

دراسة مقارنة بين مواد البناء في موقعي

دادان والأخدود الأثريين، المملكة العربية السعودية

أ.د / عبد الناصر الزهراني^١ و أ.د / محسن محمد صالح^٢

١) قسم الآثار - كلية السياحة والآثار - جامعة الملك سعود

٢) قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة

الملخص:

تتوزع المملكة العربية السعودية بالكثير من المواقع الأثرية المهمة، التي تعدّ شاهداً على عمق وأصالة وتاريخ شبه الجزيرة العربية. وقد تنوعت واختلّفت طرق ومواد البناء في تلك المواقع تبعاً لمعايير شتى، نذكر منها: الموقع الجغرافي، والتكوين الجيولوجي، والفترة الزمنية، ونوعية الموقع الأثري والهدف من إنشائه... الخ. وسوف يتناول هذا البحث دراسة مقارنة بين مواد البناء في موقع دادان (الخريبة) في الشمال الغربي للمملكة، وموقع الأخدود في الجنوب من المملكة العربية السعودية. وقد تم الاستعانة ببعض التقنيات الحديثة مثل: طرق التوثيق والتسجيل Documentation، والفحص بالمجهر الضوئي OM، والفحص بالمجهر المستقطب PM، والفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح SEM، والتحليل بطريقة حيود الأشعة السينية XRD؛ وذلك لتشخيص وتحديد نوع مواد البناء في كلا الموقعين. وقد توصلت الدراسة إلى تحديد وتقييم أوجه التشابه والاختلاف بين الموقعين في محاولة لتفسير هذه النتائج والاستفادة منها. وقد توصل البحث إلى أن أحجار البناء في موقعي دادان والأخدود الأثريين تعاني من مظاهر تلف مختلفة كأنهيار وضعف وتفتت الكتل الحجرية. يعدّ الحجر الرملي بأنواعه المختلفة مادة البناء الأساسية في موقع دادان الخريبة في حين يضم موقع الأخدود الأثري الأنواع الرئيسة من الأحجار ذات الأصل الناري والرسوبي والمتحول. من خلال الدراسة يمكن تحديد مصدر أحجار البناء في كلا الموقعين من سلاسل الجبال المتاخمة والمحيطة بالموقعين.

كلمات مفتاحية

مواقع أثرية، دراسة مقارنة، مواد البناء، موقع دادان، موقع الأخدود، طريقة الفحص والتحليل.

مقدمة:

لكل علم من العلوم مصادره التي يستقي منها معلوماته، وعلم الآثار يستقي الجانب الأكبر من معلوماته من المواقع الأثرية، حيث توجد بقايا وأطلال الحضارات القديمة. والعمل الميداني (الحفائر أو الحفريات) هي الوسيلة الرئيسية، التي يعتمد عليها علم الآثار في البحث والتنقيب عن هذه البقايا والأطلال وإخراجها إلى حيز الوجود، لذلك فالعمل الميداني هو حجر الزاوية في نشاطات علم الآثار.

لذلك قام المهتمون بهذه الآثار بإصدار سبعة قرارات في المؤتمر المنعقد بأثينا ١٩٣١م أسموها بـ "Carta del Restauro"، من أهمها القرار الرابع الذي ينص على أن: (مواقع الحفريات التي لا تخضع إلى ترميمات فورية ينبغي ردمها ودفنها لحمايتها).

ومع التقدم العلمي الهائل في القرن العشرين استفاد الآثاريون من التقنيات الحديثة، في مجال الحفر والتنقيب عن الآثار، من التصوير الجوي، والتصوير ثلاثي الأبعاد، والمسح بالأشعة تحت الحمراء والتنقيب الجيوفيزيائي... الخ، حتى صار لعلم الآثار - اليوم - مؤسساته في أعمال التنقيب والحفظ والترميم ومختصوه.

والجدير بالذكر أن عمليات الحفر والتنقيب حديثاً لم تقتصر على المواقع في الأماكن اليابسة (الصحراوية أو الزراعية)، بل شملت أيضاً البحار والمحيطات. والآن وبعد أكثر من مائة عام على بداية أعمال التنقيب الأثري المنظم، أصبح المرمم هو المسؤول عن حفظ وترميم ما تكشف عنه بعثة الحفائر الأثرية من معثورات وظواهر. (والمقصود بالظواهر الأثرية هي تلك الأطلال الثابتة من جدران أو التفاصيل المعمارية).

وحتى يتمكن المرمم من القيام بدوره في حفظ وترميم مكتشفات المواقع الأثرية، خاصة الظواهر الثابتة، كان لابد من التعرف على مواد البناء من ناحية أصلها، ونوعها، وخواصها، وتقييم حالتها الفعلية. وذلك لتحديد أسلوب ترميمها والحفاظ عليها أن كانت في حاجة إلى ذلك، ناهيك عن إدراك وفهم أسلوب البناء القديم والمواد المساعدة في عملية البناء، مثل: المونة والملاط. وقد تناول البحث موقعي دادان والأخدود الأثريين بالدراسة.

موقع دادان (الخريبة) في محافظة العلا شمال غرب المملكة العربية السعودية على درجة الطول ٣٩° ٢٦٥'. وتقع العلا وسط وادي يعرف بوادي القرى، المشهور تاريخياً، الذي يصب في وادي الجزل ثم يصب في وادي الحمض، الذي بدوره يصب في البحر الأحمر، ويمتد موقع دادان طويلاً من الشمال إلى الجنوب، ويحيط به الجبال من الشرق والغرب. وتعدّ دادان عاصمة لمملكة ديدان ولحيان (الأنصاري، أبو الحسن ١٤٢٣هـ: ٢٣). وقد كشفت الحفائر بموقع دادان عن عدد من الظواهر، والمعثورات المتنوعة في خاماتها وصناعاتها، مثل: الحجر الرملي، والالباستر، والفخار، والخزف، والمعادن، والمواد العضوية، وقد عانى موقع دادان إضافة إلى عوامل التلف إلى أعمال الحفر العشوائي من قبل العامة للبحث عن الذهب والكنوز حتى تحول جزء كبير منه إلى خرائب (الزهراني، ٢٠٠٦: ٥١٥-٥٥٧).

■ موقع الأخدود في نجران جنوب المملكة يعدّ موقع الأخدود الأثري من أبرز المواقع الأثرية بالمنطقة، وهو الموقع الذي كانت تقوم عليه مدينة نجران القديمة، ويقع على الضفة الجنوبية لوادي نجران، بين قريتي القابل والجربة، والموقع يتمثل في مدينة مركزية يحيط بها سور بطول ٢٣٥م، وعرض ٢٢٠م، بنيت أساسات مبانيها من الأحجار المنحوتة بعناية بارتفاعات تتراوح بين ٢-٤ أمتار، وتمثل القلعة الفترة الرئيسة للاستيطان

في الأخدود التي ربما بدأت قبل ٦٠٠ ق.م، واستمرت حتى نهاية القرن الثالث الميلادي، وهي الفترة التي تتزامن مع ازدهار حضارة جنوب الجزيرة العربية، وفي خارج السور تنتشر تلال أثرية تحتوي على أساسات مبان من الحجر ومن الطين، وتنتشر عليها الكسر الفخارية بكثافة، وتمثل الفترة التالية لحضارة جنوب الجزيرة العربية، إلى جانب الفترة الإسلامية (شكل رقم ١).



