دراسة بعض الخواص الهندسية للخرسانة الحاوية على الخبث [+]

STUDYING SOME OF THE ENGINEERING PROPERTIES OF CONCRETE CONTAINING SLAG

سوسن عبد الكريم جهاد [*]

المستخلص:

ان الحاجة الى انتاج خرسانة ذات اداء متميز أدت بالباحثين الى محاولة استغلال مواد طبيعية او صناعية لتحسين اداء الخرسانة فقد استعمل خبث افران صهر الحديد كبديل عن جزء السمنت لكون اكاسيده الرئيسية مشابهة الى اكاسيد السمنت .

تضمن هذا البحث دراسة تأثير الخبث على خواص الخرسانة حيث أجريت فحوص مقاومة الانضغاط والامتصاص الكلي لعمر (٧ ، ٢٨) يوم ، تبين من النتائج ان الخرسانة الحاوية على الخبث بنسبة ٦% أدت الى تحسين خواص الخرسانة بالمقارنة مع الخلطات الاخرى حيث ازدادت مقاومة الانضغاط لعمر (٢٨) يوم بنسبة ١٩,٥ % مقارنة بالخلطة الخالية من الخبث ونقصان في الامتصاص بنسبة ٣٢% .

Abstract:

The need to produce high performance concrete led the researches to try to exploit the potentialities of natural or artificial materials so as to improve the performance of concrete . Iron furnace slag has been used as an alternative of proportion on cement after being processed , since its main oxides are similar to those of cement .

In this investigation , the effect of slag was studied including compressive strength and absorption of concrete in 7 , 28 days were investigated .

Results demonstrated that the inclusion of 6% slag as a partial replacement by weight of cement showed superior performance over those of the other concretes , where the percentage increase in compressive strength after 28 days relative to reference concrete was 19.5 % and the percentage reduction in absorption was 32 % .

المقدمة:

تعتبر الخرسانة من اكثر المواد الانشائية التي شملتها البحوث بالاهتمام ولغرض الحصول على خرسانة ذات خواص تتناسب مع متطلبات المنشأ او الظروف الجوية لابد من استخدام المضافات . كثير من الاحيان تستعمل مواد يوزولانية ناتجة عرضياً من بعض الصناعات مثل خبث افران صهر الحديد . حيث ان الخبث في الطرق ينتج من مخلفات صناعة الحديد في افران القوس الكهربائي .

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠١٠/٩/٢٠ ، تاريخ قبول النشر ٢٠١١/٧/١٨ .

[*] مدرس مساعد / معهد التكنولوجيا / بغداد

والخبث الناتج من الفرن العالي اثناء استخلاص الحديد Blast furnace slag ، ينتج بكميات ضخمة ويستغل بدرجة اكبر من أي خبث آخر ، يحتوي هذا الخبث على سليكا وألومينا مصدرهما خاصة الحديد ، متحدة مع اكاسيد كالسيوم ومغنيسيوم مصدرها الصهور المستخدم اثناء الاستخلاص . يخرج الخبث من الفرن سائلا عند درجة حرارة ١٥٠٠ ^{0}م تقريباً ويمكن انتاجه في ثلاث صور بتغير طريقة التبريد .

خبث الفرن العالي المبرد في الهواء Air cooled Blast furnace slag . وينتج بالسماح للخبث المنصهر بالتجمد في الظروف الجوية السائدة .

وهو غالباً متبلور ، ذو بنية شبكية او فجوية بها فجوات ناشئة عن فقاعات الغازات التي كانت ذائبة فيه قبل التجمد ، وبعد التكسير والغربلة الى الاحجام المطلوبة ، يستخدم الخبث كحصى وكتل مكسرة في العديد من التطبيقات . واستخداماته الرئيسة في التشييد للردم (ركام) في اساسات الطرق ويستخدم في خرسانة الاسمنت البوروتلاندي [١] .

الاعمال المختبرية

١- المواد المستعملة

تم استعمال السمنت البورتلاندي الاعتيادي وقد أجريت الفحوص الكميائية والفيزيائية وكانت نتائج الفحص مطابقة للمواصفة العراقية [٢] وكما مبين بالجدول (١) والجدول (٢) .

