Production of Building Blocks Using Lightweight Crushed Waste Siporex

انتاج وحدات بنائية خفيفة الوزن بأستخدام مخلفات الثرمستون المكسر

م.م. ايمن جميل كاظم السعد
جامعة كربلاء / كلية الهندسة

الخلاصة :

ان من الاثار الايجابية للوحدات الخفيفة الوزن على المساكن والبنايات وخاصة في العراق بسبب مناخه الحار جدا صيفا والبارد شتاءا . تتميز الوحدات الخفيفة الوزن بقابلية جيدة للعزل الصوتي والحراري وتقليل الاحمال الميتة وكذلك سرعة في الانتاج واكثر اقتصاديا.يتضمن البحث عدة خلطات خرسانية من مخلفات الثرمستون المكسر كركام خشن وبنسب استبدال مختلفة (استبدال 25% (CS-25%) ،استبدال 50% (CS-50%) ، استبدال 100% (CS-100)) ومقارنتها مع خلطة مرجعية يستخدم فيها الركام العادي. ومن خلال النتائج يتبين لنا بأن مقاومة الانضغاط للوحدات البنائية الغير محملة تقل عن المقاومة للخلطة المرجعية (57%،58%،69%) و(59%،54%،66%) و (59%،51%،66%) للخلطات (CS-100%,CS-50%, CS-25%) و للاعمار 7 ،14 ،و28 يوم على التوالي وكذلك قلت مقاومة الانضغاط للوحدات المحملة بـ (73%،72%،79%) و(59%،54%،66%) و (59%،51%،71%) للخلطات (CS-100%,CS-50%, CS-25%) وللاعمار 7 ،14 ، و28 يوم على التوالي.اما في فحص الكثافة الجافة فقد كانت اقل كثافة بعمر 28 يوم للخلطة CS-100% هي 1287 كغم \م^3 واما فحص الامتصاص فكانت اقل نتيجة امتصاص لعمر 28 يوم للخلطة CS-25% هي 4.38%.وفي فحص الموصلية الحرارية كانت افضل النتائج بعمر 28 يوم للخلطة CS-100% هي(0.359 W/m.K).

الكلمات الرئيسية : *بلوك خفيف الوزن ,كسر الثرمستون , الكثافة, الموصلية الحرارية.*

ABSTRACT

The positive impact of lightweight blocks makes it important on houses and buildings, especially in Iraq because of the severe climate while it is very hot in summer and cold in winter. Lightweight units have a good capability in acoustic insulation, thermal presence, and reduce dead loads, as well as the speed at construction work, and more economically .This research includes several concrete mixtures comprising of breaking siporex as rough aggregate and at different percentages (replacement 25% (CS-25%), replacement 50% (CS-50%), and replacement 100 % (CS-100%)) and compare those with a reference mixture which is including natural aggregate. The results shows that the compressive strength ratio of the non-loaded building units blocks are decreased than the reference mixture, i.e. the reduction are (57% ,58% ,69%) and (59% ,54% ,66%) and (59% ,51% ,66%) of the mixtures (CS-100%, CS-50%,and CS-25%), at ages of 7, 14, and 28 days, respectively. As well as, above compressive strength of loaded units decrease with (73% ,72% ,79%) and (59% ,54 % ,66%) and (59% ,51% ,71%) for the mixtures (CS-100%, CS-50%,and CS-25%) at ages of 7, 14 ,and 28 days, respectively. The dry density results are recorded at lowest value at 28 days for the mix CS-100%, i.e. 1287 kg\m^3, while the lowest result of the absorption was found in the mixture CS-25% is 4.38%. At age 28 days the lowest results of the thermal conductivity were lowest results was recorded for the mixture CS-100% i.e. (0.359 W/m.K)**.**

Keywords: *light weight block, crushers' siporex, density, thermal conductivity*.

المـــقدمة

ان تشكليل وصناعة الكتل الخرسانة التقليدية قد تتضمن الضغط والاهتزاز ، والانضاج بواسطة البخار او بالرش بالماء مباشرة. ان مقاومة الانضغاط والامتصاص والكثافة تعتبر من الخواص الميكانيكية والفيزيائية للوحدات البنائية ، ويجب أن تفي متطلبات المواصفات القياسية [1]. ولان العراق يمتلك طقس حار جاف صيفا وبارد رطب شتاءا والذي ترتفع درجات الحرارة صيفا فيه فوق 45 درجة مئوية والرطوبة النسبية تبلغ اقل من 10% فعليه يتم اللجوء الى بدائل عن الوحدات البنائية التي تمتلك كثافات عالية. وعلى سبيل المثال ما استخدم في نصب الشهيد في بغداد من ركام خفيف الوزن طين تمددي في تغليف صبات المونة المسلح[2] .

من ناحية اخرى فقد اوضحت النتائج [3]، "الحا صلة على شهادة فحص النماذج الصناعية الصادرة من وزارة التخطيط والتعاون الانمائي / الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية / دائرة السيطرة النوعية / قسم الانشائية ذي العدد 2/12/1/3644 في 2004/12/20 ، الى امكانية استخدام الركام المكسر الناتج من تقطيع مخلفات الحجر الجيري كبديل عن الحصى النهري الطبيعي بشكل ناجح في انتاج كتل خرسانية(بلوكا ت) ذات مقاومة انضغاطية جيدة مقارنة مع المواصفات القياسية."

ومن الدراسات الموجودة على المواد المستعملة في الابنية وكمية انتاجها وحجم النقص الحاصل فيها وتم التوصل الى النتائج الآتية[4] :-

- ان مادة الطابوق الطيني هي المادة البنائية الرئيسة في العراق حيث ان غالبية الابنية في القطر(المنطقة الوسطى) مشيدة من الطابوق الطيني.
- يزداد استعمال الحجرالطبيعي في المنطقة الشماليةوذلك لتوفره فيها بكثرة.
- هناك زيادة واضحة في استعمال الخرسانة في اغلب الاعمال الانشائية.

