استخدام المخلفات الناتجة عن تقطيع الاحجار الجيرية كركام ناعم في المونة الاسمنتية[+]

UTILIZATION OF BY-PRODUCTS RROM CUTTING LIMESTONES AS FINE AGGREGALE IN MORTAR

ذنون عبد الرحمن ذنون[*] مازن طه حامد القطان[**] ايمان عبد الرحمن قاسم[**]

المستخلص

ينتج عن تهيئة وتقطيع الحجر الجيري (المستخدم في مجالات البناء المختلفة) كميات هائلة من المخلفات في مواقع المعامل . استعمل مسحوق هذه المخلفات وبنسب مختلفة بديلاً عن الرمل الطبيعي لأغراض عمل المونة الأسمنتية وتم قياس كمية الماء اللازم لإعطاء قابلية تشغيل جيدة ومقاومة الانضغاط بعمر ٣ و ٧ أيام ومقاومة الشد . كما جرت محاولات لتقليل كمية الاسمنت في الخلطات عن النسبة المحددة في المواصفة القياسية والتعويض عنه بمسحوق الأحجار الجيرية وذلك لمعرفة تأثير ذلك على قابلية التشغيل وكمية الماء اللازم للخلط ومقاومة الانضغاط . أوضحت النتائج ملائمة المونة الأسمنتية الناتجة عن استعمال مسحوق مخلفات الأحجار الجيرية ولكافة نسب الإضافات حيث أعطت مقاومة انضغاط وشد جيدة مقارنة مع المواصفات المطلوبة إلا إن نسب الإضافة يجب إلا تزيد عن ٥٠% عند تقليل كمية الاسمنت عما هو محدد في المواصفات لكي تعطي مقاومة انضغاط مقبولة .

Abstract

Limestone is usually quarried for various constructional purposes. Cutting and dressing the stone generate huge amounts of by-product. The crushed limestone by-product is used in different proportions as an alternative for natural sand in the proportion of mortar. The amounts of water required to give good workability, the compressive strength at 3 & 7 days and tensile strength were measured. Reduction in the amounts of cement from that specified were carried out to know the effects on workability, water content and compressive strength. The results showed that the mortar prepared from crushed limestone and for all mix proportions gave compressive and tensile strength that complies with specifications. The mixing proportions must not exceed 50% of the amount of natural sand, through the scheme of reducing the specified amount of cement .

[+] تاريخ استلام البحث في ٢٠٠٤/١٢/٨ ، تاريخ قبول النشر في ٢٠٠٥/٤/٢٠

[*] أستاذ / جامعة الموصل – كلية العلوم

[**] أستاذ مساعد / المعهد التقني - الموصل

الجانب النظري

إن الطلب الدائم على مصادر الحصى والرمل نتيجة للتوسع في بناء المساكن وإنشاء المشاريع الصناعية والخدمية فضلاً عن ندرة هذه المصادر في بعض مناطق العراق ، دعا إلى البحث عن بدائل لهذه المصادر لاستخدامها كركام في صناعة الخرسانة [4,3,2,1].

ونظرا لوفرة الأحجار الجيرية في العديد من التكوينات الجيولوجية في محافظة نينوى فقد جرت محاولات استخدامها في بعض الصناعات وخاصة الإنشائية مثل صناعة الاسمنت والنورة وكمادة مالئة وكأحجار للبناء [8,7,6,5].

تعد صناعة قلع وتقطيع الأحجار الجيرية لاغراض استخدامها في اعمال البناء المختلفة من الصناعات المزدهرة في محافظة نينوى . تتولد نتيجة تهيئة الحجر وتقطيعه كميات هائلة من المخلفات في مواقع المعامل مما يشكل عبئا على اصحاب هذه المعامل وعلى البيئة .

تهدف هذه الدراسة الى محاولة استخدام مسحوق هذه المخلفات كمادة بنائية بديلة عن الركام الطبيعي الناعم (الرمل) في صناعة المونة الاسمنتية .

