

الخواص الطبيعية والميكانيكية لصخور التراوertyن بمنطقة مزدة

د. عبد السلام محمد مادي¹، م. أروى حسين السيد²، و. م. أحلام أبوبكر بن طاهر³

^{3,2,1}قسم هندسة التعدين - كلية الهندسة - جامعة طرابلس.

^{*}Abdsalam_m@yahoo.com

ملخص

هذه الدراسة أجريت على صخور التراوertyn Travertine في منطقة مزدة تبين أنه صخر رسوبى كثيف متصل من أشكال الحجر الجيري، ويوجد في معظم الأحيان على شكل طبقات ينضم بعضها إلى بعض. ويكون معظم التراوertyn ذا لون أبيض أو أبيض مائل للصفرة بسبب وجود الشوائب، ويكون بصورة رئيسية من كربونات الكالسيوم، ويتشكل حينما تفصل كربونات الكالسيوم عن الماء من خلال التبخّر وتختلف من طبقة إلى طبقة في المسامية التي كانت في طبقة A حوالي (16.5%) والطبقة B حوالي (25.9%) والطبقة C حوالي (14.3%)، وأيضاً كانت متوسط مقاومة الصخر حوالي (28.3KN/m²) بحسب بنية الترسيب، وعلى حسب الخواص الهندسية لصخر التراوertyn يمكن استخدامه في تزيين الأبنية وال بلاط الأرضي وذلك لسهولة قطعه.

الكلمات الرئيسية: صخر التراوertyn؛ التركيب المعdeni؛ التركيب النسيجي؛ الخواص الطبيعية؛ الخواص الميكانيكية.

Abstract

This study was conducted on Travertine rocks in Mazdah area. It was found that it is a coherent dense sedimentary rock, and as a form of limestone, which mostly consisted of layers that were joined together. Most travertine was white or off-white due to the presence of impurities. It was mainly composed of calcium carbonate which separated from water through evaporation. Its composite varied from one layer to the other; the porosity in layer A was about 16.5%, layer B was about 25.9% and layer C was about 14.3%. The average rock resistance was about 28.3 KN / m². According to the sedimentation structure and engineering properties of travertine rock, it can be used in decorating buildings and ground tiles for its easy cutting.

مقدمة

تعتبر منطقة مزدة من المناطق الغنية بالمواد الأولية وخاصة صخور الحجر الجيري ومن أهمها صخور التراڤرتين Travertine وهو يعتبر من الأحجار الجيرية الكيميائية، وينشأ التراڤرتين في المناطق التي يتواجد فيها الحجر الجيري، الذي يحوي ماء الأرض الجاري وكربونات الكالسيوم، ويتشكل عادة حول مصابيح الينابيع الحارة وفي داخل الجداول تختلف مسامية من طبقة إلى أخرى.

ويقدر الاحتياطي من صخر التراڤرتين القابل للتعدين بالاحتياطي الكبير دون تحديد أرقام ثابتة (مجلة البحوث الصناعية، 1996).

ونظراً لتنوع رواسب التراڤرتين في منطقة مزدة تمأخذ عينات مختلفة لدراستها والمقارنة بينهم من حيث التركيب النسيجي، التركيب المعدني، الشكل الظاهري والخواص الهندسية وذلك لتحديد أكبر عدد ممكن من الخواص للاستفادة من هذا الصخر في صناعات عده.

الهدف من الدراسة

هو دراسة الخواص الطبيعية والميكانيكية لصخور التراڤرتين وإمكانية الاستفادة منها في الإنشاءات المدنية ومواد البناء.

موقع جيولوجية منطقة الدراسة

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة مزدة بين إحداثيات خطوط الطول والعرض الجغرافية 31° 26' 42'', 58° 59' 12'', وتبعد عن مدينة طرابلس بحوالي 160 KM جنوباً.

جيولوجية منطقة الدراسة

صخر التراڤرتين هو حجر جيري مسامي ناتج من ترسيب كربونات الكالسيوم من المياه الباطنية حول الفوارات والينابيع الحارة، وفي الغالب يتواجد كطبقات ينضم بعضها إلى بعض ويكون التراڤرتين النقي لونه أبيض، وبسبب وجود الشوائب يتواجد بألوان تتراوح بين النبي إلى الأصفر.