شكل رقم (١): (أ) موقع دادان والأخدود على الخريطة، (ب). أطلال موقع دادان (الخريبة)، (ج). أطلال موقع الأخدود

٢- مناقشة النتائج Results Dissection:

٢.١. الملاحظات الحقلية Field Observation

أولاً: موقع دادان

من خلال الدراسات الميدانية لموقع دادان (الخرابية) تم تسجيل الملاحظات الآتية:

تقع التلال الأثرية بالخرابية بالجهة الشمالية الشرقية من العلا في وادي يحده من الشرق مرتفعات من الحجر الرملي ومن الجهة الغربية مزارع كثيفة غنية بتربتها الخصبة ونخيلها الكثيف

التلف السطحي لمعظم مواد البناء وتداخل واندماج التربة مع المواد الأثرية المتهدمة من جراء عوامل التلف المختلفة مما يصعب معه عملية التنقيب والحفر الأثري.

- التنوع الكبير في ألوان الحجر الرملي أصفر، بني، أحمر... الخ، انفصال الحجر الرملي في شكل طبقات رقيقة الحجم.

- تفتت الأسطح الخارجية للحجر الرملي وفقدانه للطبقة الخارجية في شكل حبيبات هشة غير متماسكة.

- وجود ظاهرة نزيف الحجر في أكثر من مكان بالحفائر. وتعتبر ظاهرة نزيف الحجر عن ضعف البنية الداخلية لمكونات الحجر وتفتتها مع وجود طبقة صلبة متكلسة على سطح الحجر وغالبا ما تتكون من الأملاح ونتيجة لشرخ أو ثقب هذه الطبقة الصلبة فيبدأ الحجر في نزيف مكوناته الداخلية المفتتة غير المتماسكة (Lehmann, 1971).

- انفصال أجزاء كبيرة من الأحجار بأشكال غير منتظمة كما يتضح من شكل رقم (٢).

- ارتفاع الرطوبة النسبية بالتربة بداية من عمق ٨٠ سم وتزداد كلما زاد العمق.

- ارتفاع نسبة الأملاح المتبلورة والمتزهرة بشكل ملحوظ، على سطح التربة ومواد البناء بشكل عام (أحجار، مونه، ملاط).



شكل رقم (٢): (أ) تفتت أفقي (ب) تفتت رأسي وانفصال أجزاء كبيرة من الأحجار بأشكال غير منتظمة في موقع دادان

ثانياً: موقع الأخدود

قبل البدء في التعرف على مواد البناء في موقع الأخدود في نجران، كان لابد من التعرف على الموقع بشكل عام، لذلك قام الباحثان بأكثر من زيارة ميدانية للموقع لتدوين وتسجيل معظم الملاحظات المهمة التي تفيد في التعرف على نوعية الأحجار المستخدمة في بناء جدران موقع الأخدود (شكل رقم ٣-٥). ويمكن تلخيصها فيما يأتي:

- استخدام أحجار مختلفة الأشكال والأحجام في أغراض البناء المختلفة، حيث تم تطويع هذه الأحجار من قبل النحات والبناء في الاستفادة من كل قطعة حجرية.
- لوحظ وجود نقوش غائرة على كتل حجرية في أماكن مختلفة من الجدران.
- اختلاف أسلوب البناء بشكل ملحوظ بين الأساسات والجدران.
- استخدام كسر الأحجار الصغيرة في تدعيم الكتل الحجرية الكبيرة راسياً وأفقياً.

- تعدد نوعيات الأحجار المستخدمة في البناء (في اللون والملبس والمخدش والصلابة).
- تنوع حالات الانهيار بين الجدران.
- استخدام أسلوب ربط وتعشيق أركان البناء.
- تلف النقوش الغائرة وطمسها بالأتربة والأملاح.
- ضعف وتفتت الكتل الحجرية المتساقطة.
- تأخذ العديد من الكتل الحجرية الشكل المخروطي مما يجعلها عرضة للسقوط والانهيار.
- استخدام بلاطات حجرية فوق الأساسات في بعض المباني.
- تلف العديد من الكتل الحجرية بفعل عوامل التعرية.



شكل رقم (٣): استخدام أحجار مختلفة الأشكال والأحجام في أغراض البناء.



- شكل رقم (٤): أ. اختلاف أسلوب البناء بشكل ملحوظ بين الأساسات والجدران،
ب. استخدام كسر الأحجار الصغيرة بين الكتل الحجرية الكبيرة راسياً وأفقياً.



شكل رقم (٥): أ. ضعف وتفتت الكتل الحجرية المتساقطة، ب. انهيار جزئي في أجزاء مختلفة من الجدران

٢.٢ تشخيص مواد البناء في موقع دادان:

للتعرف على مواد البناء في موقع دادان الأثري تم اتباع عدد من الفحوص والتحليل كما يأتي:

الفحص بالمجهر الضوئي ١ Light Optical Microscope Result

تم اختيار عدد من مواد البناء المستخدمة في موقع دادان (الخريبة)، المتمثلة في الحجر الرملي بألوانه المختلفة، جرانيت كبير الحبيبات وجرانيت دقيق الحبيبات، مونة رمادية اللون (Anders and Kate, 1991). فيما يأتي نتائج تحليل المجهر الضوئي.

الحجر الرملي بموقع دادان "الخريبة" Dadan Sandstone

هناك تنوع كبير في الحجر الرملي الموجود بموقع حفائر دادان "الخريبة" حيث لوحظ وجود الأنواع التالية من الحجر الرملي بشكل شائع في موقع دادان "الخريبة":

- حجر رملي أصفر متعدد الطبقات

^١ استخدم المجهر التالي Microscope LEICA DM3000 في عمليات الفحص والموجود بمركز

- حجر رملي أحمر

- حجر رملي أبيض إلى رمادي

وقد تم تجميع عدد من عينات هذه الأحجار وتم تجهيزها في شكل قطاعات عرضية رقيقة لدراستها دراسة دقيقة تحت المجهر الضوئي LOM لمعرفة خواصها الظاهرية.

أولاً: حجر رملي أصفر متعدد الطبقات

لوحظ من خلال الدراسة المجهرية لقطاعات هذا الحجر تنوع مكوناته الداخلية، التي تتكون من حبيبات الكوارتز الدقيقة حادة الحواف، ونسبة كبيرة من أكاسيد الحديد ومعادن الطين. ونتيجة لتعرض هذا الحجر الرملي متعدد الطبقات إلى عوامل التلف المختلفة؛ من اختلاف كبير بين درجات الحرارة والرطوبة والتشبع بالماء الملحي لفترات طويلة فقد أدى ذلك إلى انفصال طبقات الحجر بشكل ملحوظ، خاصة المناطق السطحية منه ويظهر (شكل رقم ١٦) نتيجة فحص الحجر الرملي دقيق الحبيبات.