ان تهيئة هذا المسحوق لايتعدى التكسير والغربلة للحصول على التدرج المطابق للمواصفات وبهذا يكون مجديا من الناحية الاقتصادية عند مقارنتها مع الرمل الطبيعي الذي قد يحوي على مواد ضارة مثل المواد الطينية والاملاح ومركبات الحديد والمواد العضوية والتي تؤثر سلبا على خواص المونة والخرسانة [9] .

الجزء العملي

المواد وطرق العمل

- **الاسمنت** : استعمل الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي المنتج في معامل سمنت حمام العليل والمطابق للمواصفة.

- **الركام الناعم** : استعمل الرمل الطبيعي الناعم والمدرج من احد مقالع مدينة الموصل (الرشيدية) بعد غربلته وتدريجه ، ويوضح الجدول (١) نتائج التحليل المنخلي لهذا الرمل [10] .

- **مسحوق الصخور الجيرية** : استخدمت مخلفات الاحجار الجيرية من احد معامل تقطيع الحج في الموصل حيث تم سحقها وغربلتها بهزاز ميكانيكي لمدة (١٠) دقائق لتكون ضمن المدى الحجمي للركام الطبيعي الناعم اعلاه ، ومصدر هذه الاحجار هو تكوين الفتحة الذي يقلع من منطقة اسكي موصل .

جدول (١) : التحليل المنخلي للركام الناعم (الرمل)

رقم المنخل	حجم المنخل (mm)	النسبة المئوية للمواد المارة	حدود المواصفات العراقية رقم ٤٥ لسنة ١٩٨٠ (%)
٨/٣	١٠	١٠٠	١٠٠
٤	٤,٧٥	٩٤	٩٠-١٠٠
٨	٢,٣٦	٧٧	٦٠-٩٥
١٦	١,١٨	٤٩	٣٠-٧٠
٣٠	٠,٦	٢٤	١٥-٣٤
٥٠	٠,٣	١١	٢٠-٥٠
١٠٠	٠,١٥	٣	٠-١٠
٢٠٠	٠,٠٧٥	٠	مضاف الى المواصفات حسب التحديث الجديد لها

تحضير النماذج

تم تهيئة خلطة المونة الاسمنتية (سمنت : رمل ، ١:٣) وصب مكعبات بابعاد (5×5×5) سم . ولمعرفة تأثير الكميات المضافة من مسحوق الحجر كبديل للرمل الطبيعي على خواص مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد فقد اختبرت النسب المبينة في الجدول (٢) مع كمية الماء اللازم لاعطاء قابلية تشغيل جيدة علما بأنه تم قياس نسبة امتصاص الماء لهذه الصخور وذلك لتحديد كمية الماء اللازم لاعطاء قابلية تشغيل جيدة وكانت نسبة الامتصاص حوالي ٨% . وحسب المواصفة [11] فان الكميات اللازمة لصب ستة مكعبات هي كما يلي:

١٣٧٥غم رمل ٥٠٠غم سمنت ١٤٢مللتر ماء

تم صب النماذج وفق النسب المبينة في جدول (٢) وبعد مرور (٢٤) ساعة من تاريخ الصب فتحت القوالب وتم معالجتها استنادا الى المواصفة البريطانية BS 1881 Part III 1981 . تم فحص مقاومة الانضغاط للمكعبات باعمار (٣ و ٧) أيام من تاريخ الصب باستعمال جهاز فحص الضغط العام الهيدروليكي في مختبر الخرسانة في المعهد التقني/ الموصل استنادا الى [12] وكانت النتائج كما موضحة في جدول (٢).