تتبع منطقة مزدة ورواسب التراوختين من الناحية الجيولوجية إلى تكوينين مهمين هما: تكوين مزدة وتكوين الزمام.

تكوين مزدة

يعود إلى العصر السنتوني أو الكامبوني بناء على وجوده فوق طبقات محددة العمر بواسطة الأحافير ويكون تكوين مزدة من عضوين هما:

عضو المعزوة

يعتبر من أكثر التربات الصخرية انتشاراً بلوحة سحنات مزدة والذي يتتألف الجزء السفلي منه من الحجر الجيري الماري الذي يمثل تعبيراً تدريجياً إلى أعلى سحنات قصر تغزنة التي تتوارد أسفلها أما الجزء العلوي لعضو معزوة فيتتألف من صخور جيرية متماسكة ومتباعدة وعديدة الألوان، ومن صخور جيرية دولوميتية وصخور دولوميتية.

عضو الثالثة

يشبه إلى حد كبير تكوين تغزنة في محتوى سحناته الرسوبيه وفي أنواع أحافيره، فهو يحتوي على طبقات جيرية جبسية تغطيها طبقات رقيقة متواصلة من المارلين.

تكوين الزمام

يحتوي هذا التكوين على طبقات الطار الماري وعضو الحاد الجيري.

طبقات الطار الماري

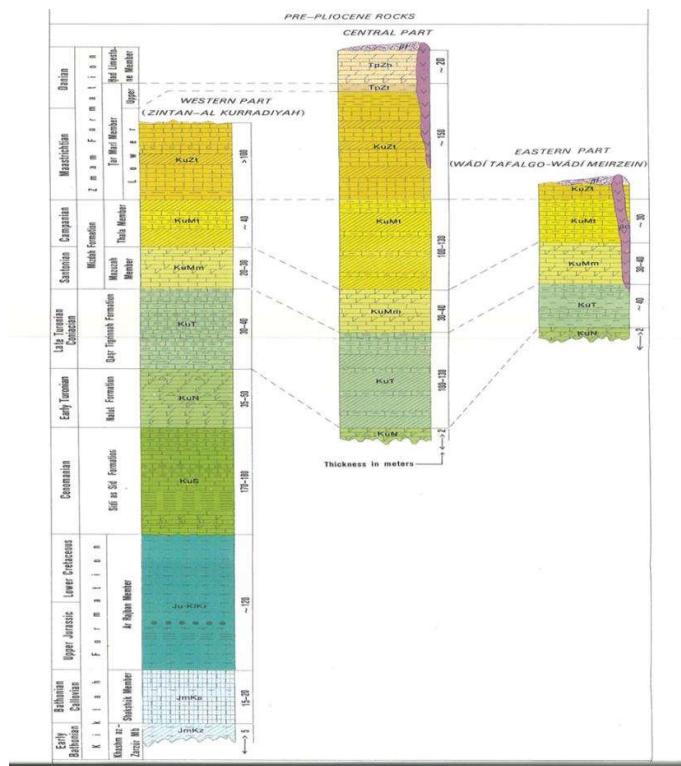
قسمت إلى عضوين هما: عضو الطار السفلي وعضو الطار العلوي (العصر الداني) تفصل بينهما طبقة رخويات سوكنه في معظم المناطق التي تبرز فيها هذه الطبقات إلا في المنطقة التي تغطيها لوحة مزدة فلم يكن بالإمكان فصل عضوي الطار عن بعضهما.

يغطي عضو الطار السفلي مساحات شاسعة فقط في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة لوحة مزدة، ويتصف هذا العضو باحتوائه على طبقات من الكالاريت والكالسيروديت تتخللها طبقات طفليه رقيقة.

أما الجزء العلوي من عضو الطار السفلي فيحتوي على طين متعدد الألوان، كما انه يحتوي على طبقة تكثر فيها الأحافير التي يرجع عمرها إلى العصر الماستركتي.

