P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2012 ,(6), (3) :146-158

(*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة

Open Access

صلاحية صخور الحجر الجيري من تكوين الفتحة لاغراض البناء وركام الطرق في محافظة نينوى / شمال العراق

ضياء غاوي صالح

جامعة الموصل– كلية العلوم

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2012/1/5
تاريخ القبول: 2012/8/1
تاريخ النشر: 29/ 8 / 2013
DOI: 10.37652/juaps.2012.77630

الكلمات المفتاحية:

صخور الحجر الجيري ،
تكوين الفتحة ،
نينوى ،
العراق.

الخلاصة:

تضمنت الدراسة اخذ عدة نماذج من مقالع مختارة من محافظة نينوى. أظهرت دراسة الشرائح الصخرية المجهرية– نموذج من كل مقلع– وجود نسبة عالية من الفجوات في (النماذج الضعيفة) التي تكونت بسبب حدوث عملية الإذابة التي تؤثر على المكونات الصخرية, وهذا بالتأكيد يؤثر على مقاومة الصخور مما يؤدي إلى تحديد استخدامها في أجزاء معينة من البناء وخصوصا بناء الجدران. اعتمادا إلى نتائج فحص المقاومة الانضغاطية استنتج أن صخور منطقة الدراسة ذات مقاومة ضعيفة إلى متوسطة القوة, وهذا يتطابق مع دراسات سابقة للصخور الجيرية ضمن المحافظة. كذلك فان نتائج فحص الانحناء وفحص الديمومة والتآكل أكدت أمكانية استخدام الصخور كأحجار تغليف وديكور. في حين أن نتائج فحص السحج (فحص لوس انجلوس) أظهرت, وطبقا للمواصفات العراقية والعالمية عدم صلاحية الصخور للاستخدام كركام في أكساء الطرق ولكن يمكن استخدامها كركام خرساني. بشكل عام فان كثرة انتشار الصخور الجيرية في محافظة نينوى وكذلك التباين الموجود فيها أدى إلى تنوعها مما جعلها تستخدم بشكل واسع لإغراض البناء المختلفة.

المقدمة

استخدمت صخور الحجر الجيري عالميا وبشكل كبير لاغراض البناء لاسيما في الحضارات القديمة، إذ قام الأشوريين قبل 3000 سنة ببناء سور نينوى الأثري حول المدينة, ومن ثم استخدامها في بناء الجوامع والكنائس في الحضارات اللاحقة.

تم تهيئة النماذج الصخرية الخاصة بالدراسة لإجراء الفحوصات المختلفة عليها في مختبري الصخور والطرق في كلية الهندسة – جامعة الموصل, فضلا عن تهيئة الشرائح الصخرية الدقيقة للنماذج في الورشة الجيولوجية لقسم علوم الأرض.

أشارت دراسة سابقة [1]. لصخور الحجر الجيري في مقالع أخرى ضمن محافظة نينوى صلاحيتها لأغراض البناء. تعدا لصخور الجيرية في المقالع التابعة لمحافظة نينوى بشكل عام جيدة لإغراض البناء وذلك لسهولة قطعها بالمكائن الخاصة وأيضا لجماليتها بوجود المتحجرات فيها وكذلك لوفرتها بكميات كثيرة واقتصادية.

إن الطرق المستخدمة حاليا لقلع ألصخور في المقالع العراقية، ومنها مقالع منطقة الدراسة، هي طرق قديمة وغير جيدة فضلا عن إن عمليات القلع العشوائية تؤدي الى تشويه الأرض, نقص الأراضي المستخدمة في الزراعة والتاثير على أنظمة تصريف المياه السطحية وغيرها. نتيجة لذلك يفضل استخدام طريقة المصاطب في قلع الصخور [2]. وهي طريقة عالمية وحديثة وتعتبر اقتصادية أيضا لانها تؤدي الى استغلال كميات كبيرة من الصخور ضمن مساحة محددة وبشكل مثالي. وعادة ماتكون المصطبة بسمك ثابت، وعرض معلوم وبجوانب ذات انحدارات مستقرة. إذ يتأثر سمك الطبقة الواحدة بسمك الطبقات الصخرية بالمقلع, تبدأ المصطبة الأولى من سطح الأرض وتنتهي عند عمق معين وغالبا ماتتضمن الصخور والمواد الغطائية، أما المصطبة الثانية فتبدأ من نهاية المصطبة الاولى ولكن بمساحة اقل منها إذ يتم ترك عرض معلوم وثابت من محيط أو حافة المقلع من المصطبة الاولى لغرض تقليل مسافة وقيمة الانحدار الجانبي للمقلع وذلك لغرض استخدامها كمراحل انتقالية تسهل من حركة المركبات

* Corresponding author at: Mosul University - College of Science;
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5859-6212 .Mobil:777777
E-mail address:

والشاحنات ومختلف المعدات الحقلية الخاصة بقلع الصخور، ونفس الشئ ينطبق على المصاطب التالية.

الهدف من البحث

يهدف البحث الى ماياتي:

1 – تحديد الجدوى الاقتصادية من دراسة الخواص الجيوهندسية للصخور للاستفادة منها لإغراض البناء واكساء الطرق.

2 – التعرف على تأثير كل من الخصائص الجيولوجية باستخدام الشرائح المجهرية الدقيقة, والخواص الفيزيائية للصخور على الخواص الهندسية.

3– ضرورة استخدام الطرق الحديثة في قلع الصخور حفاظا على البيئة بالابتعاد عن عمليات القلع العشوائية التي تشوه سطح الأرض.

موقع وجيولوجية منطقة الدراسة

تتركز منطقة الدراسة الشكل 1 في مناطق مختارة من محافظة نينوى. أخذت جميع النماذج من تكوين الفتحة Fatha Formation الذي يتألف من تعاقبات لدورات رسوبية تتكون من صخور المارل والحجر الجيري والجبس.[3] وكذلك تداخلات لصخور الحجر الرملي ضمن العضو العلوي للتكوين [4].

تم اخذ نماذج من المناطق (فايدة – النموذج 1، 1a), (باعذرا – النماذج 2, 2a), (سد الموصل – النماذج 3a, 4, 4a, 7, 7a), (عين الجحش – النماذج 5, 5a, 6, 6a).

الدراسة المجهرية الدقيقة للشرائح الصخرية

تم تهيئة شرائح دقيقة لسبعة نماذج صخرية من نماذج الدراسة, وقد عولجت بمادة الاليزارين ذات الصبغة الحمراء (Alizarine red – S) لغرض تمييز معدني الكالسايت والدولومايت، حيث يكتسب الكالسايت هذه الصبغة في حين لايكتسبها الدولومايت. وكما موضح في وصف مكونات الشرائح الدقيقة للنماذج الصخرية (1، 2، 3، 4، 5، 6، 7).

الصفات البتروفيزيائية

تعد دراسة الصفات البتروفيزيائية ذات أهمية كبيرة لانها تعطي مدى ملائمة الصخور للموقع الذي تستخدم فيه للبناء، فضلا عن التغيرات التي تحصل في الصفات الهندسية للأنواع المختلفة من صخور الحجر الجيري.

