة الأنباط على شمال شبه الجزيرة العربية أفلت هذه الحضارة وانتقلت إلى الحجر، وتحولت ما يسمى بالعلا إلى منطقة زراعية لوفرة مياهها. وفي العصر الإسلامي كانت العلا محطة من محطات الحجيج القادمين من الشام، ثم أصبحت محطة من محطات سكة حديد الحجاز التي أنشئت في عام 1326هـ.[2]

الشكل رقم (2): موقع دادان (الخريبة) بين الجبال والوديان

2- الحالة العامة لأطلال جدران المباني الأثرية لمنطقة الحفائر:

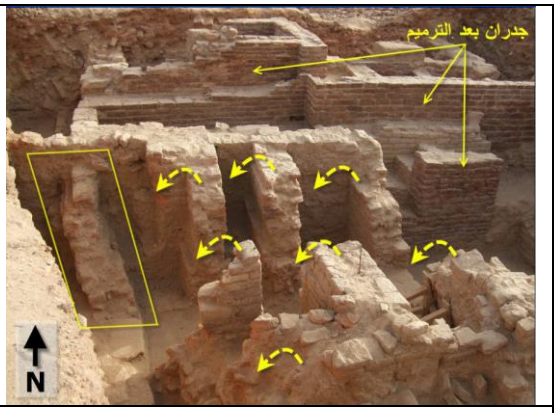
بدراسة حالة موقع دادان وتسجيل الملاحظات الحقلية لوحظ ما يلي [3]،[4]:

---

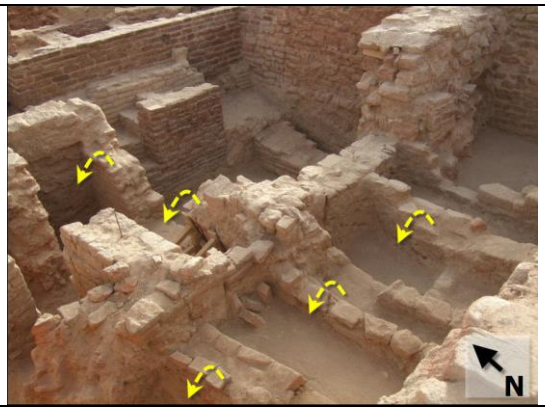
[2] الإدارة العامة للآثار والمتاحف، (د. ت) **"المناطق الأثرية بالعلا ومدائن صالح"**, الكتيب السياحي الإدارة العامة للآثار والمتاحف, وزارة المعارف المملكة العربية السعودية، ص 45.

[3] الزهراني, عبد الناصر، "عوامل تلف المواقع الأثرية: حالة دادان– العلا"، **مداولات اللقاء العلمي السنوي السابع لجمعية التاريخ والآثار بدول مجلس الخليج العربي**، المنامة–مملكة البحرين (20–23 ربيع الأول 1427هـ/ 18–21 إبريل 2006م) 1427هـ، ص ص 515–557.

- ميل معظم إطلال جدران مباني الموقع نحو الغرب كما يتضح من الشكلين رقمي (3، 4).
- ضعف المونة المستخدمة لربط الكتل الحجرية والتي تتكون بشكل أساسي من الطين، والطفلة.
- انهيارات جزئية وكلية في أماكن متفرقة من موقع الحفائر.
- انتشار أسلوب البناء بطريقة الجدران ذات الرقتين (Double faced wall) حيث يبنى الجدارين الداخلي والخارجي وبينهما طبقة الحشو الداخلية والمكونة من (مونة كسر أحجار، فخار، طفلة ...الخ)، الشكل (رقم5)[5]
- اختلاف في نوعية الأحجار المستخدمة للبناء باختلاف الفترات الزمنية والهدف من البناء، حيث استخدمت الأحجار الرملية النحيتة (Ashlars) شكل (رقم6)، في الفترات الزمنية الأقدم، التي تقع في منسوب منخفض عن تلك المبنية في فترات زمنية أحدث، أما أطلال المباني الموجودة في منسوب أعلى فقد استخدم في معظمها الحجر الرملي الغشيم، (منه ما هو جيد التماسك (fairly connected) ومنه ما هو ضعيف التماسك (weakly connected) (انظر الشكل رقم7).
- اختلاف سمك أطلال المباني الحجرية فمنها جدران بسمك (43سم) وأخرى يصل سمكها إلى نحو (278سم).



الشكل (رقم 3)



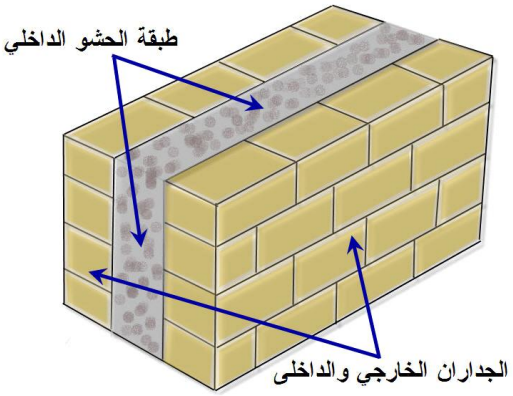
الشكل (رقم 4)

ميل أطلال المباني الحجرية من الاتجاه الشرقي إلى الاتجاه الغربي

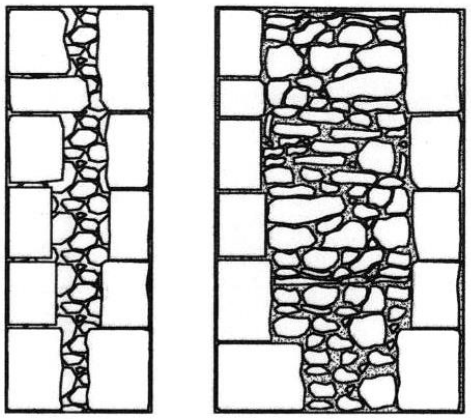
---

(4) الزهراني، عبد الناصر، "دراسة مواد البناء المستخدمة في موقع دادان, بمحافظة العلا, المملكة العربية السعودية"، **مداولات اللقاء العلمي السنوي العاشر لجمعية التاريخ والآثار بدول مجلس الخليج العربي**، أبوظبي– دولة الإمارات العربية المتحدة (24–26 ربيع الأول 1430هـ، 1–3 مارس 2009م) 1430هـ، ص ص 243–277.

05 صالح، محسن محمد، "ترميم وصيانة مقصورة الكاتب ماعى (M3ʿy) حفائر كلية الآثار– جامعة القاهرة، سقارة"، **مجلة كلية السياحة والآثار**– جامعة الملك سعود، 1432هـ، ص ص 1–16.

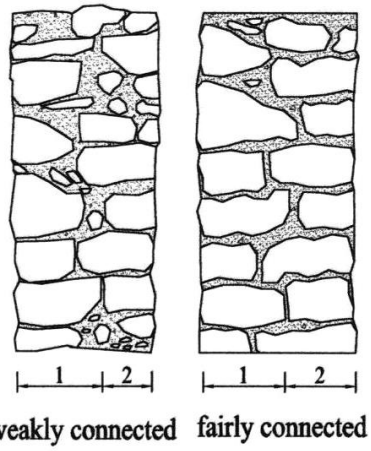


الشكل (رقم 5)



الشكل (رقم 6)

أسلوب بناء الجدران النحيتة ذات الرقتين (double faced wall)



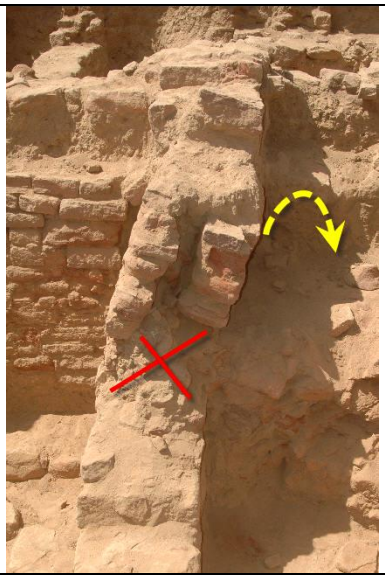
الشكل (رقم 7) أسلوب بناء الجدران الغشيمة ذات الرقتين جيدة وضعيفة التماسك

3- حالة الجدار الأثري المائل:

لوحظ ميل معظم إطلال جدران مباني الموقع نحو الغرب، وقد اختلفت نسبة الميل من جدار لآخر طبقاً لنوعية الأحجار المستخدمة في البناء وسمك الجدران المتفاوت من جدار إلى آخر. من خلال عمليات التسجيل والتوثيق لوحظ في المربع (9H) ميل كبير لأحد جدرانه، مما يهدد بسقوطه وانهياره، وبناءً على ذلك بدأت عمليات صلب وتأمين هذا الجدار على الفور تلاها عمليات التسجيل والتوثيق، ثم خطة العلاج ومراحل تطبيقه، وكانت كما يلي:

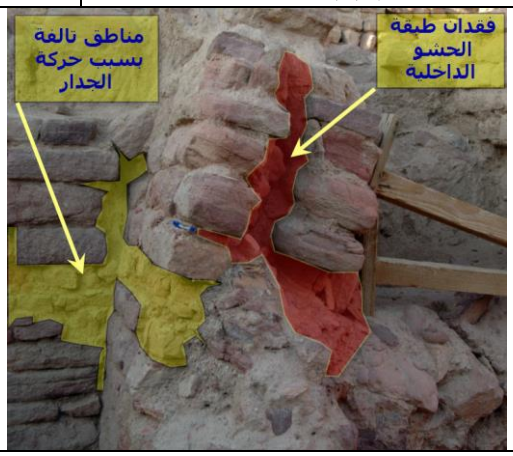
- الكشف عن الجدار المائل في مربع (9H)، في الموسم السادس1430هـ / 2009م، في موقع دادان "الخريبة"، الشكل (رقم8).
- تأمين وصلب الجدار بأسلوب الصلب المائل والأفقي، الشكل (رقم9).
- دراسة الحالة الفعلية للجدار المائل والتوصل إلى المعلومات التالية:

- مقاسات الجدار (الرقة الشرقية من الجدار)، بطول (130سم)، وبعرض (50سم)، وبارتفاع (151سم).
- مقاسات الجدار (الرقة الغربية من الجدار)، بارتفاع (101سم) حيث توجد طبقة رديم طينية بسمك (50سم)، وبعرض (130سم)، وبسمك (50سم).
- الجدار مبني بطريقة الجدران النحيتة ذات الرقتين (Ashlars double faced wall masonry).
- طبقة الحشو الداخلية غير متجانسة وتتكون من الطين، وكسر أحجار مختلفة الحجم من الحجر الرملي، وبقايا عظام متهالكة.
- وجود مناطق انهيارات وانفصال بالجدار المائل والجدار بالجهة الجنوبية، تحديد الأحجار التالفة بوجهي الجدار المائل.
- حددت زاوية ميل الجدار باتجاه الغرب بنحو 15 درجة. الأشكال (من 8- 17).

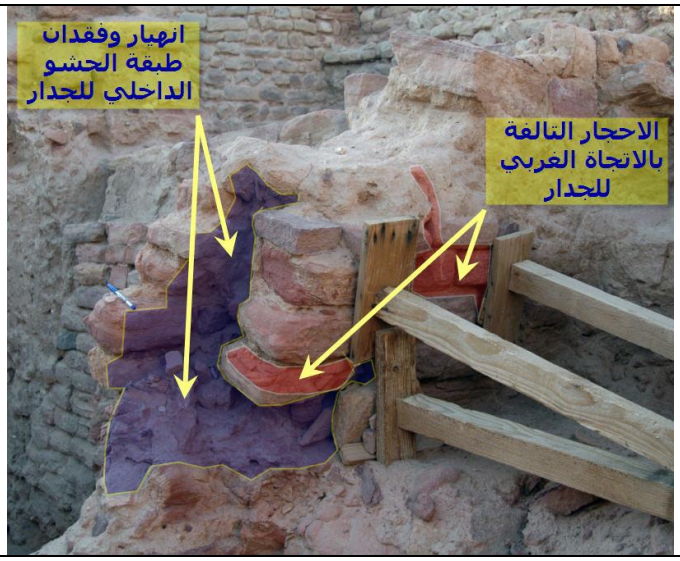


الشكل رقم (8) الجدار بعد الكشف

الشكل رقم (9) صلب وتدعيم الجدار المائل



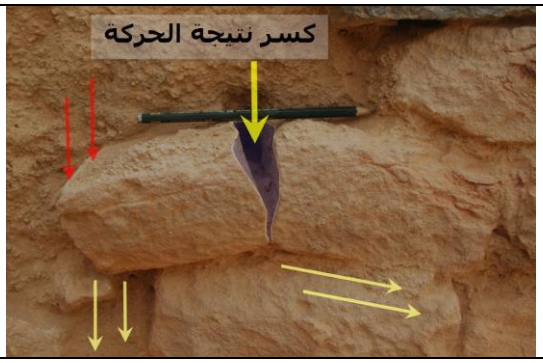
الشكلان رقم (10-11) حالة الجدار الفعلية من ضعف وتهديد بالانهيار



الشكلان رقم (12) طبقة الحشو والأحجار التالفة بالاتجاه الغربي

الشكل رقم (13) زاوية الميل للجدار

الشكلان رقم (14–15) تحديد مناطق الانفصال بين الجدارين المائل والجنوبي
وكذلك المنطقة المهددة بالانهيار بالجدار المائل



الشكلان رقم (16–17) تحديد مناطق تلف الأحجار في الاتجاة الشرقي للجدار المائل

4- الفحوص والتحاليل:

للوقوف على حالة الجدار المائل تم دراسة المواد المستخدمة في عملية البناء (أحجار+ مونه) وكانت كالتالي:

من خلال تسجيل الملاحظات الحقلية تم رصد ثلاث أنواع من الحجر الرملي في الجدار المائل وفي معظم جدران حفائر موقع دادان الأثري وهي كالتالي:[6]

- حجر رملي أصفر متعدد الطبقات (يُرى بالعين المجردة).
- حجر رملي أحمر.
- حجر رملي أبيض إلى رمادي.

وقد جهزت عينات من هذه الأحجار في شكل قطاعات عرضية رقيقة؛ لدراستها تحت المجهر الضوئي، والمجهر المستقطب. توضح الأشكال ذات الأرقام (18أ- ب- ج) الأنواع المختلفة للأحجار الرملية بموقع دادان الخريبة.

أ	ب	ج
الشكل رقم (18 أ) حجر رملي أصفر	**(18 ب)** حجر رملي أحمر	**(18 ج)** حجر رملي أبيض إلى رمادي

4. 1. الفحص بالمجهر الضوئي:

مما لاشك فيه ان دراسة عينة من مادة البناء تحت المجهر الضوئي تساعد كثيراً معرفة بعض خواصها، كما تكون دليلاً لنوعية التحاليل والفحوص الواجب إتباعها.

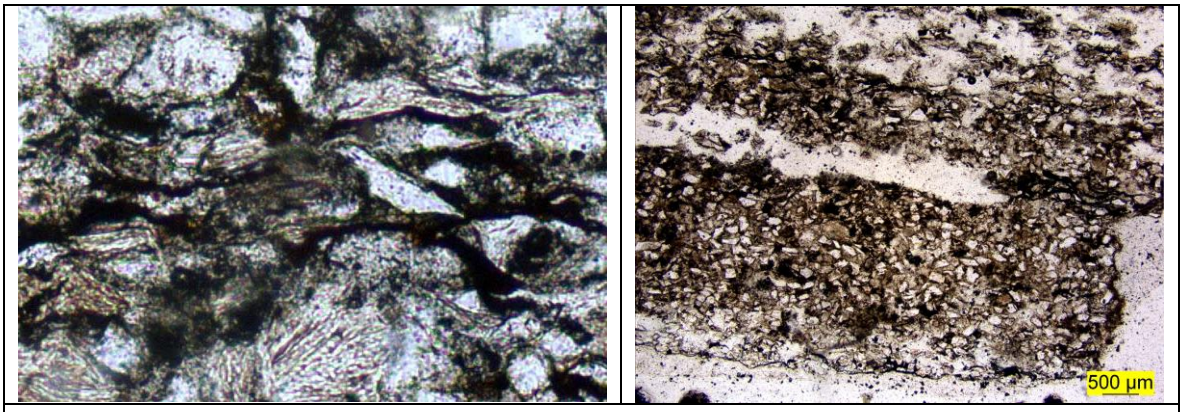
4. 1. 1 الحجر الرملي الأصفر متعدد الطبقات:

يتكون من حبيبات الكوارتز الدقيقة حادة الحواف، كما لوحظ نسبة كبيرة من المواد الرابطة المتداخلة مع حبيبات الكوارتز.