عضو الحاد الجيري

فهو يؤلف أعلى جزء في التابع الرسوبي المتكون خلال الزمن الكريتاوي - الباليوسيني، وهذه الصخور الكلسية الصلبة تعرف بـ (لود الحماده) أو مرتفع الحماده الحمراء، ويرجع عمرها إلى العصر الدانيتي، الشكل (1) يوضح العمود الطبقي لمنطقة الدراسة.



الشكل (1): العمود الطبقي لمنطقة الدراسة، (لوحة مزده، الكتبة التفسيري، 1977).

الدراسات الحقلية

تم أخذ عينات صخرية (كتل صخرية كبيرة نسبياً) من منطقة الدراسة من ثلاثة مناطق جنوب مدينة مزدة أعلى الجبل من ثلاث طبقات مختلفة لغرض إجراء الدراسات المعملية عليها وقد تم قص هذه الكتل ليسهل نقلها إلى المعمل بحيث تتناسب آلة قطع العينات البابية، ثم تتحصل على عينات

إسطوانية عديدة من كل طبقة لإجراء الاختبارات الهندسية والكيميائية عليها والشكل (2) يوضح بعض العينات من منطقة الدراسة.



الشكل (2): كتل العينات من منطقة الدراسة.

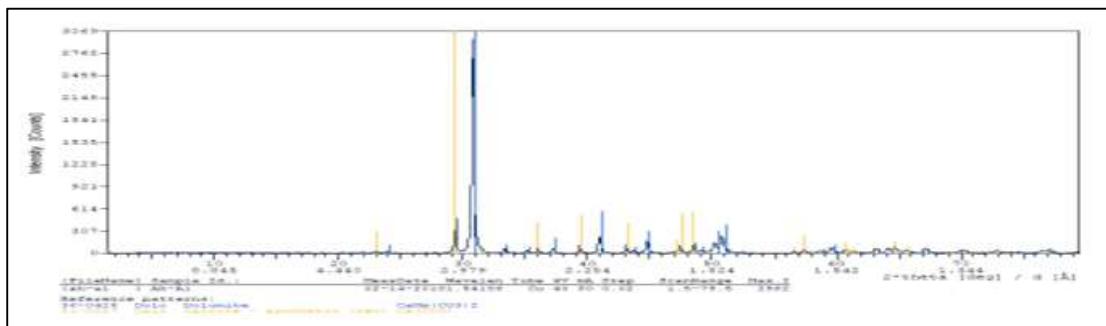
الدراسات المعملية

التركيب المعدني (XRD)

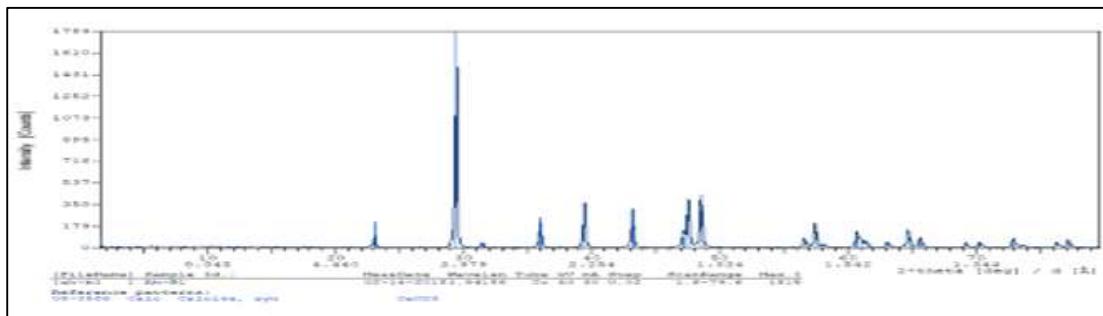
إن الهدف من إجراء التحليل المعدني هو معرفة المكونات المعدنية للعينات الصخرية ومعرفة مدى نضوج حبيباتها معدانياً وفيزيائياً، حيث وجد أن التركيب المعدني للعينات كالتالي:

- العينة A تتكون من دولومايت بنسبة كبيرة حوالي 87.63% وكالسيت بنسبة 12.37%.
- العينة B تتكون من كالسيت بنسبة 100%.
- العينة C تتكون من كالسيت بنسبة 100%.

