استخدام(زيت المحركات المستعمل) كمضاف في الخرسانة المعرضة لدرجات الحرارة العالية

د.عبد الحكيم حامد احمد
أستاذ في قسم الهندسة المدنية

ابتسام حازم حسن الزبيدي
مدرس مساعد /قسم الهندسة المدنية

الخلاصة

يهدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام زيت المحركات المستعمل (Used Engine Oil)(UEO) كعامل ملدن للخرسانة على خواص الخرسانة الطرية والصلبة وتأثير ذلك عند تعرض الخرسانة الصلبة لدرجات حرارة عالية ، أستُخدم زيت المحركات المستعمل كمادة ملدنة للخرسانة الطرية إذ يساعد على إضافة الهواء المقصود للخرسانة مما يؤدي إلى تحسين قابلية التشغيل للخرسانة الطرية ، تم في هذا البحث استخدام زيت المحركات المستعمل بنسبة إضافة (0.1,0.15, 0.2 %) من وزن السمنت المستعمل في المزجة، تم تعريض الخرسانة بعمر 28 يوم لمستويات حرارية مختلفة (200,400,600°C) لمدة تبلغ ساعة واحدة ، تم فحص الخرسانة بعد التبريد لمدة 24 ساعة، تم استخدام طريقتين لإضافة زيت المحركات المستعمل إلى الخلطة الخرسانية **الطريقة الأولى** : إضافة المضاف أثناء عملية المزج (أي بعد مزج المواد الجافة تم إضافة الزيت بعد إضافة الماء) أما **الطريقة الثانية** تعتمد على إعداد مزيج مستحلب من زيت السيارات المستعمل والماء بالنسب المقترحة أعلاه ثم إضافته بعد مزج المواد الجافة ، كانت مدة المزج أربعة دقائق ،تبين النتائج المستحصلة أن تأثير إضافة زيت المحركات المستعمل مشابه لتأثير المواد المستخدمة لإضافة الهواء المقصود في الخرسانة الطرية حيث انه يؤثر على وقت التماسك الابتدائي والنهائي وعلى هطول الخرسانة والمحتوى الهوائي مقارنة بالخرسانة الاعتيادية، كما أن له تأثير مساوي لتأثير في الخرسانة المتصلبة.

The Use Of Used Engine Oil As Anadmixture In Concrete With High Temperature

Dr. A.H. Ahmed
Prof. /Civil Eng. Dept

I.H. AL-Zubady
Assist lecturer

Abstract

The aim of this research is to study the effect of (Used Engine Oil) (UEO) on the properties of fresh and hardened concrete and its effect on the properties of the hardened concrete under high temperature, the (UEO) used as a plasticizer material, adding an air-entrained to the fresh concrete, thus improving workability of the fresh concrete. The (UEO) is used as percentage of cement weight (0.1,0.15, 0.2%) ,the 28 day concrete is exposed to different levels of high temperature (200,400,600°C) for 1.0 hr, the concrete samples were tested after 24 hr of cooling, two methods were used to add the (UEO), **First Method:** adding the (UEO) during the mixing process (mixing the dry materials and water after that the used engine oil was added), **The Second Method:** An emulsion mixture consisting of oil and water was prepared for the different percentages of additions this emulsion was used after mixing the dry materials, the mixing time was 4 minutes. Results showed that the effect of using the (UEO) is similar to that of air-entraining chemical to fresh concrete, its effect appears on the (initial & final setting time, slump and air content) and also affects the properties of hardened concrete.

Keyword: used engine oil, concrete, high temperature, air-entrained.

أستلم في 2008/6/8 **قبل في 2008/9/3**

المقدمة:

يسعى العديد من الباحثين إلى تحسين إنتاج خرسانة بمواصفات جيدة وفي الآونة الأخيرة تم الاتجاه إلى استخدام المضافات بشكل كبير في الخرسانة لما لها من أهمية كبيرة في تحسين بعض خواص الخرسانة المنتجة في حالتها الطرية والمتصلبة ولإمكاناتها المتفوقة في إنتاج خرسانة بمواصفات جيدة وبكلفة مناسبة. من أنواع المضافات التي تم الاتجاه إلى استخدامها: النواتج العرضية الصناعية (By-Products) والنفايات (Wastes) كمواد أولية مع السمنت والخرسانة وهذا له تأثير بيئي ايجابي بسبب التزايد المستمر في كلفة التخلص من هذه النفايات ، تم التركيز في هذا البحث على استخدام زيت المحركات المستعمل (Used Engine Oil) والذي يُعتقد أن 45% من زيت المحركات يتم تجميعه والاستفادة منه بينما 55% منه يتم التخلص منه كنفاية [1] ، وهذا بالطبع له تأثير كبير على البيئة (سواء الحياة البحرية أو الحياة البرية) ، لهذه الأسباب تم استقصاء إمكانية استخدام زيت المحركات المستعمل كمضاف للخرسانة ودراسة تأثيره على خواص الخرسانة في حالتها الطرية والمتصلبة.

بينت دراسة سابقة[2] إن زيت المحركات المستعمل يعمل عمل المضافات التي تؤدي إلى الهواء المقصود في الخرسانة الطرية حيث أن إضافة نسبة قليلة من وزن السمنت يؤدي إلى زيادة محتوى الهواء المقصود في الخرسانة مما يؤدي إلى زيادة هطول الخرسانة وهذا دليل لقابلية تشغيل جيدة.

لقد اكتسب موضوع تأثير الحرارة العالية في الخرسانة اهتماما متزايدا في السنوات الأخيرة بسبب الاستخدامات العملية لها ومنها الحاويات الخرسانية للمفاعلات النووية (أبراج تبريد الطاقة والمداخن) وكذلك عند تعرض الأبنية الخرسانية للحرائق وغير ذلك، من هذا المنطلق تم في هذا البحث التعامل مع الخرسانة الحاوية على زيت المحركات المستعمل ودراسة تصرفها بعد تعرضها لدرجات الحرارة العالية.

الهدف من البحث:

الهدف الرئيسي لهذا البحث هو معرفة تأثير إضافة زيت المحركات المستعمل إلى الخرسانة ودراسة خواصها في الحالة الطرية (الهطول ، المحتوى الهوائي ، وقت التماسك الابتدائي والنهائي) والمتصلبة (مقاومة الانضغاط ، مقاومة الشد الانشطاري) تحت تأثير درجات الحرارة العالية ولمستويات مختلفة (200,400,600°C) ومقارنة هذه الخواص مع الخرسانة الاعتيادية التي لاتحوي على أية مضافات ، وكذلك معرفة تصرف هذا المضاف مقارنة مع مضافات الهواء المقصود الأخرى (Air-Entraining) والمتوفرة تجارياً.