جدول (٢) : مقاومة الانضغاط باستخدام ٨٣غم سمنت للمكعب الواحد

رقم المنخل	النسبة المئوية للمسحوق الصخور الجيرية (%)	كمية الماء (رمل)	قوة التحمل الانضغاطية بعمر ٣ أيام (كغم/سم^2)	قوة الانضغاطية بعمر ٧ أيام (كغم/سم^2)	الملاحظات
الاول	٢٥	١٢٥	١٦٤	٢٦٨	تم الفحص بواقع مكعبين
الثاني	٥٠	١٢٧	١٦٧	٢٩٦	
الثالث	٧٥	١٣٠	١٧٦	٣١٢	

الرابع	١٠٠	١٥٠	٢١٢	٣٤٠	لكل نموذج
الخلطة المرجعية	صفر	٢٤	١٦٠	٢٤٠	

الخلطة المرجعية : هي مونة سمنت (سمنت:رمل) بنسبة (١:٣)

كذلك تم فحص مقاومة الشد على النماذج الخاصة بفحص الشد وذلك بعد ان وضعت في محل رطب لمدة (٢٤) ساعة وفحصت مقاومة الشد بجهاز فحص الضغط العام الهيدروليكي بعد تحوير الماسكات الخاصة بالنموذج (٥) وكانت النتائج كما في جدول (٣) .

جدول (٣) : مقاومة الشد باستخدام ٨٣ غم سمنت للمكعب الواحد

رقم النموذج	النسبة المئوية لمسحوق الصخور الجيرية (%)	مقاومة الشد (كغم/سم^2)
الاول	٢٥	٢١,٥
الثاني	٥٠	٢٢
الثالث	٧٥	٢٢,٥
الرابع	١٠٠	٢٣

علما ان المواصفات القياسية العراقية حددت مقاومة الشد للمونة الاسمنتية بما لا يقل عن ٢١كغم/سم^2

ولمعرفة تأثير تقليل كمية الاسمنت بمقدار ٧٠ غرام و ٧٥ غرام على التوالي بدلا من ٨٣ غرام المحدد من قبل [11] مع الحفاظ على نسبة الخلط ١:٣ وقد تم تحضير المكعبات وفحصها وفق الطريقة المذكورة انفا وكانت النتائج كما في جدول (٤) الذي يبين ايضا كمية الماء اللازم لاعطاء قابلية تشغيل جيدة عند النسب المختلفة لمسحوق الحجر الجيري المضاف ومقاومة الانضغاط بعمر ٣ و ٧ أيام .

جدول (٤) : نتائج فحص مقاومة الانضغاط بعد تقليل كمية الاسمنت المستخدم لكل مكعب

أ-كمية الاسمنت المستخدم ٧٥ غم لكل مكعب

رقم النموذج	كمية الماء (رمل)	النسبة المئوية لمسحوق الصخور الجيرية (%)	قوة التحمل الانضغاطية بعمر ٣ أيام (كغم/سم^2)	قوة التحمل الانضغاطية بعمر ٧ أيام (كغم/سم^2)	الملاحظات
الاول	١٠٦	٢٥	٢٠٠	٢٦٠	تم الفحص بواقع مكعبين لكل نموذج
الثاني	١١٤	٥٠	١٨٨	٢٤٨	
الثالث	١١٨	٧٥	١٥٠	٢٤٥	
الرابع	١٣٠	١٠٠	١٧٠	٢٣٠	

ب-كمية الاسمنت المستخدم ٧٠ غم لكل مكعب

رقم النموذج	كمية الماء (رمل)	النسبة المئوية لمسحوق الصخور الجيرية (%)	قوة التحمل الانضغاطية بعمر ٣ أيام (كغم/سم^2)	قوة التحمل الانضغاطية بعمر ٧ أيام (كغم/سم^2)	الملاحظات
الاول	١٠٦	٢٥	١٨٠	٢٥٠	تم الفحص بواقع مكعبين لكل
الثاني	١١٢	٥٠	١٧٠	٢٤٦	
الثالث	١٢٠	٧٥	١٤٨	٢٤٠	