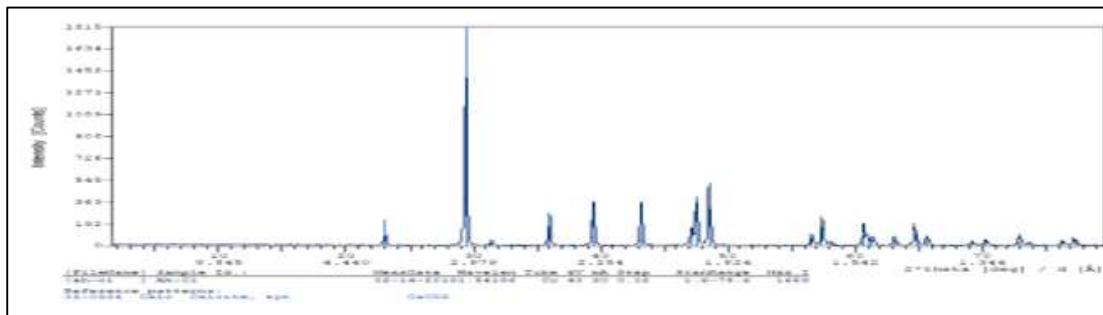
الأشكال (3)، (4)، (5) توضح الرسم البياني الذي يحدد محاور العينات A، B، C.



الشكل (3): التركيب المعدني للعينة A.



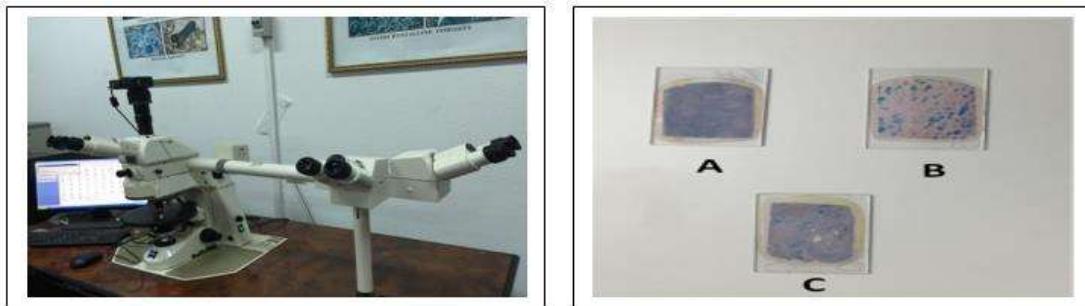
الشكل (4): التركيب المعدني للعينة B.



الشكل (5): التركيب المعدني للعينة C.

التركيب النسيجي للعينات

النسيج هو حجم وشكل وطريقة ترتيب الحبيبات المكونة للصخر وهو يمثل علاقة الحبيبات بعضها بعض داخل الصخر الواحد (مشرف وأخرون، 2002)، وقد تم إعداد شرائح العينات من طبقات الترافرتين A, B, C وتجهيزها وقصها إلى شرائح رقيقة وصبغها كما في الشكل (6) وذلك لإمكانية رؤيتها تحت المجهر البصري بوضوح لدراسة النسيج المكون لهذه الشرائح، والشكل (7) يبين المجهر البصري المستخدم لفحص الشرائح بعدها 2.5.



الشكل (7): جهاز المجهر البصري.

الشكل (6): شرائط رقيقة من عينات التراوختين.