ونتيجة لتعرض هذا الحجر الرملي، متعدد الطبقات، إلى عوامل التلف المختلفة، خاصة الاختلاف الكبير بين درجات الحرارة والرطوبة، والتشبع بالماء الملحي لفترات طويلة فقد أدى ذلك

[6] الزهراني، "دراسة مواد البناء المستخدمة في موقع دادان, بمحافظة العلا, المملكة العربية السعودية", ص ص 243-277.

إلى انفصال طبقات الحجر بشكل ملحوظ خاصةً المناطق السطحية منه، ويوضح الشكلان رقم (19–20) نتيجة الفحص بالمجهر الضوئي للحجر الرملي متعدد الطبقات.

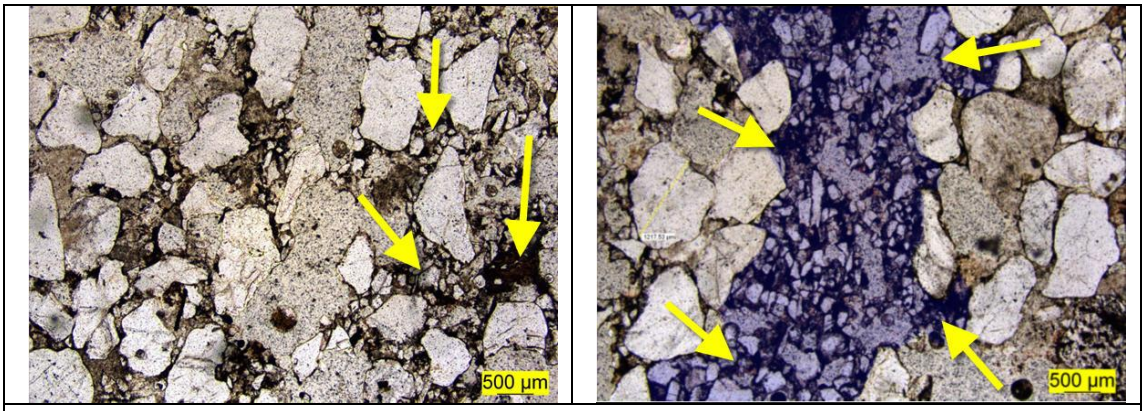


الشكل رقم (19) **الشكل رقم (20)**

انفصال الطبقات الرسوبية للحجر الرملي الأصفر بموقع دادان الأثري نتيجة لتعرضه لعوامل التف المختلفة كما يتضح نسبة المواد الرابطة بين حبيبات الكوارتز

4. 1. 2 الحجر الرملي الأحمر:

من خلال فحص عينات الحجر الرملي الأحمر تبين أنه يتكون من فتات الصخور النارية، حيث إن غالبية الفتات من حبيبات معدن الكوارتز، ذات الوان متداخلة، ومنتظمة. كذلك يلاحظ تداخل حبيبات الكوارتز بدرجة متوسطة حيث التحمت بعض الحبيبات مع بعضها البعض، وتحتوي المادة اللاحمة على الفتات الدقيق لحبيبات الكوارتز المختلط بأكاسيد مختلفة، وتختلف حبيبات الكوارتز في أحجامها وتوزيعها. يوضح الشكلان رقم (21–22) نتيجة فحص الحجر الرملي الأحمر بالمجهر الضوئي.

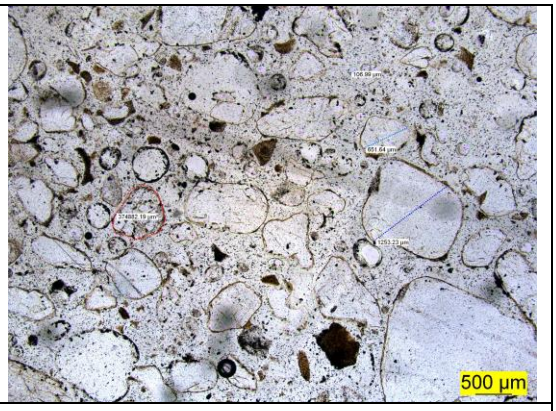


الشكل رقم (21) **الشكل رقم (22)**

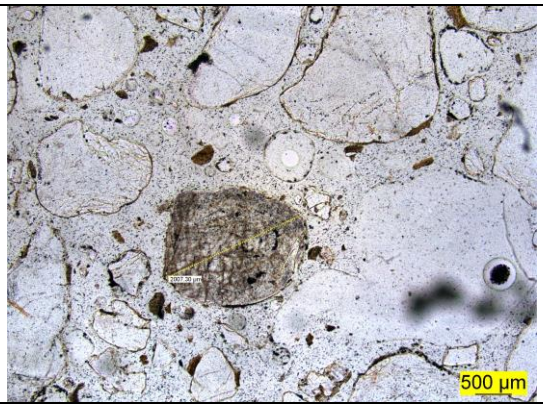
يوضح توزيع حبيبات الكوارتز في الحجر ونقاط الضعف بالأرضية، كما يلاحظ اندماج حبيبات الكوارتز عند الحواف وضعف منطقة الوسط في الشكل رقم 21 والأسهم الصفراء

4. 1. 3 الحجر الرملي الأبيض إلى الرمادي اللون:

يتميز هذا النوع من الحجر الرملي، بموقع دادان، باستدارة واختلاف حجم حبيبات الكوارتز وتباينها. إضافة إلى وجود عدد كبير من فتات الصخور الرسوبية والمتحولة ذات اللون الرمادي والبني الغامق في أرضية الحجر الرملي. ويوضح الشكلان رقم (23–24) نتيجة فحص الحجر الرملي الأبيض إلى الرمادي من موقع دادان باستخدام المجهر الضوئي.



الشكل رقم (23)



الشكل رقم (24)

يوضح استدارة حبيبات الكوارتز إضافة إلى وجود عدد كبير من فتات الصخور الرسوبية والمتحولة ذات اللون الرمادي والبني الغامق

4. 2. نتائج الفحص بالمجهر المستقطب:

يستخدم المجهر المستقطب للتعرف على النسيج البلوري، وكذلك نوع المادة الرابطة بين حبيبات الكوارتز[7]، ولاستكمال المعلومات التي لم تتضح من خلال فحص نفس العينات بالمجهر الضوئي[8]، وكانت نتائج الفحص بالمجهر المستقطب كالتالي:

4. 2. 1 الحجر الرملي الأصفر متعدد الطبقات:

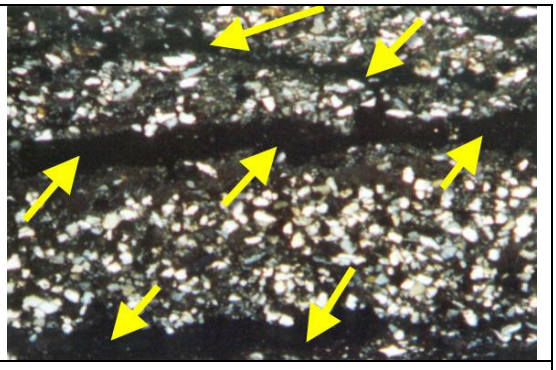
تبين من خلال التحليل والفحص بالمجهر المستقطب، أن نقاط ضعف هذا الحجر هي المادة الرابطة؛ والمتمثلة في ترسبات اكاسيد الحديد المختلطة بترسبات معادن الطين، التي يحدث عندها الفصل الطبقي كأحد مظاهر تلف هذا النوع من الأحجار، كذلك اتضح نوعية النسيج

---

[7] Adams, A. E. et al, Atlas of Sedimentary rocks under the microscope, Longman Scientific & Technical, England, 1988, pp. 19- 25

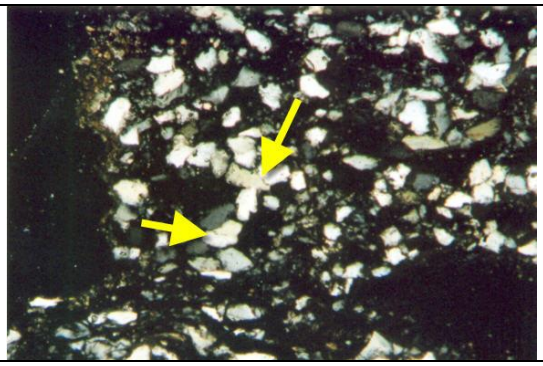
[8] Ali, H. Saleh, M. & Poksinska, M. 2002, The Use Of Polarized Microscope in The Study of The Brick, Mortar And Plaster Used in AL- Foustat Houses, Old Cairo, Egypt, In Conference and Workshop on Conservation and Restoration, Faculty of Fine Arts, Minia Univ., April 2002. pp. 1-10.

