الجامعة التقنية الوسطى/المعهد التقني-كوت

2023/2024

استخدام مخلفات البناء في الخلط الخرسانية

أعداد الطالب/

حسين سعيد محسن

إبراهيم علي براهيم

كرار قاسم عيدان

حسن علي نوري

بأشراف الأستاذة /

نور صالح مهدي

استخدام مخلفات البناء في الخلطات الخرسانية

USE OF CONSTRUCTION WASTE IN CONCRETE MIXES

الخلاصة

إن إعادة استخدام مخلفات البناء في إنتاج خرسانة جديدة يحقق غايتين معاً، الأولى هي إزالة كميات كبيرة من مصادر التلوث البيئي الناتج من هذه المخلفات ، والثانية هي توفير مصادر رخيصة لركام الخرسانة .

تضمنت هذه الدراسة اختبار خصائص خلطة خرسانية معدة باستخدام ركام خشن من مخلفات الخرسانة المحلية بعد إزالة قطع الحصى الكبيرة منها، أي استخدام مونة هذه المخلفات بعد تكسيرها وتدريجها وغسلها .أوضحت النتائج أن هذا الركام المعاد استخدامه له وزن نوعي أقل وامتصاص أعلى مقارنة بالركام الاعتيادي المستخدم في العراق . كما أوضحت النتائج أن الخرسانة المعدة من هذا الركام لها مقاومة انضغاط وامتصاص مقبولين، كما أن لها مقاومة انثناء جيدة، وكثافة جافة واطئة مقارنة بالخرسانة المعدة من الركام الاعتيادي المحلي، إن هذه الخرسانة مناسبة للاستعمال في تبليط الشوارع والارصفة والساحات والمماشي وعمل كتل البناء الخرسانية .

المقدمة:

مخلفات الخرسانة هي الأنقاض الناتجة عن عمليات البناء والهدم للمنشآت المختلفة، إذ تنتج من الترميم للمنشآت القائمة أو هدم القديم منها أو بناء أبنية جديدة، كما تنتج هذه المخلفات من معامل إنتاج القطع الكونكريتية الجاهزة مثل الكاشي والبلوك و الشتايكر وغيرها وكذلك معامل البناء الجاهز، وهي تتألف من قطع الحجارة أو الطابوق أو الخرسانة أو المونة مختلفة الأحجام، هذه المخلفات ترمى في أماكن تجميع المخلفات وتتراكم سنوياً بكميات كبيرة لأنها ذات ديمومة عالية فلا تتفسخ أو تتحلل طبيعياً وبالتالي فقد اصبحت مشكلة تلوث متزايدة سنوياً في جميع انحاء العالم، ففي السويد مثلاً ينتج مليون ونصف المليون طن سنوياً من مخلفات البناء [1] ، اما في بولندا فينتج منها ثلاثة ملايين ونصف مليون طن سنوياً وهي في زيادة، وإن الذي يعاد استخدامه منها لا يتجاوز (٥ %) أما الباقي فيطرح في مواقع طمر النفايات [2].

من طرائق إعادة استخدام هذه المخلفات المتبعة حالياً هو استخدامها بدل الركام الاعتيادي جزئياً أو كلياً لإنتاج خرسانة جديدة وذلك بتكسير الكتل النظيفة غير الحاوية على قطع الخشب أو قضبان التسليح أو مخلفات المنتجات الجبسية إلى أحجام مشابهة لحجوم حب يبات الحصى ثم غسلها وتدريجها أي فصلها على غرابيل إلى أحجام مختلفة، وهي بهذا تكون مصدراً رخيصاً لركام الخرسانة خاصة في الدول التي لا تحتوي على الحصى أو الحجارة المكسرة المناسبة للخرسانة طبيعياً. كما يقلل استخدام هذا النوع من الركام عمليات استخراج طبقات ال حصى أو تكسير الصخور لتهيئة الركام الطبيعي ، إذ أن هذه العمليات تسبب اتلاف مساحات واسعة من البيئة الطبيعية في العالم .