اختبارات الخواص الطبيعية والميكانيكية لصخر التراوختين

تجهيز العينات: يتم تجهيز العينات وقطعها إلى حجم يتناسب مع جهاز اللب للحصول على عينات لإجراء الاختبارات عليها كما موضح بالشكل (8) تم أخذ عينات الباباية من الطبقات الثلاثة كما في الشكل (9) تم توضع العينات في محلول التلوين لإزالة الزيوت والميتالون لإزالة الأملاح من العينات كما في الشكل (10) تم تجفف العينات حيث توضع في فرن التجفيف على درجة حرارة $^{\circ}\text{C}$ 75-80 لمدة 24 ساعة؛ وذلك لغرض إزالة المذيبات، بعد ذلك توضع العينة في جهاز فوق الأشعة البنفسجية الموضح في الشكل (11) لتأكد من التخلص من الزيوت والأملاح يتم قياس أوزن العينات للتأكد من أنها خالية من جميع الزيوت والأملاح.



الشكل (9): العينات الباباية بعد قطعها.

الشكل (8): جهاز حفر اللب.



الشكل (11): جهاز التخلص من الزيوت والأملام.



الشكل (10): جهاز التخلص من الزيوت والأملام.

اختبار الخواص الطبيعية

الكثافة: هي نسبة الكتلة إلى الحجم وتعتمد الكثافة على التركيب المعدني للصخرة والمسامية وكمية الماء الذي تحتويه هذه المسامات، تعتبر كثافة المادة الصخرية من الخصائص الأساسية التي يتوجب قياسها للصخور، وهي تدخل في حسابات معاملات المرونة ويتم قياسها من المعادلة الآتية:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

حيث: ρ = الكثافة، m = كتلة الصخر، v = حجم الصخر.

المسامية: هي المسامات الموجودة في الصخر وتعتمد على شكل الحبيبات وترتيبها، يتم حساب حجم العينة باستخدام المعادلة التالية:

$$V = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \times L$$

حيث V : حجم العينة، D : قطر العينة، L : طول العينة، $\pi = 3.14$.

(أ) ثم قياس حجم فراغات في عينه باستخدام جهاز قياس حجم الفراغات كما في الشكل .(12)

(ب) ويتم قياس المسامية من المعادلة الآتية:

$$n\% = \frac{V_p}{V_t} \times 100$$

حيث: $n\% = \frac{V_f - V_t}{V_t} \times 100$ = المسامية، $V_f =$ حجم الفراغات، $V_t =$ الحجم الكلي.



الشكل (12): جهاز قياس حجم الفراغات في العينة.

النفاذية: هي قدرة الصخر على إمرار السوائل من خلاله (Goodman, 1989)، وتعتمد على الشقوق والفتحات المتصلة والموجودة به. توضع العينة في جهاز قياس النفاذية كما في الشكل (13)، ثم يتم قياس النفاذية من المعادلة الآتية:

$$Q = \frac{Ak(h_1 - h_2)}{L}$$

حيث: Q = النفاذية، k = معامل النفاذية ويعتمد على نوع المادة التي تمر خلال العينة، A = مساحة المقطع، L = طول العينة.

$(h_1 - h_2)$ = الفرق في ارتفاع عمود الماء عند دخول الماء وخروجه من العينة الإسطوانية.



الشكل (13): جهاز قياس النفاذية.

اختبار الخواص الميكانيكية

مقاومة الضغط أحادي المحور

يتم حساب مقاومة الانضغاط للعينة بوضع العينة في جهاز قياس الضغط أحادي المحور كما في الشكل (14). بتسلیط أقصى قوة تتحملها العينة للضغط على مساحة مقطعها حتى الانهيار.

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A}$$

حيث: σ_c = مقاومة الضغط، F_c = قوة الضغط عند الانهيار، A = مساحة مقطع العينة.



الشكل (14): جهاز قياس الضغط أحادي المحور.

مقاومة الشد

هي أقصى إجهاد شد تتحمله عينة الصخر حتى تنهار (Bell, 1992)، وتعتبر قوة تحمل الصخور للشد من المعلومات الهمامة خاصة عند تصميم هندسة الحفر والتقطير والفتحات الأرضية وكذلك في أمور متعلقة بالإنشاءات الهندسية المختلفة للصخور، وطرق قياس الشد هي:

1. طريقة الشد المباشر

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

حيث: σ_t = إجهاد الشد، F = قوة الضغط عند الانهيار، A = مساحة الدائرة الواقع عليه.