الرابع	١٢٥	١٠٠	١٣٠	٢٢٠	نموذج

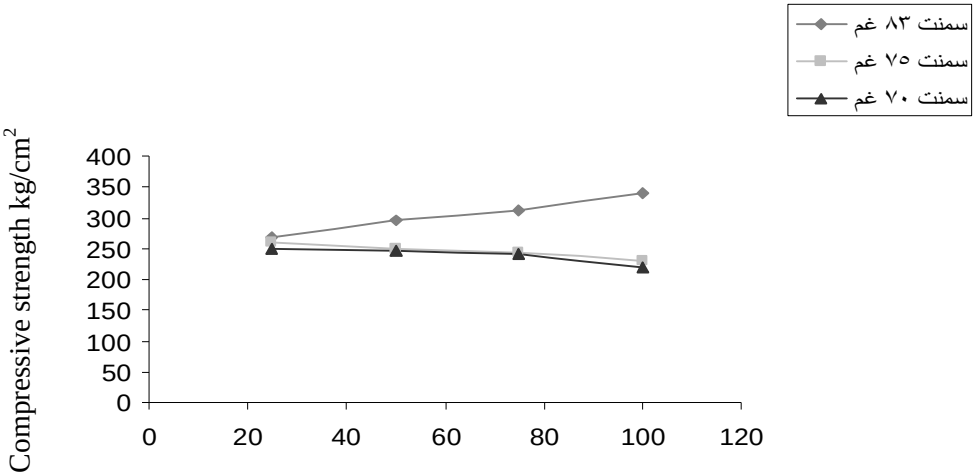
علماً ان المواصفات القياسية العراقية رقم ٤٥ لسنة ١٩٨٠ قد حددت قوة التحمل الانضغاطية بعمر ٣ ايام هي ١٦٠ كغم/سم^2 وبعمر ٧ ايام هي ٢٤٠ كغم/سم^2 .

المناقشة

بالنظر لارتفاع نسبة امتصاص مسحوق الاحجار الجيرية للماء المستعمل (٨%) مقارنة مع الرمل الطبيعي ، ولكون حبيبات هذا المسحوق تمتاز بنسيج سطحي خشن ذي تعرجات وحافات حادة مما يؤدي الى زيادة مساحتها السطحية لذلك فان كمية الماء اللازم للحصول على قابلية تشغيل ملائمة تختلف اختلافا واضحا بين الخلطات التي استعمل فيها المسحوق كركام ناعم وبين الرمل الطبيعي المستعمل في تحضير الخلطة المرجعية وكما يتوضح ذلك من الجدول (٢،٤) حيث ان كمية الماء اللازم لاعطاء قابلية تشغيل جيدة تزيد بزيادة اضافة المسحوق وهي اكثر بكثير مما تحتاجه الخلطة المرجعية (جدول ٢) .