ثانياً: حجر رملي أحمر

من خلال فحص عينات الحجر الرملي الأحمر الموجود بحفائر دادان "الخريبة" تبين أنه يتكون من فئات بري المنشأ، حيث إن غالبية الحبيبات هي من معدن الكوارتز ذات ألوان متداخلة منتظمة، ويكسو حبيبات الكوارتز طبقة رقيقة من أكاسيد الحديد الأحمر الغامق، كما أن الصخر تم ضغطه بدرجة متوسطة، حيث التحمت بعض الحبيبات مع بعضها، وتحتوي المادة اللاحمة على الفئات الدقيقة لحبيبات الكوارتز المختلط بأكاسيد الحديد والفلسبار. وتعدّ المادة اللاحمة هذه من الأرضيات الضعيفة نسبياً، كما يلاحظ عدم تجانس وانتشار حبيبات الكوارتز، فنجد تجمعات منفصلة من الكوارتز تاركة فراغات، وتعدّ المادة اللاحمة مناطق ضعف في الصخر. ويوضح (شكل رقم ٦ ب) نتيجة فحص الحجر الرملي الأحمر بحفائر دادان "الخريبة" بالمجهر الضوئي LOM.

ثالثاً: حجر رملي أبيض إلى رمادي.

ويتميز هذا النوع من الحجر الرملي بموقع دادان "الخريبة" باستدارة حبيبات الكوارتز واختلاف وتباين في حجم حبيباتها. وتتكون المادة اللاصقة لهذا الحجر من الكالسيت ونسبة من أكاسيد الحديد كشوائب طبيعية في الصخر، إضافة إلى وجود عدد كبير من الكسرات الدقيقة من الصخور الرسوبية والمتحولة ذات اللون الرمادي والبني الغامق في أرضية الحجر الرملي. ويوضح (شكل رقم ٦ ج) نتيجة فحص الحجر الرملي الأبيض إلى الرمادي في حفائر دادان "الخريبة" بالمجهر الضوئي LOM.



شكل رقم (٦): أ. انفصال الطبقات الرسوبية للحجر الرملي الأصفر في موقع حفائر دادان "الخريبة" الأثري، ب. توزيع حبيبات الكوارتز في الصخر ونقاط الضعف في الأرضية (لاحظ اندماج حبيبات الكوارتز عند الأجانب)، ج. يوضح استدارة حبيبات الكوارتز في الصخر إضافة إلى وجود عدد كبير من الكسرات الدقيقة من الصخور الرسوبية والمتحولة ذات اللون الرمادي والبني الغامق.

الجرانيت بموقع دادان الخريبة Dadan Granite

يوجد الجرانيت في موقع دادان بنسبة بسيطة جداً ككتل حجرية في أساسات الموقع، وقد تم تحديد نوعين من الجرانيت بموقع دادان "الخريبة" وهي كالآتي:

- جرانيت خشن الحبيبات Coarse grain - جرانيت دقيق الحبيبات Fine grain

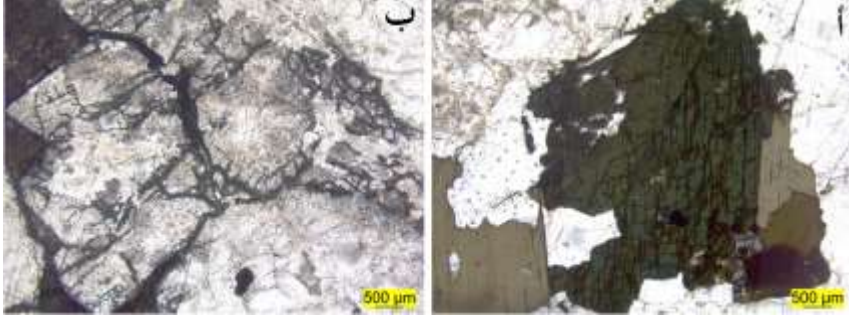
جرانيت خشن الحبيبات Coarse grains

يتميز هذا النوع من الجرانيت بالنسيج الخشن Coarse Texture، حيث يمكن رؤية المكونات المعدنية لهذا الصخر وتمييزها بسهولة بالعين المجردة، وهذه الصخور تعرف عادة باسم الصخور الجوفية Plutonic Rocks، وقد لوحظ في هذا النوع من أحجار دادان تداخل الحبيبات واندماجها مع بعضها البعض وأيضاً غنى العينة بمعادن السيلكا. يوضح (شكل رقم ١٧) نتيجة فحص الجرانيت الخشن الحبيبات في حفائر دادان "الخريبة" بالمجهر الضوئي LOM.

جرانيت دقيق الحبيبات Fine grains

يتميز هذا النوع من الصخر بالنسيج الدقيق Fine Texture، حيث يمكن تمييز البلورات في هذه الحالة بواسطة عدسة مكبرة، أما إذا لم يمكن تمييز البلورات إلا بمساعدة المجهر فيسمى نسيج الصخر الناري، ويعرف في هذه الحالة باسم نسيج مجهري التبلور Microcrystalline Texture (حلمي، ١٩٨٤م: ٢١٣)، وقد لوحظ في هذه العينات عدم تداخل البلورات المعدنية، وحدوث تشوه وشروخ البلورات المعدنية المكونة للصخر؛ نتيجة عوامل التلف المختلفة، وبصفة خاصة التغيرات في درجات الحرارة، حيث يتميز صخر الجرانيت بأنه يتكون من معادن مختلفة في أنواعها، وبالتالي في معامل التمدد والانكماش الخاص بكل منها، ونتيجة تأثرها بالحرارة وتمددتها بقيم مختلفة طبقاً لمعدلات تمددها وانكماشها، يؤدي ذلك إلى حدوث شروخ وتشققات بين المكونات المعدنية

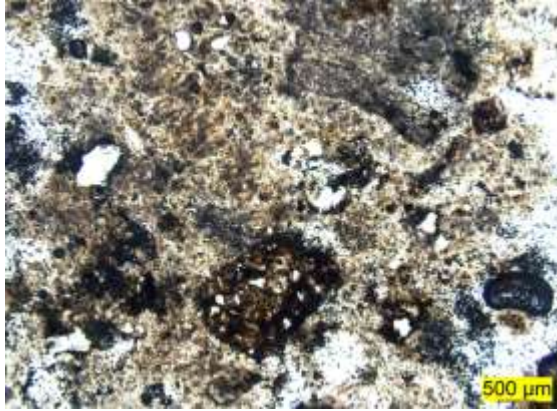
لصخر الجرانيت. يوضح (شكل رقم ٧ب) نتيجة فحص عينات الجرانيت دقيق الحبيبات في موقع دادان "الخريبة".



شكل رقم (٧) أ. تداخل واندماج الحبيبات المعدنية سليكا باللون الأبيض والبيوتيت باللون البيج والهورنبلند باللون الأخضر. ب، تلف وانفصال الحبيبات المعدنية المكونة للجرانيت دقيق الحبيبات وتعرضها لضغوط كبيرة أدت إلى تفتت وشروخ دقيقة بالبلورات المعدنية

المونة بموقع دادان "الخريبة" Dadan Mortar

من خلال الفحص المبدئي لعينات المونة الأثرية بموقع حفائر دادان "الخريبة" اتضح أنها تتكون من خليط من الطين والرمل والجير (شكل رقم ٨).



