



تقييم صلاحية صخور الحجر الجيري في منطقة الشرقاط كموايد بناء وكركام لرصف السكك

الحديدية/ شمالي العراق

أحمد إبراهيم محمد¹

نهاد سعود الجبوري² *

لؤي موسى راوي¹

ahmed.moh@tu.edu.iq

nihadsaoud@uomosul.edu.iq

loaytaref@tu.edu.iq

¹ كلية التربية الأساسية الشرقاط، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

² قسم هندسة التعدين، كلية هندسة النفط والتعدين، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

* الباحث المراسل.

تاريخ الاستلام: 19 أيار 2025 تاريخ المراجعة: 02 تموز 2025 تاريخ القبول: 22 آب 2025

تاريخ النشر الإلكتروني: 01 تشرين الأول 2026

الملخص

تُعد أحجار البناء من المواد الطبيعية المستخدمة في الإنشاءات، نظراً لما تتميز به من خصائص فيزيائية وميكانيكية ملائمة للأغراض الهندسية. يتم استخراج هذه الصخور وقصها إلى كتل بأحجام محددة وفقاً للمعايير الهندسية (ASTM, C 119-02, 2004) (Dimension stone) من بين هذه الصخور، يُعد الحجر الجيري من أهم المواد المستخدمة في عدة صناعات، منها إنتاج كتل البناء، تصنيع الحصى المستخدم في الخرسانة، أنظمة الصرف الصحي كمرشحات، وفي الطرق وفي صناعة أحجار الزينة لتغطية الأرضيات والواجهات الداخلية والخارجية للمباني. تم دراسة صلاحية استخدام صخور الحجر الجيري لتكوين الفتحة إلى الجنوب من قضاء الشرقاط الواقع شمال محافظة صلاح الدين لأغراض البناء وركام لرصف السكك الحديدية. إذ تمت نمذجة الحجر الجيري من أربع محطات ومن ثم إعدادها لإجراء الفحوصات المختبرية حسب المواصفات الأمريكية القياسية (ASTM, C 568 - 99, 2004) وأظهرت نتائج الفحوصات أن كثافة العينات تراوحت بين 2.07 و 2.17 غم/سم³، كما تراوحت قيم نسبة الامتصاص ما بين (5.94 - 6.41)، والمقاومة الانضغاطية اللامحسورة بين (15.6 - 18.4) ميكاباسكال. وتراوحت مقاومة الانثناء (4.11 - 6.53) ميكاباسكال. بينما تراوحت قيمة مقاومة سحق الركاب بين (34.5 - 41.7 %). أظهرت النتائج أن صخور الحجر الجيري في المنطقة المدروسة تُعد مناسبة للاستخدام كموايد بناء، وفقاً للمواصفات الأمريكية القياسية (ASTM, C 568-99, 2004)، وذلك في جميع محطات منطقة الدراسة. في المقابل، بُيّنَت الفحوصات عدم صلاحية الصخور في المحطات الأربعة لاستخدامها كركام رصف في خطوط السكك الحديدية.

الكلمات المفتاحية:

أحجار البناء، صخور الحجر الجيري، منطقة الشرقاط، ركام لرصف السكك الحديدية، مواد البناء.

DOI: [10.33899/injes.v26i4.61141](https://doi.org/10.33899/injes.v26i4.61141), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

=====

1. المقدمة

أنظمة الصرف الصحي كوسيط ترشيح، وفي رصف الطرق بعد مزجه بالقلار، إضافة إلى استخدامه في إنتاج أحجار الزينة لتكسية الأرضيات والواجهات الداخلية والخارجية للمباني (Ayid and Abood, 2025; Guo et al., 2022; Al-Ali and Al-Khafaji, 2020; مصطلح عام يطلق على القطع الصخرية المستخرجة من المقالع (Haddad, 2003). عرف الحجر كمادة أساسية للبناء منذ فجر التاريخ وقد تميزت كل حضارة من الحضارات التي تعاقبت على أي بقعة من العالم بنمط خاص يميز مساكنها وقصورها ومعابدها وقد تركت أثارها بصمات واضحة على النمط المعماري الذي نحتت فيه

تُعد أحجار البناء نوعاً من الصخور التي تتواجد طبيعياً وتمتلك خصائص فيزيائية وهندسية خاصة، حيث تُستخرج من المقالع وتُقطع إلى كتل منتظمة تُعرف بأحجار البناء المشكلة (Dimension Stone)، وذلك وفقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM C119-02, 2004) يعتبر الحجر الجيري من أهم الخامات المعدنية التي تُستخدم كمادة رئيسية أو مساعدة في العديد من التطبيقات. فهو يدخل في صناعة كتل البناء، والحصى المكسر، والخرسانة، كما يُستخدم في