البلوري المجهري للحجر. ويُظهر الشكلان رقم (25–26) نتيجة تحليل وفحص الحجر الرملي الأصفر باستخدام المجهر المستقطب.



الشكل رقم (25)

يوضح انفصال الحجر الرملي في شكل طبقات ×50

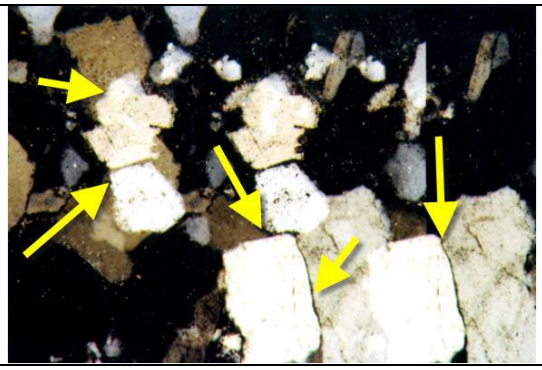


الشكل رقم (26)

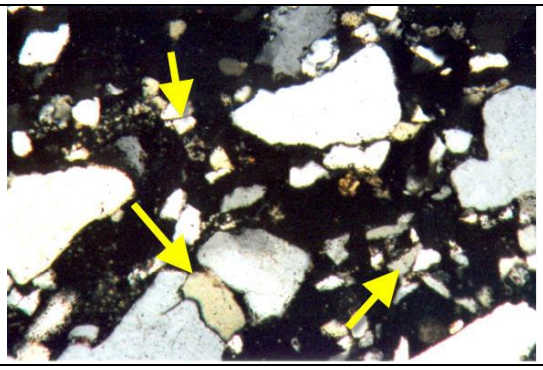
تداخل حبيبات الكوارتز ×100

4. 2. 2 الحجر الرملي الأحمر:

تبين من خلال فحص عينات الحجر الرملي، من موقع دادان، باستخدام المجهر المستقطب أن المكون الرئيس لهذا الحجر هو معدن الكوارتز المتنوع في الحجم والشكل، كذلك يظهر فحص هذه العينات انضغاط الحجر الرملي بشكل أدى إلى تداخل واندماج بعض بلورات الكوارتز، وترتبط حبيبات الكوارتز في أرضية من أكاسيد الحديد وفتات الكوارتز. كما يوضح الشكلان رقم (27–28).



الشكل رقم (27)

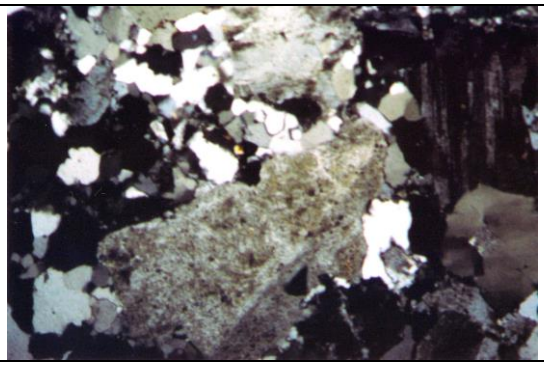


الشكل رقم (28)

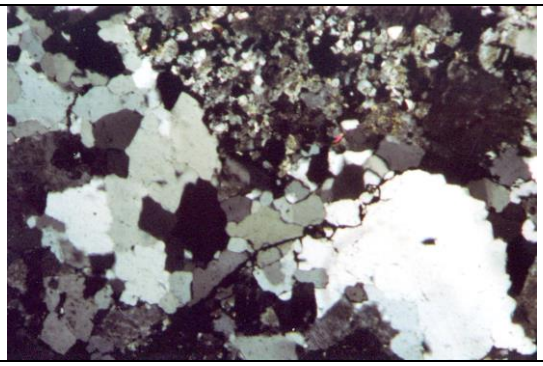
يوضح تداخل واندماج حبيبات الكوارتز نتيجة للضغط ×50

2. 3 الحجر الرملي الأبيض إلى رمادي اللون:

أوضحت عمليات الفحص باستخدام المجهر المستقطب لشرائح الحجر الرملي الأبيض إلى الرمادي أنه يتكون من بلورات الكوارتز الموجود في أرضية من الكالسيت ونسبة صغيرة من أكاسيد الحديد، كما يتضح من الشكلين (رقم 29–30).



الشكل رقم (29)



الشكل رقم (30)

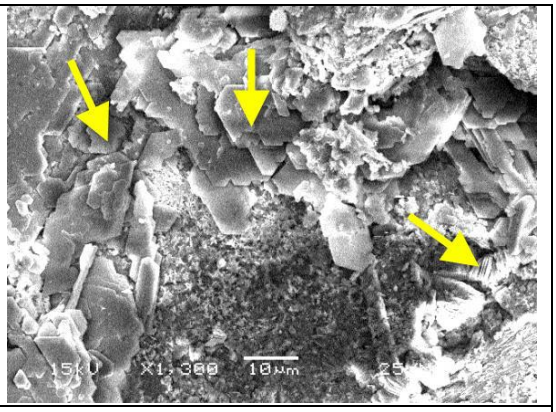
يوضح مكونات الحجر الرملي الأبيض، حبيبات الكوارتز في أرضية من الكالسيت وأكاسيد الحديد ×50

4. 3 . نتائج الفحص بالمجهر الالكتروني الماسح:

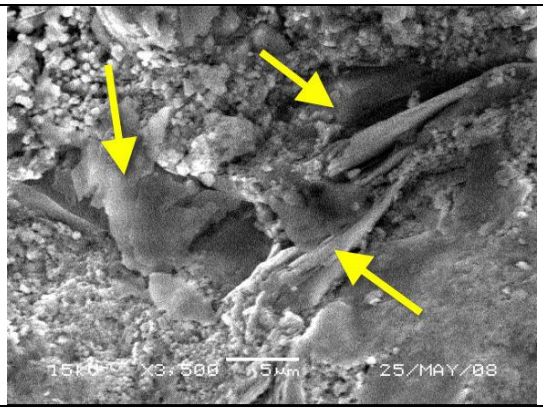
تم استخدام أسلوب الفحص بواسطة المجهر الالكتروني الماسح لدراسة التركيب التشريحي لسطح العينات الأثرية موضوع الدراسة، ومعرفة مظاهر تلف التركيب السطحي للعينات، كحدوث تشوه وتلف للبلورات المكونة للأحجار، وقد كانت نتيجة الفحص كالتالي:

4. 3. 1 الحجر الرملي الأصفر متعدد الطبقات:

اتضح من خلال الفحص باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح وجود نسبة من معادن الطفلة وأكاسيد الحديد كمادة رابطة لحبيبات الكوارتز، التي تعدّ المكون الأساس للحجر الرملي بموقع دادان. كما يتضح من الشكلين (رقم 31–32).