شكل رقم (٨): يوضح وجود حبيبات الجير بداخل أرضية من الطين

الفحص والتحليل بالمجهر المستقطب Polarized Microscope Result

جاء اختبار الفحص بالمجهر المستقطب للشرائح الرقيقة للعينات كاختبار تأكيد بعد فحص العينات نفسها بالمجهر الضوئي LOM، وكانت نتائج الفحص بالمجهر المستقطب (Ali, et. al. 2002) كالآتي: -

حجر رملي أصفر متعدد الطبقات

أكد التحليل والفحص بالمجهر المستقطب النتائج التي حصلنا عليها من المجهر الضوئي واتضح أن نقاط ضعف هذا الحجر هي المادة الرابطة، المتمثلة في ترسيبات أكاسيد الحديد المختلطة بترسيبات معادن الطين، التي يحدث عندها الفصل الطبقي كأحد مظاهر تلف هذا النوع من الأحجار، كذلك اتضح نوعية النسيج البلوري المجعري، الذي أظهر انضغاط الحجر أثناء تكوينه، حيث تداخلت واندمجت بعض حبيبات الكوارتز مع بعضها البعض. يظهر (شكل رقم ١٩) نتيجة تحليل وفحص الحجر الرملي الأصفر بواسطة المجهر المستقطب.

^١ استخدم الميكروسكوب التالي ZEISS – Axioskop Microscope في عمليات الفحص والموجود

حجر رملي أحمر

أظهر فحص عينات الحجر الرملي من حفائر دادان 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 (شكل رقم ٩ ب).

حجر رملي أبيض إلى رمادي

يتكون الحجر الرملي الأبيض إلى الرمادي أساساً من بلورات الكوارتز الموجود في أرضية من الكالسيت ونسبة من أكاسيد الحديد كشائبة طبيعية (شكل رقم ٩ ج).

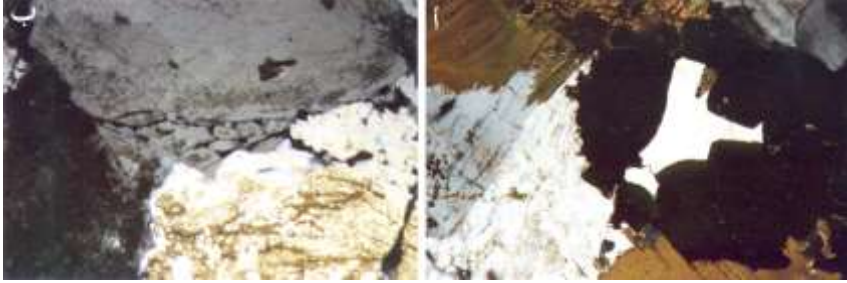


شكل رقم (٩): أ. انفصال الحجر الرملي في شكل طبقات 50x، ب. تداخل واندماج حبيبات الكوارتز نتيجة للضغط 50x، ج. مكونات الحجر الرملي الأبيض، حبيبات الكوارتز في أرضية من الكالسيت وأكاسيد الحديد 50x.

فحص جرانيت دادان بالمجهر المستقطب

تم فحص نوعين من الجرانيت من موقع حفائر دادان "الخريبة" بالمجهر المستقطب وكانت نتائج هذا الفحص مطابقة لنتائج فحص المجهر الضوئي، حيث تم تصنيف النوع الأول من الجرانيت: جرانيت خشن الحبيبات، ولوحظ فيه تداخل واندماج البلورات المعدنية المكونة له، وهذا دليل على ظروف تكوينه من ضغط وحرارة، حيث يمكن تصنيفه كصخر جوفي Plutonic Rock، كما يتضح من (شكل رقم ١٠ أ). أما النوع الثاني فيعدّ جرانيت دقيق الحبيبات تظهر فيه تشوهات وشروخ في

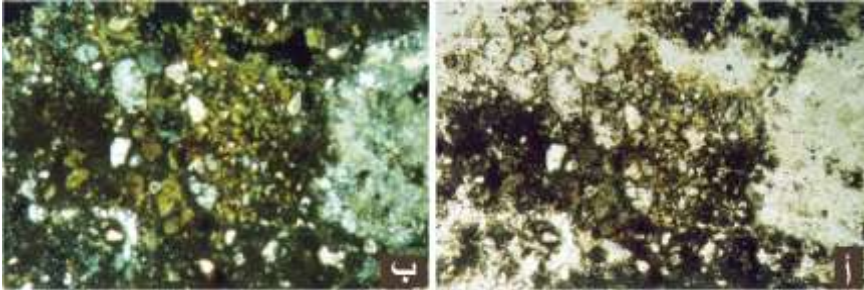
البلورات نتيجة لتعرضها لعوامل وقوى التلف المختلفة، كما يتضح من (شكل رقم ١٠ ب).



شكل رقم (١٠): أ. تداخل واندماج البلورات المعدنية المكونة للجرانيت 50x ، ب. تشوهه وشروخ في بلورات العينة 50x

فحص مونة دادان بالمجهر المستقطب

بعد فحص ودراسة مونة موقع دادان بواسطة المجهر المستقطب اتضح أن عينات المونة تتكون من الطين والجير والرمل (شكل رقم ١١).



شكل رقم (١١): يوضح مكونات مونة دادان 50x (أ) بواسطة الضوء المستقطب والصورة (ب) بالضوء المستقطب المتداخل

نتائج الفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح SEM Result^١

^١ استخدم الميكروسكوب التالي JEOL JSM- 638 OLA Analytical Scanning Electron microscope في عمليات الفحص والموجود بمركز البحوث كلية العلوم جامعة الملك سعود.

تم استخدام أسلوب الفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح لدراسة سطح العينات الأثرية موضوع الدراسة ومعرفة مظاهر تلف التركيب السطحي للعينات، حيث لوحظ حدوث تشوه وتلف للبلورات المكونة للأحجار ووجود نسبة من الأملاح... الخ، وقد كانت نتيجة الفحص كالآتي:

حجر رملي أصفر متعدد الطبقات

اتضح من التحليل وجود نسبة من معادن الطفلة وأكاسيد الحديد كمادة رابطة لحبيبات الكوارتز، التي تعدّ المكون الأساس للحجر الرملي في موقع حفائر دادان "الخريبة"، كما يتضح من (شكل رقم ١١٢).

حجر رملي أحمر

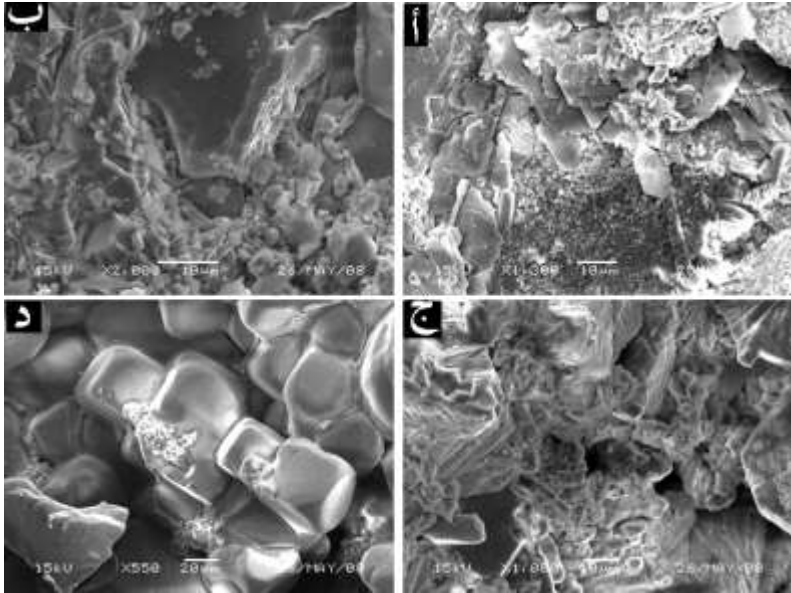
من خلال التحليل بوحدة الـ EDS المزود بها المجهر الإلكتروني الماسح تم التعرف على العناصر المكونة لهذا الحجر وكانت كالآتي: كوارتز، ومعادن طفلة، وكالسيوم، وأكاسيد حديد، كذلك يتضح من الفحص تحت المجهر المادة الرابطة كربونات الكالسيوم والطفلة وأكاسيد حديد تربط حبيبات الكوارتز. كما يتضح من (شكل رقم ١٢ ب).