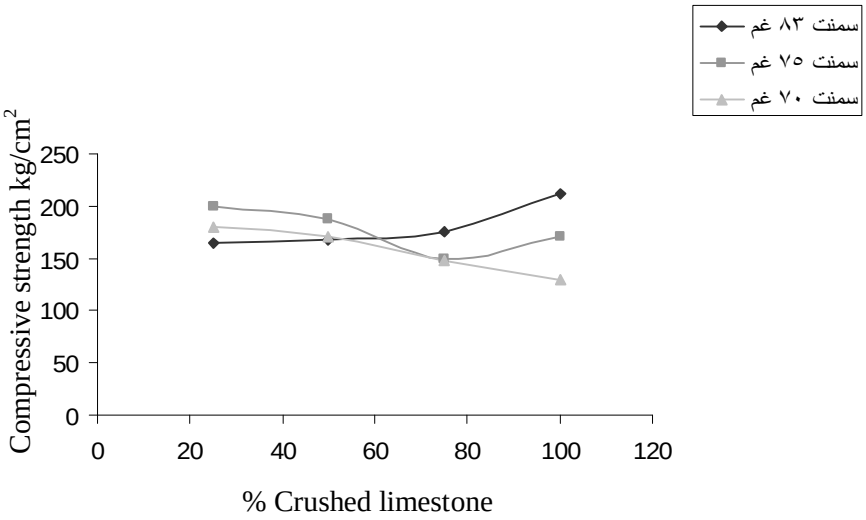
وبالامكان تحسين قابلية التشغيل عن طريق زيادة نسبة المواد الناعمة المارة من المناخل ٦٠٠ ، ٣٠٠ ، ١٥٠ مايكرون حيث تزيد هذه الحجوم من قابلية التشغيل على خلاف زيادة نسب الاجزاء الخشنة (لاحظ جدول ١) حيث يتضح ان ما سبق ذكره ينطبق بالاخص على مواد المارة من منخل ١٥٠ مايكرون حيث تبلغ نسبتها ٣% بينما المواصفة العراقية تسمح لحد ١٠% . اما مقاومة الانضغاط فيلاحظ مطابقتها للمواصفة القياسية العراقية رقم ٤٥ لسنة ١٩٨٠ وفي احيان كثيرة تكون اعلى وذلك لان مسحوق الاحجار الجيرية المستعمل كركام ناعم له مساحة سطحية عالية ونسيج خشن ذو زوايا وتعرجات مقارنة حبيبات الرمل الطبيعي من تحقيق اواصر ربط اكيد مع الاسمنت وبالتالي الى زيادة مقاومة الانضغاط.

ان النسيج الخشن لا سطح حبيبات مسحوق الاحجار الجيرية وشكل هذه الحبيبات التي تمتاز بوجود التعرجات والحافات قد تسبب وجود وبعض الفجوات في جسم المونة وقد جاء في [9] انه قد تتحسن مقاومة المونة بوجود الفجوات مما يدل على ان المونة الكثيفة هي ليست الاحسن دائما . ان زيادة نسبة الاضافات من مسحوق الحجر الجيري ادى الى زيادة كبيرة في مقاومة الانضغاط مقارنة مع ما جاء في [10] وخاصة عند عمر ٧ أيام وعند استخدام ٨٣ غم سمنت للمكعب الواحد (جدول ٢ والشكل ١ و٢) ، الا ان قيم الشد زادت بشكل قليل عند نفس قيم الاضافات وتبقى مقاربة لما جاء في المواصفة العراقية (لاحظ جدول ٣) ان سبب ذلك على ما يبدو له علاقة بتدرج حبيبات المسحوق حيث ادى هذا التدرج الى تحسين مقاومة الانضغاط ولم يؤثر كثيرا على مقاومة الشد .



% Crushed limestone

شكل (١): العلاقة بين نسبة مسحوق الاحجار الجيرية والمقاومة الانضغاطية بعمر ٧ أيام



شكل (٢): العلاقة بين نسبة مسحوق الاحجار الجيرية والمقاومة الانضغاطية بعمر ٣ أيام

اما فيما يخص النتائج المذكورة في جداول (٤-أوب) فيلاحظ ان تقليل كمية الاسمنت الى ٧٠ غم او ٧٥ غم بدلا من ٨٣ غم عند نفس نسب الاضافة لمسحوق الحجر الجيري اعطت الحدود المقبولة لمقاومة الانضغاط وفق المواصفة القياسية العراقية رقم ٤٥ لسنة ١٩٨٠ ولحد نسبة ٥٠% من المسحوق الا ان مقاومة الانضغاط بدأت بالانخفاض عندما تقترب نسبة الاضافة من ٧٥% مسحوق حجر جيري وعليه يمكن القول انه عند زيادة نسبة الاضافة من مسحوق الحجر الجيري الى اكثر من حوالي ٥٠% وتقليل كمية الاسمنت الى (٧٠-٧٥)غم فان ذلك يؤدي الى نقص في قوة الربط وبالتالي تدني في قيم مقاومة الانضغاط وكما يتوضح ذلك من الشكلين (١و٢) .