وكذلك فان لها أهمية في تقييم ركام اكساء الطرق والتعرف على الظروف الجيولوجية التي أثرت على الصخور. ومن الصفات التي تم قياسها مختبريا ندرج ماياتي :

1– الكثافة الجافة Density Dry

وهي نسبة وزن النموذج الجاف إلى حجمه الكلي الذي يشمل حجم المادة الصلبة و حجم الفجوات المتصلة والمغلقة، توجد الكثافة بالعلاقة التالية :

$$\text{Dry Density } (\gamma d) = Ws / V$$

حيث

Ws : يمثل وزن النموذج الجاف (غم)

V : يمثل الحجم الكلي للنموذج ($سم^3$)

تم إيجاد الكثافة الجافة من خلال قياس الوزن الجاف والحجم الكلي لنموذج منتظم الأبعاد وبالاعتماد على المواصفات العالمية للصخور [6] وتؤثر الكثافة العالية على الصفات الميكانيكية للصخور بشكل كبير، إذ تزداد قيم الصفات الميكانيكية مع زيادة الكثافة [7].

2 – المسامية الكلية Total Porosity

وهي النسبة المئوية لحجم (الفراغات) المسامات والفجوات النفاذة, التي تمتلك اتصالا بسطح العينة، الى حجم العينة الكلي وتحسب بالعلاقة التالية:

$$\text{Porosity } (n)\ \% = Vv / V \times 100$$

ثم تم إيجاد المسامية الكلية بالاعتماد على المواصفات العالمية[8]. من خلال تشبيع النماذج بالماء (100%) بعد أن تم تفريغ الهواء الذي يحتل المسامات بشكل كلي, كما هو موضح في المعادلتين التاليتين:

$$V = W\,sat - W\,sub\ /\gamma\ W$$

$$Vv = W\,sat - Ws\ /\ \gamma\ W$$

حيث

$(\gamma\ d)$ الكثافة الجافة (غم / $سم^3$)

n: المسامية الكلية

Ws: وزن النموذج المجفف (غم) بدرجة حرارة 105 درجة مئوية ولمدة 24 ساعة

W sat: وزن النموذج المشبع بالماء (غم)

W sub: وزن النموذج المشبع المغمور بالماء (غم)

(γ W) كثافة الماء

V: تمثل الحجم الكلي (سم^3)

Vv: تمثل حجم الفراغات (سم^3)

تتناقص جميع الصفات الميكانيكية للصخور بازدياد المسامية.

3 – نسبة الامتصاص Absorption

وهي تمثل نسبة الماء الممتص من قبل النموذج الصخري لمدة يومين الى وزن النموذج وهو جاف, تم قياسها بالاعتماد على المواصفات العالمية[6]. وتحسب بالعلاقة التالية :

$$Abs\ \% = W1 - W0 / W0 \times 100$$

حيث Ab: نسبة الامتصاص %

W0: وزن النموذج المجفف (غم)

W1: وزن النموذج الجاف إضافة إلى وزن الماء الممتص من قبله لمدة أسبوع حتى استقر وزنه.

تقل قيم الخواص الميكانيكية للصخور بازدياد نسبة الامتصاص. ويعطي الجدول 1 الصفات البتروفيزيائية للنماذج الصخرية.

الفحوصات الميكانيكية للصخور

تعد الفحوصات الميكانيكية ضرورية لغرض تقييم الصخور المستخدمة لإغراض البناء وذلك لمعرفة مدى تحملها للضغط المسلط ومنها ما يأتي:

1 – فحص المقاومة الانضغاطية أحادية المحور Uniaxial Compressive Strength Test

تم استخدام نماذج اسطوانية (لباب صخري) في الجهاز الخاص للفحص بنسبة طول الى قطر معين حسب القياسات العالمية[9]. وتمثل قيمة المقاومة الانضغاطية الإجهاد عند نقطة فشل (تحطم) النموذج، تحسب بالعلاقة الآتية: $C = F / A$

حيث

C : المقاومة الانضغاطية (كغم / سم^2)

F : الإجهاد المسلط (كغم)

A: مساحة المقطع المعرض للإجهاد (سم^2)

ويوضح الشكل 2 قسم من النماذج الصخرية التي تم فحصها بالجهاز. إذ يمكن ملاحظة الشقوق التي تظهر عليها بعد فشلها, بينما يوضح الجدول 2 نتائج المقاومة الانضغاطية للنماذج الصخرية وكذلك المقاومة الانضغاطية المصححة[10] وحسب المعادلة التالية :

$$C1 = C / 0.778 + 0.222 \times D / L$$

حيث

C1 : تمثل المقاومة الانضغاطية المصححة

D: قطر النموذج (سم)

L: طول النموذج (سم)

تصنف صخور منطقة الدراسة من حيث مقاومتها إلى صخور ضعيفة إلى متوسطة القوة[11]. الموضح في الجدول (3).

2 – فحص مقاومة الانحناء Flexural Strength Test

يعد هذا الفحص احد الطرق غير المباشرة في إيجاد المقاومة الشدية للصخور وذلك عن طريق تسليط حمل عمودي على اتجاه التطبق الموجود داخل النموذج, ويعد من الفحوصات المهمة لتقييم الصخور عند استخدامها في البناء كعتبات عليا وفي الشبابيك[12] وكذلك في فتحات التكييف. تم تحضير النماذج الخاصة بهذا الفحص على شكل نماذج عتبية Beams بطول 24 سم وعرض 5 سم وسمك 2.5 سم وحسب المواصفات العالمية القياسية[13]. وتحسب بالعلاقة الآتية (الجدول4):

$$F = 3\ w\ l / 2\ b\ d^2$$

حيث

F : مقاومة الانحناء (كغم / سم^2)

W: مقدار الحمل المسلط (كغم)

L: طول النموذج ألعتبي بين نقطتي التحميل (سم)

b: عرض النموذج (سم)

d: سمك النموذج (سم)

3 – فحص الديمومة والتآكل للصخور Slake – Durability Test

يعتبر هذه الفحص من الفحوصات البسيطة لإيجاد مقاومة الصخور لعوامل التجوية لفترة طويلة والتي من أهمها (تأثير دورات الترطيب والتجفيف في مقاومة الصخور من خلال انتقال الماء والسوائل الأخرى

خلال مساماتها والتي تؤدي إلى حصول عمليات إذابة وإعادة تبلور داخل الصخر). تم فحص النماذج الصخرية بجهاز الديمومة طبقا للمواصفات الأمريكية[14]. حيث تم تعريض النماذج إلى ثلاث دورات من الترطيب والتجفيف.

