بعض خصائص المونة الحاوية على ركام ناعم من كسر الزجاج [+]

SOME PROPERTIES OF MORTAR WITH CRUSHED GLASS AS FINE AGGREGATE

ايمان عبد الرحمن قاسم [*] حسان عصام محمود الخطيب [**] ابتهال سالم فتحي [**]

المستخلص :

يهدف هذا البحث الى دراسة تأثير استبدال نسب مختلفة من الرمل بكسر فضلات القناني الزجاجية محلية الصنع على بعض خصائص مونة السمنت المحلية ، وهي : الكثافة الجافة، مقاومة الانضغاط ، نسبة الامتصاص .

تم اعداد خمسة خلطات من المونة احتوت كل منها على نسبة مختلفة من كسر الزجاج وهي (٠% ،٢٥ % ، ٥٠%، ٧٥%، ١٠٠%) على التوالي .

اظهرت النتائج ان الكثافة الجافة ومقاومة الانضغاط تنخفض مع ازدياد نسبة فضلات الزجاج في حين ان نسبة الامتصاص تزداد مع زيادة هذه النسبة . كما اظهرت النتائج ان تأثير فضلات الزجاج قليل الى حد النسبة (٢٥%) ولكنه يزداد بشكل ملحوظ مع زيادة نسبتها عن ذلك مقارنة بالخلطة المرجعية (٠%) ، لذلك يمكن استبدال الرمل بنسبة تصل الى (٢٥%) من فضلات الزجاج لتحقيق فائدة اقتصادية دون إحداث تأثير يذكر على خصائص المونة الناتجة .

Abstract :

The present work deals with the effect of local crushed waste glass as fine aggregate on some properties of mortar.

Five mortar mixes were prepared by replacing crushed waste glass instead of sand in five different weight ratios (0% , 25%,50% ,75% ,100%) using local cement and sand.

The results showed that the dry density and compressive strength were decreased with the increasing of crushed glass ratio . But the absorbed water ratio was increase with the increasing of glass ratio. Results showed also that it is possible to replace crushed waste glass by sand up to (25%) without harmful effect .

Keywords : crushed waste glass , pozzolanic material , mortar , fine aggregate .

المقدمة:

يعتبر مسحوق الزجاج من المواد البوزولانية (pozzolanic material) التي يمكن اضافتها الى الخرسانة او المونة او عجينة السمنت . والمواد البوزولانية هي مواد طبيعية او صناعية تحوي على السيليكا الفعالة (غير المتبلورة) والتي

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٩/١٢/١٧ ،تاريخ قبول النشر ٢٠١١/٦/٢١ .

[*] أستاذ مساعد /المعهد التقني / الموصل

[**] مدرس مساعد/ المعهد التقني / الموصل

تكون خصائص رابطة عند تفاعلها مع هيدروكسيد الكالسيوم ($Ca(OH)_2$) بوجود الماء وبدرجات حرارة اعتيادية ، ومادة هيدروكسيد الكالسيوم هي احدى نواتج عملية تفاعل السمنت مع الماء .

تضاف المواد البوزولانية على شكل مسحوق ناعم بنعومة السمنت وتكون اضافتها باستبدال نسبة من السمنت بهذه المواد ، ولان المواد البوزولانية ارخص من السمنت في الغالب فهناك فائدة اقتصادية من استخدامها ، وتعتمد الخصائص الناتجة على نسبة السيليكا الفعالة وتركيب السمنت المستعمل . [١]