الدراسات السابقة:

تم تناول هذا الموضوع من قبل الباحث (Hamad) وآخرون [2] إذ تم دراسة تأثير إضافة زيت المحركات على بعض خواص الخرسانة الطرية (الهطول ، المحتوى الهوائي) والمتصلبة (مقاومة الانضغاط ، مقاومة الشد الانشطاري ، مقاومة الانثناء ، معاير المرونة) إذ تم استخدام ثلاثة أنواع من المضافات (زيت المحركات المستعمل ، زيت محركات جديد ، ومضاف كيماوي Sika) ولأعمار مختلفة (3,7,28,90) يوماً وقد استنتج الباحثون أن أداء زيت المحركات المستعمل والجديد كانا متماثلين ومماثل لتصرف المضافات الكيماوية إذ أدى إلى زيادة سيولة الخرسانة وزاد هطول الخرسانة إلى الضعف تقريباً كما وزادت قيمة المحتوى الهوائي للخرسانة أيضا إلى الضعف وكان معدل نسبة الانخفاض في مقاومة الانثناء ، مقاومة الشد الانشطاري، معاير المرونة حوالي (21,17,6%) على التوالي مقارنة مع المضافات الكيماوية والتي حققت نسب انخفاض (33,42,35%) ، أما بالنسبة لمقاومة الانضغاط فقد حافظت على قيمتها بدون انخفاض كبير مقارنة مع انخفاض 50% من قيمة مقاومة الانضغاط عند استخدام المضافات الكيماوية الأخرى.

البرنامج العملي:

1- المواد المستخدمة: تم استخدام المواد المتوفرة محلياً وهي السمنت، الماء، الركام الناعم، الركام الخشن، المضاف (زيت المحركات المستعمل).

أ- السمنت: تم استخدام سمنت عراقي محلي مصنع بموجب المواصفات العراقية المرقمة (IQS, NO.5 1984) [3] ومطابق لمواصفات السمنت البورتلاندي منتج في معمل سنجار. والجدول (1) يبين الخصائص الفيزيائية للاسمنت المستخدم ومقارنتها مع حدود المواصفة.

ب- الماء: استخدم ماء الشرب الاعتيادي لمدينة الموصل في جميع المزجات الخرسانية لهذا البحث.

ج- الركام الناعم: الرمل المستخدم هو رمل نهري (River Sand) وبمعامل نعومة(2.46) وبتدرج مطابق للمواصفة البريطانية (B.S 882: 1992) [4] وكما موضحة في الجدول (2).

د- الركام الخشن: تم استخدام الحصى النهري المحلي المتوافر في إطراف مدينة الموصل وبمقاس أقصى للركام (20mm) ، والجدول (3) يبين تدرج الركام الخشن وفقا للمواصفة البريطانية (B.S 882: 1992) [4].

ه- المضاف: تم استخدام زيت المحركات المستعمل كمضاف إلى الخلطة الخرسانية والمتوافر محليا.

جدول (1): الخصائص الفيزيائية للاسمنت المستخدم

الخصائص	النتائج	حدود المواصفة العراقية (%) (IQS, NO.5 1984)
النعومة (نسبة المتبقي على منخل رقم 170)	5%	لا تزيد عن 10%
وقت التماسك		
ابتدائي (دقيقة)	105	لا يقل عن 45 دقيقة
نهائي (دقيقة)	180	لايزيد عن 600 دقيقة
مقاومة الانضغاط (MPa)		
3 أيام	20	لا تقل عن (16 MPa)
7 أيام	28	لا تقل عن (24 MPa)
مقاومة الشد (MPa)		
3 أيام	1.8	لا تقل عن (1.6 MPa)
7 أيام	2.6	لا تقل عن (2.4 MPa)

جدول (2): نسب المواد المارة للتحليل المنخلي للرمل المستخدم مع النسب المارة العليا والدنيا للمواصفة البريطانية(B.S 882: 1992)

مقاس المنخل(mm)	% المارة العليا القياسية	% المارة لنموذج الرمل المستخدم	% المارة الصغرى القياسية
4.75	100	100	89
2.36	100	88	80
1.18	100	77	70
0.6	100	58	55
0.3	70	24	5
0.15	15	7	0

الجدول (3) يبين تدرج الركام الخشن

مقاس المنخل(mm)	النسبة المئوية المارة للمادة (%)	
	الأنموذج	حدود المواصفة البريطانية % (B.S 882: 1992)
37.5	100	100
20	95	90 – 100
14	60	40 – 80
10	45	30 – 60
5	0	0 – 10

2-نسب الخلطة الخرسانية: تم الاعتماد على المزجة الخرسانية ذات النسب الوزنية (1: 1.5 : 4 / 0.5) وبمعدل مقاومة انضغاط (36.7 MPa) كخلطة مرجعية، تم في هذا البحث تحضير سبعة مزجات خرسانية وكما موضح بالجدول (4). وتتمثل بالمزجات التالية:

1- المزجة الأولى (1): مزجة مرجعية بدون مضاف.

2- المزجة الثانية (2): إضافة المضاف أثناء عملية المزج (أي بعد مزج المواد الجافة تم إضافة زيت المحركات المستعمل بعد إضافة الماء).

3- المزجة الثالثة(3): إضافة المضاف بعد إعداده كمستحلب وذلك بخلط المضاف مع الماء باستخدام الخلاط الكهربائي إذ نتج لدينا مستحلب حليبي اللون تمت إضافته بعد مزج المواد الجافة.

الجدول (4) : نسب المزجات الخرسانية

رقم المزجة	النسب الوزنية للمزيج	نسبة المضاف (زيت المحركات المستعمل) %	طريقة المزج
M1	(1: 1.5 : 4 / 0.5)	0.0	(1) بدون مضاف
M2	(1: 1.5 : 4 / 0.5)	0.10	(2) إضافة زيت المحركات بعد مزج الخرسانة.
M3	(1: 1.5 : 4 / 0.5)	0.15	
M4	(1: 1.5 : 4 / 0.5)	0.20	
M5	(1: 1.5 : 4 / 0.5)	0.10	(3) إضافة زيت المحركات كمستحلب مع ماء المزجة الخرسانية.
M6	(1: 1.5 : 4 / 0.5)	0.15	
M7	(1: 1.5 : 4 / 0.5)	0.20	

المجموعة الأولى وتشمل المزجة (M1) بدون مضاف وهي المزجة المرجعية **المجموعة الثانية** تضم المزجات (M2, M3, M4) كانت نسبة المضاف (0.1, 0.15, 0.2 %) من وزن السمنت على التوالي تم استخدام طريقة المزج (2) ولمدة مزج تبلغ أربعة دقائق.