إن الركام المعاد استخدامه والذي اصبح يعرف بـ (Aggregate Recycled)الناتج من مخلفات البناء والهدم يحمل خصائص الخرسانة التي أنتج منها ويحوي نف س مركباتها، وقد يكون خليطاً من خرسانات مختلفة، وهذا يؤثر على خصائص الخرسانة المنتجة من هذا الركام، لذلك شاع استعمالها في تبليط الطرق أو صب الارصفة والساحات أو انتاج القطع الخرسانية الجاهزة المستعملة في حافات الطرق أو لرصف المماشي، وهي قليلة الاستخدام لانتا ج الخرسانة الانشائية إذ لا يستخدم منها أكثر من 20% من مجموع الركام المستخدم في هذه الخرسانة وهي تخلط مع الركام العادي لإنتاج هذه الخرسانة إن استعملت [3].

إن اختيار مصدر الركام المعاد بشكل جيد من الممكن أن يرفع من خصائص الخرسانة الناتجة ففي فنلندا أمكن إنتاج خرسانة من الركام المعاد أعطت مقاومة زادت مرتين إلى ثلاث مرات عن الخرسانة المنتجة من الصخور المكسرة المحلية [1].

إن الركام المعاد هو ذو وزن نوعي أقل وامتصاص اعلى وقابلية تشغيل أقل لأنه خشن السطح إذا ما قورن بالركام الاعتيادي المستعمل في العراق، وهو بهذا يحتاج إلى كميات أكبر من الماء للحصول على خرسانة ذات قابلية تشغيل مساوية لتلك المنتجة من الركام الاعتيادي ، وهو يمتص الماء اثناء وبعد عمليات الخلط لذلك يفضل خلطه وهو مشبع بالماء عند انتاج الخرسانة .

البرنامج العملي

1- المواد المستخدمة

- ❖ السمنت : استخدم سمنت بورتلاندي اعتيادي عراقي المنشأ من معمل باوش مطابق للمواصفة القياسية العراقية [4] ، وقد كانت خصائصه الفيزيائية كما مبين في الجدول رقم (١) .
- ❖ الرمل : استعمل رمل نهري من منطقة الخازر بعد غسله، وكان تدرجه مطابق للمواصفة القياسية البريطانية [5] ضمن منطقة تدرج متوسط، كما مبين في الجدول رقم (2).
- ❖ الماء: استخدم ماء الإسالة الاعتيادي في عمل الخرسانة.
- ❖ الركام الخشن : استخدمت قطع المكعبات الخرسانية المفحوصة بعد تكسيرها وإزالة قطع الحصى الكبيرة منها ثم درجت لتكون مطابقة للمواصفة القياسية البريطانية [5] بمقاس أقصى (20mm)الجدول رقم (3) يحوي خصائص هذا الركام.

2- الخلطة الخرسانية

تم عمل خلطة خرسانية بنسبة خلط وزنية (4:2:1) مع نسبة ماء /سمنت (0.55) وكان الركام في حالة مشبع جاف السطح عند وزنه وخلطه مع السمنت والماء .

3- الفحوص المختبرية

- ❖ فحص مقاومة الانضغاط : تم إعداد ستة مكعبات خرسانية بإبعاد (cm 15 × 15 × 15) ورصها يدوياً على طبقات ثم معالجتها بوضعها في الماء إلى موعد الفحص حسب المواصفة القياسية البريطانية [6]. ثلاث مكعبات فحصت بعمر (7 أيام) وثلاث فحصت بعمر (28 يوم) ثم حسب المعدل لكل منهما .
- ❖ فحص الامتصاص للخرسانة : تم إعداد ثلاث مكعبات بنفس الطريقة للفحص السابق ثم حسبت نسبة الامتصاص نسبة لوزنها الجاف بعمر (٢٨ يوم) وحسب المعدل للمكعبات الثلاث .
- ❖ فحص مقاومة الانثناء : تم إعداد ثلاث جسور خرسانية حسب المواصفة القياسية البريطانية [7] ثم فحصت بعمر (28 يوم) بطريقة نقطة التحميل الواحدة، وحسب المعدل للنماذج الثلاث .