الشكل رقم (31)



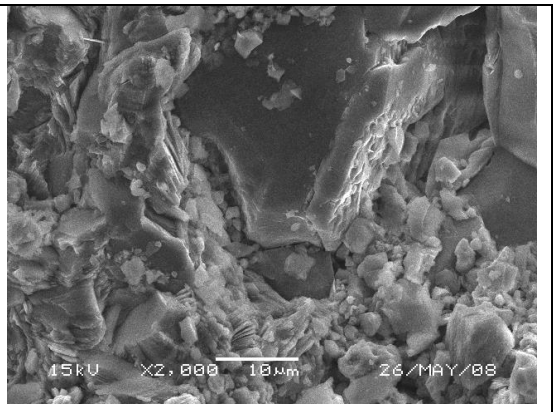
الشكل رقم (32)

وجود نسبة من معادن الطفلة وأكاسيد الحديد كمادة رابطة لحبيبات الكوارتز

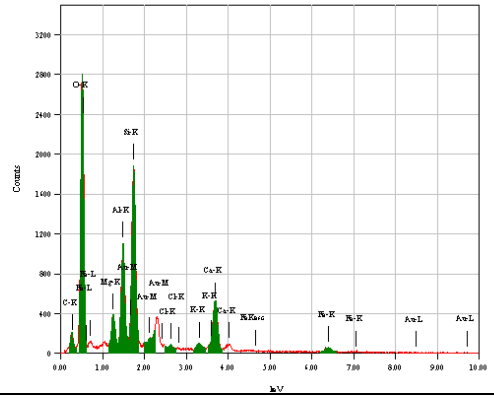
4. 3. 2 الحجر الرملي الأحمر:

من واقع التحليل بوحدة الـ EDS المزود بها المجهر الالكتروني الماسح تم التعرف على العناصر المكونة لهذا الحجر وهي كالتالي: سليكا "كوارتز"، وألومنيوم "معادن الطين"، وكالسيوم "كالسيت"،

وحديد "أكاسيد حديد". كذلك يتضح من الفحص تحت المجهر مكونات المادة الرابطة للكوارتز، وهي: كالسيوم، وطفلة، وأكاسيد حديد. كما يتضح من الشكلين رقم (20–21).



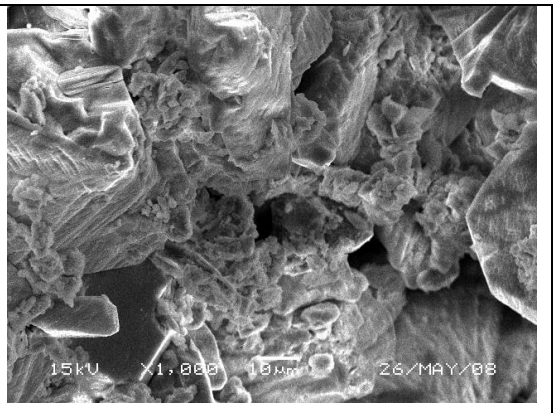
الشكل رقم (31) يوضح وجود نسبة من معادن الكالسيت والطفلة وأكاسيد الحديد كمادة رابطة لحبيبات الكوارتز



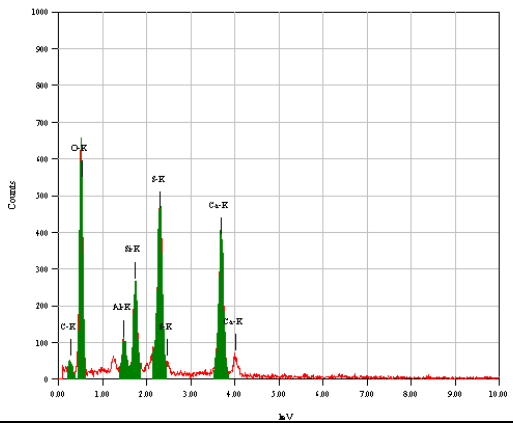
الشكل رقم (32) يوضح نتيجة تحليل عينة الحجر الرملي الأحمر بـ EDS + "SEM "

4. 3. 3 الحجر الرملي الأبيض إلى رمادي اللون:

من خلال التحليل بوحدة المجهر الالكتروني الماسح المزود بوحدة الـ EDS، تم التعرف على العناصر المكونة لهذا الحجر وإرجاعها إلى مكوناتها الأساسية، وهي كالتالي: الكوارتز "المادة الأساسية"، معادن طفلة، كالسيت وشوائب. كما يتضح من الشكلين رقم (33–34).



الشكل رقم (33) يوضح وجود نسبة من معادن الكالسيت والطفلة كمادة رابطة لحبيبات الكوارتز



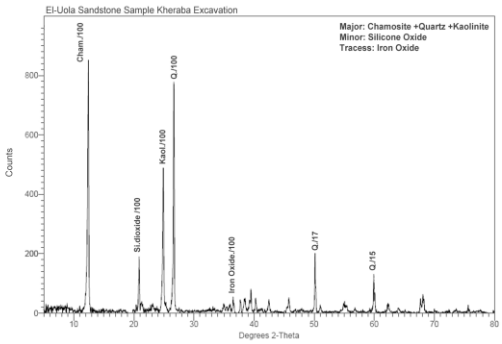
الشكل رقم (34) يوضح نتيجة تحليل عينة الحجر الرملي الأبيض الي رمادي بـ (EDS)

4. 4 نتيجة الفحص بحيود الأشعة السينية

تم اختيار نوعين مختلفتين من الحجر الرملي والمونة المستخدمة لربط أحجار البناء بموقع دادان، وقد تم تجهيز العينات لفحصها بطريقة المسحوق، وكانت نتيجة التحليل كما هو موضح في الجداول (ذات الأرقام 1-2-3) والأشكال (ذات الأرقام 35-36-37).

الجدول رقم (1) نتائج التحليل والفحص بجهاز حيود الأشعة السنية لعينة الحجر الرملي الأصفر من دادان

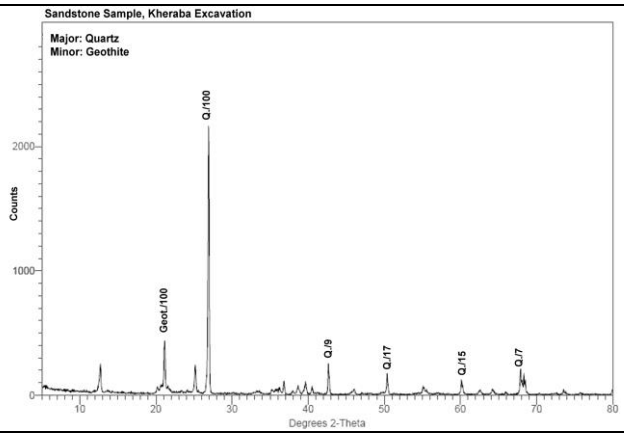
م	نوع العينة	المكونات	النسبة المئوية %
1	الحجر الرملي الأصفر (دادان)	Chamosite، Iron II (Fe-Mg-Al-Si-Al-O-OH)	36.23
		α-Quartz (SiO_2)	07.97
		Kaolinite ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$)	20.65
		Silicon Oxide (SiO_2)	32.97
		Iron Oxide (Fe_2O_3)	02.17



الشكل رقم (35) نتيجة تحليل عينة حجر رملي أصفر بجهاز حيود الأشعة السنية من موقع دادان

الجدول رقم (2) نتائج التحليل والفحص بجهاز حيود الأشعة السنية لعينة حجر رملي أحمر من موقع دادان

م	نوع العينة	المكونات	النسبة المئوية %
2	الحجر الرملي الأحمر (دادان)	α-Quartz (SiO_2)	83.33
		Geothite (α-FeOOH)	16.66

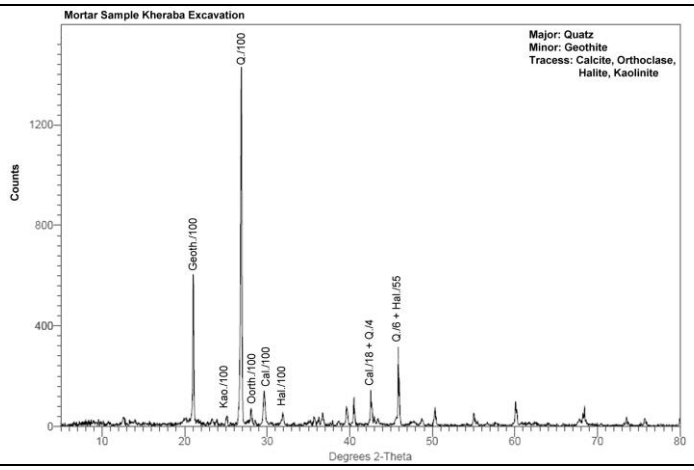


الشكل رقم (36) نتيجة تحليل عينة حجر رملي أحمر بجهاز حيود الأشعة السنية من موقع دادان

الجدول رقم (3) نتائج التحليل والفحص بجهاز حيود الأشعة السنية لعينة مونة من موقع دادان

3	مونه (دادان)	- α-Quartz (SiO_2) - Geothite (α-FeOOH) - Calcite ($CaCo_3$)	لم يتم رصد نسبة مكونات المونة وذلك لاختلاف نسبة

مكوناتها من مكان إلى آخر،	- Orthoclase ($KAlSi_3O_8$) - Halite (NaCl) - Kaolinite ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$)		



الشكل رقم (37) نتيجة تحليل عينة مونه بجهاز حيود الأشعة من موقع دادان

5. ترميم وصيانة الجدار المائل:

بعد الاطلاع على النتائج السابقة تم وضع خطة لترميم الجدار المائل تتلخص في التنظيف الميكانيكي لأحجار هذا الجدار، ثم عمليات الترقيم، وبعد ذلك عمليات فك الجدار، يليها فرز أحجار البناء من كل وجه واستبعاد التالف منها، وتبديلها بأحجار مماثلة من الموقع تمهيداً لإعادة البناء بالأسلوب التقليدي القديم (انظر الشكل رقم 38).