حجر رملي أبيض إلى رمادي

من خلال التحليل بوحدة الـ EDS المزود بها المجهر الإلكتروني الماسح تم التعرف على العناصر المكونة لهذا الحجر وكانت كالآتي: كوارتز، ومعادن طفلة، وكالسيوم، كذلك يتضح من الفحص تحت المجهر المادة الرابطة هي كربونات كالسيوم وأكاسيد حديد تربط حبيبات الكوارتز، كما يتضح من (شكل رقم ١٢ ج).

الطبقة السطحية لجرائيت دادان "الخريبة"

تم عزل واستخلاص طبقة الأملاح الخارجية مع جزء من طبقة الجرانيت المنفصلة سطحياً، وتم اختبارها بـSEM المزود بوحدة EDS، التي أثبتت وجود نسبة كبيرة من ملح كلوريد الصوديوم الهاليت Halite، كما يتضح من (شكل رقم ١٢د).



شكل رقم (١٢): أ. يوضح وجود نسبة من معادن الطفلة وأكاسيد الحديد كمادة رابطة لحبيبات الكوارتز، ب. معادن الكالسيت والطين في عينة الحجر الأحمر، ج. معادن الكالسيت والطين كمادة رابطة لحبيبات الكوارتز، د. بلورات ملح الهاليت كاملة النمو على سطح الجرانيت بنوعية

نتائج الفحص بحيود الأشعة السينية XRD

تم اختيار نوعين مختلفين من الحجر الرملي والمونة المستخدمة لربط مداميك البناء بموقع دادان "الخريبة"، وتم تجهيز العينات لفحصها

^١ تم استخدام جهاز JEOL JDX-8030 X-Ray Diffractometer System بمدينة الملك عبد

بطريقة المسحوق Powder method. وكانت نتيجة التحليل كالاتي (جدول رقم ١).

جدول رقم (١). نتائج التحليل والفحص بطريقة حيود الأشعة السينية

م	نوع العينة	المعدن	التركيب الكيميائي
١	حجر رملي أصفر (دادان)	Iron ++ Chamosite II - α -Quartz - Kaolinite - Silicon Oxide - Iron Oxide	Fe-Mg-Al-Si-Al-O- OH SiO ₂ Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ SiO ₂ Fe ₂ O ₃
٢	حجر رملي احمر (دادان)	- α -Quartz - Geothite	SiO ₂ α -FeOOH
٣	مونه (دادان)	- α -Quartz - Geothite - Calcite - Orthoclase - Halite - Kaolinite	SiO ₂ α -FeOOH CaCO ₃ KAlSi ₃ O ₈ NaCl Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄

٢.٣ تشخيص مواد البناء في موقع الأخدود:

بعد التعرف على الملاحظات العامة عن أحجار الموقع بدأت عملية تجميع العينات الممثلة للأحجار المستخدمة في موقع الأخدود وكانت كالاتي:

٢.٣.١ أحجار من أصل رسوبي:

من خلال الملاحظة الميدانية تبين أن جميع أنواع الأحجار ذات الأصل الرسوبي في موقع الأخدود تصنف بصخور رسوبية فتاتية Detrital rocks، وهي صخور تكونت نتيجة تفتت وتكسير صخور سابقة (نارية

- متحولة - رسوبية)، وذلك بفعل عوامل التجوية المختلفة Weathering process (التركي، ١٩٩٥م: ٧٥) شكل رقم ١٣.

وعلى أساس حجم الحبيبات وشكلها، إن كانت زاوية angular أو مستديرة rounded، فقد تم تصنيف أحجار البناء بموقع الأخدود على إنها صخور رسوبية متوسطة الحبيبات medium grained، وتوجد في جميع الصخور الرسوبية، التي يتراوح حبيباتها ما بين ٢ ملم إلى ١٦/١ ملم، مثل: الحجر الرملي، أما تلك التي يتكون معظمها من حبيبات الكوارتز المستديرة الحواف أو الملتحمة بعضها ببعض بواسطة كربونات الكالسيوم أو السيليكا أو أكاسيد الحديد، فتسمى على التوالي: الحجر الرملي الجيري، والحجر الرملي السليسي، والحجر الرملي الحديدي.



شكل رقم (١٣): نماذج صخور رسوبية فتاتية Detrital Rocks من موقع الأخدود الأثري

٢.٣.٢ أحجار من أصل ناري:

بعد إجراء الفحوص الميدانية الأولية على أحجار موقع الأخدود، التي يعتقد أنها من أصل ناري تبين أنها من الصخور النارية ذات النسيج المتبلور Crystalline Texture.

وينقسم النسيج البلوري في الصخور النارية إلى ثلاثة أنواع، هي:

- نسيج خشن (كبير) الحبيبات Phaneritic Texture

تمتاز صخور هذا النوع بأن بلورات معادنها نتجت عن التبريد البطيء، لذا نجدها كبيرة منتظمة التوزيع متساوية الحجم، ويمكن رؤيتها بالعين المجردة.

- نسيج خشن الحبيبات (بروفيري) Porphyritic Phaneritic Texture

تمتاز الصخور الموضحة لهذا النسيج أنها تحتوي على نوعين من البلورات مختلفين في الحجم وزمن التبلور، ويمكن رؤيتها بالعين المجردة. وتكون الصغرى منها أرضية للصخر Groundmass، وتحيط البلورات الأكبر حجماً، التي تسمى بالبلورات الظاهرة Phenocrystal.

- نسيج دقيق الحبيبات Aphanitic Texture

يلاحظ في هذا النوع من الأنسجة أن بلورات المعادن المكونة للعينة الصخرية صغيرة في الحجم ويصعب تمييزها بالعين المجردة، ويحتاج الفاحص إلى العدسة المكبرة.



شكل رقم (١٤): نماذج صخور ذات أصل ناري من موقع الأخدود الأثري

٢.٣.٣ أحجار من أصل متحول

ويعرف التحول أنه مجموعة من العمليات الجيولوجية، التي أدت إلى تحول الصخور أو معادنها من حالتها الأساسية إلى حالتها الحاضرة، أي أنه تجاوب الصخور للتأثير المشترك للعوامل الثلاثة (الضغط والحرارة والسوائل) مجتمعة أو منفردة. ولكن في كثير من الأحيان يصبح الفصل بين تأثير كل من الضغط والحرارة في الصخور أمراً صعباً. ويمكن القول إن عملية التحول هي في الواقع انعكاس لحالة الاتزان الجديدة التي تنتهي إليها الصخر (القليوبي، التركي، ١٩٩٨م: ٥ - ٢٠).

بعد إجراء الفحوص الميدانية الأولية على أحجار موقع الأخدود، التي يعتقد أنها من أصل متحول تبين أنها من الصخور المتحولة المتورقة Foliated Metamorphic Rocks، حيث نجد معادنها قد تم توجيهها لتترتب في اتجاهات عمودية على اتجاه الضغط الذي كان واقعاً عليه. فتظهر المعادن وقد تم تسطحها أو ترتيبها في هيئة مصفوفة Banding، أو متورقة Foliation صفائحية متوازية متصلة، أو

منفصلة، ومن أمثلتها صخور الأردواز slate، والشست schist، والنيس Gneiss.