❖ فحص الكثافة الجافة : تم اعداد ثلاث مكعبات وتمت معالجتها بوضعها في ماء بدرجة حرارة قياسية ثم جففت تماماً في الفرن ثم وزنت وحسبت الكثافة بعمر (٢٨ يوم)، ثم حسب المعدل للمكعبات الثلاث [8]

جدول رقم (1) خصائص السمنت المستعمل

ت	الخاصية	النتيجة	حدود المواصفة
1	الليونة القياسية (%)	29,5	–
2	زمن التماسك الابتدائي (دقيقة)	80	لا يقل عن 45
3	زمن التماسك النهائي (دقيقة)	170	لا يقل عن 45
4	النعومة(m 2 Kg/)	260	لا يقل عن 230
5	مقاومة الانضغاط عمر ٣ أيام (MPa) عمر ٧ أيام (MPa)	 18,4 26,9	 لا تقل عن 15 لا تقل عن 23

جدول رقم (2) تدرج الرمل

ت	فتحة المنخل (mm)	النسبة المئوية المارة (%)	حدود المواصفة
1	10	100	100
2	5	98	100-89
3	2,36	84	100-65
4	1,18	75	100-45
5	0,6	49	80-25
6	0,3	22	48-5
7	0,15	3	15-0

جدول رقم (3) خصائص الركام الخشن

ت	فتحة المنخل (mm)	النسبة المئوية المارة (%)	حدود المواصفة
1	50	100	100
2	37,5	100	100
3	20	96	100-90
4	14	66	80-40
5	10	48	60-30
6	5	5	10-0
7	الوزن النوعي الكلي (مشبع جاف السطح) الامتصاص معامل النعومة		2.124 10.8% 6.85

فتحة المنخل (mm) النسبة المئوية المارة (%) حدود المواصفة

النتائج والمناقشة

من فحص النماذج المعدة من الخلطة الخرسانية الحاوية على ركام خشن من فضلات الخرسانة تم الحصول على النتائج المثبتة في الجدول رقم (4) ، ومن هذه القيم يمكننا الحصول على عدة نتائج .

1- من ملاحظة الجدول رقم (3) الخاص بخصائص الركام المعاد استخدامه نرى إ ن الوزن النوعي لهذا الركـام هـو (2.124) وهو أقل منه للركام الخشن الاعتيادي المحلي الذي يكون عادة حوالي (2.65) وكذلك نسبة الامتصاص لـه كانت (10.8 %) وهي أعلى منها للركام الاعتيادي المحلي التي تتراوح عادة بين (0.5-1%) والسبب في ذلك يعـود إلى أن نسبة المسامية في داخل حبيبات هذا الركام أعلى منها للركام الاعتيادي مما يقلل من الوزن النوعي ويزيد مـن نسبة الامتصاص .

2- من القيم الخاصة بمقاومة الانضغاط في الجدول (4) نرى أن هذه القيم تحقق متطلبات المواصفة القياسية العراقيـة الخاصة بنسب الخلط (4:2:1) والتي يجب أن لا تقل عن (14 MPa) لعمر (7 أيام) وعـن (21 MPa) لعمـر (28 يوم).

3- من ملاحظة قيمة مقاومة الانثناء في الجدول رقم (4) نرى أنها كانت أعلى منها للخرسانة المنتجـة مـن الركـام الاعتيادي، ففي حين حددت جمعية السمنت البورتلاندي نسبة مقاومة الانثناء إلى مقاومـة الانـضغاط للخرسـانة ذات مقاومة الانضغاط بحدود (MPa20) بحوالي (0.16) [9] ، كانت النسبة لهذه الخرسانة تقارب (0.42) ويعود السبب إلى خشونة سطح الركام المستعمل وترابطه بشكل أقوى مع عجينة السمنت منه للركام ذو السطح الاملس .

4- من ملاحظة قيمة الكثافة الجافة في الجدول رقم (4) لهذه الخرسانة نرى انها أقل منهـا للخرسـانة ذات الركـام الاعتيادي التي تتراوح عادة بين (2200-2600 m/Kg) .[9]

5- إن قيمة الامتصاص حسب الجدول رقم (4) تعتبر مقبولة إذا ما قورنت مثلاً بما حددته الموافقة القياسية العراقيـة [10] لامتصاص البلوك الخرساني والتي يجب ان لا تتجاوز (10%) بالنسبة للبلوك المصمت نوع (أ) وسمحت بنسب أعلى لبقية الأنواع .