تضمنت أعمال المختبر، أولاً، إعداد وتجهيز نماذج مختلفة، نموذج لكل محطة تمثل منطقة الدراسة، وثانياً، إجراء الاختبارات. تم اختيار الاختبارات المطلوبة وفقاً للمواصفة القياسية الأمريكية (ASTM, C 568-99, 2004)، والتي تعتمد على معدل الامتصاص والكثافة ومقاومة الضغط غير المحصورة ومقاومة الانحناء. أجريت هذه الاختبارات في مختبر الصخور/كلية العلوم/جامعة تكريت، بالاعتماد على طريقة الوزن الثلاثي. تم اختبار معدل التآكل الميكانيكي (لوس أنجلوس) بالاعتماد على المواصفة القياسية (ASTM, C 131-96, 2004). تم إجراء الاختبار في مختبرات قسم الهندسة المدنية/كلية الهندسة/جامعة تكريت. صنفت هذه المواصفة أحجار البناء الطبيعية إلى ثلاث مجموعات كما هو موضح في الجدول 1، بالإضافة إلى المواصفات الميكانيكية والفيزيائية للركام المستخدم كحجر أرضة للسكك الحديدية (Raymond, 1979) (ORBD, 1999) الجدول 2.

الجدول 1: يبين اصناف وخواص الحجر الجيري الجيوتكنيكية حسب

(ASTM, C 568, 2004).

المتطلبات الفيزيائية		المتطلبات الهندسية	
الامتصاص (%) بالكتلة	الكثافة (غم سم ³)	المقاومة الانثناء	مقاومة
I	12 <	1.76 >	2.9 >
II	12 >	2.16	3.4
III	12 >	2.56	6.9 >

الجدول 2: يوضح المواصفات للفحوصات الفيزيائية والميكانيكية لركام الحجر الجيري المستخدم كحجر لرصف السكك الحديدية (Raymond, 1979; ORBD, 1999).

ت	المواصفات الخاصة بالركام الفيزيائية والميكانيكية	المدى المسموح به
1	قيمة الكثافة الجافة	يجب ان لا تقل عن 2.4 (غم/سم ³)
2	نسبة او مقدار امتصاص الماء	يجب ان لا تزيد عن 3%
3	المقاومة الانضغاطية للامحسورة	لا تقل عن 80 ميكاسباسكال
4	قيمة مقاومة السحج (التآكل) للركام	لا تزيد عن 25-30 %

4. الفحوصات المختبرية

A. الكثافة الجافة (p_{dry}):

وهي نسبة وزن النموذج الجاف إلى حجمه الكلي الذي يشمل حجم المادة الصلبة و حجم الفجوات المتصلة والمغلقة ووحداتها (كغم/م³) او غم/سم³ (ASTM, C 127-01, 2004). وتم قياس كتلة وحدة الحجم للنماذج بطريقة الأوزان الثلاثة وفق المواصفة اعلاه وحسب المعادلة الآتية.

$$p_{dry} = \{W_d / (W_{sat} - W_{sub})\} \cdot p_w \quad (1)$$

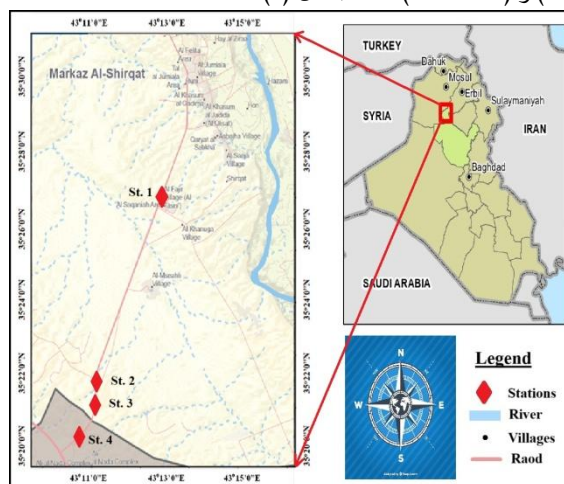
p_{dry} = الكثافة الجافة (غم.سم³)، W_d = وزن العينة الجافة (غم)، W_{sat} = وزن العينة المشبعة (غم)، W_{sub} = وزن العينة المغمورة بالماء (غم)، p_w = كثافة الماء (غم.سم³)، وكما في جدول (3).