وان احد الاهداف الرئيسية في استخدام الخرسانة الخفيفة الوزن هو التخفيف من تأثير استخدام المواد التقليدية والتقليل من الاعتماد على هذه المواد ومنها الطابوق الطيني، والذي ينعكس على التقليل من الكلف البنائية[5]، ان "الاستخدام الركام خفيف الوزن الذي يمتاز بكثافته الواطئة ومساميته العالية في انتاج الخرسانة فائدتين الاولى لانتاج خرسانة بكثافة اقل من كثافة الخرسانة الاعتيادية والذي ينعكس على تقليل الاحمال الميتة والمؤثرة في المنشا و كذلك زيادة العزل الحراري والصوتي للخرسانة" [6] .

الهدف من البحث

ان استخدام مادة الثرمستون في هذا البحث تهدف الى إيجاد مادة من مخلفات معامل الثرمستون او كناتج عرضي لعمليات البناء والتي تكون رخيصة الثمن ومتوفرة بكثرة في العراق لمزجها مع السمنت الاعتيادي من اجل التوصل إلى مزيج يمتلك ما يكفي من المقاومة بالاضافة الى خفة وزنه وانه أفضل من ناحية العزل الحراري وذلك باستخدام كسر الثرمستون كخرسانة خفيفة الوزن كل ذلك من اجل توفير عزل حراري مناسب لتأمين الراحة السكنية ، مع تقليل الاحمال الميته على اسس البنايات مما يوفر عاملا اقتصاديا مهما في اختصار ابعاد المقاطع الانشائية نتيجة ذلك.

الجانب العملي

في هذا البحث تم استخدام المواد التالية

1- السمنت

تم استخدام السمنت البورتلاندي الاعتيادي من نوع ماس وهو مطابق الى المواصفة العراقية رقم 5 لسنة 1984 [7].

2- الركام الخشن (بحص)

أ- **ركام طبيعي** :- تم استخدام ركام طبيعي يعرف محليا بالبحص عابر من منخل 10 ملم ومتوقف على منخل 5 ملم من مقالع محافظة كربلاء المقدسة وذو لون ابيض والمطابق لمتطلبات المواصفة االقياسية العراقية رقم 45 لسنة 1984[8].

ب- **مخلفات ركام الثرمستون المكسر:-** استخدام ركام الثرمستون المكسر المتوفر من مخلفات مصانع إنتاج الثرمستون في معامل كربلاء المقدسة والتي يمكن الاستفادة منها بعد تكسيرالثرمستون إلى ركام عابر من منخل 10 ملم ومتوقف على منخل 5 ملم ليوفر محاكاة لحجم الركام الطبيعي المستبدل .

3- الركام الناعم (الرمل)

تم استخدام الرمل الطبيعي من مقالع مدينة كربلاء او ما يسمى برمل الاخيضر وهو مطابق للمواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984 منطقة رقم 2 [8].

4- الماء

لقد استخدم الماء الصالح للشرب (ماء الحنفية) في الخلط.

الخلطة الخرسانية

تم استخدام نسبة خلط (1:6) حجماً من سمنت,: ونسبة الركام الناعم 47% والركام الخشن (بحص) بنسبة 53% ,وكذلك نسبة الماء الى الاسمنت للخلطة المختارة هي 45% وتم اعتماد هذه الخلطة بالأعتماداً على الخلطات التجريبية . وتم اعداد ثلاث خلطات من ركام الثرمستون المكسر(CS) وبنفس تدرجات الركام الخشن حيث كانت الخلطة الاولى (CS-25%) تحوي على نسبة ثرمستون مكسر 25% وركام خشن عادي 75% .وفي الخلطة الثانية (CS-50%) تحوي على نسبة ثرمستون مكسر 50% وركام خشن عادي 50% واخيرا الخلطة الثالثة (CS-100%) تحوي على نسبة ثرمستون مكسر 100% ولا تحوي على ركام خشن عادي .وكانت ابعاد البلوك المستعمل في البحث هو (150×150×300) ملم ومن النوع المجوف الذي لايقل فيه الحجم الصلب عن 75% للوحات البنائية .

الفحوص المختبرية

1- فحص الانضغاط :-

أ- **الوحدات البنائية المحملة** :- اجري الفحص للوحدات البنائية وتمت مقارنتها بموجب المواصفة العراقية رقم 1077 لسنة 1987[9] كما مبينة في الجدول رقم (1).

ب- **الوحدات البنائية الغير محملة**:- اجري الفحص للوحدات البنائية وتمت مقارنتها بموجب المواصفة العراقية رقم 1129 لسنة 1988[10] كما مبينة في الجدول رقم (1).

جدول رقم (1) يمثل المتطلبات الفيزيائية للوحدات البنائية المحملة وغير المحملة

المواصفة العراقية رقم 1077 لسنة 1987			المواصفة العراقية رقم 1129 لسنة 1988	
نوع الوحدات	الصنف	اقل مقاومة انضغاط مسموح بها محسوبة على المساحة الكلية (MPa)	اقل مقاومة انضغاط مسموح بها محسوبة على المساحة الصافية (MPa)	
		وحدة واحدة	معدل 3 وحدات	وحدة واحدة	معدل 3 وحدات
مصمته	أ	11	13	3.45	4.14
	ب	7	9		
مجوفة	أ	6	7		
	ب	4.5	5		

2- فحص الكثافة :-

قد استخدمت نماذج مكعبات(100×100×100) ملم لفحص الكثافة الجافة ،تم اخذ ثلاث نماذج لكل نتيجة لكل خلطة تضمنها وفي هذا البحث تم وضع النموذج في الماء لمدة 24 ساعة واخذ وزنه ،ثم وضع النموذج في الفرن وفي درجة حرارة (100-110) درجة مئوية ويخرج النموذج بعد 24 ساعة ايضا بعدها يتم وزنه .ويتم حساب الكثافة الجافة على ضوء المعادلة ادناه :-

الكثافة الجافة (كغم \ م^3) = الوزن الجاف \ الحجم

3- فحص الامتصاص :-

تم فحص النماذج للوحدات البنائية للخلطات المختلفة واحتساب قيم نسبة الامتصاص لكل منها .