شكل رقم (١٥): نماذج صخور ذات أصل متحول من موقع الأخدود الأثري

٢.٣.٤ الفحص بالمجهر المستقطب:

لا شك أن وصف المعادن والصخور ليست هدفاً في حدّ ذاته، ولكنه وسيلة علمية مطوّرة لكشف أسرار المعادن والصخور، والعوامل التي أدت إلى نشأتها، إضافة إلى التغيرات اللاحقة التي طرأت عليها (ماكزري، أدامز ٢٠٠٣م: ٤-٥)، ولكي يتم وصف وتعريف المعادن ينبغي مراعاة الآتي:

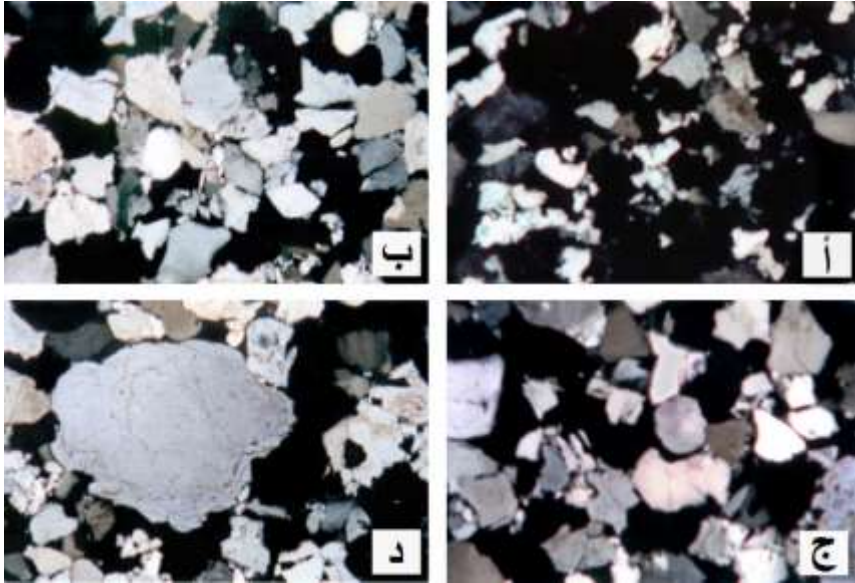
- وصف شكل البلورات وهيئتها.
- ملاحظة لونها وأية تغير في اللون عند تدوير مسرح المجهر في الضوء المستقطب.
- مراقبة التوأمية (Twinning).
- التعرف على النسيج البلوري للصخر (Adams and Others, 1988: 19-25).
- التعرف على نوع المادة الرابطة بين حبيبات الصخر.

ولإجراء الفحص باستخدام المجهر المستقطب تم تجهيز العينات الحجرية من موقع الأخدود طبقاً للمواصفات القياسية الدولية (صالح، ١٤٣٢هـ: ١٦-١)

٢.٣.٤.١ أحجار من أصل رسوبي

من خلال الملاحظة الميدانية تبين أن جميع أنواع الأحجار ذات الأصل الرسوبي في موقع الأخدود تصنف بصخور رسوبية فتاتية Detrital rocks، ومن خلال فحص الشرائح الرقيقة لهذه الأحجار اتضح ما يأتي:

- الأحجار ذات الأصل الرسوبي في موقع الأخدود الأثري يمكن تصنيفها بالحجر الرملي الحديدي حيث تربط حبيبات الكوارتز أرضية من أكاسيد الحديد.
- بفحص الشرائح الدقيقة للحجر الرملي تبين أن معظم حبيبات الكوارتز (المكون الأساسي للحجر الرملي)، مستديرة الحواف يتراوح حجمها ما بين ٢ ملم إلى ١٦/١ ملم وملتحمة بعضها ببعض بواسطة أكاسيد الحديد. شكل رقم (١٦)
- تشوه بعض بلورات الكوارتز.



شكل رقم (١٦): أ، ب، ج، د حبيبات الكوارتز مختلفة الأشكال مستديرة
وحادة الحواف ملتحمة بعضها ببعض بواسطة أكاسيد الحديد نسبة التكبير $\times 50$

٢.٣.٤. ٢ أحجار من أصل ناري

بعد إجراء الفحوص الميدانية الأولية على أحجار موقع الأخدود، التي يعتقد أنها من أصل ناري تبين أنها من الصخور النارية ذات النسيج المتبلور Crystalline Texture، ومن خلال فحص الشرائح الرقيقة لهذه الأحجار اتضح أن موقع الأخدود الأثري يحتوي على الأحجار ذات الأصل الناري الآتية:

٢- الجرانودايوريت

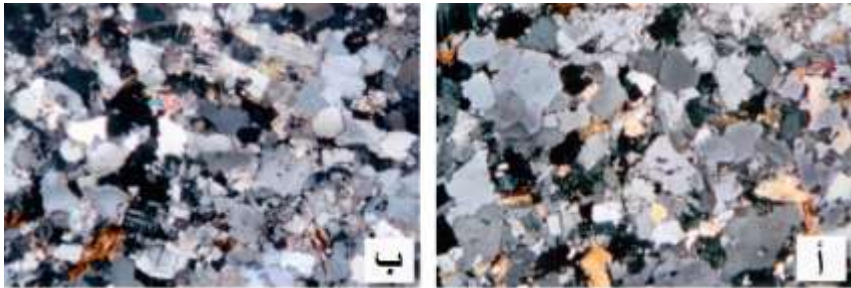
١- الجرانيت

٤- الجابرو

٣- الدايوريت

الجرانيت:

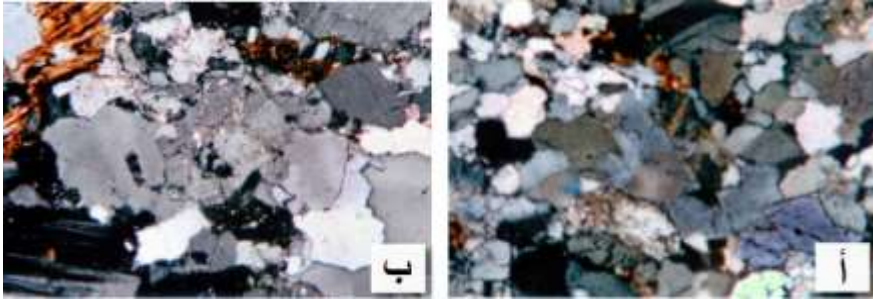
يعدّ الجرانيت من أكثر الصخور شهرة وانتشاراً، وهو صخر فاتح اللون حبيباته خشنة منظمة، وقد يكون أحياناً متوسط أو دقيق التحبب، ويتكون من الكوارتز بنسبة تتراوح من ٢٠ - ٤٠ ٪ (حلمي، ١٩٨٤م: ٢١٩) وهو صخر ناري حمضي جوفي محبب، خشن يتكون من المعادن الأساسية الأتية: الكوارتز والفلسبار البوتاسي (الارثوكليز أو الميكروكلين)، بلاجيوكليز صودي (البيت، اوليجيوكليز)، ميكا (البيوتيت، المسكوفيت)، وقد يوجد فيه معدن الهورنبلند ولكن بنسبة أقل من المعادن السابقة، كما قد يحتوي على بعض من المعادن الإضافية الأتية: الأباتيت - زيركون، ويظهر معدن الكوارتز في بعض الأحيان رمادي اللون ويوجد على هيئة كتل مستديرة وغير منتظمة تملأ المسافات البينية لبلورات المعادن الأخرى، أما الفلسبار يظهر بألوان وردية إلى حمراء وأحياناً بيضاء. الشكل رقم (١٧) أ، ب (عبد الوهاب، ٢٠٠٣م: ٩٠)، (التركي، ١٩٩٥م: ٦٩)، (حلمي، ١٩٨٤م: ٢١٩).