جهاز الفحص يتكون من أربع خلايا اسطوانية الشكل بإبعاد 100 ملم طول و 140 ملم مثبتة داخل أحواض, جدران هذه الاسطوانات تكون على شكل شبكة فتحاتها بإبعاد (2 × 2 ملم) يوضع في كل منها (10) نماذج من الصخور وزن كل نموذج (50 غم) بحيث يصبح وزن النموذج في كل اسطوانة (500 غم), تدور هذه الاسطوانات بسرعة (20 دورة / ثانية) ولمدة 10 دقائق بعد ذلك يتم استخراجها وتجفيفها بدرجة حرارة 110 درجة مئوية ولمدة 16 ساعة ثم تترك النماذج لتبرد بدرجة حرارة الغرفة لمدة 20 ثانية عندئذ يتم حساب نسبة التآكل والتي تمثل نسبة الفقدان بالوزن بالعلاقة التالية:

$$\text{Slake \%} = (W1 / W0) \times 100$$

حيث

W1: الفرق في وزن النموذج قبل وبعد الفحص (غم)

W0 : وزن النموذج الأصلي قبل الفحص (غم)

نتائج الفحص يوضحها الجدول (5)، وطبقا لتصنيف Gamble (1981) seen in ref.[15] تصنف الصخور عموما بأنها ذات ديمومة عالية كما موضحا بالجدول (6).

4 – فحص مقاومة التآكل أو (سحج لوس أنجلوس) Abrasion Resistance Test

يستخدم هذا الفحص لتحديد مدى مقاومة الركام للسحج عند تسليط قوة مماسية وقوة عمودية في إن واحد باستخدام كرات معدنية خاصة في جهاز الفحص. تم تهيئة عينة الفحص حسب المواصفات القياسية الأمريكية.[16] والمواصفات العراقية[17]. تتكون العينة من مجموعتين وفق تدرج معين في المناخل الخاصة والتدرج يتكون من جزئين متساويين بالوزن ومجموع وزنيهما (5 كغم) ويكون مقاس الجزء الأول بحيث يعبر منخلا بحجم 20 ملم ويتبقى على منخل بحجم (12.5ملم), ومقاس الجزء الثاني يعبر المنخل حجم 12.5ملم ويتبقى على منخل حجم (10ملم). يتم تسخين العينة في فرن درجة حرارته (105درجة مئوية) إلا إن يثبت وزنها. ثم توضع عينة الفحص الجافة مع الكرات التي عددها (11 كرة) متساوية الوزن ومجموع وزنها 4584غم في الجهاز الذي يتكون من اسطوانة فولاذية مجوفة مغلقة النهايتين قطرها الداخلي (70) سم وطولها الداخلي (50) سم مركبة على عمود قصير يرتبط بنهايتي الاسطوانة وليخترقها بحيث يسمح بدوران الاسطوانة بوضعها الأفقي. يتم سد غطاء فتحة إدخال العينات والكرات بإحكام ثم تدار الاسطوانة بسرعة (30 – 33) دورة / دقيقة لحين إكمال 500 دورة.

بعد الانتهاء يتم رفع العينة من الجهاز ونخلها على منخل حجم (2.36ملم) أو أي منخل أخر اكبر من حجم (1.7ملم), وينخل الجزء المار من هذا المنخل على منخل حجم (1.7ملم) وتغسل المواد المتبقية على هذا المنخل للتخلص من المواد الناعمة كليا ويجفف الجزء المتبقي على نفس المنخل إلى إن يثبت وزنه. يتم حساب النسبة المئوية للسحج بالعلاقة التالية، الجدول (7).

النسبة المئوية للسحج = الوزن الجاف للعينة قبل الفحص–الوزن الجاف للعينة بعد الفحص / الوزن الجاف للعينة قبل الفحص × 100

من خلال ملاحظة النتائج نجد أن النسبة المئوية للسحج أكثر من (30%, 50%) للمواصفات الأمريكية والعراقية على التوالي.

العلاقات الرياضية بين الخواص البتروفيزيائية والميكانيكية

اعتمادا على نتائج الفحوصات المختبرية, تم تطبيق بعض العلاقات الرياضية لايجاد معامل الترابط بين الصفات الصخرية بشكل عام. تستخدم هذه العلاقات لمعرفة خواص هندسية صعبة القياس من خلال علاقتها مع خواص أخرى يمكن قياسها بسهولة خاصة عند عدم توفر أجهزة الفحص. من ملاحظة الأشكال (3 – 7) نلاحظ أن معامل الارتباط بين الخواص يكون مختلفا, فعلى سبيل المثال يكون معامل الترابط قويا بين المسامية ونسبة الامتصاص (R = 0.94), ويكون معامل الترابط متوسط أو ضعيف حسب الارتباط بين الخواص الصخرية المختلفة. بصورة عامة العلاقة بين الخواص عكسية لمعظم الصفات عدا قسم منها علاقته طردية.

المناقشة والاستنتاجات:

من نتائج الفحوصات البتروفيزيائية للنماذج الصخرية في منطقة الدراسة, تصنف كثافة الصخور بأنها ذات كثافة قليلة [18]. وهذا ماتوصلت إليه دراسة سابقة لصخور الحجر الجيري في مقالع أخرى ضمن المحافظة. وكذلك أظهرت نتائج قياس المسامية للصخور أنها ذات مسامية متوسطة إلى عالية حسب[19] فضلا عن ان نتائج نسبة

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2012 ,(6), (3) :146-158
(JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة
Open Access

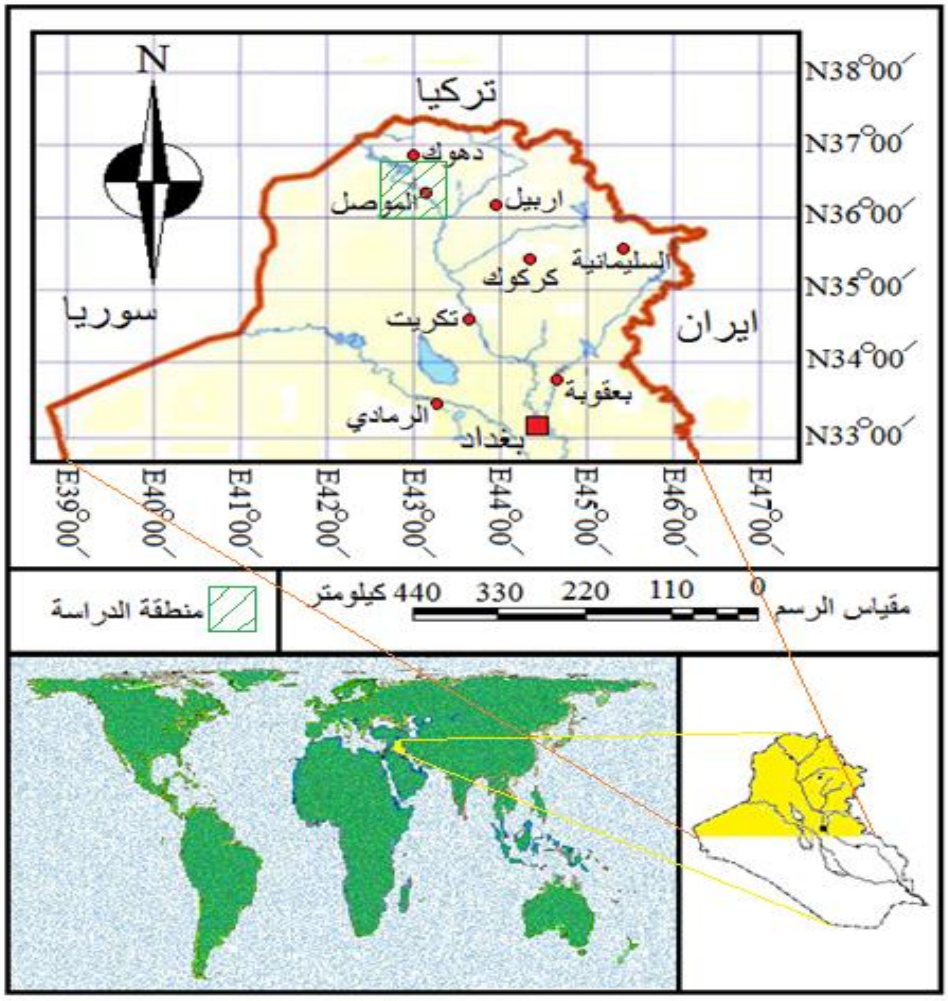
الامتصاص كانت متباينة وتتراوح (3.55 % – 9.38 %) والسبب هو اختلاف المسامية حيث تزداد بزيادتها وكذلك لاختلاف نسبة المسامات المتصلة والتي تؤدي بدورها إلى ازدياد كمية الماء الممتص من قبل الصخرة.