5. 1. ترقيم الجدار المائل:

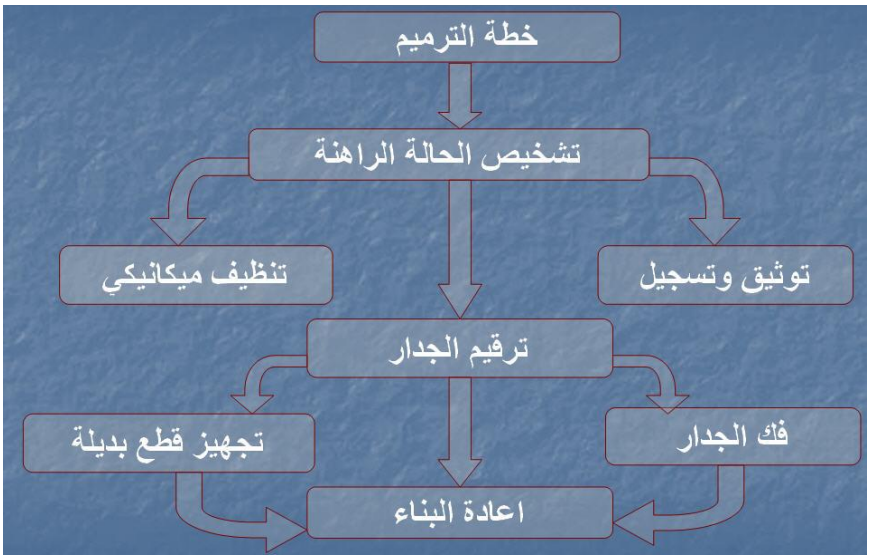
لمعرفة أماكن الكتل الحجرية المستخدمة في بناء الجدار المائل تم ترقيمها، وكانت طريقة الترقيم كالتالي:

- التنظيف الميكانيكي للجدار لإزالة العوالق الترابية والطينية.
- استخدام الطباشير الملونة في عملية الترقيم.
- بدء ترقيم الكتل الحجرية والمدماك من الأعلى، على أن يكون كل مدماك على حده، شكل رقم (39).
- تسجيل كل كتلة حجرية برقمها فى رسم توضيحي مفصل للجدار.
- عمل بطاقة برقم كل كتلة حجرية لتثبيتها به بعد فكها.

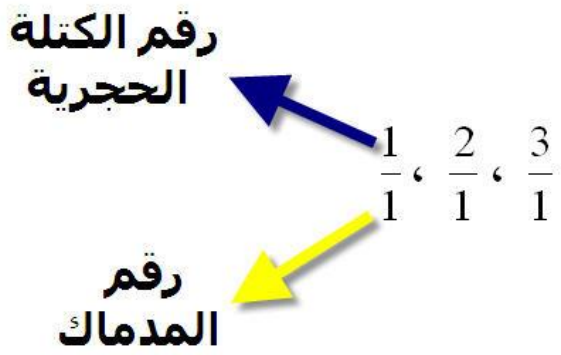
وتوضح الأشكال ذات الأرقام (40–55) مراحل ترميم الجدار المائل.

5. 2. إعادة البناء:

استخدمت مونة الطين التقليدية لإعادة بناء الجدار المفكوك، مع مراعاة الأسس والقواعد المتبعة في عمليات البناء القديمة من أسلوب البناء ووزنية المداميك الأفقية والراسية، كذلك روعي تثبيت حصى صغير من نفس أحجار البناء فوق طبقة الحشو لتميز الجدار ليكون إشارة إلى إعادة ترميمه[9]،[10].



الشكل رقم (38) يوضح خطة ترميم الجدار المائل موقع حفائر دادان



الشكل رقم (39) يوضح أسلوب ترقيم الجدار المائل موقع حفائر دادان

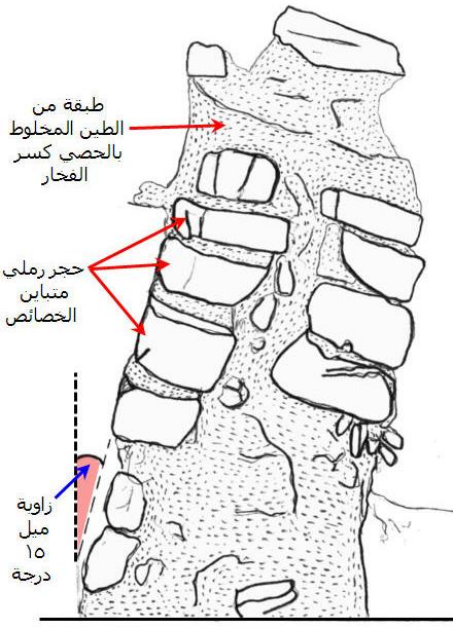
---

[9] لمعي، صالح, أسس ترميم المعالم الأثرية، "**الترميم والحفاظ علي التراث العمراني**"– دورة تدريبية تخصصية، كتيب الأبحاث– الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، 2005م، ص ص 6: 7

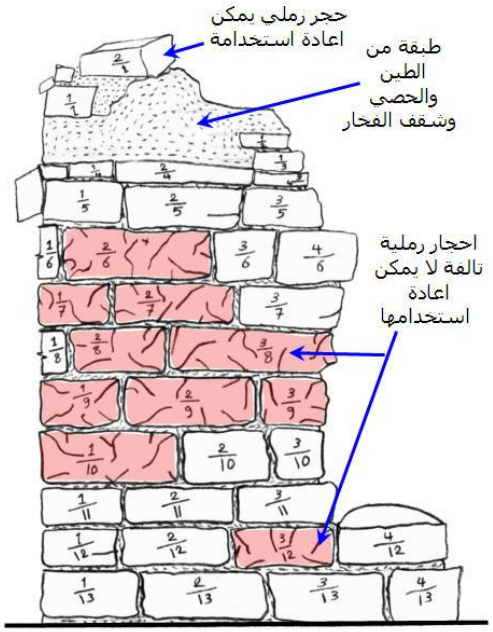
[10] Petzet, Michael, "principles of monument conservation", **ICOMOS**, Journals of the German National Committee XXX, 1999, p. 33.