كما تم استخدام رمل من مقالع الاخيضر وتم فحصه وتبين مطابقته للمواصفة العراقية [٣] ويوضح الجدول (٣) الفحوصات الفيزيائية والكيميائية . وتم استخدام الحصى ذو مقاس أقصى قدره (١٠) ملم وتم فحص الخواص الفيزيائية والكيميائية وكما مبين بالجدول (٤) وتبين مطابقته للمواصفة العراقية . واستعمل ماء الأسالة الاعتيادي في عملية الخلط وكذلك في معالجة النماذج الخرسانية .

تم استعمال خبث افران صهر الحديد المنتج عرضياً وتم تكسيره وطحنه وأجري التحليل الكميائي كما مبين في الجدول رقم (٥) :-

جدول رقم (١) الخواص الكيميائية للسمنت

نوع الاؤكسيد او المركب	المحتوى %	حدود المواصفة القياسية العراقية
SiO_2	٢٠,٩	--
CaO	٦١,٥	--
Fe_2O_3	٢,٩	--
Al_2O_3	٥,٨	--
MgO	٢,٤	الحد الاعلى (٥)
SO_3	١,٦	الحد الاعلى (٢,٨)
L.O.I	٢,٥	الحد الاعلى (٤)

جدول رقم (٢) الخواص الفيزيائية للسمنت

نوع الفحص	النتائج	حدود المواصفة القياسية العراقية
النعومة (كغم/ م^2)	٣٠٤	الحد الادنى ٢٣٠ (كغم/ م^2)

زمن التماسك - زمن التماسك الابتدائي (دقيقة : ساعة) - زمن التماسك الابتدائي (دقيقة : ساعة)	١:٥٠ ٣:٢٠	الحد الادنى (١ ساعة) الحد الاعلى (١٠ ساعة)
الثبات	٠,٣٥	الحد الاعلى (٠,٨ %)
مقاومة الانضغاط (نيوتن/ ملم^{٢}) بعمر (٣ يوم) بعمر (٧ يوم)	١٩,٩ ٢٨,٦	الحد الادنى (١٥ نيوتن/ ملم^{٢}) الحد الادنى (٢٣ نيوتن/ ملم^{٢})

جدول رقم (٣) خواص الرمل

الخواص	النتائج	حدود المواصفة القياسية العراقية
الوزن النوعي	٢,٦	--
الامتصاص	% ١,٥٣	--
SO_3	% ٠,٢٥	الحد الاعلى ٠,٥ %

جدول رقم (٤) خواص الحصى

الخواص	النتائج	حدود المواصفة القياسية العراقية
الوزن النوعي	٢,٦٣	--
الامتصاص	% ٠,٣	--
SO_3	% ٠,٠٢	الحد الاعلى ٠,١ %

جدول رقم (٥) التحليل الكميائي للخبث

المركب	النسبة المئوية للخبث
SiO_2	28.2
Al_2O_3	17.1
Fe_2O_3	19.5
CaO	25.9
MgO	8.7

٢- الخلطات الخرسانية

تم أختيار خلطة (سمنت : رمل : حصى) (١ : 1.5 : ٣) ونسبة ماء / سمنت (0.45) وأضيف خبث بنسب (٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ ، ١٠) % من وزن السمنت .

٣- الفحوصات المختبرية

١- فحص مقاومة الانضغاط

أجري فحص مقاومة الانضغاط بموجب المواصفة البريطانية B.S. 1881 – part 4 باستخدام مكعبات (10 x 10 x 10) سم ولعمر (٧ ، ٢٨) يوم ، وأخذ المعدل الحسابي لثلاثة نماذج لكل خلطة وكانت النتائج كما مبين بالجدول رقم (٦) .