B. نسبة الامتصاص:

حجارة منشأتها او طريقة البناء او نوع الحجر (Al-Darsia, and Abdulhadi, 2011). حيث تكون الصخور الجيرية واسعة الانتشار في الطبيعة وتكون ما نسبة (20-25%) من مجموع الصخور الرسوبية الكلي (Pettijohn, 1975) وعالمياً تحتل صخور الحجر الجيري المرتبة الثالثة من مصادر المعادن والصخور المستخرجة (Flugel, 2004) يطلق على المواد الحبيبية تسمية الركام التي يتم الحصول عليها بعد عمليات تكسير الصخور وتتراوح حجومها من (5-70) ملم ومن ضمنها يدخل الرمل والحصى وكسارة الصخور الصناعية. حيث يكون الركام المادة الرئيسية في اعمال الرصف بنسبة (70-75%) من الحجم الكلي لمكونات طبقات الرصف اي ما يعادل (90-95%) بالوزن، إن وظيفة الركام الاساسية والمهمة هي تحمل جميع الاجهادات المسلطة والمختلفة (Al-Darsia, and Abdulhadi, 2011). يهدف البحث الى دراسة الخواص الجيوتكنيكية الفيزيائية والميكانيكية لصخور الحجر الجيري في منطقة الدراسة لمعرفة مدى صلاحيتها لمختلف أغراض البناء وركام رصف في السكك الحديدية.

2. موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن قضاء الشرقاط الى الشمال من محافظة صلاح الدين/ شمالي العراق والتي تمتد من مفرق الشرقاط جنوب المدينة باتجاه مركز قضاء الشرقاط والمحددة بين خطي طول (0° 11' 43") و (0° 15' 43") شرقاً، ودائرتي عرض (20' 35° و (0° 30' 35° شمالاً، شكل (1).



الشكل 1: يبين موقع منطقة الدراسة.

3. طرق العمل:

1.3. العمل الحقلية:

شمل العمل الحقلية جولات حقلية للاطلاع على منطقة الدراسة ومن ثم تحديد محطات النمذجة الممثلة للمنطقة بواسطة ال (GPS) واخذ النماذج من الكتل الصخرية غير منتظمة الشكل (Irregular) تكون من غير المتجانسة وكمياتها تكفي لإعداد جميع العينات لإكمال وإنجاز الفحوصات المختبرية التي على اساسها يتم أخذ القرار بشأن صلاحيتها لأغراض البناء وطبقاً للمواصفة الامريكية القياسية الخاصة بالبناء (ASTM, C 568-99, 2004)، اذ تمت النمذجة من اربع محطات تغطي المنطقة وكما موضح في شكل (1).

2.3. العمل المختبرية

الأمريكية (ASTM, C, 131-96, 2004) تم حساب النسبة المئوية للسحق من العلاقة رقم (4)، ولقد تراوحت قيم مقاومة التآكل الميكانيكي ما بين (34.5-41.7)، حيث تم فحص أربع نماذج وبواقع نموذج لكل محطة كما في جدول (6).

$$Abr. \% = \{(A-B)/A\} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

A = كتلة النموذج قبل الفحص (g)، B = كتلة النموذج الجاف

(g)، المتبقي على منخل قطر الفتحة (1,7) Mm بعد الفحص .

5. النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج الفحوصات المختبرية تبايناً واضحاً في قيمها، إذ تراوحت قيم الكثافة لعينات الحجر الجيري التي تم فحصها بين 2.07 و 2.17 غم/سم³ و قيم نسبة الامتصاص ما بين (5.94-6.41%)، والجدول 3 يبين نتائج قيم الكثافة ونسبة الامتصاص، ومن ملاحظة الجدول وجد ان قيم الامتصاص مرتفعة وان هذه القيم تدل على ان حجم الفراغات كبير او هناك اتصال بين هذه الفراغات ببعضها البعض، وان لهذه الخاصية دور مهم في معرفة مقاومة الصخرة لظروف التجوية (عمليات الانجماد والذوبان) حيث تتباين مقاومة الصخرة مع هذه العمليات، إذ ان نسبة الامتصاص العالية تقلل مقاومة الصخرة للتجوية وبالعكس.