الشكل رقم (40) عملية ترقيم الكتل الحجرية

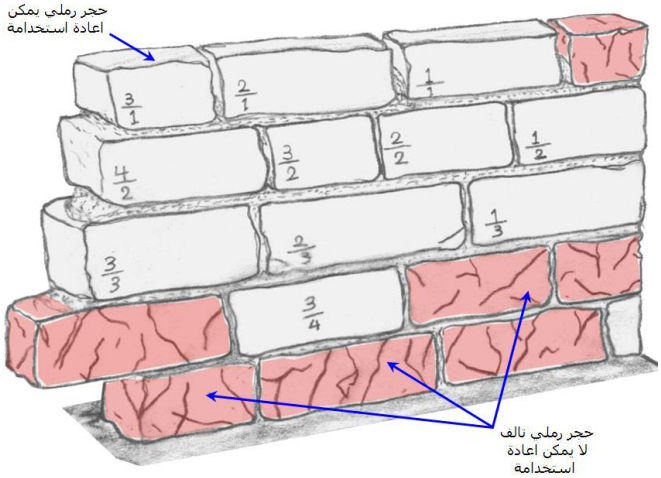
الشكل رقم (41) بداية عمليات الفك اليدوي



الشكل رقم (42) رسم تفصيلي يوضح حالة الجدار من الاتجاه الشمالي



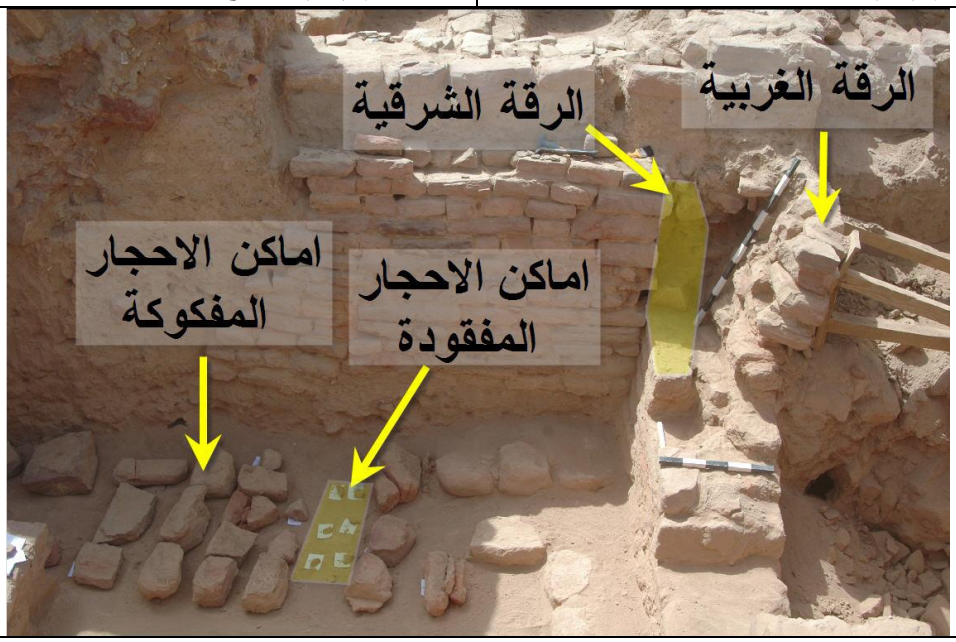
الشكل رقم (43) تحديد الكتل الحجرية التالفة والواجب استبدالها باللون الأحمر الفاتح من اتجاه الرقة الشرقي



الشكل رقم (44) تحديد الكتل الحجرية التالفة والواجب استبدالها باللون الأحمر الفاتح من اتجاه الرقة الغربي

الشكل رقم (45) حالة كتلة حجرية تالفة بعد فكها

الشكل رقم (46) نماذج من الأحجار البديلة



الشكل رقم (47) حالة الجدار بعد فك الرقة الشرقية منه.

الشكل رقم (48) بداية البناء في رقة الجدار الشرقي

الشكل رقم (49) الجزء الشرقي (الرقة الشرقية) من الجدار بعد إعادة البناء

الشكل رقم (50) بداية فك الرقة الغربية من الجدار	**الشكل رقم (51)** الرقة الغربية من الجدار بعد فكه
الشكل رقم (52) الجدار بعد عمليات إعادة البناء	**الشكل رقم (53)** منظر عام للجدار بعد الترميم
الشكل رقم (54) الجزء الغربي بعد الترميم	**الشكل رقم (55)** الجزء الشرقي بعد الترميم

6- النتائج ومناقشتها:

من خلال نص هذا البحث نصل إلى النتائج التالية:

- من الملاحظ عند زيارة موقع حفائر دادان ميل معظم جدرانه من الاتجاه الشرقي إلى الاتجاه الغربي، واختلاف درجة الميل والتلف من جدار إلى آخر طبقا لسمك وطريقة بناء الجدار.

- بعد ملاحظة هذه الميول، وليتأكد الباحثان، فقد قام الباحثان بجولة في الموقع ولاحظا انهيار الكتل الحجرية لسلسلة الجبال التي تحدّ الموقع من الشرق نحو الغرب، وكذلك بعض المقابر المنحوتة من الجبل، وهو نفس اتجاه ميل أطلال الجدران الحجرية لموقع دادان. لهذا يعتقد الباحثان أن الموقع قد تعرض لموجات زلزالية متتابعة على المدى الطويل أو القصير أدت إلى مثل هذا الميل وهذه الانهيارات والتلف لموقع دادان الأثري (سيكون هناك بحث آخر، إن شاء الله عن تأثير الزلازل على موقع دادان).

قبل البدء في أعمال الترميم التدخلي (Active Conservation) من المهم دراسة حالة الجدار موضوع الدراسة بشكل وافي من حيث:

أعمال التسجيل والتوثيق.

أعمال الفحص والتحليل.

أعمال الصلب والتدعيم.

وتشخيص الحالة ووضع خطة العلاج.

- أعمال التسجيل والتوثيق:

وتم فيها تحديد موقع الجدار ورصد درجة الميل وتقييم وضع الجدار الراهن عن طريق الرسم التفصيلي لمكوناته وتصويرها بشكل دقيق، كذلك تم تحديد مقاسات الجدار وتسجيل الملاحظات.

- أعمال الفحص والتحليل:

تعدّ أعمال الفحص والتحليل من الخطوات المهمة في عملية الترميم، حيث تكون نتائجها ذات أهمية كبيرة في عمليات تشخيص الحالة، ووضع خطة العلاج. وقد أفادت عمليات الفحص والتحليل في معرفة ما يلي:

طريقة بناء الجدار (طريقة الجدران النحيتة ذات الرقتين "Ashlars double faced wall masonry"). بينها طبقة حشو داخلية غير متجانسة تتكون من الطين، وكسر أحجار مختلفة الحجم من الحجر الرملي، وبقايا عظام متهالكة.

تحديد مناطق الضعف والانهيارات والانفصال بالجدار المائل، ثم تحديد زاوية ميل الجدار نحو الغرب بـ 15 درجة.

التعرف على مواد البناء المستخدمة في الجدار المائل عن طريق الفحص بالمجهر الضوئي، والمجهر المستقطب، والمجهر الالكتروني الماسح المزود بـ EDS، وطريقة حيود الأشعة السينية حيث تم التعرف على ثلاثة أنواع من أحجار البناء استخدمت في بناء الجدار المائل، وهي:

الحجر الرملي الأصفر المتعدد الطبقات (يُرى بالعين المجردة)، والحجر الرملي الأحمر، والحجر الرملي الأبيض إلى رمادي.

الحجر الرملي الأصفر متعدد الطبقات:

مع بدايات الفحص البصري لوحظ بالعين المجردة طبقات رقيقة في شكل طبقات تكون الحجر الرملي الأصفر، وعن طريق عمليات الفحص بالطرق سابقة الذكر أمكن التعرف على أن الحجر الرملي الأصفر يتكون من حبيبات الكوارتز الدقيقة حادة الحواف ذات نسيج بلوري مجهري، في أرضية من ترسبات أكاسيد الحديد المختلطة بترسبات معادن الطين، كمادة رابطة. كما لوحظ أن معظم مناطق الانفصال تقع عند المادة الرابطة لحبيبات الكوارتز. ونتيجة لتعرض هذا الحجر الرملي، متعدد الطبقات، إلى عوامل التلف المختلفة، خاصة الاختلاف الكبير بين درجات الحرارة والرطوبة، والتشبع بالماء الملحي لفترات طويلة فقد أدى ذلك إلى انفصال طبقات الحجر بشكل ملحوظ خاصةً المناطق السطحية منه.

الحجر الرملي الأحمر:

يتكون من حبيبات معدن الكوارتز المتنوع في الحجم، والشكل، والمتداخل بدرجة متوسطة أدت إلى تداخل واندماج بعض بلورات الكوارتز مع بعضها، وترتبط حبيبات الكوارتز في أرضية من أكاسيد الحديد.

الحجر الرملي الأبيض إلى الرمادي اللون:

يتكون من حبيبات معدن الكوارتز المتميز باستدارة، واختلاف حجم حبيبات الكوارتز، وتباينها. إضافة إلى وجود كمية كبيرة من فتات الصخور الرسوبية والمتحولة ذات اللون الرمادي والبني الغامق في أرضية من الكالسيت، ومعادن طفلة كشوائب.