جدول رقم (4) خصائص الخرسانة الحاوية على مخلفات الخرسانة

ت	الخاصية	القيمة	المواصفة
1	مقاومة الانضغاط بعمر (7أيام) (MPa)	14,6	لا تقل عن 14
2	مقاومة الانضغاط بعمر (28يوم) (MPa)	21,3	لا تقل عن 21
3	مقاومة الانثناء بعمر (28 يوم) (MPa)	8,9	لا تقل عن 3.36
4	نسبة الامتصاص(%)	3,235	لا تزيد عن 10
5	الكثافة الجافة بعمر (28 يوم) (m/K)	21,98	22-26

الاستنتاجات

مما تقدم يمكننا استنتاج الآتي :

1- ان الركام المعاد استخدامه من فضلات الخرسانة يمتاز بوزن نوعي قليل وامتصاص عالي مقارنـة بالركـام الخشن الاعتيادي المحلي (الحصى).

2- أن مقاومة الانضغاط للخرسانة المعدة من الركام الخشن المعاد استخدامه هي ضمن حدود المواصفة القياسية العراقية الخاصة بنسبة الخلط تلك ولكنها قريبة من الحدود الدنيا لها.

3- حققت الخرسانة المعدة من الركام المعاد استخدامه مقاومة انثناء عالية نسبة إلى مقاومـة الانـضغاط التـي حققتها ومقارنة بمثيلتها في الخرسانة ذات الركام الاعتيادي .

4- كما حققت الخرسانة ذات الركام المعاد كثافة جافة قليلة مقارنة بكثافة الخرسانة ذات الركام الاعتيادي.

5- كانت قيمة الامتصاص للخرسانة ذات الركام المعاد أعلى منها للخرسانة ذات الركام الاعتيادي ولكنها مقبولـة لمواصفات القطع الكونكريتية الجاهزة مثل البلوك والقوالب الجانبية والوسطية للطرق.

6- أن الخرسانة ذات الركام المعاد استخدامه من فضلات الخرسانة مناسبة للاستخدام فـي رصـف الطـرق الخرسانية وساحات وقوف السيارات والارصفة والمماشي وفي عمل كتل البناء الخرسانية والقوالب الجانبية والوسطية للطرق وغيرها.

المصادر

1- Karlsson M. "Reactivity in Recycled concrete Aggregate", 1, available via internet at the web site :1998 .

2- Boltryk M.,Malaszkiewicz D. and Pawluczk E. " Basis Technical properties of Recycled Aggregate concrete", available via internet at the web site, 2007 .

3-Poon C.S.,kou S. and Lam L. " Use of Recycled Aggregates in Molded Concrete Bricks and Blocks", available via internet at the web site, 2011 .

4-المواصفة القياسية العراقية السمنت البورتلاندي ;1984 .

5- B.S. 882:1992"Aggregates from Natural Sources for concrete", 1992 .

6- B.S. 1881: part 108: 1993 "Method for making Test Cubes from Fresh Concrete, 1993 .

7- B.S. 1881: part 109: 1983 " Method for Making Test Beams from fresh Concrete", 1983 .

8- B.S. 1881: part 114: 1983 " Method for Determination of Density of Hardened Concrete 1983

9- Neville A.M. "Properties of Concrete", fourth edition, John york, 1996 .