أما **المجموعة الثالثة** والتي تضم المزجات (M5, M6, M7) بنسب إضافة (0.1, 0.15, 0.2 %) من وزن السمنت على التوالي ، تم استخدام طريقة المزج (3) ولمدة مزج تبلغ أربعة دقائق أيضا.

تم صب ثلاثة نماذج خرسانية مكعبة (100×100×100)mm وثلاث نماذج اسطوانية (100×200)mm لكل مزجة ولكل درجة حرارة لأغراض الفحوصات المختبرية ، والجدول (5) يبين عدد النماذج الخرسانية لكل مزجة التي أعدت لغرض دراسة الخصائص الأساسية اللازمة لهذا البحث.

الجدول (5) يبين عدد النماذج الخرسانية المطلوبة لكل مزجة

درجة الحرارة °C	نوع الفحص	عدد النماذج
20	مقاومة الانضغاط	3
	مقاومة الشد الانشطاري	3
200	مقاومة الانضغاط	3
	مقاومة الشد الانشطاري	3
400	مقاومة الانضغاط	3
	مقاومة الشد الانشطاري	3
600	مقاومة الانضغاط	3
	مقاومة الشد الانشطاري	3

∴مجموع النماذج لكل مزجة خرسانية بلغت 24 نموذج أي لجميع المزجات الخرسانية المشار إليها في جدول (4) بلغت 168 نموذج.

3- الخصائص المبحوثة:

- **الخرسانة الطرية:** ، تم ايجاد الهطول والمحتوى الهوائي ووقت التماسك الابتدائي والنهائي لجميع المزجات الخرسانية.
- **الخرسانة المتصلبة:** ، تم ايجاد مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد الانشطاري لجميع المزجات الخرسانية وبعمر 28 يوم.

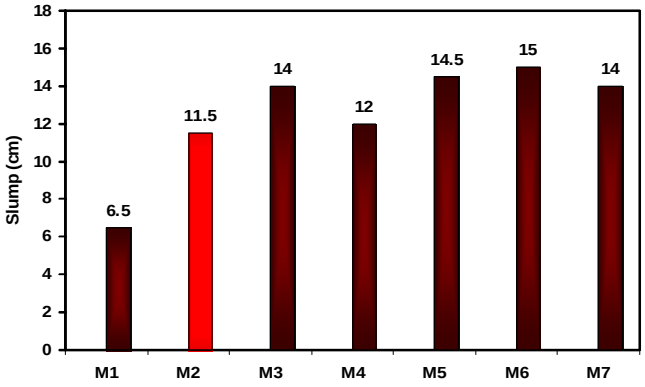
4- تسخين النماذج الخرسانية إلى درجات الحرارة العالية وتبريدها: تم استخدام فرن كهربائي ذو حجرة واسعة مهواة تتراوح درجة حرارته بين °C (100-600) لدراسة تأثير التسخين على سلوك الخرسانة وخصائصها أخذت مستويات متعددة من درجات الحرارة العالية (200,400,600°C) إذ تم تسخين النماذج المشار إليها سابقا داخل الفرن ولمدة ساعة واحدة بعد ذلك تم إخراج النماذج من الفرن وتركها لتبرد بالهواء لمدة يوم واحد قبل إجراء الفحوصات المطلوبة.

النتائج والمناقشة:

سيتم عرض النتائج التي تم الحصول عليها بالنسبة للخرسانة في حالتها الطرية والمتصلبة بعد إجراء الفحوصات المقررة إضافة إلى مناقشة النتائج وتحليلها.

1- خواص الخرسانة في الحالة الطرية:

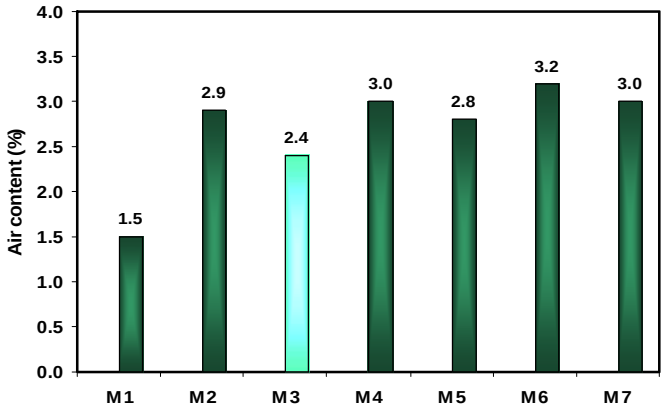
أ- قابلية التشغيل: عند فحص الهطول للمزجة الخرسانية المرجعية كانت قيمته 6.5 cm لمدة مزج بلغت 4min أما عند إضافة زيت المحركات المستعمل وبطريقة المزج (2) لوحظ أن قيمة الهطول زادت لتصل إلى (11.5, 14, 12 cm) لنسب إضافة (0.1, 0.15, 0.2 %) على التوالي ،أما عند استخدام طريقة المزج (3) يُلاحظ أن قيمة الهطول زادت لتصل إلى (14.5,15,14 cm) لنفس النسب أعلاه ، وكما مبين بالشكل (1)، ويعود السبب لهذه الزيادة إلى انتشار المضاف بشكل أوسع ومتجانس بين جزيئات الخرسانة.



الشكل (1) تغير الهطول لكل أنواع المزجات الخرسانية

ب – المحتوى الهوائي: تم قياس المحتوى الهوائي للمزجات الخرسانية باستعمال جهاز قياس نوع (Maruto Airmeter) شكل (2)، وكانت نسبة المحتوى الهوائي للمزجة المرجعية (1.5%) لمدة مزج بلغت 4min، أما في حالة إضافة زيت المحركات المستعمل ولطريقة المزج (2) فقد لوحظ زيادة في قيمة المحتوى الهوائي وصلت إلى (2.9,2.4,3%) لنسب إضافة (0.1,0.15,0.2%) وكما مبين بالشكل (3) ، أما لطريقة المزج (3) فقد بلغت قيمة المحتوى الهوائي (3 % , 3.2, 2.8).