يصنع الزجاج عادة من تسخين حجر الكلس ($CaCo_3$) ورماد الصودا ($NaCo_3$) والرمل (Sio_2) الى حد الانصهار ثم تركها تبرد ، وتختلف نوعية الزجاج الناتج حسب نقاوة المواد الاولية المستخدمة واحياناً تضاف اكاسيد اخرى لاعطاء الوان للزجاج الناتج . وعموما" تمتاز مادة الزجاج بشفافيتها ومقاومتها للتأثيرات الكيمياوية، ولكن اكثر انواعها هشة سريعة الكسر ، لذلك تتكون سنويا" كميات كبيرة من الزجاج التالف والتي تتجمع باكوام كبيرة من فضلات الزجاج وتسبب تلوث البيئة خاصة وان من الصعب معالجتها كيمياويا" ، لذلك بدأ التوجه الى اعادة استخدامها بشكلها الحالي ، وان احدى طرق اعادة استخدامها هي ان تستخدم مع السمنت المنتج او عند خلطه لعمل الخرسانة او المونة بشكل مادة بوزولانية او ركام ناعم .

ان استعمال فضلات الزجاج بشكل ركام ناعم للخرسانة باستبدال نسب مختلفة من الرمل هي (30% , 50% , 70%) اظهر عند المقارنة مع خلطة كونكريتية اعتيادية لاتحوي فضلات الزجاج ان قابلية التشغيل عند قياس الهطول وعامل الرص تقل مع زيادة نسبة فضلات الزجاج ، كما ان محتوى الهواء يزداد مع زيادتها للخرسانة الطرية. كما اظهرت فحوص مقاومة الانضغاط والشد والكسر لأعمار (١ ، ٤ ، ١٣ اسبوع) ان المقاومة تقل مع زيادة نسبة فضلات الزجاج ولكن هذا الانخفاض قليل جدا" لنسبة (٣٠%) ولكنه كبير للنسبتين (٥٠% ، ٧٠%) لذلك فقد تم الاستنتاج بانه يمكن استبدال الرمل بنسبة تصل الى (٣٠%) من فضلات الزجاج دون تأثير يذكر على مقاومة الانضغاط والكسر والشد . [٢]

اظهرت دراسة اخرى عند المقارنة بين خلطة خرسانية تحوي على فضلات زجاج السيارت بشكل ركام ناعم ، أي باستبدال الرمل بنسبة (١٠٠%) مع استعمال ركام خشن اعتيادي ذو مقاس اقصى (١٠ mm) مع خلطة اخرى تحوي على ركام ناعم اعتيادي بدون وجود لفضلات الزجاج ان قابلية التشغيل للخلطة الحاوية على فضلات الزجاج تقل بشكل ملحوظ ، ولكن عند قياس مقاومة الانضغاط لهاتين الخلطتين ان المقاومة الانضغاط للاولى كان (٤٩,٥ N/mm^2) والثانية المرجعية ($٤٩,١ N/mm^2$) وذلك بعمر (٢٨ يوم) وقد عزا الباحث ذلك الى وجود ترابط فيزياوي وكيمياوي اقوى بين عجينة السمنت والركام الزجاجي منه بينها وبين الركام الاعتيادي ، واستنتج انه يمكن استبدال الركام الناعم الاعتيادي كله بركام ناعم من فضلات الزجاج دون تأثير يذكر على مقاومة الانضغاط . [٣] .

<u>الهدف من البحث</u>

ان هذا التباين في اقوال الباحثين حول تأثير استعمال فضلات الزجاج على المقاومة الانضغاطية والذي قد يرجع الى نوعية الزجاج المستخدم دفعنا الى دراسة تأثير فضلات القناني الزجاجية محلية الصنع على بعض خصائص مونة السمنت المحلية .

الجزء العملي

١- المواد المستخدمة

١-١ السمنت : استخدم سمنت بورتلاندي اعتيادي عراقي المنشأ نوع (بادوش) مطابق للمواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لعام ١٩٨٤ [٤] ، وقد كانت خصائصه الفيزياوية كمامبين في جدول رقم (١).

١-٢ الرمل : استعمل رمل من منطقة الخازر تدرجه مطابق للمواصفة القياسية البريطانية (١٩٩٢ : ٨٨٢ .B.S) من منطقة تدرج متوسط [٥] ، كما مبين في الجدول رقم (٢) .

١-٣ الماء : استخدم ماء الحنفية العادي في جميع الخلطات .