الجانب العملي

تم تحضر نسب الخلط الخرسانية حسب المعطيات والمقادير المناسبة

حيث V=0.67 ((C+S+G)

ونسب الخلط 1/2/4

C=0.000506 0.003375=6.67+C

حيث تم استخدام منخل رقم 300ميكرو ميتر (50) حيث تكون النسب المئوية للتمرير 5 الى 30

Cement=0.5kg

Sand=1kg

gravel=2kg

0.5x2=1kg

1x2=2kg

2x2=4kg

حيث كان كل مكعبان يحتاجان الى

أسمنت 1kg رمل 2kg حصى 4kg

و

أسمنت1kg ركام خرسانه2kg حصى4kg

و

أسمنت 1kg ركام خرسانه + رمل2kg حصى4kg

بعد اكمال أخذ الأوزان يتم مزج كل عين على حدا لوضع كل خلط خرسانيه محدده في القالب حيث ستكون على شكل 6 مكعبات حيث ستكون الخلط التي تحتوي على (رمل) في أول مكعبان وستكون الخلط التي تحتوي على (ركام الخرسانة) في مكعبان أيضا وستكون الخلط الأخيرة الحاوية على (رمل + ركام الخرسانة) في أخر مكعبين

ثم تترك المكعبات الستة ليوم كامل ومن بعدها يتم وضعها في حوض ماء وستكون على مجموعتين حيث ستكون المجموع الأول ثلاث مكعبات في داخل حوض الماء لمدة 7 (سبعة) أيام والمجموع الثانية وهي المكعبات الثلاثة التي أبقيه في داخل حوض الماء والتي ستكون قد قضت 28 (ثمانية وعشرون) يوم في داخل حوض الماء.

وبعد أن اكملت المكعبات (7 و28) يوم داخل الحوض يتم وضعها في داخل جهاز فحص الانضغاط لآخذ مقدار قوة تحمل الخرسانة في عمر (ال 7 وال 28) يوم

تفحص المكعبات الستة وتقارن النتائج الخاص بها مع بعض ومقارنة أنواع الخلطات مع بعضها البعض لمعرفة أفضل أنواع الخلط للحصول على أفضل النتائج مع أخذ بنضر الاعتبار المواصفة المحدد لكل خلط خرسانيه من حيث أكانت الخلط تحتوي على رمل أو ركام خرسانه أو رمل + ركام خرسانه.

بعد مرور 7 أيام على المكعبات في الماء يتم اخراج المكعبات من الماء ووضع المكعبات تحت جهاز فحص الانضغاط نجد أن قوة الانضغاط للمكعبات الثلاثة تختلف من حيث قوة التحمل حسب نوع الخلط والمواد المستخدم في الخلط الخرسانية.

فوجدنا أن نسبة تحمل المكعب الذي استخدم فيه الرمل فقط كانت

(A) 279.121Kn 12.405MPa

(A)

وكانت نسبة تحمل المكعب الثاني الذي استخدمنا معه ركام الخرسانة

(B) 260.815Kn 11.592MPa

(B)

وكانت نسبة تحمل المكعب الذي استخدمنا في خلطة الرمل + ركام الخرسانة هي

(C**)** 268.252Kn 11.922MPa

(C)

بعد مرور المدة المحددة لفحص المكعبات الثلاثة المتبقية وهي (28) يوم وجدنا قوى تحمل المكعبات مختلفة حيث كانت بنسب متفاوتة فوجدنا أن نسبة تحمل المكعب الذي استخدم فيه الرمل فقط كانت

(A) 393.216kn 17.476mpa

وكانت نسبة تحمل المكعب الثاني الذي استخدمنا معه ركام الخرسانة

(B) 358.765kn 15.945mpa

وكانت نسبة تحمل المكعب الذي استخدمنا في خلطة الرمل + ركام الخرسانة هي

(C) 254.268kn 11.301mpa

اما بالنسبة لفحص الهطول كذلك كانت نسب الهطول متفاوتة بين كل نوع خلط تكون نسبة الهطول مختلفة حسب نوع الخلط التي تم استخدامها للفحص.

فنجد أ، الخلط التي تحتوي على رمل نسبة الهطول هي (5Cm) (A)

اما النوع الثاني المكون من رمل + ركام خرسانه كانت نسبة الهطول هي (3Cm) (C)

أما بل نسبه للنوع الثالث المكون من ركام خرسان فقط فكانت نسبة الهطول هي (9Cm) (B)

أما أن أردنا تحديد نسبة الفشل و النجاح لفحص الهطول نتبع جدول المواصفات التالي

طريقة اجراء اختبار الهبوط slump test :

1- ينظف السطح الداخلي للقالب بحيث لا توجد به أي مياه عالقة او اثار خرسانية .