وكانت نتائج فحص المقاومة الانضغاطية للامحصورة بين (15.6-18.4) ميكا باسكال كما موضحة في الجدول 4، هذا التباين البسيط في قيم المقاومة الانضغاطية له علاقة كبيرة ووثيقة الصلة بخاصيتي المسامية والكثافة، إذ تزيد قيمها بزيادة الكثافة وتقل مع نقصان المسامية. وينفس السياق مع قيم مقاومة الانثناء، إذ تراوحت قيم مقاومة الانثناء بين (4.11-6.53) ميكا باسكال (جدول 5). وقد فسر هذا التباين في قيم مقاومة الانثناء (Flexural Strength) لصخور الحجر الجيري في المحطات المدروسة إلى مجموعة من العوامل الجيولوجية والفيزيائية والتركيبية مثل التركيب المعدني كونه متكون بشكل أساسي من معدن الكالسيت (CaCO₃) ووجود الشوائب فيه مثل الكوارتز او الاطيان، والنسيج البنيوي اذ الحبيبات الدقيقة والمتماصة تعطي مقاومة أعلى للانثناء كما ان وجود فواصل طبقية او شقوق دقيقة يضعف مقاومة الانثناء بشكل ملحوظ، كما فسر هذا التباين ايضاً بعلاقة الانثناء مع الكثافة والمسامية، اذا ان المسامية العالية والكثافة القليلة تعني مقاومة اقل للانثناء، كما ان تزايد المسامية يسمح بتكوين مناطق ضعف داخل العينة، مما يقلل من القدرة على تحمل الاحمال او الاجهادات. كذلك امتصاص الماء يقلل من مقاومة الانثناء، لأن الماء قد يضعف الروابط بين الحبيبات أو يؤدي إلى تليين المواد الطينية المصاحبة. بالإضافة إلى الظروف الجيوميكانيكية والاتجاهات البلورية إذ ان اتجاه التحميل بالنسبة للتركيب الطبقي (خاصة إذا كان الحجر الجيري طبقي التكوين) يؤثر على النتائج، فمقاومة الانثناء تكون أكبر إذا كان التحميل عمودياً على مستويات التطبيق.

بينما جدول 6 يبين نتائج فحص مقاومة سحق الركاب والتي تراوحت قيمها بين (34.5-41.7%)، وهذه النسب دلالة على أن هنالك نوعاً من الترابط في البنية الداخلية للصخرة بحيث أصبحت لها

تمثل خاصية الامتصاص مقدار الزيادة في وزن الصخرة نتيجة تغلغل الماء إلى داخل مسامها خلال فترة محددة عادة ما تمتد إلى 48 ساعة. هذا القياس لا يشمل الماء الموجود على السطح الخارجي، بل يقتصر فقط على ما تم امتصاصه فعلياً داخل البنية المسامية للصخر. ويُعبّر عن هذه الخاصية بنسبة مئوية تمثل وزن الماء الممتص (Ww) إلى الوزن الجاف الكامل للصخرة (Wd)، وفقاً للمعيار المعتمد (ASTM, C 170-09, 2010). تُعد خاصية الامتصاص من المعايير المهمة في تقييم كفاءة الصخور لأغراض البناء، إذ تشير القيم المنخفضة إلى مقاومة أعلى تجاه عوامل التعرية البيئية مثل التجمد والذوبان، إلى جانب التغيرات في الرطوبة والجفاف، مما يجعلها أكثر استقراراً واستدامة في الاستخدامات الإنشائية (Griffin, 2008). تم تطبيق المعادلة الخاصة بحساب نسبة الامتصاص على العينات المدروسة، والجدول (3) يبين نتائج فحص نسبة الامتصاص.

$$W.ab = (Ww/Wd) \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

C. المقاومة الانضغاطية للامحصورة (Unconfined Compressive Strength)

تُعد المقاومة الانضغاطية غير المحصورة من الخصائص الأساسية التي تعبر عن قدرة الصخرة على تحمل الضغط العمودي المسلط عليها حتى لحظة الانهيار. ويُقصد بها مجموع القوى الناتجة عن تماسك الحبيبات أو البلورات التي تُكوّن الصخرة، والتي تُقاوم القوى الخارجية المؤثرة عليها بشكل عمودي (Al-Sultani, 1992). تم إجراء فحص هذه الخاصية باستخدام نماذج صخرية غير منتظمة، وذلك وفقاً للمواصفة القياسية (ASTM-D 2938-95, 2004)، حيث تم اختبار أربعة نماذج تمثل الصخور في منطقة الدراسة. وقد تم توثيق النتائج المستخلصة في الجدول (4).

D. مقاومة الانثناء:

تمثل مقاومة الانثناء قدرة الصخرة على تحمل قوى الانحناء أو الانثناء، وتُعد من الخصائص المهمة في التطبيقات المعمارية، خصوصاً عند استخدام الصخور في العتبات العلوية للأبواب والنوافذ (Grisafe, D.A., 1976).