4- الموصلية الحرارية :-

تم ايجاد قيمة معامل التوصيل الحراري الذي يمثل المقياس للتوصيلية الحرارية (وهو عدد الوحدات الحرارية التي تستطيع المرور من خلال متر مربع ولسمك يساوي وحدة واحدة وخلال وحدة زمنية واحدة عندما يكون الفرق بين درجات الحرارة لوجهي الجسم درجة واحدة ويرمز له K) وتم احتسابها قيمة الموصلية الحرارية من المواصفة الامريكية رقم(ACI- Committee-523)[11] حسب المعادلة ادنا ه والتي تربط معامل التوصيل الحراري بالكثافة الجافة للنماذج المجففة في الفرن:

$$K = 0.072\ e^{0.00125\rho}$$

حيث ان:

K = الموصلية الحرارية (W/m.K)لنموذج مجفف بالفرن.

ρ =الكثافة الجافة للنموذج(كغم/م ٣)

e = .الدالة الاسية

النتائج ومناقشتها

1- تأثير الثرمستون المكسر على فحص مقاومة الانضغاط :-

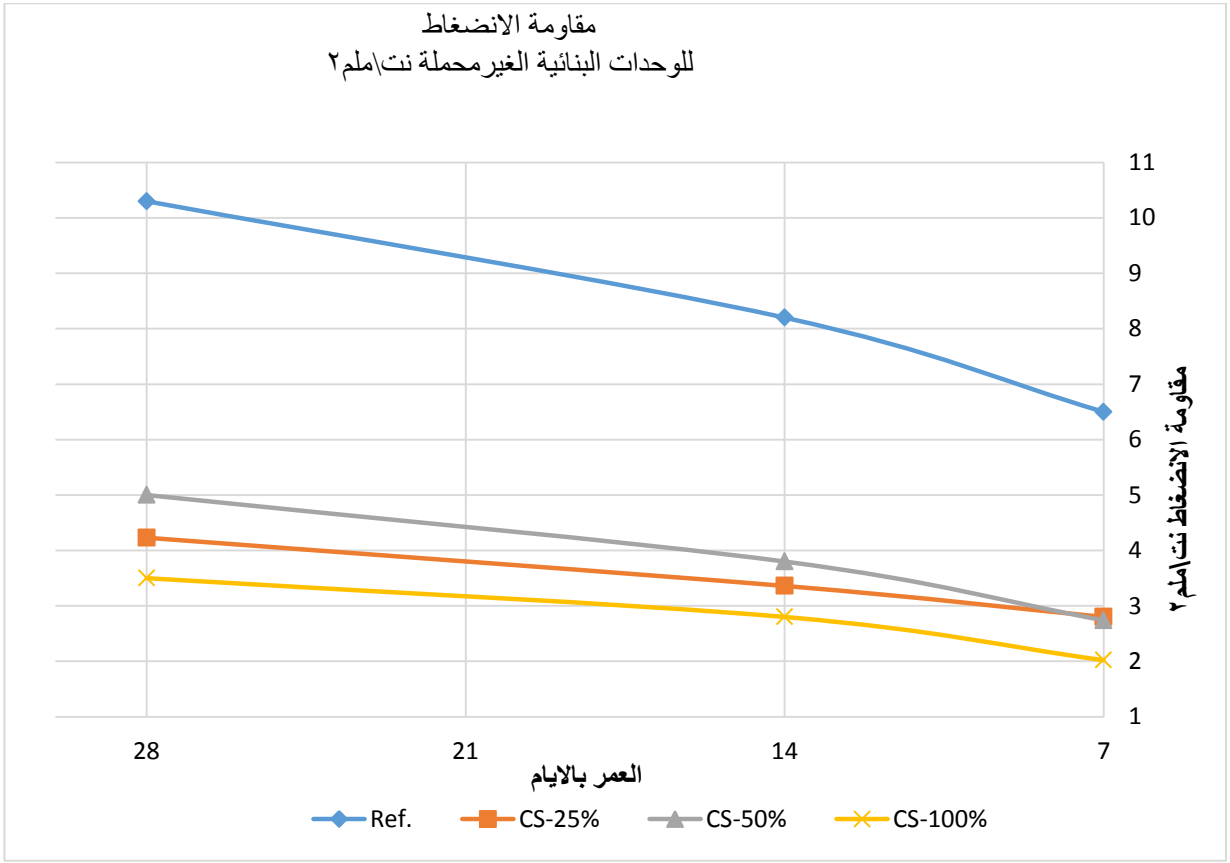
من خلال نتائج الجدول رقم (2) والشكل رقم (1) والخاص بالوحدات البنائية المحملة الغير محملة يتبين لنا بأن نسبة انخفاض المقاومة للخلطات الحاوية على الثرمستون عن الخلطة المرجعية (.Ref) هي (57%،58%،69%) و(59%،54%،66%) و (59%،51%،66%) للخلطات (CS-100%,CS-50%, CS-25%) و للاعمار 7 يوم و14 يوم و28 يوم على التوالي . ومن خلال النتائج اعلاه نلاحظ انخفاض كبير في مقاومة الانضغاط للخلطات الحاوية على كسر الثرمستون عن الخلطة المرجعية.كلما كانت نسبة كسر الثرمستون اكثر كان مقدار االنقصان في المقاومة ازيد ،ويرجع سبب ذلك الى ازدياد عدد الفجوات والفراغات في المنظومة الخرسانية نتيجة البنية الخلوية لمادة الثرمستون الذي يمتاز بأحتوائه على الفراغات بنسب كبيرة،وكما هو معلوم ان "زيادة فراغات الهواء المقصود بنسبة 1% يسبب نقصان المقاومة بنسبة 5 %" [12]. ومن الحقائق التي تؤثر على نقصان المقاومة هي "لقد كان من المعروف منذ فترة طويلة أن كلا من كثافة وقوة الخرسانة الخفيفة الوزن تعتمد بشكل كبير على كثافة وقوة الركام المستعمل في الخرسانة الخفيفة الوزن " [13] .

وان الركام الخفيف الوزن الذي لديه قيم سحق قليلة في فحص (لوس –انجلوس) ينعكس على الهيكل البلوري للخليط وبالتالي يؤدي الى ضعف المنظومة للهيكل البلوري بالكامل.

وكذلك من خلال النتائج يتبن لنا ان الخلطات الثلاث (CS-100%,CS-50%, CS-25%) تسلك نفس السلوك في نقصان قيمة مقاومة الانضغاط للوحدات البنائية الغير المحملة عن الخلطة المرجعية (Ref.).

جدول رقم (2) يبين نتائج مقاومة الانضغاط للوحدات البنائية المحملة وغير المحملة لجميع الخلطات.

وصف الخلطات	مقاومة الانضغاط (نيوتن \ ملم ^{2})					
	وحدات غير محملة			وحدات محملة		
	7 يوم	14 يوم	28 يوم	7 يوم	14 يوم	28 يوم
Ref.	6.5	8.2	10.3	15.1	12.6	15.7
CS-25%	2.8	3.36	4.23	4.27	5.15	6.47
CS-50%	2.74	3.8	5	4.2	5.8	7.7
CS-100%	2.02	2.8	3.5	3.12	4.26	4.6

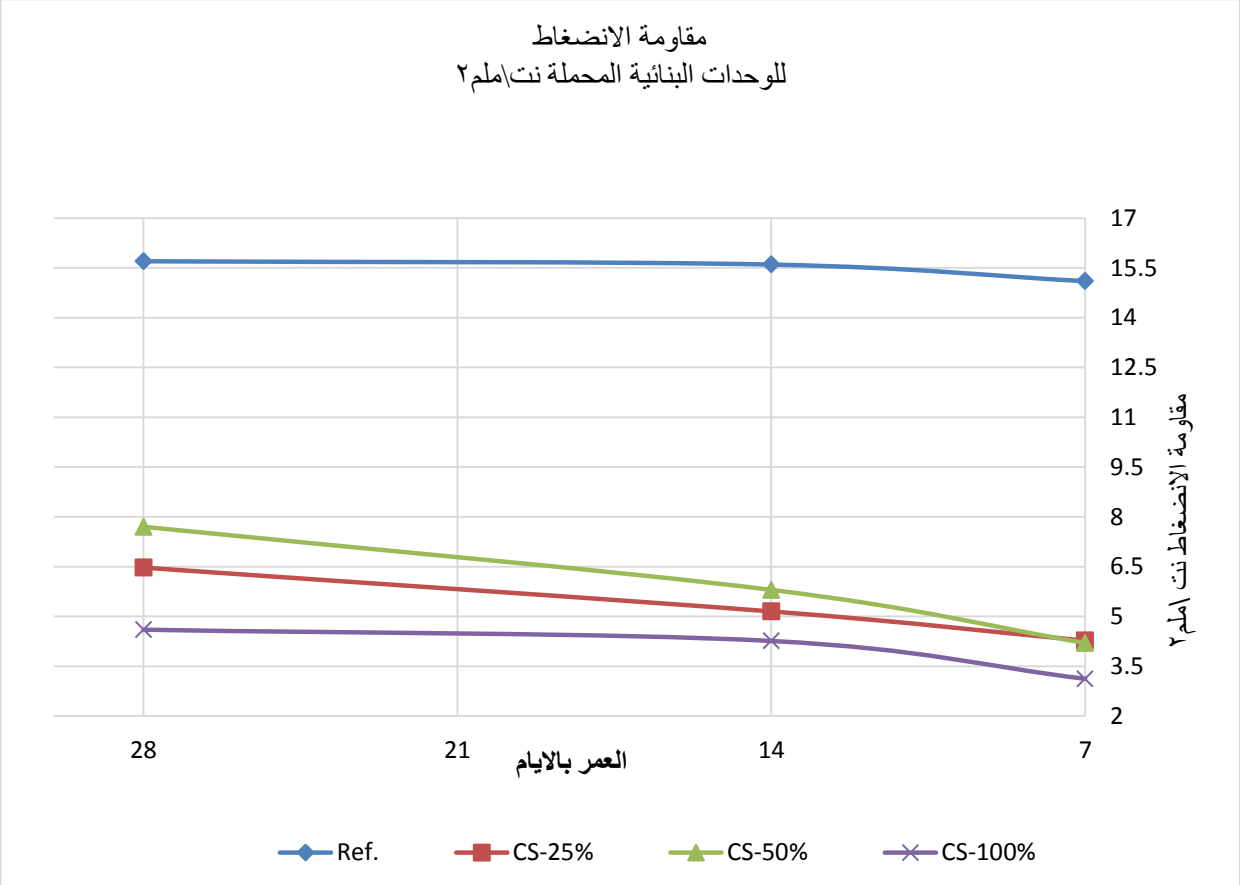


شكل رقم (1) يمثل نتائج مقاومة الانضغاط للوحدات البنائية الغير محملة لجميع الخلطات

كذلك من خلال الشكل رقم (2) وجدول رقم (2) والخاص بالوحدات البنائية المحملة يتبين لنا بأن نسبة انخفاض المقاومة للخلطات الحاوية على الثرمستون عن الخلطة المرجعية (Ref.) هي (73%،72%،79%) و(59%،54%،66%) و (59%،51%،71%) للخلطات (CS-100%,CS-50%, CS-25%) وللاعمار 7 يوم و14 يوم و28 يوم على التوالي . ومن خلال النتائج ايضا نلاحظ نقصان كبير في مقاومة الانضغاط للخلطات الحاوية على كسر الثرمستون عن الخلطة المرجعية.حيث كما في الخلطات السابقة للوحدات البنائية الغير المحملة فان الوحدات البنائية محملة تسلك نفس السلوك في تفسير نقصان مقاومة الانضغاط حيث كلما كانت نسبة كسر الثرمستون اكثر كان مقدار االنقصان في المقاومة ازيد ،ويرجع سبب ذلك الى ازدياد عدد الفجوات والفراغات في المنظومة الخرسانية ،وكما هو معلوم ايضا "ان زيادة فراغات الهواء المقصود بنسبة 1% يسبب نقصان المقاومة بنسبة 5%" [12]. ومن الحقائق التي تؤثر على نقصان المقاومة هي "لقد كان من المعروف منذ فترة طويلة أن كلا من كثافة وقوة الخرسانة الخفيفة الوزن تعتمد بشكل كبير على كثافة وقوة الركام المستعمل في الخرسانة الخفيفة الوزن " [13].

وكذلك اعتماد الخليط على خواص الركام المستعمل فكلما كان الركام الخفيف الوزن الذي لديه قيم سحق قليلة في فحص (لوس –انجلوس) ينعكس على الهيكل البلوري للخليط وبالتالي يؤدي الى ضعف المنظومة للهيكل البلوري بالكامل.

وكذلك من خلال النتائج يتبن لنا ان الخلطات الثلاث (CS-100%,CS-50%, CS-25%) تسلك نفس السلوك في نقصان قيمة مقاومة الانضغاط للوحدات البنائية المحملة عن الخلطة المرجعية (Ref.).



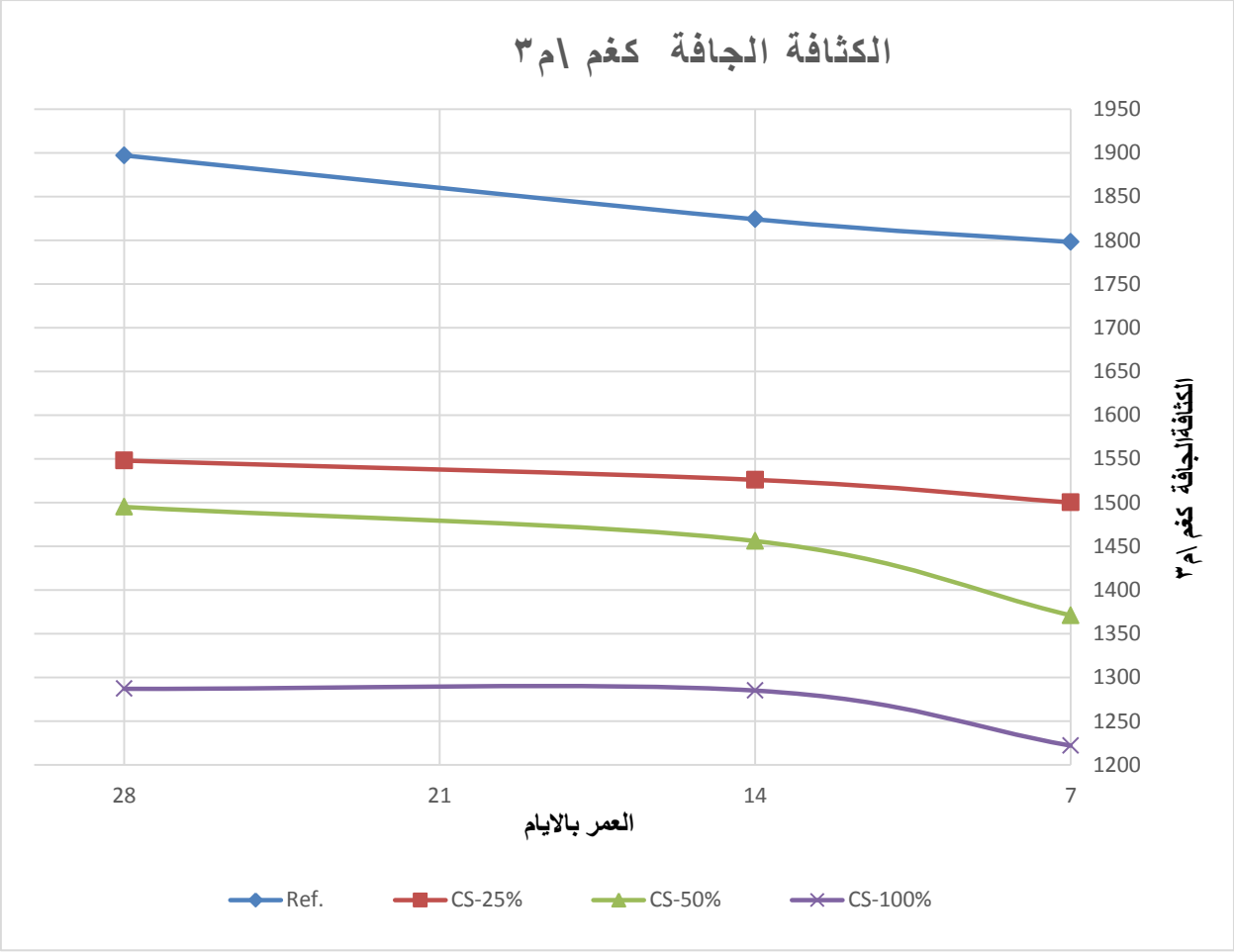
شكل رقم (2) يمثل نتائج مقاومة الانضغاط للوحدات البنائية المحملة لجميع الخلطات

2- تأثير الثرمستون المكسر على فحص الكثافة :-

من خلال النتائج جدول رقم (3) والشكل رقم (3) يتبين لنا بأن نسبة انخفاض الكثافة الجافة للخلطات الحاوية على الثرمستون عن الخلطة المرجعية (Ref.) هي (16.5% ،24% ،32%) و (16.3% ،20% ،30%) و (18.4% ،21% ،32%) للخلطات (CS-25%, CS-50%, CS-100%) وللاعمار 7 يوم و14 يوم و28 يوم على التوالي . من خلال النتائج في جدول رقم (2) وشكل رقم (3) ومن نتائج الامتصاص للخلطات الثلاث الحاوية على كسر الثرمستون ومقارنتها بالخلطة المرجعية فقد كانت اقل كثافة بعمر 28 يوم للخلطة CS-100% هي 1287 كغم\م^3 . وكذلك نلاحظ نقصان الكثافة الجافة للخلطات الحاوية على كسر الثرمستون وبمقدار شبه متساوي لكل الخلطات ولكل الاعمار عن الخلطة المرجعية .ان قلة كثافة ركام الثرمستون المستعمل في الخلطة يعمل على نقصان كثافة الخلطة الكلية نتيجة وجود الفجوات والفراغات بشكل كبير في ركام الثرمستون المكسر.

جدول رقم (3) يبين نتائج الكثافة الجافة للوحدات البنائية لجميع الخلطات

وصف الخلطات	الكثافة كغم\م^3		
	7 يوم	*14 يوم*	*28 يوم*
Ref.	1798	1824	1897
CS-25%	1500	1526	1548
CS-50%	1371	1456	1495
CS-100%	1222	1285	1287



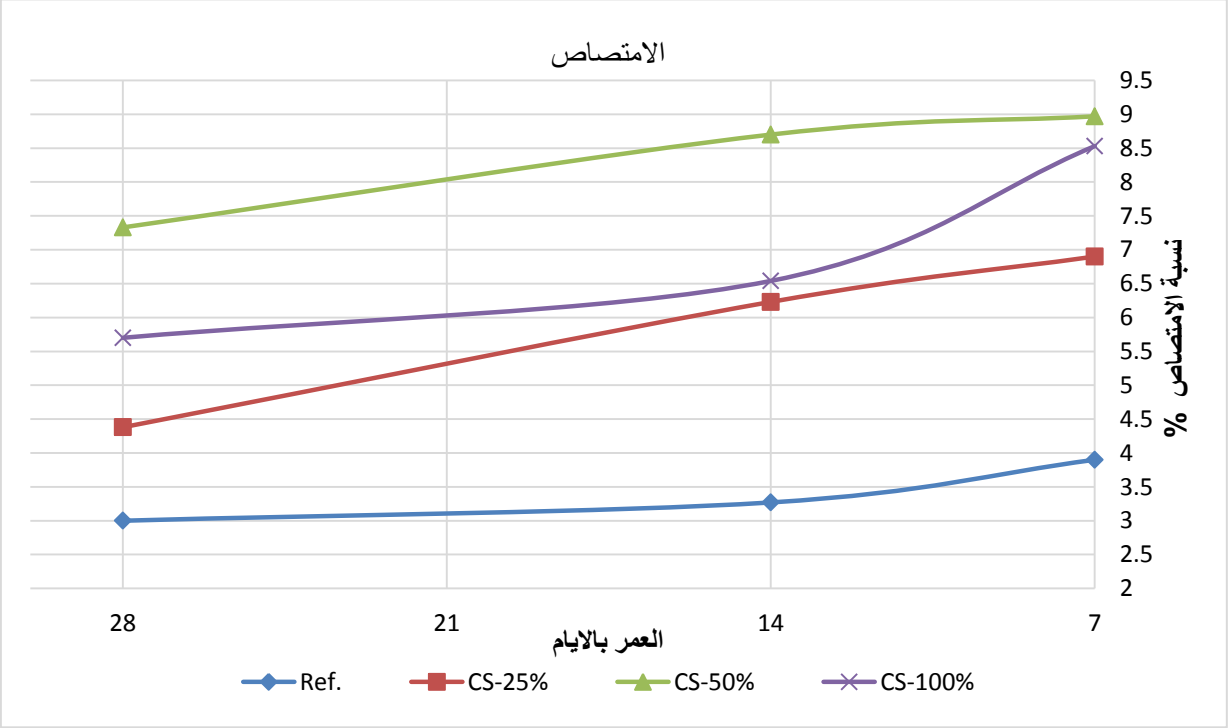
شكل رقم (3) يمثل نتائج الكثافة الجافة للوحدات البنائية لجميع الخلطات

3- تأثير الثرمستون المكسر على فحص الامتصاص :-

من خلال النتائج في الجدول رقم (4) والشكل رقم (4) والخاص بالوحدات البنائية يتبين لنا بأن نسبة ازدياد الامتصاص الكلي للخلطات الحاوية على الثرمستون عن الخلطة المرجعية (Ref.) هي (77%،130%،119%) و(90%،166%،100%) و (46%،211%،156%) للخلطات (CS-100%,CS-50%, CS-25%) و للاعمار 7 يوم و14 يوم و28 يوم على التوالي .