١-٤ فضلات الزجاج : استخدمت فضلات القناني الزجاجية المحلية بعد تكسيرها وفصلها على المناخل حسب المقـاس ثم اختيار أوزان المتبقي على كل منخل بحيث أصبح تدرجها مطابق للمواصفة البريطانية (١٩٩٢ : ٨٨٢ .B.S) [٥] المستخدمة مع الرمل ، كمامبين في الجدول رقم(٣) .

٢- الخلطات المستخدمة

تم اعداد خمسة خلطات مختلفة من المونة بنسبة خلط (١ سمنت : ٢,٥ ركام ناعم) مع نسبة ماء / سمنت (٥٠%) ، وكان الركام الناعم في الخلطات الخمسة يتألف من الاتي:-

رقم الخلطة	مكونات الركام الناعم
١	رمل فقط دون وجود مسحوق الزجاج
٢	٧٥% من الركام هو رمل و٢٥% منه كسر الزجاج
٣	٥٠% من الركام هو الرمل و ٥٠% منه كسر الزجاج
٤	٢٥% من الركام هو رمل و ٧٥% منه كسر الزجاج
٥	كسر الزجاج دون وجود الرمل

٣- الفحوص المختبرية

تم اعداد مكعبات من مونة السمنت بابعاد (٥x٥x٥ cm) للخلطات الخمسة رصت باستخدام المنضدة الهزازة ، وبعـد فتح القوالب عند مرور (٢٤ ساعة) وضعت في ماء المعالجة لحين حلول وقت الفحص .

وقد اجريت الفحوص التالية :

٣-١ فحص الكثافة الجافة

تم فحص الكثافة الجافة بعمر (٢٨ يوم) بان وزنت المكعبات وهي جافة تماما" في الفرن ثم قسمة الوزن على حجم كل مكعب واحتسب الناتج من معدل ثلاث مكعبات لكل خلطة .

٣-٢ فحص الانضغاط

تم احتساب مقاومة الانضغاط للاعمار (٣،٧،٢٨ يوم) بان قسمت اقصى قوة تحملها كل مكعب على مـساحة الوجـه المعرضة للقوة ثم ايجاد معدل ثلاث مكعبات لكل خلطة عند كل عمر .

٣-٣ فحص الامتصاص

تم احتساب نسبة الامتصاص من قسمة وزن الماء الممتص لكل مكعب على وزنه الجاف وتحويل الناتج الى نسبة مئوية ثم ايجاد المعدل لثلاث مكعبات لكل خلطة ، وقد احتسبت نسبة الامتصاص عند عمر (٢٨ يوم).

جدول رقم (١) الخصائص الفيزياوية للسمنت المستخدم

ت	الخاصة	النتيجة	حدود المواصفة [٤]
١	الليونة القياسية	%٣٠	
٢	زمن التماسك الابتدائي (دقيقة)	٨٣	لايقل عن ٤٥
٣	زمن التماسك النهائي (دقيقة)	١٧٠	لايزيد عن ٦٠٠
٤	النعومة (m^2/kg)	٢٨٠	لاتقل عن٢٣٠(m^2/Kg)
٥	مقاومة الانضغاط (MPa)		
	عمر ٣ ايام	١٩,٣	لاتقل عن ١٥ (MPa)
	عمر ٧ ايام	٢٨,٩	لاتقل عن ٢٣(MPa)

جدول رقم (٢) تدرج الرمل المستعمل

فتحة المنخل (mm)	نسبة المار (%)	حدود المواصفة [٥]
٥	١٠٠	١٠٠
2.36	٩٨	١٠٠-٦٥
١,١٨	٩٥	١٠٠-٤٥
٠,٦	٧٨	٨٥-٢٥
٠,٣	٢٦	٤٨-٥
٠,١٥	٠	١٥-٠
معامل النعومة	٢,٠٣	