الشكل (2) جهاز قياس المحتوى الهوائي



الشكل (3) تغير المحتوى الهوائي لكل أنواع المزجات

ج – وقت التماسك: تم قياس وقت التماسك الابتدائي والنهائي لعجينة السمنت الاعتيادية ولعجينة السمنت الحاوية على زيت المحركات المستعمل وباستخدام جهاز فايكت ولطريقة المزج (2)، ويوضح الجدول (6) جميع النتائج والتي تم الحصول عليها للخواص أعلاه:

الجدول (6) : خواص الخرسانة في الحالة الطرية

طريقة المزج	وقت التماسك النهائي (hr:min)	وقت التماسك الابتدائي (hr:min)	المحتوى الهوائي %	الهطول (mm)	نسبة المضاف %	رقم المزجة
(1) بدون مضاف.	3:00	1:45	1.5	65	0.0	M1
(2) إضافة زيت المحركات بعد مزج الخرسانة.	2:30	1:40	2.9	115	0.10	M2
	2:30	2:00	2.4	140	0.15	M3
	3:00	2:05	3.0	120	0.20	M4
(3) إضافة زيت المحركات كمستحلب مع ماء المزجة الخرسانية.	2:43	1:50	2.8	145	0.10	M5
	2:20	1:40	3.2	150	0.15	M6
	3:15	2:00	3.0	140	0.20	M7

يُلاحظ من الجدول أعلاه أن وقت التماسك الابتدائي لعجينة السمنت الاعتيادية ذات القوام القياسي للمزجة المرجعية M1 كان (ساعة وخمس وأربعون دقيقة) أما وقت التماسك النهائي فكان (ثلاث ساعات) وقد تناقص هذا الوقت إلى (ساعة وأربعون دقيقة) بالنسبة إلى وقت التماسك الابتدائي و(ساعتين وثلاثين دقيقة) لوقت التماسك النهائي ،عند استخدام زيت المحركات المستعمل للمزجة M2 وازداد وقت التماسك الابتدائي إلى (ساعتين) للمزجة M3 أما بالنسبة لوقت التماسك النهائي فقد تناقص ليصل إلى (ساعتين وثلاثين دقيقة) وقد ازداد وقت التماسك الابتدائي للمزجة M4 إلى(ساعتين وخمس دقائق) .

أما بالنسبة للنتائج الخاصة بوقت التماسك لطريقة المزج (3) فقد ازداد وقت التماسك الابتدائي للمزجة M5ليصل إلى (ساعة وخمسون دقيقة) وانخفض وقت التماسك النهائي إلى (ساعتين وثلاث وأربعون دقيقة) ، أما بالنسبة للمزجة M6 فقد انخفض وقت التماسك الابتدائي إلى (ساعة وأربعون دقيقة) و تناقص وقت التماسك النهائي ليصل (ساعتين وعشرين دقيقة)، وقد ازداد وقت التماسك الابتدائي للمزجة M7 إلى (ساعتين) وكذلك الحال بالنسبة لوقت التماسك النهائي فقد وصل إلى (ثلاث ساعات وخمسة عشر دقيقة).

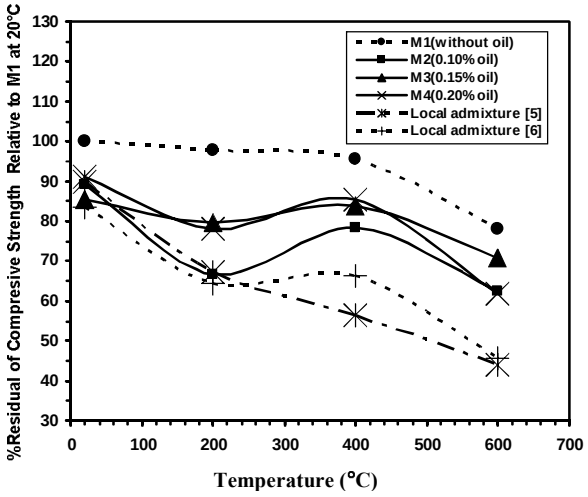
2- خواص الخرسانة في الحالة المتصلبة تحت تأثير درجات الحرارة العالية:
أ- مقاومة الانضغاط: عند تعرض الخرسانة إلى مستويات عالية من درجات الحرارة فان ذلك يؤثر سلبياً على خواص الخرسانة بشكل عام ومن هذه الخواص مقاومة الانضغاط التي تبدي انخفاضاً واضحاً في قيمتها نتيجة الحرارة العالية وفيما يلي جدول (7) الذي يبين نتائج فحص مقاومة الانضغاط للنماذج الخرسانية المكعبة لجميع المستويات الحرارية (200,400,600°C) ولعمر 28 يوم ولطريقة المزج (1) و(2) .

الجدول (7) : مقاومة الانضغاط للمزجات الخرسانية (طريقة المزج 2) تحت تأثير درجات الحرارة العالية ولعمر 28 يوم

مقاومة الانضغاط للمزجات الخرسانية (MPa)*				درجة الحرارة (°C)
M4 (2)	M3 (2)	M2 (2)	M1 (1)	
33.40	31.40	32.80	36.70	20
28.60	29.30	24.40	35.90	200
31.30	30.80	28.80	35.10	400
22.70	25.90	22.90	28.70	600

*مقاومة الانضغاط تمثل معدل ثلاثة نماذج

من الجدول (7) يُلاحظ أن مقاومة انضغاط المزجة الخرسانية المرجعية لعمر 28 يوم (36.70 MPa) عند درجة حرارة 20°C قد انخفضت بنسبة (11%) في المزجة M2 أما بالنسبة للمزجة M3 يُلاحظ أن مقاومة الانضغاط انخفضت بمقدار (15%) وللمزجة M4 كان الانخفاض بمقدار (9%)،كما يُلاحظ أن قيمة مقاومة الانضغاط للمزجة M1 انخفضت الى (35.88 MPa) عند درجة حرارة 200°C وهذه تمثل انخفاض بنسبة (2%) وبالمقارنة مع المزجات (M2,M3,M4) يُلاحظ أن نسب الانخفاض في قيم مقاومة الانضغاط نسبة إلى المزجة M1 كانت (32,18,20%) على التوالي، أما عند درجة حرارة 400°C كانت مقاومة الانضغاط (35.05MPa) للمزجةM1 , إذ كانت نسب الانخفاض في قيم مقاومة الانضغاط للمزجات أعلاه (18,12,11%) على التوالي ، أما عند درجة حرارة 600°C فقد انخفضت مقاومة الانضغاط إلى (28.65 MPa) وبالمقارنة مع المزجات (M2,M3,M4) يُلاحظ أن الانخفاض الحاصل بمقاومة الانضغاط وصل إلى (20,9,21%) على التوالي ، ويوضح الشكل (4) العلاقة بين النسبة المئوية لمقاومة الانضغاط المتبقية للمزجات الخرسانية أعلاه نسبة للمزجة المرجعية M1(عند درجة حرارة 20°C) مع ارتفاع درجات الحرارة ولطريقة المزج (2) ومقارنتها مع مزجات خرسانية لدراسات سابقة، حيث تظهر النتائج أن إضافة(0.15%) من زيت المحركات المستعمل تعطي النتائج الأفضل.