ومن نتائج الفحوصات الميكانيكية للنماذج كانت المقاومة الانضغاطية المصححة (تتراوح مابين123 –254 كغم / سم^2) ولذلك تصنف الصخور على أن مقاومتها ضعيفة إلى متوسطة القوة.

بالاعتماد على نتائج الفحوصات البتروفيزيائية أعلاه وكذلك نتائج الفحوصات الميكانيكية [مقاومة صخور الدراسة المتوسطة, ديمومة الصخور العالية, مقاومة الانحناء المتوسطة وفحص التآكل(لوس انجلوس)] وطبقا للمواصفات القياسية العالمية والعراقية، استنتج الأتي :

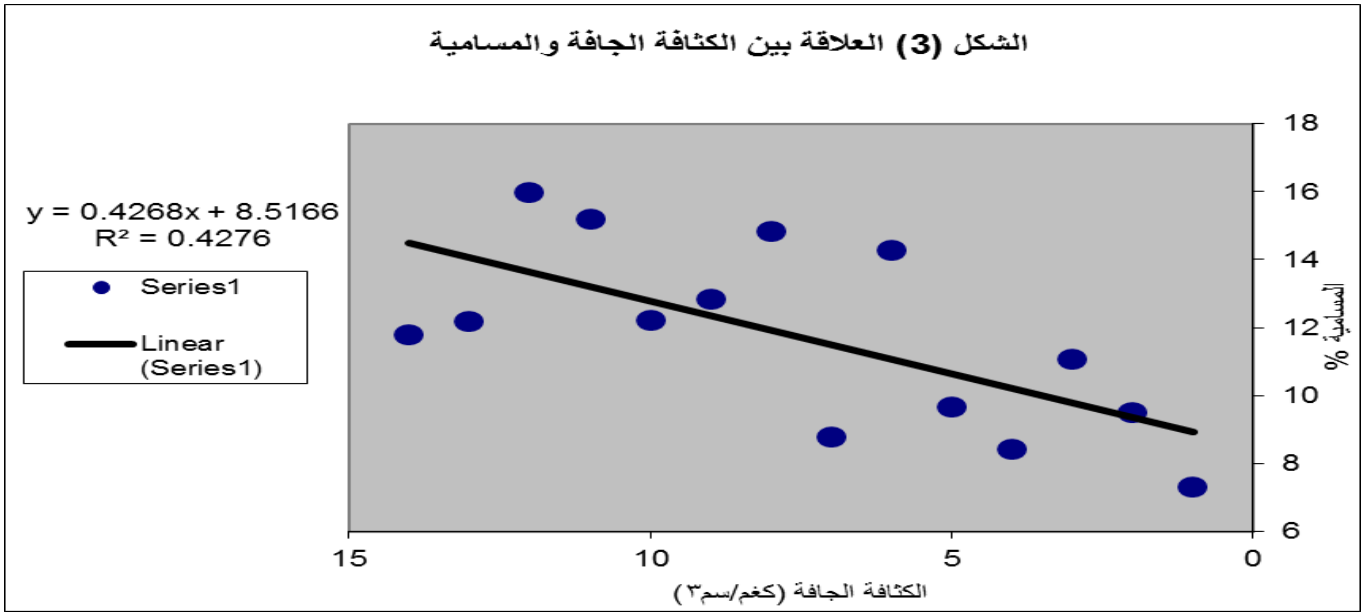
1 – صلاحية الصخور الجيرية في منطقة الدراسة للاستخدام كأحجار بناء في التغليف والديكور ودعامات الزينة, فضلا عن تغليف الجدران التي لا تتعرض إلى مياه الأمطار وذلك لأنها تمتاز بمسامية متوسطة إلى عالية وكثافة قليلة بحيث لاتشكل حملا كبيرا على الأسس وتكون عازلة للحرارة والصوت، فضلا عن استخدامها كعتبات عليا في فتحات التهوية وفي الشبابيك.

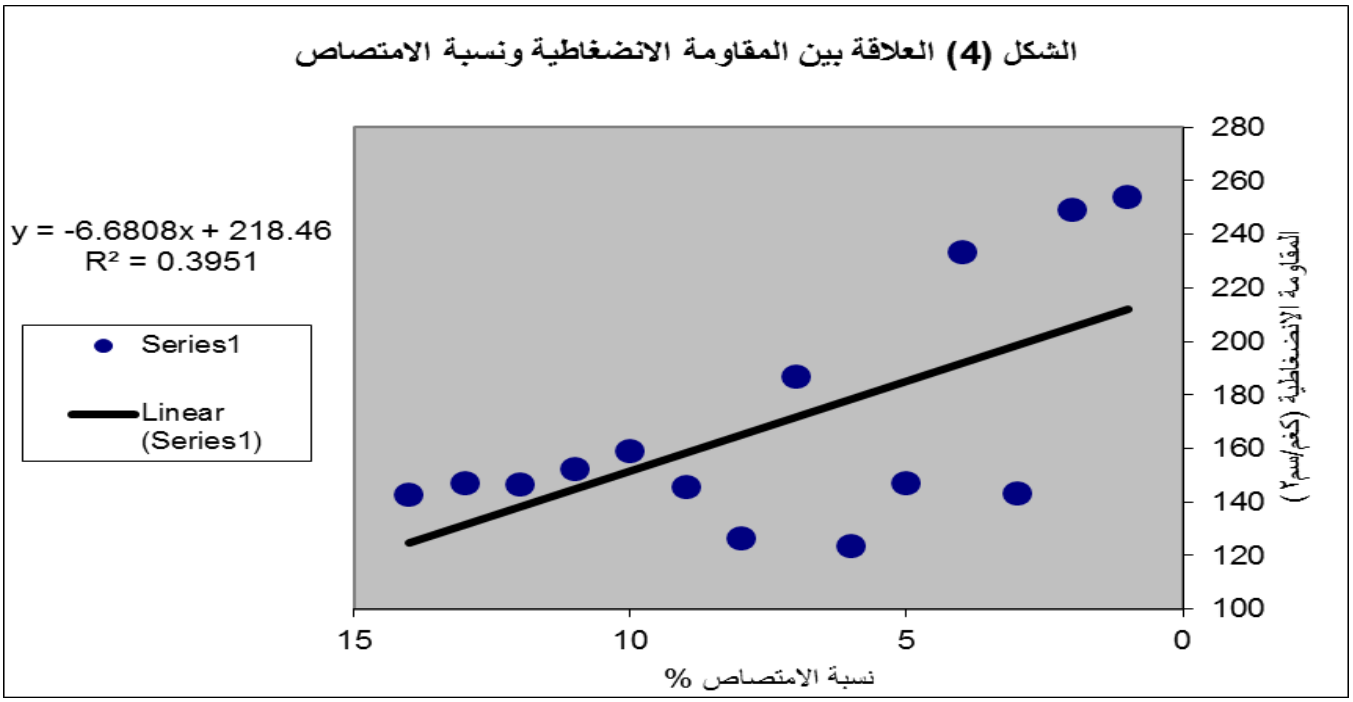
2 – عدم صلاحية الصخور للاستخدام كركام لاكساء الطرق بالاعتماد على نتائج فحص التآكل التي أظهرت أن النسبة المئوية للسحج (70% فما فوق) وهي أكثر من النسبة المئوية ضمن المواصفات العالمية والعراقية (30%, 50%) على التوالي ولذلك لايمكن استخدام الصخور الجيرية في منطقة الدراسة كركام لاكساء الطرق, ولكن أمكانية استخدامها كركام خرساني.



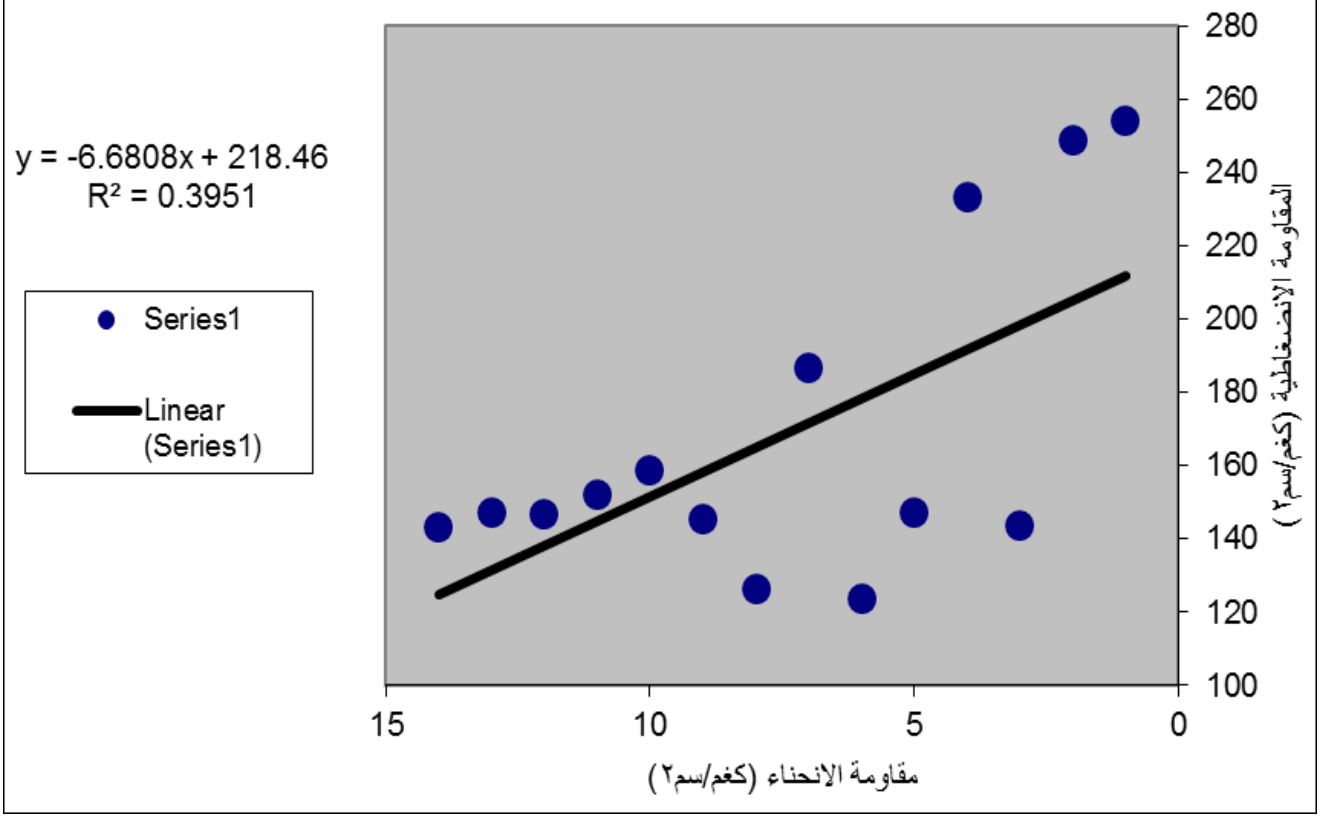
الشكل (1) موقع منطقة الدراسة.

الشكل (2) الشقوق التي تظهر على النماذج بعد الفحص

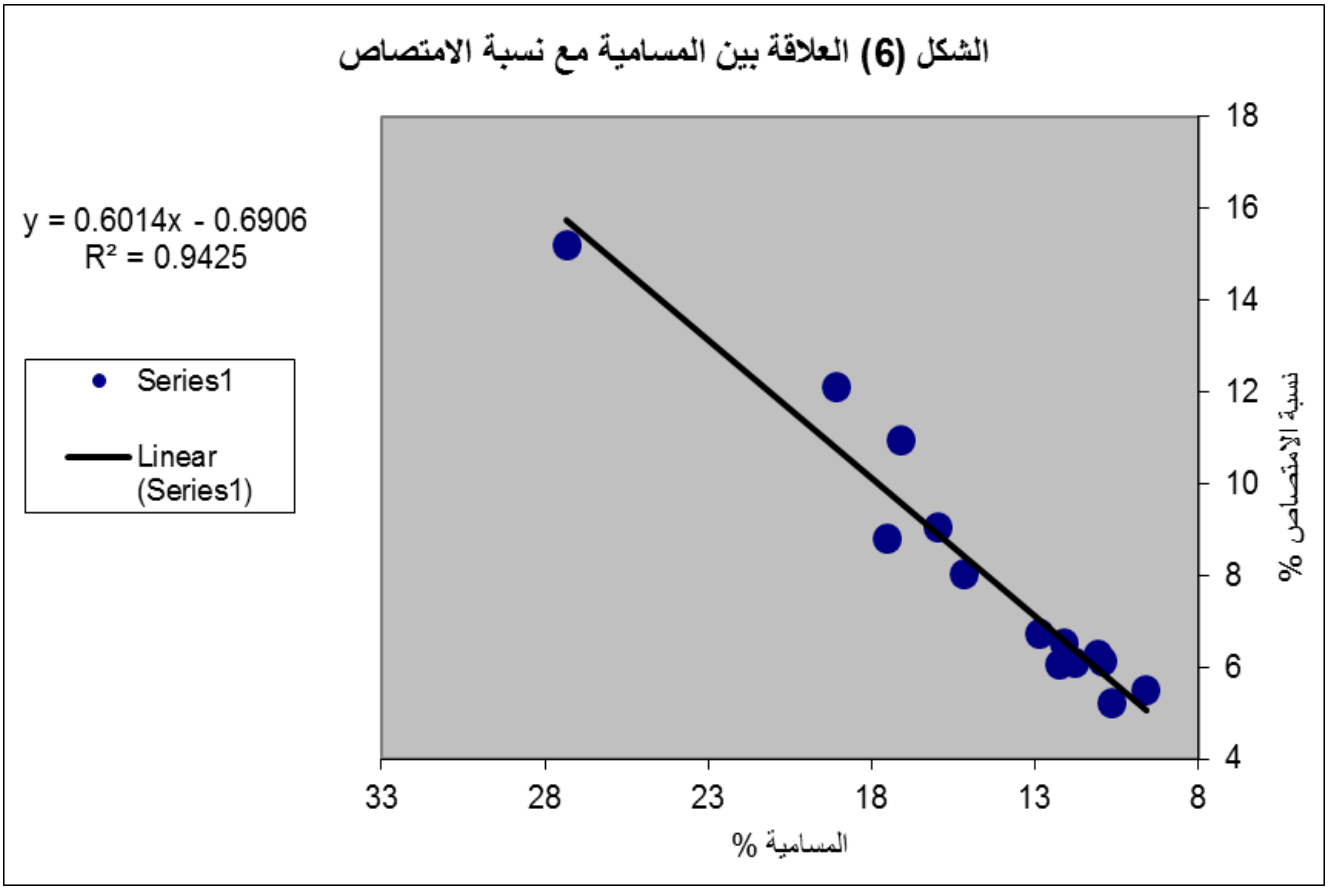


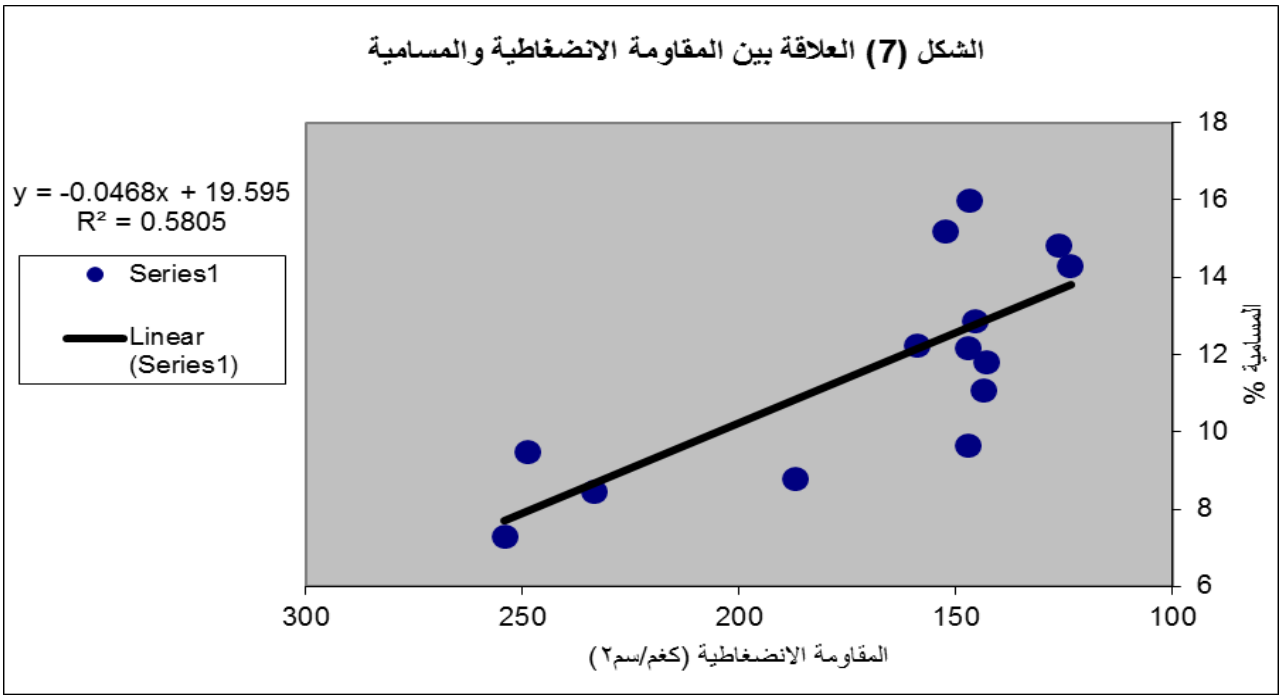


الشكل (5) العلاقة بين المقاومة الانضغاطية ومقاومة الانحناء



الشكل (6) العلاقة بين المسامية مع نسبة الامتصاص





النموذج رقم (1): تتكون الشريحة من مكرايت Micrite ناعم يتعرض الى عملية إعادة تبلور إلى Microspare يحوي على مسامية ثانوية من نوع القالبية biomold porosity بنسب قليلة ويلاحظ وجود نسبة قليلة من المتحجرات مع دمالق. واستنادا لهذا الوصف فان الصخرة تعد من نوع Wackestone حسب تصنيف[5].

النموذج رقم (2): تتكون الشريحة كذلك من مكرايت ناعم، وتظهر بوضوح ا لعمليات التحويرية (الإذابة Dissolution, إعادة التبلور Recrystallizati والسمنتة Cementation) بوضوح, واستنادا لهذا الوصف تعد الصخرة من نوع packestone.

النموذج رقم (3): وجود متحجرات بكثرة الأرضية Groundmass من نوع مكرايت. تحدث عمليات تحويرية مكونة مسامية فضلا عن حدوث عملية السمنتة ووجود الفتات العضوي مع وجود قطع من الطحالب، واستنادا لهذا الوصف تعد الصخرة من نوع packestone.

النموذج رقم (4): وجود متحجرات بشكل واضح وعددها كثير, تواجد الفتات العضوي، وتتكون الشريحة من مكرايت ناعم, واستنادا لهذا الوصف تعد الصخرة من نوع packestone.

النموذج رقم (5): تتكون الشريحة من مكرايت ناعم والفجوات قليلة, القوالب الناتجة عن الإذابة قليلة وناعمة,. واستنادا لهذا الوصف تعد الصخرة من نوع Wackestone.

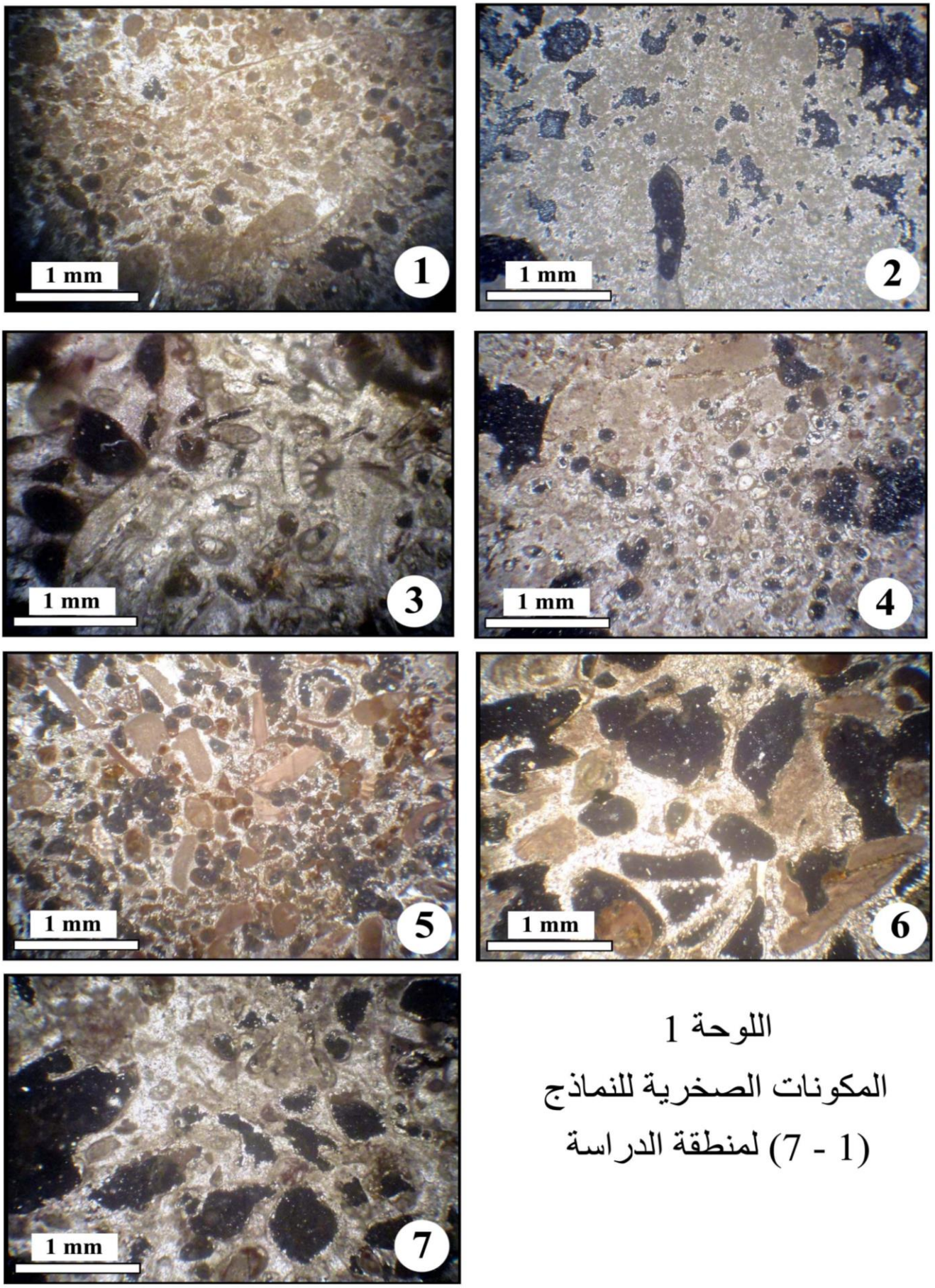
النموذج رقم (6): تتكون الشريحة من ميكرايت ناعم وتحدث عملية إعادة تبلور والمسامية الثانوية تكون عالية، واستنادا لهذا الوصف تعد الصخرة من نوع packestone.

النموذج رقم (7): وجود الكثير من المتحجرات, الأرضية من نوع ميكرايت, العمليات التحويرية (الإذابة) تؤدي الى تكون مسامية ثانوية بنسبة عالية (المسامية القالبية والمسامية الثغرية Vugy porosity). توجد عملية السمنتة من خلال ملاحظة الإسمنت من نوع سباري كالسايت في بعض القوالب في الشريحة, كذلك نلاحظ عملية إعادة التبلور إذ نلاحظ تحول المكرايت في الأرضية الى مايكروسبار ناتجة عن عملية إعادة تبلور تصاعدي Aggrading. واستنادا لهذا الوصف تعد الصخرة من نوع Biomicrite. وتوضح اللوحة 1 المكونات الصخرية للنماذج أعلاه في منطقة الدراسة:

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2012 ,(6), (3) :146-158

(JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة

Open Access



اللوحة 1

المكونات الصخرية للنماذج

(1 - 7) لمنطقة الدراسة

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2012 ,(6), (3) :146-158

(*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة

Open Access

الجدول (1) الصفات البتروفيزيائية للنماذج الصخرية

رقم النموذج	الكثافة الجافة (غم/سم^3)	الحجم (سم^3)	الطول (سم)	القطر (سم)	الوزن المشبع (غم)	الوزن الجاف (غم)	نسبة الامتصاص %	المسامية %
1	2.04	272.64	11.9	5.4	585.4	565.3	3.55	7.30
1a	1.99	261.19	11.4	5.4	544.6	519.8	4.77	9.49
2	1.75	249.73	10.9	5.4	466.2	438.6	6.29	11.06
2a	1.79	249.73	10.9	5.4	469.9	448.8	4.70	8.44
3	1.78	219.73	10.9	5.4	415.8	391.7	7.93	14.15
3a	1.77	219.73	10.9	5.4	425.2	389.5	9.16	16.24
4	1.74	211.40	10.1	5.4	389.8	369.5	5.49	9.60
4a	1.72	211.40	10.1	5.4	399.7	365.4	9.38	16.22
5	1.90	254.3	11.1	5.4	517.6	484.9	6.74	13.33
5a	2.01	265.7	11.6	5.4	589.3	564.2	4.44	9.44
6	1.89	238.2	10.4	5.4	487.2	451.0	8.02	15.19
6a	1.76	238.2	10.4	5.4	458.0	419.9	9.07	15.99
7	1.86	240.5	10.5	5.4	477.5	448.2	6.53	12.18
7a	1.93	245.1	10.5	5.4	502.5	473.6	6.10	11.79

الجدول (2) المقاومة الانضغاطية للنماذج الصخرية

رقم النموذج	القوة عند الانهيار (كيلو نيوتن)	المقاومة الانضغاطية (كغم / سم^2)	المقاومة الانضغاطية المصححة (كغم / سم^2)
1	50.9	232.24	254.05
1a	40.96	220.99	248.89
2	29.1	127.63	143.42
2a	47.26	207.30	233.45
3	29.8	130.70	147.18
3a	25	109.65	123.49
4	38.2	167.54	186.86
4a	25.81	113.24	126.29
5	29.4	128.94	145.53
5a	31.93	140.07	158.93
6	31	135.96	152.21
6a	29.87	131.03	146.69
7	29.9	131.14	147.00
7a	29.08	127.55	142.97