جدول رقم (٣) مواصفات ركام كسر الزجاج

فتحة المنخل (mm)	نسبة المار (%)	حدود المواصفة [٥]
٥	١٠٠	١٠٠
2.36	١٠٠	١٠٠-٦٥
١,١٨	٩٧	١٠٠-٤٥
٠,٦	٨٠	٨٠-٢٥
٠,٣	٣٠	٤٨-٥
٠,١٥	٣	١٥-٠
معامل النعومة	١,٩٠	
الوزن النوعي الكلي	٢,٥٤	
الكثافة الكلية المرصوصة	1531 kg/m^3	

النتائج والمناقشة:

١- من نتائج فحص الكثافة الجافة في الجدول رقم (٤) والشكل رقم (١) نلاحظ أن قيم الكثافة الجافة تنخفض مع زيادة نسبة كسر الزجاج في الخلطات وقد كانت نسب الأنخفاض للخلطات رقم
(٢، ٣، ٤، ٥) مقارنة بالخلطة المرجعية رقم (١) هي (١,٩% ، ٥,٢%، ١٠,٢%، ١٤,٨%) على التوالي ،

أي ان الكثافة الجافة تقل مع زيادة نسبة كسر الزجاج في خلطة المونة والسبب يعود إلى أن الوزن النوعي لكسر الزجاج أقل منه للرمل كما أن نسبة الفراغات في الخلطة تزداد مع زيادة نسبة كسر الزجاج فيها.

٢- من ملاحظة الجدول رقم (٥) والشكل رقم (٢) نرى ان قيم مقاومة الانضغاط تنخفض مع زيادة نسبة كسر الزجاج في الخلطة ولجميع الأعمار فقد تراوح الانخفاض للخلطة رقم (٢) بين (٥-٦%)، وللخلطة رقم (٣) بين (٢٨-٢٩%)، وللخلطة رقم (٤) بين (٤٠-٤٢%)، أما الخلطة رقم (٥) فبين (٤٨-٥٠%) مقارنة بالخلطة المرجعية رقم(١) والسبب في ذلك أن ركام الزجاج يتفتت أسرع من الرمل مسبباً فشل النموذج، كما أن كثافة المونة تقل ونسبة الفراغات فيها تزداد مع زيادة نسبة كسر الزجاج مما يقلل من المقاومة الانضغاطية للخلطة. إن قيم مقاومة الانضغاط للخلطة رقم (١) و (٢) حققت متطلبات المواصفة القياسية العراقية [٤] التي حددت ان لا تقل هذه القيم لعمر (٣) أيام عن ($150\ kg/m^2$) ولعمر (٧) أيام عن ($230\ kg/m^2$) في حين كانت القيم لبقية الخلطات دون حدود المواصفة المذكورة.

٣- من ملاحظة نتائج فحص الامتصاص في الجدول رقم (٦) والشكل رقم (٣) تبين أن نسبة الامتصاص تزداد مع زيادة محتوى كسر الزجاج في الخلطة وأنت نسبة الزيادة للخلطات (٢، ٣، ٤، ٥) هي (٤%، ١٣%، ٤٢%، ٧١%) على التوالي مقارنة مع زيادة نسبة كسر الزجاج فيها بسب الأشكال الغير منتظمة لحبيبات هذا الركام.

٤- من ملاحظة الأشكال (١) و (٢) و (٣) يمكن القول ان الانخفاض في مقاومة الانضغاط للخلطة رقم (٢) الحاوية على (٢٥%) كسر الزجاج (٥-٦%) والزيادة في نسبة الامتصاص لها (٤%) مقارنة بالخلطة المرجعية رقم (١) التي لا تحتوي كسر الزجاج قليلة مقارنة بالخلطات الأخرى.