الشكل (4) العلاقة بين النسبة المئوية لمقاومة الانضغاط المتبقية ودرجات الحرارة العالية لمزجات خرسانية مختلفة

أما بالنسبة للنتائج الخاصة بالمزجات الخرسانية التي استخدمت فيها طريقة المزج (3) فهي موضحة بالجدول(8)،إذ يُلاحظ أن مقاومة الانضغاط للمزجة M5 كانت (37.46 MPa) لعمر 28 يوم ولدرجة حرارة 20°C عند مقارنتها مع المزجة المرجعية M1 زادت بمقدار 2% أما بالنسبة للمزجة M6 فقد زادت بمقدار 10% وكذلك الحال بالنسبة للمزجة M7 حيث أن مقاومة الانضغاط ازدادت بمقدار 8% ،وعند المقارنة مع بحوث سابقة استخدمت فيها أنواع مختلفة من مضافات الهواء المقصود وحسب مواصفات المادة المستخدمة كانت نسبة قيمة الفقدان في مقاومة الانضغاط (10%) [5]، وكذلك حصل انخفاض بمقدار (16%) [6] أما عند استخدام مضاف الـ Sika ولنفس نسبة المضاف من (UEO) والتي كانت (0.15%) فقد قلت مقاومة الانضغاط بنسبة (50%) [2] عند درجة حرارة 20°C بينما تشير النتائج الى زيادة في مقاومة الانضغاط بنسبة (10%) للمزجة M6 لنفس نسبة المضاف وكما موضح بالشكل (5) أما عند درجة حرارة 200°C فقد انخفضت مقاومة الانضغاط إلى (32.81, 32.47, 34.64 MPa) للمزجات (M5,M6,M7) وعند مقارنتها بالمزجة المرجعية M1 لنفس درجة الحرارة يُلاحظ أن مقاومة الانضغاط قلت بنسبة (% 9,10,3) وهذه النسبة كانت حوالي (32%) [5] و (33%) [6] أما عند درجة حرارة 400°C فقد زادت مقاومة الانضغاط بنسبة (6,5,6%) للمزجات أعلاه على التوالي مقارنة مع المزجة المرجعية وعند درجة حرارة 600°C زادت مقاومة الانضغاط بنسبة (11,7,24%) للمزجات (M5,M6,M7)، وهذه النتائج تشير إلى أن استخدام زيت المحركات المستعمل في الخرسانة بطريقة المزج (2) يؤدي إلى تحسين أداء الخرسانة عند درجات حرارة عالية مقارنة مع المضافات الأخرى وكما مبين في الاشكال (6-4).

الجدول (8) : مقاومة الانضغاط للمزجات الخرسانية (طريقة المزج 3) تحت تأثير درجات الحرارة العالية ولعمر 28 يوم

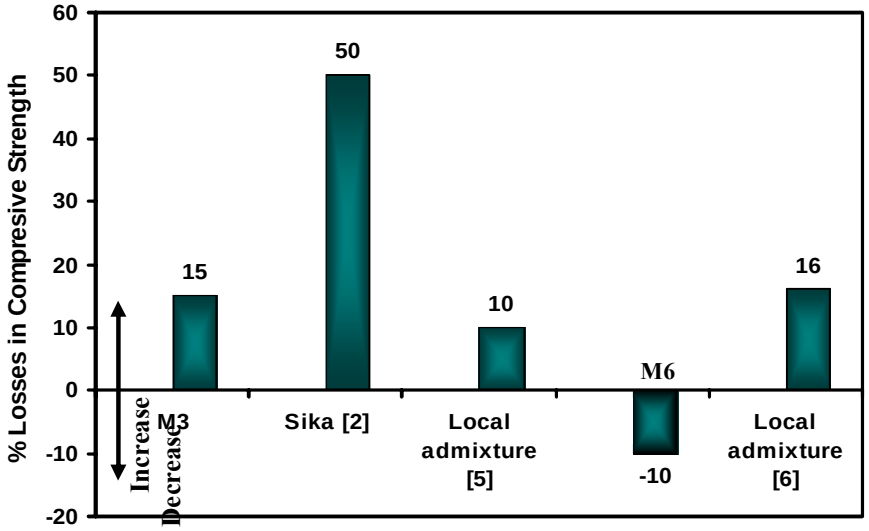
درجة الحرارة (°C)	مقاومة الانضغاط للمزجات الخرسانية (MPa) *			
	M1 (1)	M5 (3)	M6 (3)	M7 (3)
20	36.70	37.50	40.50	39.50
200	35.90	32.80	32.50	34.60
400	35.10	37.00	36.80	37.10
600	28.70	31.70	30.70	35.60