تم إجراء الفحص على النماذج الصخرية وهي بحالتها الطبيعية (Natural State)، وفقاً للمواصفة القياسية (ASTM, C 99-09, 2010). وتضمنت طريقة الفحص تثبيت العينة بحيث يكون سطحها البالغ أبعاده (203 ملم طولاً X 101 ملم عرضاً) في وضع أفقي على مسندين، مع تحديد مسافة 180 ملم بين المسندين، ويُعد متساوي عن نقطة التحميل المركزية. كما جرى التأكد من أن المساند الثلاثة كانت متوازية، بينما سُلط الحمل تدريجياً بمعدل لا يتجاوز 4450 نيوتن/دقيقة حتى لحظة فشل العينة. تم حساب مقاومة الانثناء (R) لأربعة نماذج باستخدام المعادلة (3) وعُرضت نتائج الفحص في الجدول (5).

$$R = \frac{3Wl}{2bd^2} \dots\dots\dots (3)$$

حيث W يمثل الحمل عند لحظة الانهيار (N)، و l المسافة بين مسندي التحميل (mm)، و b عرض العينة (mm)، و d سُمك العينة (mm).

E. مقاومة التآكل الميكانيكي (السحق)

هي مؤشر نوعي لمصادر الركاب المختلفة المتشابهة بالتركيب المعدني، وقد تم فحص العينات حسب المواصفة القياسية

رقم المحطة	مقاومة الانثناء (ميكاباسكال)
1	6.53
2	4.11
3	4.75
4	5.27

الجدول 6: يوضح نتائج مقاومة التآكل لصخور الحجر الجيري في منطقة الدراسة.

رقم المحطة	نسبة مقاومة التآكل %
1	41.7
2	34.5
3	37.2
4	39.4

6. تقييم صلاحية الحجر الجيري لأغراض البناء:

تم إجراء تقييم شامل لصلاحية صخور الحجر الجيري في المحطات الأربع الواقعة ضمن منطقة الدراسة لاستخدامها في أغراض البناء، وذلك من خلال مقارنة النتائج المختبرية للخواص الجيوتكنيكية لهذه الصخور مع القيم القياسية المعتمدة في المواصفة الأمريكية (ASTM, C 568-99, 2004). وقد صنّفت هذه المواصفة صخور الحجر الجيري المستخدمة في البناء إلى ثلاث درجات رئيسية استناداً إلى خصائص مثل الكثافة، ونسبة الامتصاص، والمقاومة الانضغاطية، بالإضافة إلى مقاومة الانثناء. وتشمل هذه التصنيفات:

- الصنف الأول (I): مقبول (Accepted)
- الصنف الثاني (II): موصى به (Recommended)
- الصنف الثالث (III): موصى به بدرجة عالية (Highly Recommended)

وقد جرى تصنيف صخور الحجر الجيري في منطقة الدراسة بناءً على هذه الخواص، كما هو موضح في الجدول رقم (7).
الجدول 7: يبين مدى مطابقة صخور كل محطة للمواصفة القياسية، باستخدام علامة (+) للدلالة على المطابقة، وعلامة (-) لعدم المطابقة، مع تحديد الفئة التصنيفية لكل نوع من الصخور بحسب المواصفة.

رقم المحطة	المقاومة الانضغاطية (ميكاباسكال)	مقاومة الانثناء (ميكاباسكال)	الامتصاص (%)	الكثافة (غم/سم ³)
1	(I) +	(I) +	(III) +	2.17
2	(I) +	(I) +	(III) +	2.07
3	(I) +	(I) +	(III) +	2.11
4	(I) +	(II) +	(III) +	2.14

أظهرت نتائج فحوصات الامتصاص في جميع محطات الدراسة انخفاضاً في نسب الامتصاص، ويُعزى ذلك إلى قلة الفراغات بين الحبيبات المكونة للصخور، بالإضافة إلى طبيعتها المعدنية. ووفقاً لهذا الأداء، فقد صنّفت هذه الصخور ضمن الصنف الثالث (III) بحسب المواصفة الأمريكية (ASTM, C 568-99, 2004)، مما يشير إلى مطابقتها للمدليات المقبولة لاستخدام الحجر الجيري في أغراض البناء، كما هو موضح في الجدول (7). أما بالنسبة للكثافة، فقد بينت النتائج أن الصخور المدروسة تتمتع بكثافة منخفضة، ويرجع ذلك إلى اعتماد القياس على حجم المادة الصلبة وحده دون احتساب الحجم الكلي للصخرة. وفيما يخص المقاومة الانضغاطية، فقد صنّفت صخور الحجر الجيري في جميع المحطات ضمن الصنف الأول (I) نظراً لما أظهرته من قدرة معتدلة إلى قوية على مقاومة الضغط، وهي ضمن القيم

المقاومة للتآكل وأدت إلى التقليل من كمية المواد الناعمة المتكونة أثناء الفحص بجهاز لوس انجلوس.