جدول رقم (٤) الكثافة الجافة للخلطات

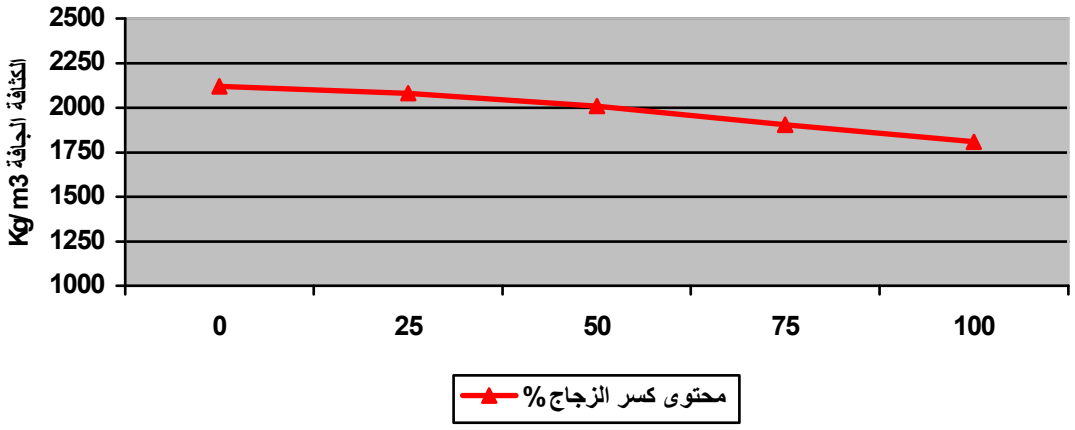
رقم الخلطة	نسبة كسر الزجاج (%)	الكثافة الجافة ($Kg\backslash m^3$)
١	٠	٢١٢٠
٢	٢٥	٢٠٨٠
٣	٥٠	٢٠١٠
٤	٧٥	١٩٠٤
٥	١٠٠	١٨٠٧

جدول رقم (٥) مقاومة الانضغاط للخلطات

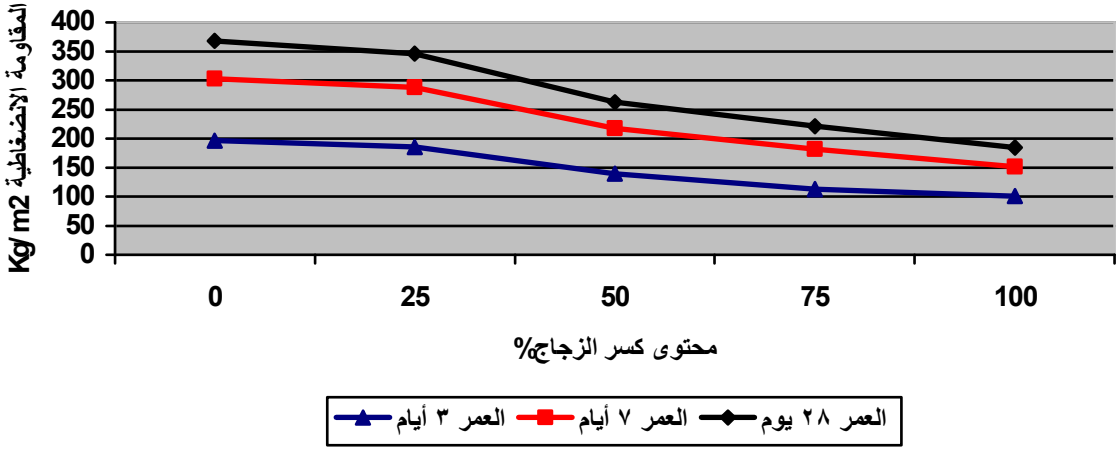
رقم الخلطة	نسبة كسر الزجاج (%)	عمر (٣) ايام (Kg/cm^2)	عمر(٧) ايام (Kg/cm^2)	عمر(٢٨) يوم (Kg/cm^2)
١	٠	١٩٦	٣٠٣	٣٦٨
٢	٢٥	١٨٥	٢٨٨	٣٤٦
٣	٥٠	١٣٩	٢١٧	٢٦٢
٤	٧٥	١١٣	١٨٢	٢٢١
٥	١٠٠	١٠١	١٥١	١٨٤