شكل رقم (١٧): أ، ب، جرانيت حمضي فاتح، ويظهر في الشرائح الرقيقة حبيبات الكوارتز والأرثوكليز والبايوتيت، والبلاجيوكليز نسبة التكبير ٥٠x

الجرانودايوريت

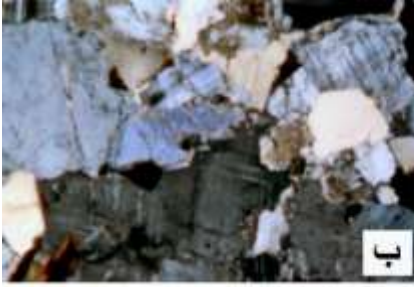
صخر ناري جوفي، تركيبية ونسيجه بين صخري الجرانيت والدايوريت (عبد الوهاب، ٢٠٠٣م: ٩٠) وهو صخر فاتح اللون حبيباته خشنة منظمة، وقد يكون أحياناً متوسط أو دقيق التحبب ويتكون من الكوارتز الارثوكليز والبلاجيوكليز والميكا والبايوتيت (حلمي، ١٩٨٤م: ٢١٩). الشكل رقم (١٨)



الشكل رقم (١٨): أ، ب صخر الجرانودايوريت، ويظهر في الشرائح الرقيقة حبيبات الكوارتز والأرثوكليز والبايوتيت، والبلاجيوكليز نسبة التكبير ٥٠x

الدايوريت

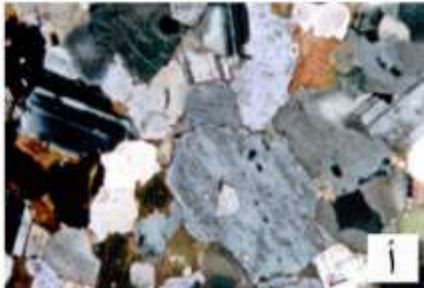
صخر ناري جوفي خشن الحبيبات مكوناته تقع بين الجرانيت والجابرو (التركي، ١٩٩٥م: ٧١) يتكون من معدنين أساسيين، هما: البلاجيوكليز والهورنبلند، له نسيج حبيبي منتظم ولونه يميل إلى اللون الداكن، كذلك يمكن أن يحتوي على نسبة قليلة من البيوتيت، ويغلب على صخر الدايوريت اللون الداكن نظراً لوجود المعادن الداكنة (الحديد والماغنيسيوم) بكميات غير قليلة (حلمي، ١٩٨٤م: ٢٢١)، (مشرف، ١٩٩٧م: ٢٠٢-٢٢٧) الشكل رقم (١٩).



شكل رقم (١٩): أ، ب، صخر الدايريت، ويظهر في الشرائح الرقيقة حبيبات والبلاجيوكليز والهورنبلند والبيوتيت نسبة التكبير $\times 50$

الجابرو

صخر جوفي - قاعدي - خشن الحبيبات - يتكون من المعادن الغنية بالحديد والماغنسيوم، مثل: الأوجيت والاوليفين والهورنبلند، وكذا معادن البلاجيوكليز الكلسي، والبيوتيت وأحياناً الكوارتز ولكن بكميات ضئيلة جداً أو معدومة، ولونه بين الرمادي الداكن إلى الأسود المخضر (التركي، ١٩٩٥م: ٧١)، (حلمي، ١٩٨٤م: ٢٢١ - ٢٢٢) شكل رقم (٢٠).



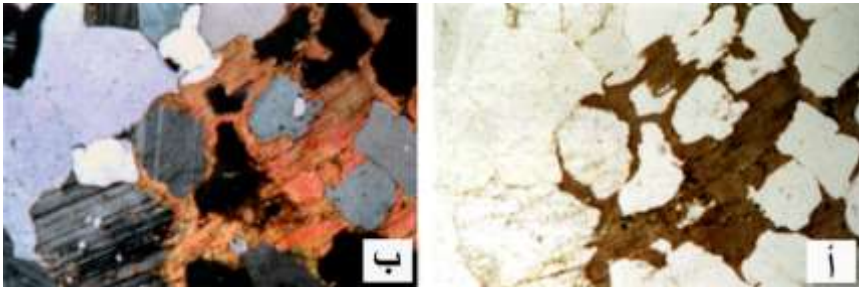
شكل رقم (٢٠): أ، ب، صخر الجابرو، ويظهر في الشرائح الرقيقة حبيبات البلاجيوكليز والاوليفين والهورنبلند نسبة التكبير $\times 50$

٣.٢.٣.٤ أبحار من أصل متحول

بعد إجراء الفحوص الميدانية الأولية على أبحار موقع الأخدود، التي يعتقد أنها من أصل متحول تبين أنها من الصخور المتحولة المتورقة Foliated Metamorphic Rocks، وكانت كالآتي:

الشست

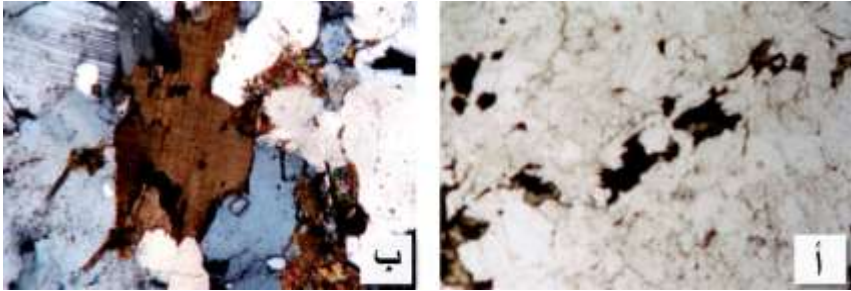
صخر متحول بالضغط والحرارة له نسيج مميز يعرف باسم النسيج الشستي، عبارة عن حبيبات دقيقة أو متوسطة توجد بين صفائح متقاربة ومتوازية تقريباً، وتتكون الصفائح من معادن الميكا المختلفة، والصخر ينفصل بسهولة عند هذه الصفائح. وهناك أنواع كثيرة من الشست يطلق عليها أسماء مختلفة أهمها الشست الميكاني Mica Schist، الذي يتكون بصفة أساسية من معادن الكوارتز والميكا (المسكوفيت أو البايوتيت)، كذلك قد يحتوي الشست على نسبة من الهورنبلند (القليوبي، التركي، ١٩٩٨م: ٦٩-٩٩)، (حلمي، ١٩٨٤م: ٢٤٢). شكل رقم (٢١).