٢- فحص الامتصاص

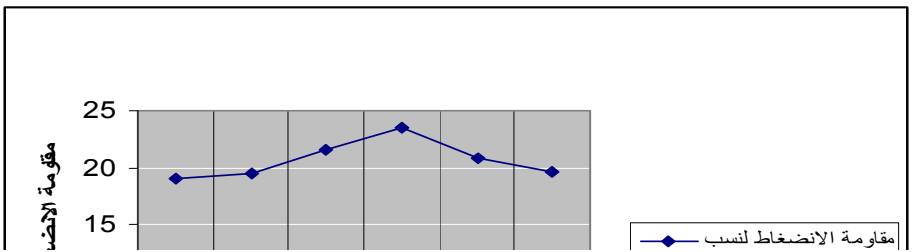
تم فحص الامتصاص باستخدام مكعب ذو الابعاد (10 x 10 x 10) سم وفقاً للمواصفات البريطانية B.S. 1881 : part 122 : 1989 [٥] . ولعمر (٧ ، ٢٨) يوم

النتائج والمناقشة:

الجدول رقم (٦) والشكل رقم (١) بين نتائج فحص مقاومة الانضغاط للخرسانة المرجعية والخرسانة الحاوية على الخبث بنسب (٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ ، ١٠) % لنسبة من وزن السمنت ، وتبين من النتائج ان مقاومة الانضغاط تزداد بزيادة نسب الخبث لحد نسبة ٦% وبعدها تبدأ مقاومة الانضغاط بالانخفاض بزيادة نسبة الخبث .

جدول رقم (٦) نتائج فحص مقاومة الانضغاط بعمر (٧) ايام

النسبة المئوية للخبث %	مقاومة الانضغاط بعمر ٧ يوم N/mm^2
٠	**19**
٢	**19.5**
٤	**21.6**
٦	**23.5**
٨	**20.8**
١٠	**19.7**



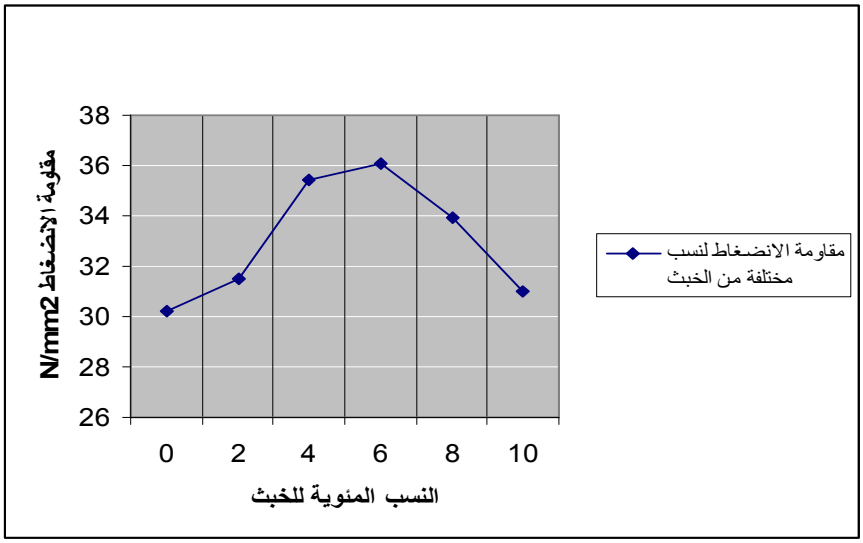
شكل رقم (١) : العلاقة بين النسبة المئوية للخبث ومقاومة الانضغاط بعمر (٧) ايام

الجدول رقم (٧) والشكل (٢) تبين نتائج فحص مقاومة الانضغاط بعمر (٢٨) يوم .

ومن النتائج تبين ان مقاومة الانضغاط تزداد بزيادة نسب الخبث لحد ٦% وبعدها تبدأ بالانخفاض والسبب يعود الى ان التحسن في مقاومة الانضغاط الى ان الخبث المستخدم ذو نعومة عالية حيث يسلك الخبث الناعم عند اضافته الى الخرسانة كمادة بوزولانية ذات خواص سمنتية .

جدول رقم (٧) : نتائج مقاومة الانضغاط لعمر (٢٨) يوم

النسبة المئوية للخبث %	مقاومة الانضغاط بعمر ٢٨ يوم N/mm^2
٠	**30.2**
٢	**31.5**
٤	**35.4**
٦	**36.1**
٨	**33.9**
١٠	**31.0**

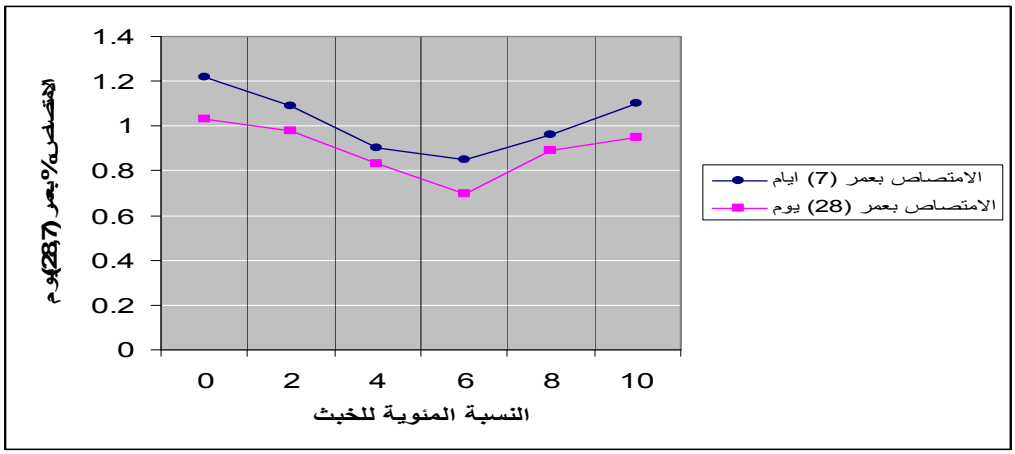


شكل رقم (٢) العلاقة بين النسب المئوية للخبث ومقاومة الانضغاط بعمر (٢٨) يوم

الجدول رقم (٨) والشكل (٣) يوضح نتائج الامتصاص لعمر ٧ ، ٢٨ يوم

جدول رقم (٨) نتائج فحص الامتصاص لعمر (٧ ، ٢٨) يوم

النسب المئوية للخبث	الامتصاص % بعمر ٧ يوم	الامتصاص % بعمر ٢٨ يوم
٠	**1.22**	**1.03**
٢	**1.09**	**0.98**
٤	**0.9**	**0.83**
٦	**0.85**	**0.70**
٨	**0.96**	**0.89**
١٠	**1.1**	**0.95**



شكل رقم (٣) : العلاقة بين النسب المئوية للخبث والامتصاص لعمر (٧ ، ٢٨) يوم

من النتائج تبين انه كلما زادت نسبة الخبث يقل الامتصاص وذلك بسبب التفاعل البوزولاتي الذي يحصل بين $Ca(OH)_2$ و C.S.F ينتج مركب سمنتي (C-S-H) مما يؤدي الى زيادة كثافة المنطقة البينية Transition zone (T.Z) وهذا التفاعل يعمل على غلق الفجوات الكبيرة التي كانت تشغلها جزيئات $Ca(OH)_2$ داخل عجينة السمنت [٦] .

<u>الاستنتاجات:</u>

١- ان أضافة الخبث بنسب مختلفة يعمل على زيادة مقاومة الانضغاط ولغاية نسبة ٦% من وزن السمنت .

٢- اضافة الخبث يعمل على تقليل نسبة الامتصاص ولغاية نسبة ٦% .

٣- استبدال جزء من السمنت بالخبث وذلك لتقليل الكلف وتقليل معدل انبعاث الحرارة خاصة في الخلطات ذات المحتوى العالي من السمنت .

<u>التوصيات</u>

١- يراعى من الباحثين الجدد الاخذ بنظر الاعتبار دراسة نماذج اكثر كي تكون الدراسة ذات اساس علمي واضح .
٢- يجب دراسة صفات الخرسانة الاخرى التي اوصت المواصفات العالمية بأتباعها ومطابقتها كي نخرج بأستنتاجات موثوقة .

المصـــادر:

1- Lee , A.R "Blast Furnace and steel , Slag , properties and Uses" , Edward Arnold Publisher Ltd ., London , 1974 .

٢- المواصفة العراقية (م.ق.ع – ٥ – ١٩٨٤) الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية ، العراق : بغداد .

٣- المواصفة العراقية (م.ق.ع – ٣٠ – ٣١ / ١٩٨٥) .

٤- المواصفة البريطانية B. S. 1881 – part 4 – 1983 .

٥- المواصفة البريطانية B. S. 1881 : part 122 : 1989 .

٦- ACI committee Report 226 . IR – 87 , "Ground Granulated – Blast – furnace slag as a cementitious constituent in concrete" , ACI Materials journal , July – August 1987 .