- أعمال الصلب والتدعيم:

استخدمت المرابيع الخشبية (العروق الخشبية) لعمليات الصلب والتدعيم، وقد تم التدعيم للرقة الغربية من الجدار نظراً لاتجاه الميل نحو الجهة الغربية، استخدمت الصلبات المائلة والأفقية لتأمين حالة الجدار ومنعة من الانهيار.

- تشخيص الحالة:

بعد الإطلاع على النتائج السابقة وتكوين فكرة عامة عن حالة الجدار فقد تم التوصل إلى:

- تعرض الجدار لحركة أرضية أدت إلى ميل الجدار نحو الجهة الغربية.

- تصدعات وانفصالات وشروخ وتكلسات ملحية بمواد البناء المستخدمة بالجدار (الأحجار، والمونة، والطبقة الحشو).
- توقع انهيار الجدار نحو الجهة الغربية في أي وقت.

- خطة العلاج:

نتيجة لما سبق وضعت خطة علاج لترميم وإنقاذ الجدار المائل من الانهيار وكانت كالتالي:

- التنظيف الميكانيكي لأحجار الجدار.
- ترقيم الكتل الحجرية والمدماك من الأعلى، على أن يكون كل مدماك على حده، وقد استخدام الطباشير الملونة في عملية الترقيم لسهولة استخدامة وإزالته بعد الانتهاء من عمليات الفك وإعادة التركيب، تسجيل كل كتلة حجرية برقمها فى رسم توضيحي مفصل للجدار، وعمل بطاقة برقم كل كتلة حجرية لتثبيتها به بعد فكها.
- استخدمت مونة الطين التقليدية لإعادة بناء الجدار المفكوك، لئلا يتغير الطابع الأثري، مع إمكانية أجراء أي تعديل قد يلزم للجدار، حيث إن مونة الطين من المونات التي يمكن استخدامها مرات عديدة، كذلك روعي تثبيت حصى صغير، من نفس أحجار البناء فوق طبقة الحشو، لتميز الجدار ليكون إشارة إلى إعادة ترميمه، إتباعاً لأسس وقواعد الترميم المتفق عليها دولياً.

7- التوصيات:

- للتمكن من التعامل مع ما يستجد في أي موقع أثري لابد أن يكون فريق العمل متكاملاً من الاثاري، المرمم، الرسام ... الخ.
- للتعرف على مكونات الموقع الأثري وتتابع الظواهر الأثرية يجب إجراء العديد من الدراسات لهذا التتابع في موقع الحفرية.
- يجب أن يتخذ قرار فك أو إزالة أي جدار أثري من قبل المختصين والمعنيين، بعد دراسة متأنية وفقاً للاعتبارات الأثرية المتعارف عليها دولياً[11].
- لابد من عمليات التسجيل والتوثيق; لأنها من الخطوات المهمة قبل البدء في أي عمل أثري أو ترميمي.
- يجب الإلمام بطريقة البناء المستخدمة والتعرف على مصطلحات البناء الفنية.

---

[11] صالح, محسن محمد، "فك وحفظ أطلال جدران الطوب الطيني: دراسة حالة بحفائر كلية الآثار-جامعة القاهرة- بمنطقة سقارة الأثرية"، **ادوماتو**، العدد الثاني والعشرون، شعبان 1431هـ- يوليو 2010م، ص ص 29-44.

- يجب دراسة كل مواد البناء المستخدمة في الجدار (حجر، ومونة، وملاط) المراد فكه بشكل دقيق وعلمي، لتحديد الحالة الفعلية قبل وضع خطة الفك لتحديد أسلوب، وأدوات الفك المزمع استخدامها.
- قبل البدء في عمليات الفك يجب الإلمام بطرق الفك والتركيب لنماذج أثرية مماثلة (مشروع نقل معابد أبو سمبل) ودراسة الأسلوب المستخدم.
- قبل البدء في عمليات الفك يجب رسم علامات استرشادية توجد العلاقة بين وحدات البناء وتوفير المواد، والأدوات، والمعدات اللازمة، والمناسبة لعمليات الفك، والنقل وكذلك تجهيز مكان مناسب التخزين.
- الإلمام بخواص أحجار البناء الأصلية للتمكن من استخدام بديل لها في الأماكن المفقودة، بحيث تتوافق في الخواص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية، وفقاً للقوانين والأعراف الدولية.

الإختصارات:

الإختصارات	الوصف	
LOM	Light Optical Microscope	المجهر الضوئي
PM	Polarized Microscope	المجهر المستقطب
SEM	Scanning Electron Microscope	المجهر الإلكتروني الماسح
XRD	X-Ray Diffraction	حيود الأشعة السينية

""

شكر وتقدير:

يتقدم الباحثان بالشكر الجزيل لمركز البحوث في كلية العلوم على تفضله بعمل التحاليل للعينات على المجهر الألكتروني الماسح (JEOL JSM- 638 OLA Analytical Scanning Electron microscope). كما يشكر الباحثان قسم الجيولوجيا – كلية – العلوم جامعة الملك سعود على تفضلة بفحص الشرائح الدقيقة للأحجار بالمجهر المستقطب (Microscope ZEISS – Axioskop). وأيضاً يشكر الباحثان مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية – معهد بحوث الطاقة الذرية على تفضلها بتحليل عينات الأحجار باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (JEOL JDX-8030 X-Ray Diffractometer System).

ويشكر الباحثان كلاً من الدكتور حسني عمار والأستاذ فؤاد العامر على تعاونها في اكمال هذا العمل في موقع الحفرية.

8- المراجع:

الإدارة العامة للآثار والمتاحف، (د. ت) **المناطق الأثرية بالعلا ومدائن صالح**، الكتيب السياحي الإدارة العامة للآثار والمتاحف، وزارة المعارف المملكة العربية السعودية.

الأنصاري عبد الرحمن، أبو الحسن حسين، **العلا ومدائن صالح (الحجر) حضارة مدينتين** – سلسلة قرى ظاهرة علي طريق البخور، دار القوافل للنشر والتوزيع – الرياض، ص ص 22-25، 2005م.

الزهراني، عبد الناصر، عوامل تلف المواقع الأثرية: حالة دادان – العلا"، **مداولات اللقاء العلمي السنوي السابع لجمعية التاريخ والآثار بدول مجلس الخليج العربي**. المنامة-مملكة البحرين (20-23 ربيع الأول 1427هـ/ 18-21 إبريل 2006م) 1427هـ، ص ص 515-557.

الزهراني، عبد الناصر، دراسة مواد البناء المستخدمة في موقع دادان، بمحافظة العلا، المملكة العربية السعودية، **مداولات اللقاء العلمي السنوي العاشر لجمعية التاريخ والآثار بدول مجلس الخليج العربي**، أبوظبي- دولة الإمارات العربية المتحدة (24-26 ربيع الأول 1430هـ-1-3 مارس 2009م) 1430هـ، ص ص 243-277.

صالح، محسن محمد، فك وحفظ أطلال جدران الطوب الطيني:دراسة حالة بحفائر كلية الآثار- جامعة القاهرة – بمنطقة سقارة الأثرية، **ادوماتو**، العدد الثاني والعشرون، شعبان 1431هـ- يوليو 2010م، ص ص 29-44.

صالح، محسن محمد، ترميم وصيانة مقصورة الكاتب ماعى (M3ʿy) حفائر كلية الآثار- جامعة القاهرة، سقارة، **مجلة كلية السياحة والآثار**- جامعة الملك سعود، 1432هـ، ص ص 1-16.

لمعي، صالح، أسس ترميم المعالم الأثرية، الترميم والحفاظ علي التراث العمراني- دورة تدريبية تخصصية، كتيب الأبحاث- **الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض**. 2005م، ص 6-7

Adams، A. E. et al، **Atlas of Sedimentary rocks under the microscope**، Longman Scientific & Technical، England، 1988، pp. 19-25

Ali، H.; Saleh، M.; & Poksinska، M. 2002، The Use Of Polarized Microscope in The Study of The Brick، Mortar And Plaster Used in AL- Foustat Houses، Old Cairo، Egypt، In Conference and Workshop on **Conservation and Restoration**، Faculty of Fine Arts، Minia Univ.، April 2002. pp. 1-10.

Petzet، Michael، principles of monument conservation، **ICOMOS**، Journals of the German National Committee XXX، 1999، p. 33.