جدول رقم (4) يمثل نتائج نسب الامتصاص للوحدات البنائية لجميع الخلطات

وصف الخلطات	الامتصاص %		
	7 يوم	*14 يوم*	*28 يوم*
Ref.	3.9	3.27	3
CS-25%	6.9	6.23	4.38
CS-50%	8.97	8.7	7.33
CS-100%	8.53	6.54	5.7



شكل رقم (4) يمثل نتائج الامتصاص الكلي للوحدات البنائية لجميع الخلطات

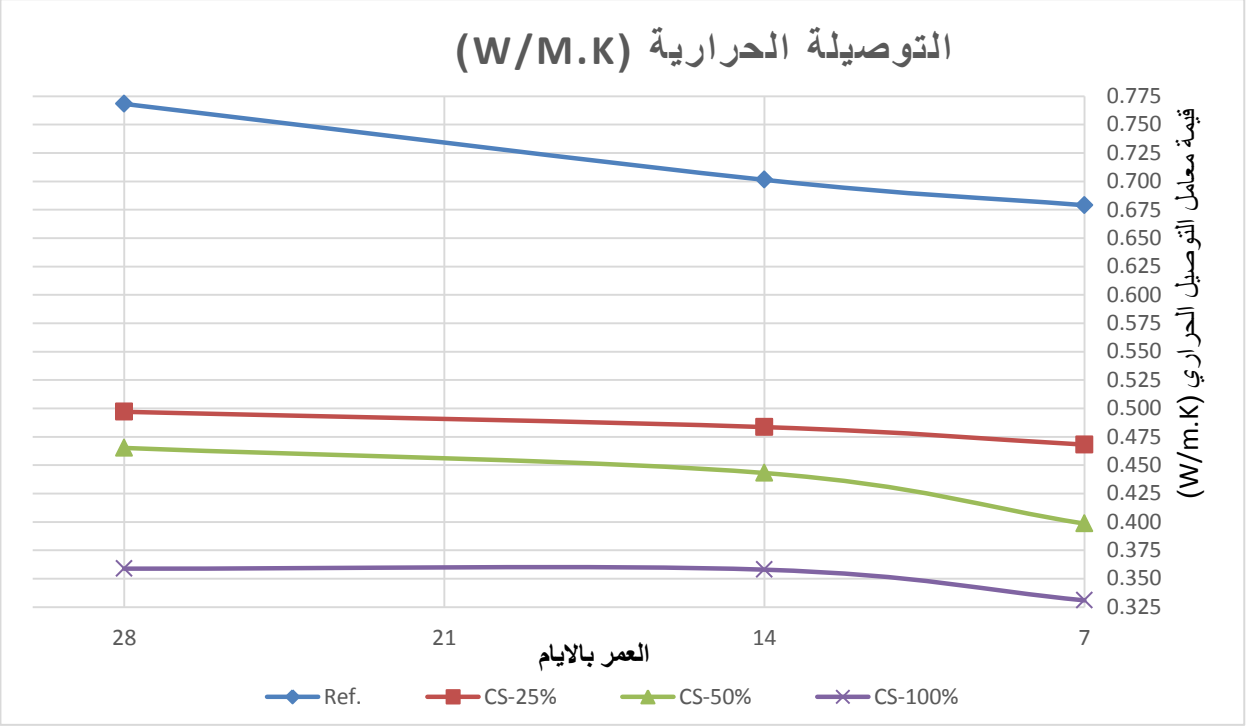
ومن نتائج الامتصاص للخلطات الثلاث الحاوية على كسر الثرمستون ومقارنتها بالخلطة المرجعية فقد كانت اقل نسبة امتصاص متحققة بعمر 28 يوم للخلطة CS-25% هي 4.38%. وكذلك نلاحظ ان الخلطات الحاوية على الثرمستون تزيد من مقدار الامتصاص وذلك لاحتواء الخلطات على فجوات اكثر وفراغات كذلك تساعد على زيادة الامتصاص للوحدة البنائية.

4- تأثير الثرمستون المكسر على خاصية الموصلية الحرارية:-

من خلال النتائج في الجدول رقم (5) والشكل رقم (5) والخاص بالوحدات البنائية يتبين لنا بأن نسبة انخفاض الموصلية الحرارية للخلطات الحاوية على الثرمستون عن الخلطة المرجعية (Ref.) هي (31%،41%،51%) و(31%،37%،49%) و (35%،39%،53%) للخلطات (CS-100%,CS-50%, CS-25%) وللاعمار 7 يوم و14 يوم و28 يوم على التوالي .من خلال النتائج والحسابات لفحص الموصلية الحرارية فأن اقل قيمة للموصلية الحرارية وجدت للخلطة CS-100% بعمر 28 يوم هي 0.359 W/m.K لذلك فان الخلطات الحاوية على نسبة كسر ثرمستون اعلى تعطي قيم توصيلية حرارية اعلى ،وهذا بسبب ان زيادة نسبة الثرمستون تؤدي الى زيادة حجم الفراغات والفجوات الكلية والتي تحوي في داخلها على الهواء والذي يعتبر من العوازل الجيدة للحرارة وهذا السلوك يتوافق مع ما توصل له بعض الباحثين [14] .