جدول رقم (٦) نسبة الامتصاص للخلطات

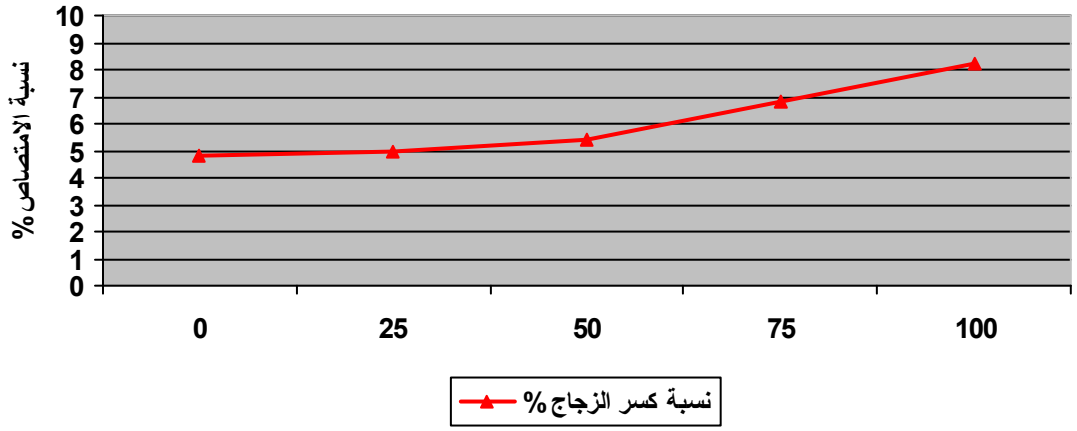
رقم الخلطة	نسبة كسر الزجاج (%)	نسبة الامتصاص (%)
١	٠	٤,٨
٢	٢٥	٥
٣	٥٠	٥,٤
٤	٧٥	٦,٨
٥	١٠٠	٨,٢



شكل رقم (١) العلاقة بين محتوى كسر الزجاج والكثافة الجافة



شكل رقم (٢) العلاقة بين محتوى كسر الزجاج والمقاومة الانضغاطية



شكل رقم (٣) العلاقة بين محتوى كسر الزجاج ونسبة الامتصاص

الاستنتاجات:

من النتائج التي تم الحصول عليها نستطيع الاستنتاج أن استبدال جزء من الرمل في مونة السمنت بكسر الزجاج سبب انخفاض في قيم الكثافة الجافة ومقاومة الانضغاط ويزداد الانخفاض مع زيادة محتوى كسر الزجاج، كما ان قابلية الامتصاص للمونة تزداد بزيادة محتوى كسر الزجاج في الخلطة. وان بالإمكان استبدال نسبة من الرمل تصل إلى (٢٥%) بكسر الزجاج في المونة وذلك يكون تأثيره قليلاً على قيم الكثافة الجافة والامتصاص ومقاومة الانضغاط للأعمار (٣، ٧، ٢٨) يوم لهذه المونة، وهذا يحقق فائدة في التخلص من هذه الفضلات والاستغناء عن جزء من الرمل الأغلى ثمناً والذي غالباً ما يكون حاوياً على نسبة من الأملاح التي تؤثر على المونة الناتجة.

المصادر .

1- Neville A.M "*Properties of Concrete* " . Third edition , pitman -1 publishing limited , London ,UK,1981 .
2- Park S.B. , lee B.C., Kim J.H. " *Studies on Mechanical properties of* -2 concrete containing Waste Glass Aggregate " , Journal of cement and concrete Research , Vol 34 , 2004 , pp2181 – 2189.
3- Perkins G.D. " *Development of concrete containing Waste Glass* " , available via internet at the web site :http://www.concrte.org.uk/fingertips–uggets.asp?cmd=display8id=783

4- المواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لعام ١٩٨٤ ((السمنت البورتلاندي)).
5- *British Standards Institute* , *B.S.882* : 1992 " Aggregates from Natural *Sources for* Concrete ".