2- يوضع القالب على سطح أفقي املس غير منفذ للماء على أن يثبت جيداً .

3- يملأ القالب على ثلاث طبقات ارتفاع كل منها يساوى ثلث ارتفاع القالب تقريبا على أن تدمك كل طبقة بواسطة قضيب الدمك ٢٥ مرة موزعه تقريبا على السطح وبشرط أن ينفذ القضيب إلى الطبقة التي تحتها .

4- بعد الانتهاء من دمك الطبقة العليا للقالب يسوى سطحها مع حافة القالب .

5- يرفع القالب بعد ملئه مباشرة في الاتجاه الرأسي وببطء و عناية

6- يقاس مقدار الهبوط Slump بعد رفع القالب مباشرة وهو الفرق بين ارتفاع القالب وارتفاع مركز عينة الخرسانة الطازجة.

اختبار الهبوط للخرسانة (slump test) ونوع القوام:

عبد الغني الجند ssrr22@hotmail.com

م	درجة الهبوط	الهبوط بالمليمتر	القوام	صفات الخرسانة	استخداماتها	التوصيات
1	S1	10-40	القوام الجاف	الخرسانة ليس بها اعلى قابلية	في المنشآت القليلة مثل قلل جمايه التواطئ في القواعد المسلحة بسيطة التشيع	على المهندس استخدم هزاز قوي بحوفا من حدوث تعشيش بسبب جفاف الخرسانة
2	S2	50-50	القوام اللين	الخرسانة قويه	المنشآت القليلة القواعد الاساسات	استخدام هزازات قويه
3	S3	150-100	القوام اللدن	الخرسانة قويه سهلة الحركة	في جميع انواع الانشاءات و الخرسانة المسلحة متوسطة و قليله التشيع	استخدام هزازات عاديه
4	S4	210-160	القوام السائل	الخرسانة قادره على الحركة لمسافة بقل عشرة دمك مستقدمة	يستخدمها المقاولون المحترفون	استخدام الدمك اليدوي لزياده الامتحانات لزياده نسبة الماء
5	S5	2220	القوام السائل	شديدة الانسياب و السيولة	يستخدمها المقاولون في القطاعات الضيقة والمزدحمة بحديد التسليح	مرفوضة و التي تستخدمها يجب اضافه لتحسين التزوجة واضافات تقليل ماء الخلط (المنشآت الخاصة)

بعد أجراء التجارب الازمة الأداء الفحوصات المطلوب للنموذج وهي

1- تجربة فحص الهطول

2- تجربة فحص الانضغاط للمكعبات في حدود ال (7)يوم و ال (28)يوم

فنجد أن مقدا الهطول و الانضغاط في حدود ال(7) يوم و ال(28) يوم والتي تحتوي على الرمل نجد أن مقدار الهطول هو (5Cm)ومقدار المقاومة للسبعة أيام هو (12.405MPa) و المقاوم في ال 28 يوم هو (17.476MPa)

اما مقدار الهطول والانضغاط للخلط التي تحتوي على ركام الخرسانة + الرمل هو مقدار الهطول هو (3Cm)أما مقدار الانضغاط للمكعب في ال 7 يوم هو(11.922MPa) وفي ال 28 يوم هو (11.301MPa)

بالنسبة لمقدار الهطول والانضغاط للخلط التي تحتوي على ركام الخرسانة فقط نجد مقدار الهطول هو (9Cm)ونجد أن مقدار الانضغاط للمكعبات فيال 7يوم هو (11.592MPa) وفي ال 28 يوم هو (15.945MPa)وبعد اكمال الفحوصات نجد أن نسب التحمل والهطول مختلف من خلط الى خلط أخرى

وهذه النتائج تعود الى عدت أسباب مهم ومنها

1- نوع الركام المستخدم

2- تكون حاوي على نسب من الملاح والأتربة

3- نوع الاسمنت المستخدم

4- نوع الرمل المستخدم

5- استخدام ركام الخرسانة

6- استخدام ركام الخرسانة بدل الرمل مما يؤدي الى ضعف في الخلط الخرسانية