الشكل رقم (٢١): أ، ب، صخر الشست، ويظهر في الشرائح الرقيقة حبيبات الكوارتز والبايوتيت والهورنبلند نسبة التكبير x٥٠

النيس

صخر متحول له نسيج خشن متبلور إلا أن بلورات المعادن المختلفة مرتبة في صفوف متوازية، فمثلاً في بعض الأنواع وجد طبقات أو صفوف من الميكا السوداء وبينها توجد صفوف أخرى من معدن الكوارتز والفلسبار. وتكون هذه الصفوف عادة متقطعة؛ أي ليست متصلة ومستمرة كما هو الحال في الشست، ونرى في هذا النوع أن تركيبه المعدني مائل للتركيب المعدني لصخر الجرانيت، ولذلك يسمى النيس الجرانيتي Granite Gneiss، وقد يسمى النيس حسب تركيبة المعدني، مثل: النيس البيوتيتي والنيس الهورنبلندي... الخ، (مشرف، ١٩٩٧م: ٣٢٨-٣٣٠)، (حلمي، ١٩٨٤م: ٢٤٢) شكل رقم (٢٢).



شكل رقم (٢٢): أ، ب، صخر النيس، ويظهر في الشرائح الرقيقة حبيبات الكوارتز والبيوتيت والهورنبلند نسبة التكبير $\times 50$

الاستنتاجات:

تقدم الملاحظات الحقلية الدقيقة بداية ناجحة في التعرف على مواد البناء. كما تعطي الملاحظات الحقلية السليمة والدقيقة تقييم مبدئي لحالة أحجار البناء في المواقع الأثرية، حيث تعاني أحجار البناء في موقعي دادان والأخدود الأثريين من العديد من مظاهر التلف، مثل: انهيار وضعف

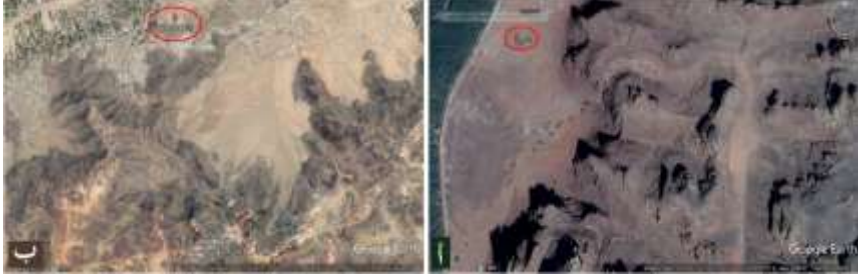
وتفتت الكتل الحجرية. من المهم اختيار أنواع العينات الممثلة للأنواع المختلفة من أحجار البناء في الموقع الأثري، حيث يحكم اختيار هذه العينات قواعد وأسس علمية متعارف عليها عالمياً.

مادة البناء الأساسية في موقع دادان الخريبة هي الحجر الرملي بأنواعه المختلفة. في حين يضم موقع الأخدود الأثري الثلاثة أنواع الرئيسة من الأحجار ذات الأصل الناري والرسوبي والمتحول. أكثر الأحجار انتشاراً في موقع الأخدود الأثري الأحجار ذات الأصل الناري، وهي: الجرانيت، الجرانودايوريت، الدايوريت، الجابرو، يليه الأحجار ذات الأصل المتحول، وهي: النيس والشست، وأقلها وجوداً الأحجار ذات الأصل الرسوبي، متمثلة في الأحجار الرملية الحديدية.

من خلال البحث عن مواقع وجود الصخور النارية في نجران تم رصد أكثر من موقع كالاتي: منطقة النجوف ١٨ كم شمال غرب نجران (محاجر جرانيت فلسباري قلوي)، جبل والاله (واله) ٥٠ كم شمال شرق نجران (محاجر بيوتايت منزو جرانيت)، بئر عسكر ١٢ كم شمال غرب نجران (محاجر جرانيت فلسباري قلوي)، موقع احمد عزيز ٥ كم شرق النجوف (محاجر جرانيت فلسباري قلوي)، (هيئة المساحة الجيولوجية، ٢٠٠٥م: ١٤٣-١٤٦).

يجب أن تبني دراسة الحالة الفعلية (تشخيص مظاهر وعوامل التلف وخطة العلاج) لموقع دادان ونجران الأثريين على أساس علمي يركز على تعريف علمي سليم لأحجار البناء المستخدمة فيه.

بدراسة كلا من موقع دادان وموقع الأخدود الأثريين يمكن أن نرجح أن مصدر أحجار البناء في كلا الموقعين كانا من سلاسل الجبال المتاخمة والمحيطة بهما، شكل رقم (٢٣).



شكل رقم (٢٣): أ، موقع دادان محاط بسلسلة من الجبال. ب، ويوضح موقع الأخدود محاط بسلسلة من الجبال.

شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بالشكر والتقدير لكرسي التراث الحضاري في المملكة العربية السعودية على دعم هذا البحث.

المراجع:

الأنصاري عبد الرحمن، أبو الحسن حسين، العلا ومدائن صالح (الحجر) حضارة مدينتين - سلسلة قرى ظاهرة على طريق البخور، دار القوافل للنشر والتوزيع - الرياض، ص ٢٢-٢٥، ٢٠٠٥م.

التركي، خالد بن إبراهيم، الجيولوجيا الفيزيائية، عملي (معادن - صخور)، عمادة شئون المكتبات - جامعة الملك سعود، الطبعة الثانية ١٤١٦هـ، ١٩٩٥م، ص ٧٥

حلمي، محمد عز الدين. علم المعادن، مكتبة الانجلو المصرية. ١٩٨٤م

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 (٢٠-٢٣ ربيع الأول ١٤٢٧هـ / ١٨-٢١ إبريل ٢٠٠٦م). ١٤٢٧هـ. ص: ٥١٥-٥٥٧.

صالح، محسن محمد، ترميم وصيانة مقصورة الكاتب ماعى (M3-y) حفائر كلية الآثار - جامعة القاهرة، سقارة، مجلة كلية السياحة والآثار - جامعة الملك سعود، ١٤٣٢هـ، ص ص ١-١٦.

عبد الوهاب، حافظ شمس الدين، معجم مصطلحات في علم المعادن، جامعة الدول، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ٢٠٠٣م، ص ٩٠.

القليوبي، باهر، التركي، خالد، علم الصخور المتحولة، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٤١٩هـ - ١٩٩٨م.

ماكنزي، و. س، أدامز، آ. أي. الأطلس الملون للصخور والمعادن في القطاعات الرقيقة. ترجمة احمد بن عبد القادر المهندس، على نور الدين. جامعة الملك سعود، ١٤٢٤هـ ٢٠٠٣م.

مشرف، محمد عبد الغني عثمان، أساسيات علم الأرض - الجيولوجيا الفيزيائية- دار المريخ للنشر، الرياض، ١٤١٨هـ - ١٩٩٧م.

هيئة المساحة الجيولوجية، أطلس أحجار الزينة بالمملكة العربية السعودية، جدة، ٢٠٠٥م.

Adams, A. E. & Others, Atlas of Sedimentary rocks under the microscope, Longman Scientific & Technical, England, 1988, pp. 19- 25

Anders, S. N., Kate, T., Stone weathering air pollution effects evidenced by chemical analysis, Stockholm, 1991.

Ali, M. H., Mohsen M. Saleh, & Maria Poksinska., The use of polarized microscope in the study of the brick, mortar and plaster used in Al- Fostat houses, Old Cairo, Egypt., [IN] Conference and Workshop on Conservation and restoration, Faculty of Fine Arts, Minia Univ., April 2002.