*مقاومة الانضغاط تمثل معدل ثلاثة نماذج

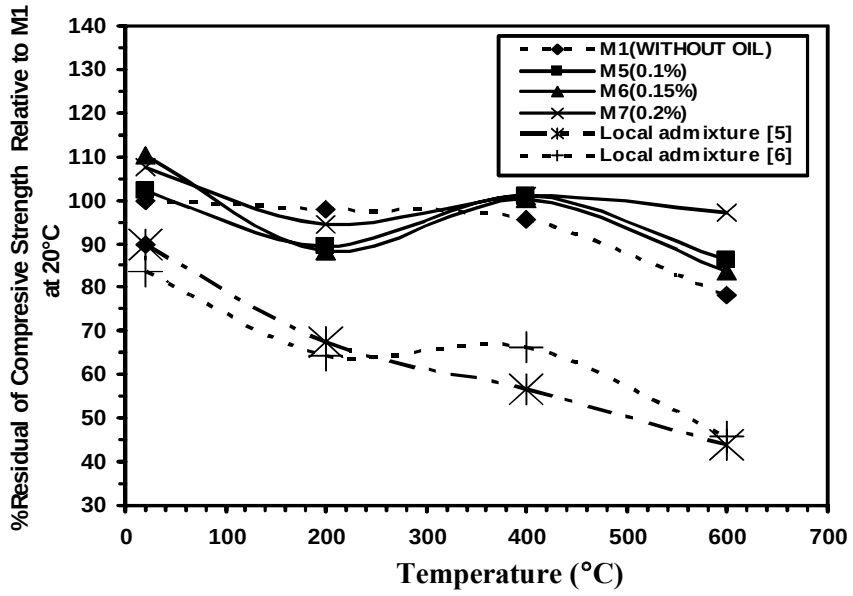
يوضح الشكل(6) العلاقة بين النسبة المئوية لمقاومة الانضغاط المتبقية نسبة للمزجة المرجعية (عند درجة حرارة 20°C) ودرجات الحرارة لجميع المزجات الخرسانية ولطريقة المزج (3) ومقارنتها مع مزجات خرسانية ذات مضافات أخرى لدراسات سابقة [5,6]، يُلاحظ أن مقاومة الانضغاط كانت أعلى عند استخدام طريقة المزج (3) من مقاومة الانضغاط عند استخدام طريقة المزج (2) ويعود السبب في ذلك إلى انتشار المضاف المستحلب بين جزيئات الخرسانة بشكل متجانس ، ويوضح الشكل (7) مقارنة بين المزجات الخرسانية لكل درجة حرارة ولطريقتي المزج (2), (3)، إذ يشير الشكل إلى تحسن أداء الخرسانة عند استخدام طريقة المزج (3) مقارنة مع طريقة المزج (2) حيث أنها تعطي مقاومة انضغاط مقاربة أو أعلى من الخرسانة الاعتيادية عند درجات الحرارة العالية.

ب- مقاومة الشد الانشطاري : تعد مقاومة الشد بصورة عامة من الخواص المهمة في الخرسانة إذ تبلغ مقاومة الشد الانشطاري حوالي (% 15-10) [7] من مقاومة الانضغاط ويوضح الجدول (9) نتائج فحص مقاومة الشد الانشطاري للنماذج الخرسانية الاسطوانية لجميع المستويات الحرارية (200,400,600 °C).

يُلاحظ أن مقاومة الشد الانشطاري البالغة (3.9 MPa) للمزجة المرجعية M1 عند درجة حرارة 20°C ولعمر 28 يوم قد قلت بنسبة (13,30,32%) للمزجات (M2,M3,M4) على التوالي ولطريقة المزج (2)، أما عند استخدام طريقة المزج (3) فقد ارتفعت مقاومة الشد الانشطاري إلى 9% للمزجة M5 ولم تتغير النسبة للمزجة (M6) وانخفضت بمقدار 1% للمزجة (M7) ، وعند مقارنة هذه النتائج مع المضافات الأخرى ولنفس نسب المضافات شكل (8) فان النقصان في قيمة مقاومة الشد عند استخدام المضاف من نوع (Sika) وصل إلى 50% لنسبة مزج 0.15% [2]، وبنسبة 10% عند استخدام أنواع أخرى من مضافات الهواء المقصود وبالنسب المقترحة بموجب مواصفات كل

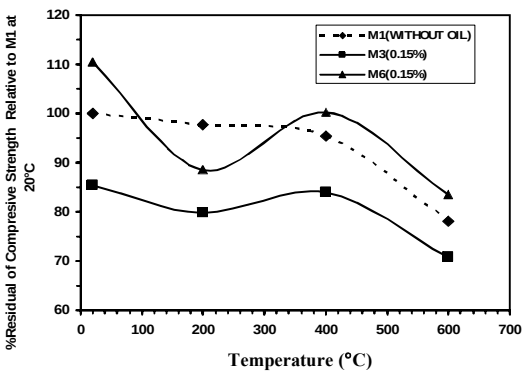


الشكل (5) العلاقة بين قيمة الفقدان لمقاومة الانضغاط لمزجات خرسانية مختلفة فى درجة حرارة 20°C

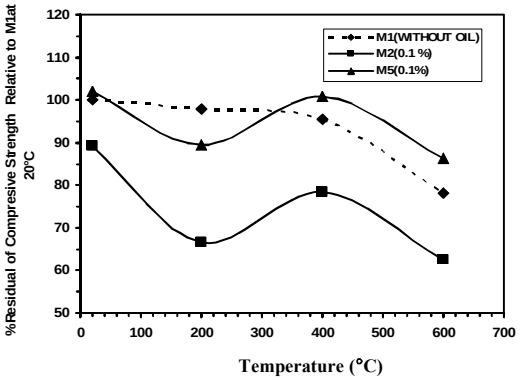


الشكل (6) العلاقة بين النسبة المئوية لمقاومة الانضغاط المتبقية ودرجات الحرارة العالية لمزجات خرسانية مختلفة

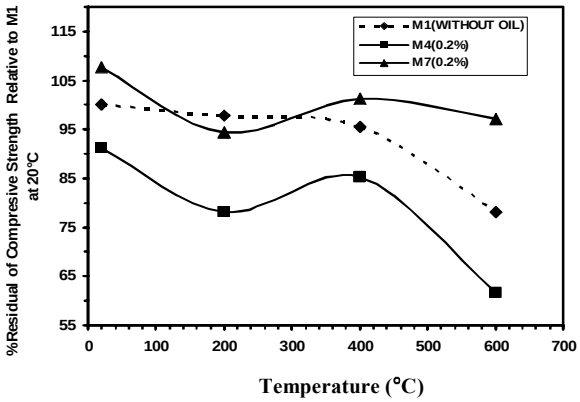
مضاف[5,6] ، أم عند التسخين لدرجات الحرارة (200,400,600°C) فيلاحظ أن الانخفاض في مقامة الشد الانشطاري للمزجات الخرسانية مع إضافة زيت المحركات المستعمل لطريقة المزج (3) (مستحلب) يتحسن أداءها مقارنة بتلك المزجات التي تستخدم طريقة المزج (2)، ويوضح الشكل (9) العلاقة بين النسبة المئوية لمقاومة الشد الانشطاري المتبقية للمزجات الخرسانية لكل درجة حرارية ولطريقتي المزج (2) ، (3) ومقارنة ذلك مع أنواع أخرى من المضافات.