وبشكل عام يلاحظ فيها انخفاض كثافة الحجر الجيري وارتفاع نسبة الامتصاص والتي تعود إلى عدة عوامل جيولوجية وتركيبية، يمكننا تفسيرها بما يلي:

1. المسامية العالية:

تعني وجود فراغات داخلية في بنية الحجر، وهي المسؤولة عن انخفاض الكثافة لأن الكثافة تحسب كتلة لوحد الحجم، وإذا كان هناك فراغات يكون الوزن أقل بالنسبة للحجم، وكذلك مسؤولة عن ارتفاع نسبة الامتصاص (لأن هذه الفراغات تمتص الماء بسهولة).

2. نوع التكوين الجيولوجي:

بعض أنواع الحجر الجيري ومنها قيد الدراسة تتكون من فتات بيولوجي مما يجعل بنيته أقل تماسكاً وأكثر مسامية، كما أن التكوين قيد الدراسة يعتقد أنه ترسب في بيئات بحرية ضحلة مما أدى إلى ترسيب مواد كربونية خفيفة وذات مسامية مثل الأصداف والشعاب المرجانية.

3. درجة التماسك:

عندما تكون عملية التلاحم بين الحبيبات ضعيفة أو غير مكتملة، تبقى فراغات بين الحبيبات، ما يساهم في انخفاض الكثافة وزيادة الامتصاص.

4. نوع المعادن المكونة:

وجود معادن طينية أو عضوية ضمن الحجر الجيري يزيد من امتصاص الماء، وكلما قلت نسبة الكالسيت النقي (CaCO₃)، زادت المسامية عادة.

5. التعرية أو التحلل الجزئي:

في الدراسة الحالية الحجر الجيري متعرض لتحلل جزئي (مثل الذوبان بفعل الأمطار الحمضية)، مما زاد من مساميته. كلما زادت المسامية، انخفضت الكثافة وارتفعت نسبة الامتصاص وهذا شائع في الأنواع المسامية أو الفتاتية من الحجر الجيري، ويقل في الأنواع الكثيفة كالحجر الجيري البلوري أو الرخام.

الجدول 3: قيم الكثافة الجافة ونسبة الامتصاص.

رقم المحطة	الامتصاص (%) بالكثافة	الكثافة (غم/سم ³)
1	6.12	2.17
2	5.94	2.07
3	6.41	2.11
4	5.63	2.14

الجدول 4: نتائج المقاومة الانضغاطية للامحصورة.

رقم المحطة	المقاومة الانضغاطية (ميكاباسكال)
1	17.2
2	15.6
3	18.4
4	15.9

الجدول 5: يبين نتائج مقاومة الانثناء.

الجدول 8: يوضح نتائج الفحوصات الجيوتكنيكية التي تم قياسها والمستخدمه لتقييم صلاحية صخور الحجر الجيري كحجر رصف للسكك الحديدية.

رقم المحطة	الكثافة الجافة غم/سم ³	نسبة او قيمة الامتصاص %	نسبة او قيمة مقاومة سحج الركام %	المقاومة الانضغاطية اللامحصورة (ميكاباسكال)
1	2.17	6.12	41.7	17.2
2	2.07	5.94	34.5	15.6
3	2.11	6.41	37.2	18.4
4	2.14	5.63	39.4	15.9

الجدول 9: يوضح نتائج صلاحية صخور الحجر الجيري في منطقة الدراسة لاستخدامها كحجر رصف للسكك الحديدية.

رقم المحطة	الكثافة الجافة (غم/سم ³)	نسبة او قيمة الامتصاص %	نسبة او قيمة مقاومة سحج الركام %	المقاومة الانضغاطية اللامحصورة (ميكاباسكال)
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-

(+) مطابق، (-) غير مطابق

8. الاستنتاجات:

1. من خلال مقارنة بعض الخواص المستحصلة مع المواصفة الامريكية القياسية (ASTM, C 568-99, 2004)، تبين ملائمة استخدام صخور الحجر الجيري في جميع محطات منطقة الدراسة لأغراض البناء.
2. وجدت صخور المنطقة على انها صخور غير ملائمة لاستخدامها كركام رصف في السكك الحديدية لأنها لا تحقق المواصفات المطلوبة لهذا الغرض.