2. طريقة الشد الغير المباشر

$$\sigma_t = \frac{2F_T}{(rt\pi)}$$

حيث: σ_t = الشد الغير مباشر، F_t = القوة المسلطة، r = نصف قطر النموذج، t = سمك النموذج، $\pi = 3.14$

النتائج والمناقشة

التركيب المعدني: من خلال دراسة التركيب المعدني للصخر تبين أن هناك اختلاف كبير في التركيب المعدني للعينات للطبقات الثلاثة وذلك حسب نسبة المعدن وكذلك الزمن الذي تم ترسيب هذا المعدن.

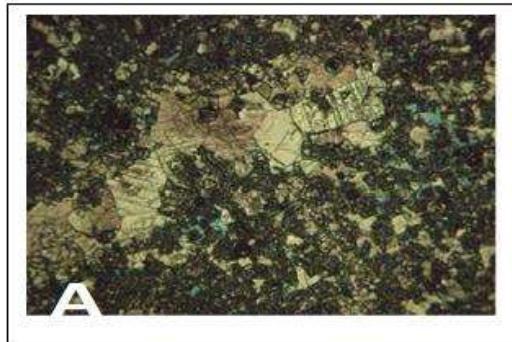
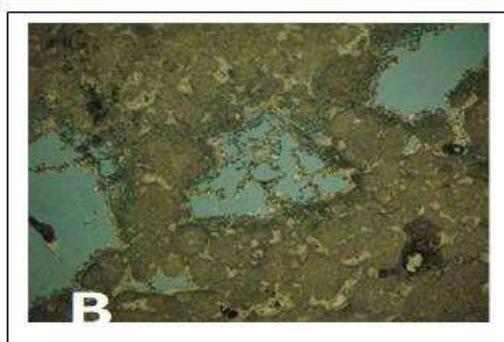
والجدول (1) يوضح نسبة المعادن في عينات الصخر A, B, C

الجدول (1): نسبة المعادن في عينات الصخر A, B, C

العينة	رقم مرجعي	اسم المركب	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية في الصخر [%]
عينة A	36-0426	Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂	87.63
	81-2027	Calcite	CaCO ₃	12.37
عينة B	81-2027	Calcite	CaCO ₃	100
عينة C	81-2027	Calcite	CaCO ₃	100

التركيب النسيجي للعينات

التركيب النسيجي للشريحة A: تبين أنها حجر جيري الدولوميتي وهو صخر جيري رسوبى كيميائى النشأة يتكون من كربونات الكالسيوم والماغنيسيوم وهو ينشأ في البحر عن طريق استبدال الماغنيسيوم الموجود في مياه البحر ببعض الكالسيوم المكون لحجر الجير ويكون أغلبه دولومايت وذات بلورات على شكل معين لونها أخضر كما في الشكل (15).

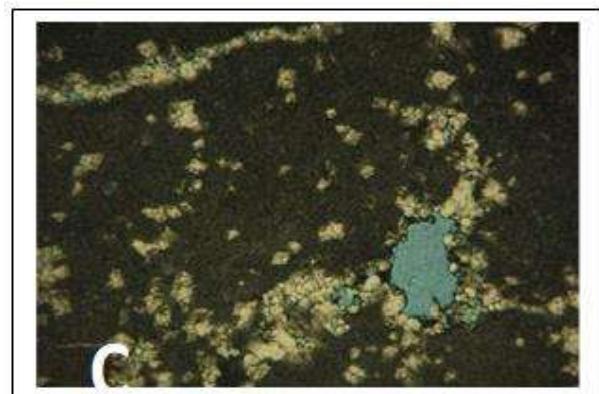


الشكل (16): التركيب النسيجي للعينة B.

الشكل (15): التركيب النسيجي للعينة A.

التركيب النسيجي للشريحة B: تبين أنها حجر جيري سرئي وهو صخر رسوبى كيميائى النشأة يتكون من حبيبات صغيرة كروية من الكالسيت تسمى السرئيات وقد يصل حجم هذه السرئيات إلى 2 ملميت وعادة ما تلتحم السرئيات بالكالسيت لتكون صخراً يشبه حجر الرمل المكون من حبيبات كوارتز مستديرة، وتتشكل السرئيات في المياه الضحلة حيث يؤدي نشاط التيارات إلى درجة الأنوية على القاع مما ينتج عنه تجمع الكالسيت والتصاقه حول هذه الأنوية مشكلاً بنية دوائر مركبة، والشكل (16) يوضح التركيب النسيجي للعينة B.

التركيب النسيجي للشريحة C: تبين أنها حجر جيري مع الكريستال والدولوميت وهو صخر رسوبى كيميائى النشأة ويكون من كربونات الكالسيوم والماغنيسيوم وهو ينشأ بين مياه البحر والمياه الضحلة وهو يتكون من أرضية من الكالسيت إضافة إلى بلورات من الدولوميت على شكل معين وشبه معين، كما في الشكل (17).



الشكل (17): التركيب النسيجي للعينة C.

نتائج الخواص الطبيعية والميكانيكية لصخر الترافقتين

بعد إجراء التجارب المعملية على عينات صخر الترافقتين لعرفة الخواص الطبيعية والميكانيكية تم الحصول على النتائج التالية كما في الجدول (2).

الجدول (2): نتائج الخواص الطبيعية والميكانيكية لصخر الترافقتين.

عينة C	عينة B	عينة A	العينة الخواص الهندسية
2.32	2	2.33	الكثافة gm/cm^3
14.293	25.886	16.454	المسامية %
1.39	4213.68	4.14	النفاذية md
22	17	46	الضغط KN/m^2
2.2	1.7	4.6	الشد KN/m^2

الخلاصة

من خلال دراسة ثلاثة طبقات مختلفة من صخر الترافقتين بمنطقة مزدة خلصت الدراسة إلى الآتي:

- نستنتج أن الطبقة A من صخور الترافقتين كان إجهاد الضغط الذي تتحمله هذه الصخور (46KN/m^2) وهو أعلى ضغط يمكن أن يتحمله الصخر أكبر من صخور الطبقات الأخرى وهذا يجعلها أكثر استخداماً في بلاط الأرضيات.
- نستنتج أن الطبقة B من صخور الترافقتين كانت مساميتها (25.886%) وتعتبر أعلى مسامية من صخور الطبقات الأخرى ولهذا يمكن أن يستخدم هذا النوع من الصخور كأحجار زينة وفي تغليف الحوائط.
- الطبقة الصخرية C تعتبر ذات إجهاد ضغط (22KN/m^2) وذات نفاذية ومسامية متوسطة وبذلك يمكن استخدامها في الأرضيات.

- حسب الدراسات السابقة يقدر الاحتياطي القابل للتعدين بالاحتياطي الكبير وبذلك يمكن تعدينه بالطرق العلمية السليمة لتحقيق أكبر قدر من الاستفادة من هذا الخام وخلق فرص استثمارات جديدة.

التوصيات

- التوسيع في الدراسة وذلك بأخذ عينات من مناطق أخرى ودراستها وإجراء التجارب عليها.
- استخدام طرق التعدين الصحيحة لتحقيق أكبر قدر من الإنتاجية.
- يجب أن يتم الأشراف على استغلال هذه المواد من قبل الدولة الليبية وليس كما حاصل الآن من استغلال بشكل خاص دون مراعاة الشروط البيئية وهدر هذه الثروات.

المراجع

1- المراجع العربية:

- لوحة مزده. الكتيب التفسيري، (1977)، مركز بحوث الصناعية، طرابلس.
- مجلة البحوث الصناعية، (1996) العدد الحادي عشر.
- مشرف محمد، إدريس الطاهر، عوض حسين، (2002)، تطبيقات في الجيولوجيا العامة، الرياض المملكة العربية السعودية، دار المريخ للنشر.

2- المراجع الأجنبية:

- Bell F G, (1992), Engineering Rock Masses, British Library Cataloguing in Publication.
- Goodman Richard E ,(1989), Introduction to Rock Mechanics, Second Edition, University of California at Berkeley.
- <https://www.Kenanaonline.com/users/Hassan/posts/62047>., 5 February 2018.