(b)



(a)



(c)

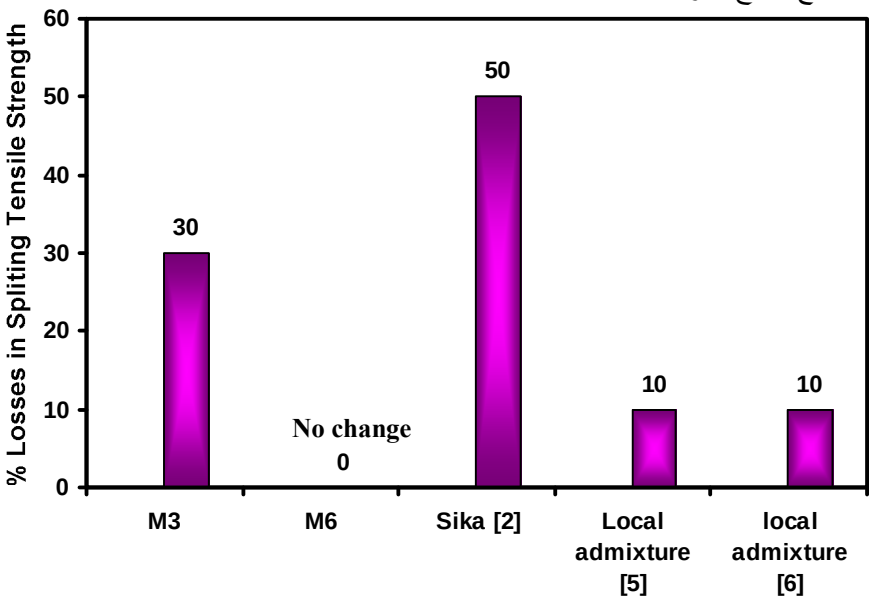
الشكل (7) مقارنة بين النسبة المئوية لمقاومة الانضغاط المتبقية للمزجات الخرسانية لكل درجة حرارة ولطريقتى المزج (2), (3).

الجدول (9): مقاومة الشد الانشطاري للمزجات الخرسانية تحت تأثير درجات الحرارة العالية ولعمر 28 يوم

مقاومة الشد الانشطاري للمزجات الخرسانية (MPa)							درجة الحرارة (°C)
M7 (3)	M6 (3)	M5 (3)	M4 (2)	M3 (2)	M2 (2)	M1 (1)	
3.90	3.90	4.30	2.70	2.70	3.40	3.90	20
2.30	2.40	2.40	1.90	1.60	2.20	2.60	200
2.80	2.80	2.30	1.50	1.30	2.00	2.20	400
1.50	2.00	1.60	0.90	0.70	1.00	1.40	600

*مقاومة الشد تمثل معدل ثلاثة نماذج

يُلاحظ أن مقاومة الشد الانشطاري البالغة (3.9 MPa) للمزجة المرجعية M1 عند درجة حرارة 20°C ولعمر 28 يوم قد قلت بنسبة (13,30,32%) للمزجات (M2,M3,M4) على التوالي ولطريقة المزج (2)، أما عند استخدام طريقة المزج (3) فقد ارتفعت مقاومة الشد الانشطاري إلى 9% للمزجة M5 ولم تتغير النسبة للمزجة (M6) وانخفضت بمقدار 1% للمزجة (M7) ، وعند مقارنة هذه النتائج مع المضافات الأخرى ولنفس نسب المضافات شكل (8) فان النقصان في قيمة مقاومة الشد عند استخدام المضاف من نوع (Sika) وصل إلى 50% لنسبة مزج 0.15% [2]، وبنسبة 10% عند استخدام أنواع أخرى من مضافات الهواء المقصود وبالنسب المقترحة بموجب مواصفات كل مضاف[5,6] ، أما عند التسخين لدرجات الحرارة (200,400,600°C) فيلاحظ أن الانخفاض في مقامة الشد الانشطاري للمزجات الخرسانية مع إضافة زيت المحركات المستعمل لطريقة المزج (3) (مستحلب) يتحسن أداءها مقارنة بتلك المزجات التي تستخدم طريقة المزج (2)، ويوضح الشكل (9) العلاقة بين النسبة المئوية لمقاومة الشد الانشطاري المتبقية للمزجات الخرسانية لكل درجة حرارية ولطريقتي المزج (2) ، (3) ومقارنة ذلك مع أنواع أخرى من المضافات.



الشكل (8) العلاقة بين قيمة الفقدان لمقاومة الشد الانشطاري

لمزجات خرسانية مختلفة في درجة حرارة 20°C

الاستنتاجات:

تم التوصل إلى الاستنتاجات التالية على ضوء النتائج التي تم الحصول عليها من خلال هذه الدراسة وكما يلي:-

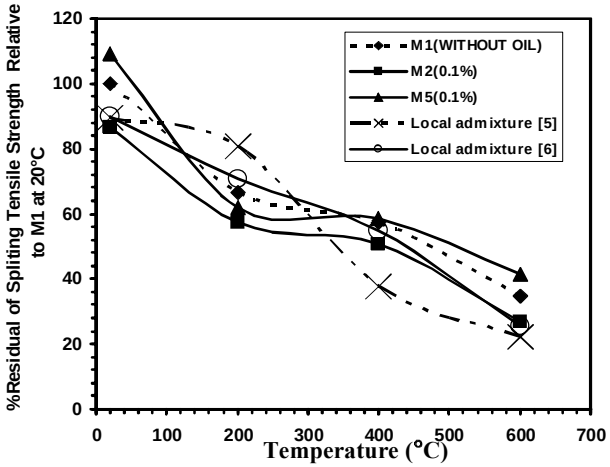
أ- طريقة المزج (2):

1- استخدام زيت المحركات المستعمل حسّن من قابلية التشغيل للخرسانة الطرية إذ زاد الهطول بنسبة (92%) وذلك نتيجة لزيادة محتوى الهواء المقصود الذي ارتفع بدوره أيضا إلى الضعف تقريباً.