9. شكر وتقدير

يود المؤلفون الإعراب عن امتنانهم لكل من جامعة تكريت (تكريت، العراق)، وكلية هندسة النفط والتعدين بجامعة الموصل (الموصل، العراق)، وكلية الهندسة بجامعة تشوكوروا (أضنة، تركيا)؛ وذلك لدعمهم في إنجاز هذا العمل.

10. تضارب المصالح

يُعلن المؤلفون أنه لا يوجد لديهم أي تضارب في المصالح.

11. بيان التمويل

لم يتلق هذا البحث أي تمويل خارجي.

12. المراجع

Al-Ali, N.A. and Al-Khafaji, S. J., 2020. Assessment of Limestone of Ibrahim Formation in Zurbatiya Area, Eastern Iraq for Ordinary Portland Cement Industry. Iraqi National Journal of Earth Science, 20(2), pp. 19–32. <https://doi.org/10.33899/earth.2020.170358>

Al-Darsia, M. A. and Abdulhadi, A. M., 2011. Building Materials, First Edition, Arab Community Library for Publishing and Distribution, Amman, 519 P. (in Arabic).

المسموح بها بحسب المواصفة ذاتها. كذلك سجلت الصخور قيماً مرتفعة لمقاومة الانثناء، ويُحتمل أن يكون ذلك نتيجة لتأثير عمليات الدلمة (Dolomitization)، التي أسهمت في تعزيز هذه الخاصية. وبشكل عام، حافظت جميع النماذج الصخرية على تكوينها الكتلي دون تدهور، ما يدل على متانة البنية الداخلية لها، وتُعد هذه الخصائص ضمن الحدود المقبولة وفق المواصفات الامريكية (ASTM, C 568-99, 2004) لاعتمادها في الأعمال البنائية.

7. تقييم الخواص الجيوتكنيكية لصخور الحجر

الجيري لاستخدامها كركام رصف لخطوط السكك الحديدية

لمعرفة صلاحية صخور الحجر الجيري ومدى ملائمتها للاستخدام كحجر رصف للسكك الحديدية يجب أن نمتلك الصخرة المواصفات الميكانيكية والفيزيائية المبينة في الجداول المذكورة سابقا (ORBD, 1999) و (Raymond, 1979) تم ايجاد الخواص الجيوتكنيكية حسب المواصفات القياسية الامريكية الخاصة بكل فحص والمذكورة في الجداول انفا لصخور الحجر الجيري في منطقة الدراسة تم ادراج نتائج هذه الفحوصات كما موضح في الجدول (8). تراوحت قيمة الكثافة الجافة الحقيقية لصخور الحجر الجيري لمنطقة الدراسة ما بين (2.07–2.17) غم/سم³ وهي اقل من المدى المسموح به، اذ انّ المدى المسموح به هو أن لا يقل عن (2.4) غم/سم³ اما نسبة الامتصاص تراوحت ما بين (5.63 – 6.41%) وهي اعلى من الحد المسموح به، وفيما يخص قيمة مقاومة السحق (التآكل) للركام تراوحت بين (34.5–41.7%) حيث تعتبر هذه القيم اعلى من القيم التي حددتها المواصفة والتي يجب ان لا تتجاوز عن (25–30%)، وقد بينت الفحوصات انخفاض في المقاومة الانضغاطية اللامحصورة حيث تراوحت ما بين (15.6–18.4) ميكاباسكال وهي اقل من القيمة المسموح بها التي يجب ان لا تقل عن (80) ميكاباسكال. وبعد مقارنة نتائج الفحوصات الجيوتكنيكية لصخور الحجر الجيري في منطقة الدراسة مع المواصفات الخاصة للحجر المستخدم كركام رصف للسكك الحديدية في الجدول السابقة (الكثافة الجافة الحقيقية، نسبة الامتصاص، المقاومة الانضغاطية، نسبة السحج) تبين ان صخور منطقة الدراسة لا تحقق المواصفات القياسية المطلوبة المذكورة في الجدول وبذلك تكون غير صالحة للاستخدام كركام رصف للسكك الحديدية وكما موضح في جدول (9). وتمت مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات اخرى مثل دراسة صلاحية الحجر الجيري من نفس التكوين في جبل مكحول بالقرب من قرية النمل والى الشرق من موقع الدراسة الحالية (للباحثان مصطفى الشجيري ومحمد راشد عبود) واطهرت توافقاً بالنتائج اذ توصلت الى صلاحيتها لأغراض البناء وعدم صلاحيتها كحجر رصف للسكك الحديدية.