<u>الاستنتاجات</u>

نستنتج من نتائج هذا البحث ما يلي :

١. اظهرت نتائج البحث انه يمكن استخدام مسحوق الاحجار الجيرية الناتجة من مخلفات تقطيع حجر الجير كبديل عن الركام الناعم (الرمل) في المونة الاسمنتية .
٢. بالامكان استخدام المونة الاسمنتية الناتجة عن استخدام مسحوق الاحجار الجيرية بديلا عن الرمل الطبيعي ولحد نسبة ١٠٠% في كافة مجالات البناء حيث تعطي قوة تحمل انضغاطية عالية وقوة شد جيدة مقارنة مع المواصفات القياسية .

٣. في حالة استخدام مسحوق الاحجار الجيرية كبديل عن الرمل الطبيعي عند نسبة اضافة تصل الى ٥٠% في المونة الاسمنتية فبالامكان تقليل كمية الاسمنت المستخدم بحدود ١٣ غرام للمكعب الواحد (٥×٥×٥) سم من المونة الاسمنتية مع بقاء قوة التحمل الانضغاطية مطابقة للموصفات القياسية .

المصادر

١- د.محمد العزي ، د.زهير رمو ، علي مهاوش ، علي حسين . "تقييم الصخور لغرض استعمالها في صناعة الخرسانة – المنطقة الجنوبية منطقة أبو غار". *مجلة بحوث البناء* ، المجلد ٤ ، العدد ١، ص ٢٧٠ ، أيار ١٩٨٥.

2- Jassim K.A., "*Investigation the Use of Crushed Limestone Rock Sand in Concrete*" .M.Sc.thesis, University of Baghdad ,1980.

3- Abdaoca M.M., "*Investigation the Use of Ccrushed Limestone Rock Aggregate in Concrete*". M.Sc. thesis, University of Baghdad , 1980.

٤- فائزة عبد القادر . "*صلاحية استخدام احجار الكلس لمقلع ابي غار كبديل للرمل في صناعة الخرسانة*"، اطروحة ماجستير ، جامعة بغداد ، كلية العلوم ، قسم علوم الارض ، ١٩٨٥ .

٥- ذنون، ذنون عبد الرحمن والجبوري، علي عبد الله. "الخواص الجيوتكنيكية للصخور الجيرية المستغلة لاغراض البناء من محافظة نينوى، العراق"، *المجلة العراقية* ، المجلد ٣ ، العدد ٢ ، ص ٣٧-٤٦ ، ١٩٩٧.

6- Thanoon T. A., "Natural Calcium Carbonate Filler Productior at Hammam Al-Alil, Iraq". *Iraqi Jour*. of Earth Sc. No. 2, pp. 52-58 , 2001.

7- Thanoon, T.A. "Assessment of Shiranish Formation from Sinjar Area, NW Iraq for Portland Cement Manufacture". *4th Inter. Conf. on Geochemistry*. Alex. University, Egypt. pp. 237-243 , 1999.

8- Thanoon T.A., "*Industrial Evaluation of Limestone with Particular Reference to the Sinjar Limestone Formation*", NW Iraq Ph.D. thesis University of Hull, England , 1984.

9- Collis L., and Fox. R.A., (eds), Aggregates : Sand, Gravel and Crushed Rock Aggregates For Construction Purposes. *The Geological Soc. of London*, pp.220 , 1985.

١٠- *المواصفة العراقية* رقم ٤٠ لسنة ١٩٨٥ .

١١- *المواصفة الامريكية* ASTM C109-77 .

١٢- *المواصفة البريطانية* , BS 1881 Part III and 116 ، 1983.