الجدول (3) تصنيف الصخور حسب المقاومة الانضغاطية أحادية المحور

التصنيف	المقاومة الانضغاطية أحادية المحور (نيوتن/ ملم^2)
ضعيفة إلى ابعد حد	اقل من 2
ضعيفة جدا	2 ≤ المقاومة ≤ 6
ضعيفة القوة	6 ≤ المقاومة ≤ 20
متوسطة القوة	20 ≤ المقاومة ≤60
قوية جدا	60≤ المقاومة ≤200
قوية إلى ابعد حد	اكبر من 200

الجدول رقم (4) مقاومة الانحناء للنماذج الصخرية

رقم النموذج	الحمل المسلط (كغم)	الوزن الصلب (غم)	الحجم ($سم^3$)	الكثافة (غم/ $سم^3$)	السمك (سم)	العرض (سم)	الطول (سم)	مقاومة الانحناء (كغم/ $سم^2$)
1	120	503.8	330.7	2.04	2.6	5.3	24	120.57
1a	80	496.7	340.3	1.99	2.4	5.0	23.8	99.58
2	100	559.5	299.5	1.75	2.4	5.2	24	120.18
2a	90	510.9	311.6	1.79	2.5	5.1	23.9	101.22
3	90	513.2	313.2	1.78	2.5	5.0	24	103.68
3a	80	502.1	298.2	1.77	2.6	5.2	24	81.92
4	80	489.2	306.0	1.74	2.5	5.1	24	90.34
4a	120	540.0	299.0	1.72	2.4	5.1	22.5	91.9
5	110	507.0	294.3	1.90	2.6	5.1	22.2	106.24
5a	80	499.9	302.5	2.01	2.4	5.1	24	100
6	90	480.6	297.7	1.89	2.6	5.0	22.9	91.46
6a	100	500.5	320.3	1.76	2.5	5.0	24	115.2
7	80	535.2	293.8	1.86	2.4	5.1	24	98.02
7a	90	490.9	302.5	1.93	2.5	5.2	23.5	97.6

الجدول رقم (5) فحص الديمومة للنماذج الصخرية

رقم النموذج	% المتبقي بعد أول دورة (10 دقائق)	% المتبقي بعد ثاني دورة (10 دقائق)
1	98.52	97.06
1A	97.71	96.29
2	98.00	96.37
2A	97.87	96.53
3	96.14	94.56
3a	95.88	94.81
4a	96.73	95.26
5	96.44	96.04
5a	96.97	96.03
6	95.55	94.64
6a	95.55	94.55
7	97.68	95.63
7a	97.75	95.95

الجدول (6) تصنيف الصخور اعتمادا على (Gamble, 1981)

الديمومة	الوزن الجاف % المتبقي بعد دورة واحدة	الوزن الجاف % المتبقي بعد دورتين
عالية جدا	اكبر من 99	اكبر من 98
عالية	99 -98	98 – 95
متوسطة – عالية	98 – 95	95 – 85
متوسطة	95 – 85	85 – 60
منخفضة	85 – 60	60 – 30
منخفضة جدا	اقل من 60	اقل من 30

الجدول (7) النسبة المئوية لسحج لوس أنجلوس للنماذج الصخرية

رقم النموذج	1	1a	2	A2	3	3A	4	4a	5	6a	6	5a	7	7a
النسبة المئوية للسحج	70	71	81	75	80	100	77	98	81	80	79	79	80	81

المصادر

1 – ذنون، ذنون عبد الرحمن والجبوري, علي حسين(1997). الخواص الجيوتكتونية للصخور الجيرية المستغلة لأغراض البناء في محافظة نينوى. *المجلة العراقية لعلوم الأرض*, المجلد 30: العدد 2, ص 40 – 52.

2- البصام، خلدون وميخائيل، وليد (1996). التأثيرات البيئية للعمليات الاستخراجية المعدنية. وقائع ندوة الصناعة والبيئة، بغداد.

3 - R. C van Bellen, H.V. Dunning ton, Morton (2005). Stratigraphic Lexicon of Iraq. Reprinted electronically and on paper by Gulf petrol ink, permission of CNRS Editions, France.

4 - ALnaqib S. Q. and Aghwan Th. A. (1993). Sedimentological study of the clastic units of Lower Fars Formation. *Iraqi Geological Journal*. Vol. 26: pp 108-121.

5 - Wright V.P. (1992). A revised classification of limestone. American Association of Petroleum Geologists Memoir 77

6 - ASTM C 127 90 (2004). Standard test method for density, R. density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate.

7 - Honyborne, D.B. (1982). The building Limestone of France. Building Research Establishment Report. HMSO, London.

8 - ASTM C 97 (2009). Standard test for determination of porosity test method for rocks.

9 - ASTM D 2939 95 (2004). Standard test method for unconfined compressive strength of intact rock core specimen.

10 – Obert & L, Duvall WI. (1967). Rock Mechanics and the design of structures in rock. Wiley, London, P 650.

11 - Franklin J. A. and Dusseault M.B. (1989). Rock Engineering. McGraw Hill. USA.pp.315.

12 - Craisafe, V. A. (1979).Kansas building stones.USA.

13 - ASTM C 99 87 (2004). Standard test method for dimension stone, flexural test, modulus of rupture.

14 - ASTM D4644 (1987). Standard Test Method for Slake Durability of Shale and Similar Weak Rocks. American Society for Testing Materials.

15 - Goodman R.E. (1980). Introduction to Rock Mechanics. Jon Wiley & Sons USA.

16 - ASTM C 131 96 (2004). Standard test method for test method resistant to degradation of small – size coarse aggregates by abrasion and impact in the loss angles test.

17 – المواصفة القياسية العراقية م.ق.ع، 41 لسنة (1989), فحص السحج باستعمال جهاز لوس انجلوس.

18 – المواصفة القياسية العراقية م.ع، 1387 لسنة (1989).المركز الوطني للمختبرات والبحوث الإنشائية, نمذجة المواد الإنشائية.

19 - Peng, S. & Zhang J. (2007). Engineering Geology for Underground Rocks. spring – Verlag Berlin Heidelberg New York.

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2012 ,(6), (3) :146-158

THE SUITABILITY OF LIMESTONE OF FAT'HA FORMATION FOR BUILDING AND ROAD AGGREGATES IN NINEVEH GOVERNORATE / NORTH IRAQ

DHYIAA GHAWI SALEH

ABSTRACT

This study includes several sample were taken from different quarries located in Nineveh Governorate. The microscopic study of thin sections (sample for each quarry) reveled existing a high ratio of voids in (weakly samples) that were formed due to the dissolution. This certainly effects the strength of rocks and eventually leads to not using in certain parts of building. Depending on the uniaxial compressive strength of the rocks is studied area, it is shown that it has week to medium strong. This is the same conclusion. With the previous studies of the calcareous rocks in Governorate. The Flexural test and slake-durability test have also converted that the using of theis rocks as decoration and covering of the outer walls as well as. While the abrasion resistance test (loss angles test) according to the Iraqi and international standers are reveled to the instability of these rocks in road pavements as aggregates, but it can be used as concrete aggregate. Generally, the wide widespread abandons of calcareous rocks in Nineveh Governorate, also the different discrepancy in it has led to wildly used in different construction purposes.