Al-Sultani, D.G., 1992. Geotechnical Properties and Surface Mining Assessment of Marble Rocks in the Khitai Area, Northern Iraq, Master's Thesis, College of Science - University of Mosul, 130 P. (in Arabic).

ASTM, C 119-02, 2004. Standard Terminology Relating to Dimension Stone, 6 P.

ASTM, C 127-01, 2004. Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Course Aggregate, 1 P.

ASTM, C 131-96, 2004. Standard test methods for Resistance to degradation of small- size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine. P1- 4.

ASTM, C 568-99, 2004. Standard Specifications for Limestone Dimension Stone. 2 P.

ASTM, C 170-09, 2010. Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone, 3 P.

ASTM, C 99-09, 2010. Standard Test Method for Modulus of Rupture of Dimension Stone, 3 P.

ASTM, D 2938-95, 2004. Standard test methods for unconfined compressive strength of intact rock core specimens, 3 P.

Ayid, A.M. and Abood, M.R., 2025. Assessment of the Validity of Limestone Rocks in The Mishraq Area, North of Iraq, For Building Purposes and As a Railway Ballast Stone. Iraqi National Journal of Earth Science, 25(1), pp. 68–80.

<https://doi.org/10.33899/earth.2024.145658.1204>

Flügel, 2004. Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis-Interpretation and Application, Springer-Verlag, Berlin, 976 P.

Grisafe, D.A., 1976. Kansas Building Limestone, Mineral Resources Series, K.G.S. University of Kansas.

Guo, Y., Xie, J., Fan, Z., Markine, V., Connolly, D. P., and Jing, G., 2022. Railway ballast material selection and evaluation: A review. Construction and Building Materials, 344 P.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128218> .

Haddad, K.M., 2003. Standard Methods for Quantity Preparation for Civil Engineering, Architectural, and Services Works, House of Wisdom, Baghdad, Iraq, 230 P. (in Arabic).

Griffin, J.A., 2008. Development of a rating classification for rock to be used as toe bench material, MSc Thesis, Kent State University, 131 P.

ORBD, 1999. Organization of Road and Bridge Design Department. Handbook for railway bridges, Iraq State Government, 118.

Raymond, G.P., 1979. Design for railroad ballast and Subgrade support. Geotechnical Engineering Division, ASCE 104.No.GT, 45.

Pettijohn, F.J., 1975. Sedimentary Rocks, Harper Row Pub. 3rd Edition, New York, 628 P.



Evaluation of the suitability of Limestone rocks in the Sharqat area as construction materials and railway ballast / Northern Iraq

Loai Moussa RAWEE¹ , Nihad Saoud ALJUBOORI^{2*} , Ahmed I. MOHAMED¹ 

loaytaref@tu.edu.iq

nihadsaoud@uomosul.edu.iq

ahmed.moh@tu.edu.iq

¹ Basic Education College, Tikrit University, Tikrit, Iraq.

² Department of Mining Engineering, College of Petroleum and Mining Engineering, University of Mosul, Mosul, Iraq.

* Correspondence author.

Received: 19 May 2025

Received in revised form: 02 July 2025

Accepted: 22 August 2025

Available online: 01 October 2026

ABSTRACT

Building stones are rocks that are found in natural form and have special specifications that are quarried and cut into rock blocks (dimension stone) (ASTM, C 119-02, 2004), and limestone is considered one of the most important mineral raw materials that refer to the main or secondary material in many fields, and limestone is used in the manufacture of building blocks because the classification of crushed gravel is final. After all, the classification of crushed gravel is final; limestone is considered one of the most important mineral raw materials as it refers to decorative stones for facades and interior facades. Brickwork for buildings. The suitability of using limestone rocks to form a trench in Salah al-Din Governorate/ Sharqat District for construction purposes and railway stabilization aggregate was studied. Limestone was sampled from four stations, and samples were prepared for the required laboratory tests according to the American Standard Specification (ASTM C568-99, 2004). Density values ranged between 2.07-2.17 gm/cm³. Absorption values ranged between 5.94-6.41%, and unconfined compressive strength between 15.6-18.4 MPa. Flexural strength ranged between 4.11-6.53 MPa, while the abrasion resistance of the aggregate ranged between 34.5-41.7%. It was found that the limestone rocks present in the study area are suitable as building materials according to the American Standard Specification (ASTM, C568-99, 2004) in all stations in the study area, while at the same time the four stations are not suitable as railway aggregate.

Keywords:

Building stones, Limestone rocks, Railway ballast, Sharqat area, construction materials

DOI: [10.33899/injes.v26i4.61141](https://doi.org/10.33899/injes.v26i4.61141), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

=====