جدول رقم (4) يمثل نتائج الموصلية الحرارية للوحدات البنائية لجميع الخلطات

وصف الخلطات	الموصلية الحرارية (W/m.K)		
	7 يوم	14 يوم	28 يوم
Ref.	0.679	0.701	0.768
CS-25%	0.468	0.484	0.497
CS-50%	0.399	0.443	0.465
CS-100%	0.331	0.358	0.359



شكل رقم (5) يمثل نتائج الموصلية الحرارية للوحدات البنائية لجميع الخلطات

الاستنتاجات

استنادا الى النتائج المستحصلة من هذا البحث فقد تم التوصل الى الاستنتاجات التالية:

1- بالامكان استخدام الوحدات البنائية المصنوعة من كسر الثرمستون كوحدات غير محملة قواطع وذات عزل جيد و بالاضافة الى الحصول على فائدة تقليل الوزن الميت للمنشأ ويستفاد منها بشكل كبير في العراق بسبب مناخه القاسي .

2- ان عمل خلطات من الثرمستون المكسر لها نتائج عكسية على مقاومة الانضغاط حيث تعمل على تقليل مقاومة الانضغاط ،فكلما كانت نسبة الثرمستون اعلى كانت نسبة نقصان المقاومة اعلى .

3- ان الوحدات البنائية الغير محملة تعتبر مطابقة للمواصفة العراقية رقم 1129 لسنة 1988 لغاية استبدال 50% من الثرمستون المكسر.

4- وان الوحدات البنائية المحملة تعتبر مطابقة للمواصفة العراقية رقم 1129 لسنة 1988 لغاية استبدال 100% من الثرمستون المكسر وغير مطابقة للمواصفة العراقية رقم 1077 لسنة 1987 وعليه يمكن استخدام الوحدات البنائية المحملة كوحدات غير محملة.

5- هنالك تشابه في نمط نقصان مقاومة الانضغاط للوحدات البنائية المحملة والوحدات البنائية الغير محملة اي ايضا كلما زادت نسبة الثرمستون المكسر قلت المقاومة.

6- نلاحظ نقصان الكثافة الجافة للخلطات الحاوية على كسر الثرمستون وبنمط شبه متساوي لكل الخلطات ولكل الاعمار عن الخلطة المرجعية بما يقارب 32% بعمر 28 يوم ،حيث كلما نزيد كمية كسر الثرمستون نحصل على كثافة اقل وكانت اقل

كثافة بعمر 28 يوم للخلطة CS-100% هي 1287 كغم \م^3 واعلى كثافة بعمر 28 يوم للخلطة (CS-25%) هي 1548 كغم\م^3.

7- هنالك زيادة في مقدار نسبة الامتصاص مع زيادة نسبة كسر الثرمستون في الخلطة ومن نتائج الامتصاص للخلطات الحاوية على كسر الثرمستون ومقارنتها بالخلطة المرجعية فقد كانت اقل نسبة امتصاص متحققة بعمر 28 يوم للخلطة (CS-25%) هي (4.38%) .

8- من خلال النتائج والحسابات لفحص الموصلية الحرارية كانت افضل النتائج بعمر 28 يوم للخلطة (CS-100%) هي (0.359 W/m.K) لذلك فان الخلطات الحاوية على نسبة كسر ثرمستون اعلى تعطي قيم توصيلية حرارية اقل.

9- وقد تنعكس اهمية البحث بالتخلص من المخلفات المتراكمة في معامل الثرمستون او اعمال البناء وما لها الاثر الجيد من الناحية الاقتصادية والبيئية .

References:- المصادر:-

1- Somayaji, S., ***"Civil Engineering Materials"***, 2nd ed., Prentice Hall, USA, 2001.

2- السامرائي ، مفيد ، ورؤوف ، زين العابدين ((كتاب الفحوص غير الاتلافية للخرسانة)) الأمارات العربية المتحدة / الشارقة 1999.

3- Mazin T H , Ali H A , and Eman A Q ***,"Crushed Limestone as Coarse Aggregate in Concrete Blocks"***, Certification of testing industrial specimen's No. 2/12/1/3644 on 20/12/2004 issued by the Ministry of Planning and Central Measurement & Quality Control Office, Construction Department.

4- Rapfenbauer , Ural , ***"Housing the impact of Economy and Technology"*** proceedings of the international Congress , 1981 , Vienna , Austria , pergamon press , New York , 1981.

5- Polservice ***"General Housing for Iraq",*** Report one, p.181, 1977.

6- Neville, A. M., **"*Properties of Concrete*,"** Fourth and Final Edition Standards updated to 2002, Pearson, 2005.

7- المواصفة القياسية العراقية رقم (5) لسنة 1984،**" الاسمنت البورتلاندي"** ، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.

8- المواصفة القياسية العراقية رقم (45) لسنة 1984، **"ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء"**، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.

9- المواصفة العراقية رقم 1077 لسنة 1987 ***" الوحدات البنائية الخرسانية المحملة".***

10- المواصفة العراقية رقم 1129 لسنة 1988 ***"الوحدات البنائية الخرسانية الغير محملة".***

11- ACI Committee 523,"Guide for Cast- in-Place Low-Density Concrete", Journal of ACI, Vol. 83, pp 830-837, September-October (1986).

12- Jensen O.M., and Hansen P.F., (1995) "A Dilatometer for Measuring Autogenous Deformation in Hardening Portland cement Paste." Materials and Structures, Vol. 28, pp 406-409.

13- Mehta, P. Kumar and Monteiro, Paulo J. M. "Concrete Microstructure, Properties, and Materials ", third edition, 2006.

14- قدوري،جليل ابراهيم وعلي، سمير داود ،*'' العزل الحراري لمواد البناء* '' مجلة ديالى للعلوم الهندسية ،المجلد 3 ،العدد 1 ، 2010.