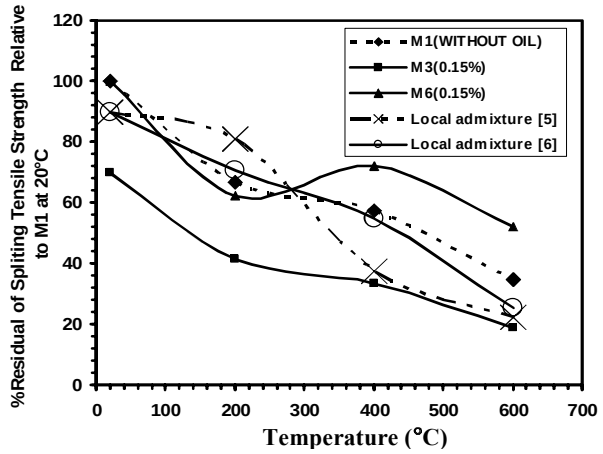
2- استخدام زيت المحركات المستعمل زاد من وقت التماسك الابتدائي للمزجات (M3,M4) بزيادة نسبة المضاف ، أما بالنسبة لوقت التماسك النهائي فقد قل للمزجات (M2,M3) وبقى كما هو للمزجة M4 نتيجة لعمل المضاف.

3- تُشير النتائج إلى أن استخدام نسبة مضاف بمقدار 0.15% يُحسن من قابلية الخرسانة على تحمل درجات حرارة عالية بشكل افضل من المضافات التجارية.

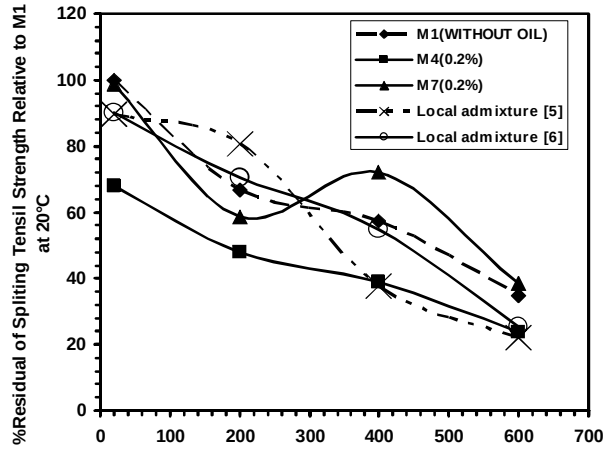
4- استخدام زيت المحركات المستعمل قلل من نسبة مقاومة الشد بنسبة (13,30,32%) للمزجات (M2,M3,M4) على التوالي عند درجة حرارة 20°C وهذا النقصان يزداد قليلاً مع ارتفاع درجات الحرارة ولكافة المزجات.



(a)



(b)



(c)

الشكل (9) مقارنة بين النسبة المئوية لمقاومة الشد الانشطاري المتبقية للمزجات الخرسانية لكل درجة حرارة ولطريقتي المزج (2), (3).

ب – طريقة المزج (3):

1- استخدام زيت المحركات المستعمل (المستحلب) حسّن من قابلية التشغيل للخرسانة الطرية بنسبة 123% وهذه النسبة أعلى من النسبة التي تم الحصول عليها عند استخدام طريقة المزج (2) (92%).

2- استخدام زيت المحركات المستعمل زاد من قيمة المحتوى الهوائي للخرسانة الطرية بنفس القيمة السابقة لطريقة المزج (2) تقريباً.

3- زاد وقت التماسك الابتدائي للمزجات (M5,M7) وكان الوقت مقارب لطريقة المزج (2) ، أما وقت التماسك النهائي فقد زاد للمزجة M7 بازدياد نسبة المضاف إلى 0.2% .

4- زادت نسب مقاومة الانضغاط بالمقارنة مع طريقة المزج (2) فقد كانت نسبة الزيادة مقارنة بالمزجة المرجعية تبلغ (2,10,8%) للمزجات (M5, M6, M7) ولدرجة حرارة 20°C ، أما عند درجة حرارة 200°C فقد انخفضت مقاومة الانضغاط إلى (9,10,3%)، ولدرجة حرارة 400°C كما قلت مقاومة الانضغاط بنسبة (6,5,6%) لنفس المزجات أعلاه، يُلاحظ أن نسب الانخفاض اقل بكثير من طريقة المزج (2) أما عند درجة حرارة 600°C فقد زادت مقاومة الانضغاط بنسبة (11,7,24%) للمزجات (M5,M6,M7).

5- استخدام طريقة المزج (3) (إضافة المضاف كمستحلب) أدى إلى تحسن أداء مقاومة الشد الانشطاري مقارنة بطريقة المزج (2) والمزجة المرجعية ولكافة درجات الحرارة.

6- يمكن الاستنتاج أن إضافة زيت المحركات المستعمل بشكل مستحلب (طريقة المزج (3)) يؤدي إلى تحسين نوعية الخرسانة المنتجة الطرية والمتصلبة إضافة إلى تحسين تأثير درجات الحرارة العالية على الخرسانة مقارنة مع اضافة زيت المحركات بعد مزج الخرسانة (طريقة المزج (2)).

7- استخدام زيت المحركات المستعمل كعامل ملدن في الخرسانة الطرية ادى الى تحسين أداء الخرسانة الطرية مقارنة مع ملدنات اخرى درسها باحثون اضافة الى تحسين تأثير المضاف على نسبة الفقدان في مقاومة الانضغاط والشد للخرسانة المتصلبة ولكافة درجات الحرارة.

المصادر:

1. EL-Fadel, M. ,Khoury, R."Strategies for vehicle waste-oil management :a case study." Resources conservation and recycling. Elsevier, Fuel and Energy Abstracts, Vol.43, Issue 4, July, 2002, P.296.
2. Hamad, B.S. , Rteil, A.A. , EL-Fadel, M. "Effect of Used Engine Oil on Properties of Fresh and Hardened Concrete" Construction and Building Materials (Elsevier) ,Vol.17, Issue 5, July , 2003, PP. 311-318.
3. المواصفات القياسية (رقم 5)، (1984) " خصائص السمنت البورتلاندي الاعتيادي " ، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ، العراق 1984.
4. BS. 882-1992, "Aggregate From Natural Source for Concrete" , British Standard Institution, 1992.
5. AL-Hayali, O.M., "Comparative Study of Some Properties of Concrete Containing Admixtures Under Effect of High Temperatures", M.Sc. Thesis , University of Mosul , 2006, PP. 57-70.
6. AL-Shahwany, R.B., "Effect of Elevated Temperature on Some Properties of Air-Entrained Steel-Fiber Reinforced Concrete", M.Sc. Thesis , University of Mosul , 2007, PP. 47-54.
7. Somayaji, S., "Civil Engineering Materials", Englewood Cliffs, New Jersey, 1995, P.351.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل