ISSN 1999 - 8716

مجلة ديالى

للعلوم الهندسية

المجلدالســادس ، العدد الأول ، صفحات البحث (١٢-٢٣) ، آذار ٢٠١٣

تأثير إضافة نواتج مخلفات معامل الألمنيوم على معامل التوصيل الحراري للخرسانة

محمد قادر البياتي[١]، علي حسين حميد[٢]، أسل تحسين حسين[٢]

كلية الهندسة – جامعة بغداد[١]، كلية الهندسة – جامعة ديالى[٢]

(الاستلام:- ٢٠١٢/٢/٢٦ ، القبول:- ٢٠١٢/٦/٢٤)

الخلاصة

هذا البحث تناول تأثير اضافة الياف الالمنيوم المأخوذة من مخلفات معامل الالمنيوم على خواص الخلطة الخرسانية . الدراسة شملت استخدام خلطة مرجعية (M0) بدون مضاف الالمنيوم لغرض المقارنة مع باقي الخلطات التي تحتوي على مضاف الالمنيوم لثلاث نسب هي ٣% من وزن الاسمنت (M3,) و٥% من وزن الاسمنت (M5,) و١٠% من وزن الاسمنت (M10) وبالتحديد معامل التوصيل الحراري للخلطة الخرسانية (K) بالاعتماد على المعادلة المعتمدة من قبل (ACI 122R-2002) كود ، أجريت فحوصات مختبرية(قابلية التشغيل،الكثافة ،مقاومة الانضغاط) لمكعبات الخلطات الخرسانية (M10,M5,M3,M0) بابعاد (150*150*150) ملم ولثلاثة أعمار (28,14,7) يوم . لبيان مدى تأثر قابلية التشغيل والكثافة و مقاومة الانضغاط بالمضاف بتقدم عمر النموذج وتاثير ذلك على معامل التوصيل الحراري للخرسانة. من خلال النتائج التي تم التوصل اليها من الفحوصات وجد ان الكثافة قلت بمقدار (7%-20%) مع زيادة نسبة المضاف ومعامل التوصيل الحراري قل بزيادة نسبة مضاف الياف الالمنيوم بحدود (17%-45%) لارتباطه بالكثافة وكذلك مقاومة الانضغاط تقل باضافة الياف الالمنيوم بحدود (30%-54%) وذلك بسب حصول تفاعل لالياف الالمنيوم مع مركبات الاسمنت الذي يسبب توليد فقاعات غازية وبالتالي حدوث فجوات (خرسانة مهواة) مما يؤدي الى حدوث نقصان بالكثافة و مقاومة الانضغاط.

مفاتيح الكلمات : معامل التوصيل الحراري ، خرسانة مهواة ، مضاف الألمنيوم ، مقاومة الانضغاط ، الكثافة.

١ – المقدمة

شهد قطاع البناء تطوراً هائلاً في مجال مواد البناء ومنها الخرسانة التي تتميز بسهولة العمل بها وقدرة تحملها العالية ولكن صاحب تلك المواد بعض السلبيات المرتبطة بخصائصها ، فالخرسانة لها خاصية التوصيل السريع للحرارة وكذلك سرعة الفقدان لها ، مما يؤثر على عناصر المبنى وعلى درجات الحرارة داخل وخارج المبنى ، مما يؤدي إلى الاستعانة بالأجهزة الميكانيكية لتهيئ درجة الحرارة المناسبة داخل المباني، لذا يزداد الاهتمام يوماً بعد يوم بالخرسانة خفيفة الوزن (Lightweight Concrete) في جميع انحاء العالم وذلك لاسباب اقتصادية بالدرجة الاولى ، فالخرسانة خفيفة الوزن هي الخرسانة التي لها كثافة جافة (وحدة وزن) تتراوح عادة بين (300-1850kg/m3) اقل من الخرسانة الاعتيادية (Normal Concrete) التي تتراوح كثافتها بين (2200-2600kg/m3) ، هذه الخاصية تؤدي الى تقليل الحمل الكلي المؤثر على المنشأ مما يساعد على استعمال مقاطع انشائية واسس ذات مقاس اصغر ، كما ان القوالب

ستتحمل ضغطاً اقل ، وأوزان المواد عند النقل والمناولة اقل، مما يعني إنتاجية أعلى ، كذلك تمتاز الخرسانة خفيفة الوزن بامتصاص صوتي وعزل حراري أفضل، مما يقلل من كلف التدفئة والتبريد ، كما تشكل اساساً جيداً لاعمال الانهاء ، فضلا عن زيادة مقاومة الانجماد والحريق(عدا الانواع العضوية القابلة للاشتعال) ، وسهولة القطع والتثقيب وتثبيت المسامير والاسلاك الكهربائية لاغلب الانواع مقارنة بالخرسانة الاعتيادية . كما ذكر ان معامل التوصيلية الحرارية للخرسانة الخالية من الرمل باستخدام الركام الاعتيادي يتراوح بين (0.69–0.94 W/m.k) وانه يمكن خفض هذه القيمة الى (0.22 W/m.k) باستعمال ركام مسامي خفيف الوزن ، وان الخرسانة المهواة لها معامل امتصاص صوتي اقل من الخرسانة المصنوعة من الركام خفيف الوزن .[1]

أعطى معهد الخرسانة الامريكي في (ACI 213R) تصنيف لخرسانة الركام خفيف الوزن ، كما انه عرف في (ACI 523.3R) الخرسانة الخلوية الانشائية (Cellular Concrete) بانها خرسانة ذات كثافة جافة تتراوح بين(800– 1920 kg/m^3) ، وكذلك الاتحاد الدولي لمختبرات فحص المواد (RILEM) فيحدد الكثافة العظمى للخرسانة خفيفة الوزن بـ(1800 kg/m^3) ، في حين ذكرت (ASTM C330) ان الخرسانة الخفيفة الانشائية يجب ان لاتتجاوز كثافتها الجافة (1840 kg/m3) وان لاتقل مقاومة انضغاط اسطوانة قياسية بعمر (28) يوما عن (17 MPa) اما الخرسانة الخفيفة المستعملة لانتاج البلوكات البنائية فكثافتها الجافة تتراوح بين (800–1440 kg/m^3) ومقاومة الانضغاط بين (7–17 MPa)، على ان لا تتجاوز قيمة التوصيلية الحرارية لها (0.43W/m.k)[2] . .بينما تحدد المواصفة البريطانية (BS 8110:part 1:1985) كثافة حبيبات الركام الخفيف المستعملة لانتاج الخرسانة الانشائية خفيفة الوزن باقل من ($2000kg/m^3$)[4]،

اما الباحث (T.Faust) حيث اشار الى ان اعتبار الخرسانة التي تتراوح كثافتها بين (800–2200kg/m3) خرسانة انشائية خفيفة الوزن سيسمح بشمول كل انواع الخرسانة الخالية والواطئة الرمل (No–fines/Low–fines) بهذا التصنيف .اما الخرسانة خفيفة الوزن العازلة غير الانشائية فتتراوح كثافتها بين (300–800kg/m3) حسب اغلب المواصفات وقد حددت (ASTM C 332) مقاومة انضغاط اسطوانة قياسية بعمر (28) يوم لهذه الخرسانة بين (0.7– 7MPa) وان لاتزيد قيمة التوصيلية الحرارية لها عن (0.22 W/m.k).[5]

ولقد درس الباحث (Sagmeister) العزل الحراري لنماذج من الخرسانة الخالية من الرمل وقال ان التوصيلية الحرارية تعتمد بالدرجة الاولى على كثافة الخرسانة حيث تزداد بزيادتها وبدرجة اقل على الخواص الحرارية للمجاميع المستعملة ، كما اشار الى ان قيم التوصيلية الحرارية للوحدات الانشائية تختلف عن قيمة التوصيلية الحرارية للجدار الذي تبنى منه وانه يجب الانتباه عند البناء لمنع تكون جسور لانتقال الحرارة خلال سمك الجدار ، واضاف ان للرطوبة الممتصة من قبل الجدار تاثيراًكبيراً على قيمة التوصيلية الحرارية التي تزداد بزيادتها وان محتوىً رطوبياً بمقدار (20%) يضاعف تقريباً قيمة التوصيلية الحرارية. [6]

ان طريقة انتاج خرسانة مهواة باستعمال رمل ناعم مطحون مع سمنت واضافة بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) مع مسحوق القاصر ((CaCl(OCl)) ثم معالجتها بالمحمم عند ($180\ C^o$) وضغط (10) جو لمدة (18) ساعة مما يسبب تفاعل السيليكا الموجودة في الرمل مع النورة الموجودة في الاسمنت مسبباً زيادة في مقاومة الانضغاط وتقليل انكماش الجفاف للخرسانة الناتجة .[7]

الخرسانة المهواة ، في هذا النوع من الخرسانة يتم تكوين مسامات هوائية ضمن كتلة مونة الخرسانة وذلك باحدى الطريقتين الاتيتين:

أ.استعمال مواد كيميائية (مسحوق الألمنيوم او بإضافة مادة بيروكسيد الهيدروجين مع المسحوق القاصر) تولد فقاعات غازية ، وتسمى هذه الخرسانة بالخرسانة الغازية (Gas Concrete) .

ب.اضافة رغوة منتجة بشكل مستقل الى الخرسانة فتسبب حدوث فقاعات هوائية ضمن كتلة الخرسانة ، وتسمى هذه الخرسانة بالخرسانة الرغوية (Foamed Concrete)، ويفضل استعمال ركام خفيف الوزن كركام الفيرميكولايت (Vermiculite) او البيرلايت (Perlite) او البولي ستايرين (Polystyrene) او غيرها مع الخرسانة المهواة . ان الخرسانة المهواة قد تحتوي ركاماً خشناً او قد لاتحتوي وغالباً مايكون الركام من النوع الخفيف ومن امثلة الخرسانة المهواة هي كتل الثرمستون المستعملة في البناء والتي يستعمل في انتاجها مسحوق الألمنيوم ويمكن تكسيرها كركام خفيف الوزن.وتم الاعتماد على خلطة الخرسانة المهواة (هواء محقون) بنفس مواصفات الخلطة المرجعية مع اضافة مادة المسحوق القاصر (bleaching powder) ((CaCl(OCl) بنسبة (4%) من وزن الاسمنت ثم اضيف ماء الخلط واخيرا" اضيفت مادة بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) بنسبة (6%) من وزن الاسمنت. ان تفاعل مادة المسحوق القاصر ومادة بيروكسيد الهيدروجين انتج الاوكسجين الحر والذي بدوره سبب حدوث فقاعات غازية داخل مونة الخرسانة وكذلك الهواء المحقون يسبب زيادة الهطول ، كما نتج من التفاعل مادة كلوريد الكالسيوم التي لها تأثير معجل على تفاعل الاسمنت مع الماء وكما في المعادلة:

$$CaCl(OCl) + H_2O_2 \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + O_2 \quad \text{----------} \quad (1)$$ [8]

ان مقارنة انواع الخرسانة خفيفة الوزن تعتمد على المقارنة بين خصائصها المختلفة ومن اهمها الكثافة الجافة و مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء و التوصيلية الحرارية و التقلص الرطوبي و معامل المرونة السكوني. لغرض المقارنة مع الخرسانة تم اختيار نوعين من الخرسانة خفيفة الوزن هما خرسانة الركام خفيف الوزن (باستعمال انواع مختلفة من الركام الخشن خفيف الوزن) والخرسانة المهواة . [8]

ان هذا النوع من الخرسانة (المهواة) تتكون فقاعات من الغازات والهواء في وسط الخرسانة وهي في حالة طازجة ويظل التركيب مسامي بعد التصلب ويمكن انتاجها بطريقتين اما انتاج غازات في الخلطة بتفاعلات كيمياوية ومن المواد الشائعة المولدة للغازات مسحوق من بودرة الالمنيوم او بودرة الزنك وعند الخلط مع الاسمنت تتكون فقاعات من الهيدروجين فتنتفخ الكتلة مكونة عند التصلب مادة ذات تركيب خلوي او اضافة مواد رغوية للخلطة.[9]

معامل التوصيل الحراري للخلطات الخرسانية : يعتبر معامل التوصيل الحراري للكونكريت المقياس للتوصيل الحراري ويمكن تعرفه بانه عدد الوحدات الحرارية التي تمر خلال وحدة المساحة من المادة وبسمك يساوي وحدة واحدة وخلال وحدة زمنية واحدة عندما يكون الفرق بين درجات الحرارة لوجهي الجسم درجة واحدة ويقاس بوحدة (W/m.k). حيث حددت الموصفات العالمية طرقا عديدة لقياس الموصلية الحرارية ومنها البريطانية والامريكية ، وفي هذا البحث اعتمدت معادلة (ACI 122R-02) التي تربط بين الكثافة الجافة ومعامل التوصيل الحراري لنماذج مجففة بالفرن وحسب المعادلة رقم (2) :

$$K=0.072\times e^{0.00125p} \quad \text{----------} \quad (2)$$ [3]

حيث:

K= معامل التوصيل الحراري لنموذج مجفف بالفرن (W/m.k)

P = الكثافة الجافة للنموذج (kg/m^3)

تمتلك خرسانة الركام خفيف الوزن مقاومة انضغاط و مقاومة انثناء و معامل مرونة وتوصيلية حرارية اقل من الخرسانة الاعتيادية ، ويمكن معالجة ذلك باضافة نسبة من الهواء تتراوح بين (4%-8%) مع ركام ذي مقاس اقصى (19mm)، او نسبة هواء (5%-9%) مع ركام ذي مقاس اقصى (9.5mm) لتحسين قابلية التشغيل ومنع الانعزال ، ان أي زيادة في نسبة الهواء بمقدار (1%) عن الحدود السابقة تسبب نقصان في المقاومة الانضغاطية قدره (0.7-1 MPa). وان الخرسانة المهواة :هي خرسانة حاوية على فجوات صغيرة منتشرة ضمن كتلتها تاتى من اضافة فقاعات

غازية او هوائية الى الخرسانة الطرية. تمتاز الخرسانة المهواة بقابلية كبيرة على التمدد الحراري والانكماش ، ولها مقاومة عالية للحريق ، كما يمكن قطعها وثقبها وتثبيت المسامير فيها بسهولة ولها قابلية امتصاص عالية للماء ، ولكن معدل نفاذ الماء خلالها قليل لان فجواتها غير متصلة مما يعطيها مقاومة جيدة للانجماد، ومن الممكن تحسين خواص الخرسانة المهواة بمعالجتها بالمحمم (Autoclave). [10]

وكذلك تم دراسة العديد من خواص خرسانة البوليستايرين العازلة وتاثير نسبة البوليستارين الى الاسمنت على خواصها المختلفة وخاصة العزل الحراري والمعاوقة الصوتية (Acoustic Impedance).[11]

٢- المواد المستخدمة في البحث و البرنامج العملي :-

تم ذكر نوعية المواد المستخدمة في الخلطة الخرسانية وكذلك مقارنتها مع المواصفات المعتمدة من قبل كل مادة مثل وصف خواص الركام الخشن و الناعم و الماء و الاسمنت ومضافات الألمنيوم والملدن المستخدم نوع (Glenium 51) . الركام الخشن : ان المكونات الرئيسية للخرسانة هو الركام وقد استخدم في هذا البحث نوع واحد من الركام الذي استخدم في مشاريع جامعة ديالى.ان نتائج الفحص التي اجريت في مختبر ديالى الانشائي على عينات من هذا الركام مبينة في جدول رقم (١) حيث تم مقارنة نتائج الفحص مع حدود المواصفة القياسية العراقية(**45/1984**) الشكل رقم (١) يبين التحليل المختبري لهذا النوع من الركام.

الركام الناعم : يتم تجهيز هذا النوع من الركام من أحد المقالع الذي يقع شمال محافظة ديالى (مقلع الصدور) وان نتائج الفحوصات المختبرية التي اجريت على عينة من هذا الركام اجريت في مختبر ديالى الانشائي كانت مطابقة مع حدود المواصفة القياسية العراقية(45/1984).الجدول رقم (٢) يوضح التحليل المنخلي للرمل و النسبة المئوية للمواد الناعمة و الكبريتات و الشكل رقم (٢) يبين التحليل المنخلي لهذا النوع من الركام .

الاسمنت :تم اختيار اسمنت نوع (طاسلوجة) و هو سمنت بورتلاندي اعتيادي ذو المواصفات مبينة في جدول رقم (٤).

ماء الخلط :ان الماء المستخدم لعمل الخلطات الخرسانية التجريبية هو الماء الصالح للشرب كما استخدم نفس الماء للمعالجة ايضاً.

النماذج:استخدمت نماذج مكعبات(15cmx15cmx15cm) للخلطة بدون المضاف(الخلطة المرجعية) وتمت المقارنة مع الخلطات التي أضيفت إليها أليـاف الألمنيوم المأخوذة من مخلفات المعامل وبنسب(٣%،٥%، ١٠% من وزن الاسمنت) . تم العمل بطريقة التصميم للخلطة الأمريكية المبينة في الجدول رقم (٣).بعد الخلط الميكانيكي الجيد تم اجراء فحص الهطول (slump test) للخرسانة الطرية تبين بان فحص الهطول ازداد بزيادة نسبة المضاف وذلك بسبب زيادة الغازات المتحررة في الخلطة التجريبية والتي تساعد على زيادة قابلية التشغيل وتراوحت قيمته(٥-١٠ سم).بعد ذلك تم صبت النماذج وفق الموصفات في نفس الوقت وتركت في احواض المعالجة لحين موعد الفحص(فحص الكثافة ومقاومة الانضغاط)،وتم اخذ ثلاثة نماذج لكل نسبة وكذلك لكل عمر فحص.

٣. الغرض

ان الغرض من هذا البحث هو لمعرفة مدى تاثير اضافة الياف الالمنيوم الماخوذة من مخلفات معامل الالمنيوم على معامل التوصيل الحراري للخرسانة بصورة رئيسية بالاضافة الى تاثير ذلك على مقاومة الانضغاط ،مما يتيح انتاج خرسانة ذات معامل توصيل حراري واطئ.

٤.المناقشة و النتائج

لغرض دراسة تأثير اضافة الياف الالمنيوم المأخوذة من مخلفات معامل الالمنيوم على معامل التوصيل الحراري للخرسانة مع الاخذ بنظر الاعتبار مدى تاثر مقاومة الانضغاط بهذا النوع من المضافات اجريت عدة فحوصات لمكعبات خرسانية قياسية (15cmx15cmx15cm) وحسب المواصفات لقياسية المعتمدة لكل فحص. بعد ما تم صب خلطة مرجعية لغرض المقارنة مع باقي الخلطات التي تحتوي على مضاف الالمنيوم لثلاث نسب هي ٣% من وزن الاسمنت و٥% من وزن الاسمنت و١٠% من وزن الاسمنت واجراء فحص الكثافة لها بأعمار مختلفة من خلال نتائج المبينة في جدول رقم (٥) والشكل رقم (٣) تبين ان الكثافة الجافة اقل من (2200kg/m3) وهو الحد الذي اعتمده المصدر (٣,١) فاصلاً بين الخرسانة الاعتيادية والخرسانة خفيفة الوزن (الخرسانة المهواة) وقلت مع زيادة نسبة المضاف وذلك بسبب ازدياد الفجوات الهوائية داخل الكتلة الخرسانية حيث بلغ مقدار النقصان في الكثافة بعمر ٢٨ يوم للخلطات M10,M5,M3 (20%,17%,10%) وعلى التوالي مقارنه مع الخلطة المرجعية M0 وهذا يتفق مع المصادر(٤,٣,٢,١). وهذا بدوره يوثر على معامل التوصيل الحراري حيث يقل مع زيادة نسبة المضاف لان له ارتباط وثيق مع الكثافة كما مبين في الشكل رقم (٥)، وحسب معادلة الكود الامريكي(ACI 122R) ، والجدول رقم (٥) يتضمن قيم التوصيلية الحرارية للخلطات (k) مع النسب المئوية لكل قيمة مقارنه مع التوصيلية الحرارية للخلطة المرجعية.والشكل رقم (٤) يبين تاثير نسب المضاف لكل خلطة على التوصيلية الحرارية وقد اعطت النتائج مقدار انخفاض بعمر ٢٨ يوم في قيمة (k) للخلطات M10,M5,M3 (45%,40%,27%) من الملاحظ ان خرسانة ذات نسبة ١٠% من المضاف اعطت اقل قيمة للتوصيلية الحرارية كما انها سجلت اقل قيمة للكثافة حيث ان التوصيلية الحرارية ترتبط بالكثافة بشكل وثيق في الخرسانة خفيفة الوزن، لان طبيعتها الخلوية تسبب وجود نسبة كبيرة من الفراغات الهوائية ضمن هيكلها، والهواء الساكن يعتبر من احسن العوازل للحرارة، لذلك فان انخفاض الكثافة سيصاحبه انخفاض في قيمة التوصيلية الحرارية .

وفحص مقاومة الانضغاط يتضمن الجدول رقم (٥) والشكل رقم (٦) نتائج فحص مقاومة الانضغاط للخلطات الخرسانية عند الأعمار (28,14,7) يوم مع النسب المئوية لكل نتيجة مقارنة مع الخلطة المرجعية ، فقد اعطت مقدار انخفاض نسبة تراوحت بين (30%-54%) من مقاومة الخلطة المرجعية، حيث ان فشل نقاط الاتصال(Points of Contact) عند هذا الحد من مقاومة قوى الانضغاط ادى الى انهيار النموذج بشكل كامل.وتبين من الشكل رقم (٧) ان مقاومة الانضغاط قلت مع زيادة نسب المضاف (نقصان معامل التوصيل الحراري للخلطات) وذلك بسبب تكون خرسانة خلوية داخل الكتلة الخرسانية سببها تحرر الغازات من تفاعل الالمنيوم مع مركبات الاسمنت.

٥- الاستنتاجات

١ .ان لنسبة المضاف من وزن الاسمنت تاثيراً مباشراً على خصائص الخرسانة الطرية والمتصلبة، فالنماذج التي اعدت باستعمال نسب مختلفة من المضاف ازدادت قيمة الهطول (5-10) سم مع زيادة النسبة .

٢.يمكن استعمال فضلات معامل الالمنيوم لانتاج خرسانة مهواة لها كثافة جافة لكل النسب (10%,5%,3%) واعمار الفحص(28,14,7) يوم ، بحدود (93% -80%) اقل من الكثافة الجافة للخرسانة الاعتياديه وبالتتابع.

٣.يمكن انتاج خرسانة مهواة وذات معامل توصيل حراري واطئ من خلال إضافة نسبة من مضاف الالمنيوم للخرسانة حيث أعطت الخلطات الخرسانية مقدار انخفاض بمعامل التوصيل الحراري لكل النسب (10%,5%,3%) وأعمار الفحص(28,14,7) يوم تراوح مابين (17%-45%) اقل من الخلطات المرجعية .

٤.حصل مقدار انخفاض في مقاومة الانضغاط للخلطات التي تحتوي على مضافات الألمنيوم لكل النسب (10%,5%,3%) وأعمار الفحص(28,14,7) يوم ، بحدود (30%-54%) مقارنة مع الخلطات المرجعية وبالتتابع .

٦- المصادر

1. Neville A.M. "Properties of Concrete". Third edition, Pitman Publishing Limited, London, UK , 1981.

2. "Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete". ACI 213R-03, American Concrete Institute, Detroit, Michigan. 2003.
3. "Guide to Thermal Properties of Concrete and Masonry Systems",ACI 122R-02, American Concrete Institute, Detroit, Michigan. 2002.

4. British Standards Institute, B.S 8110: part 1: 1985 "Structural Use of Concrete-Code of Practice for Design and Construction".

5. Faust T. "Supplements to MC-90 for Lightweight Aggregate Concrete", Lacer, No.5, 2000,pp 75-84.
6. Sagmeister B. " Heat-Insulating from No-Fines Lightweight Concrete", available via internet at the web site: http://www.baustoffchemie.de/en/db/lightweight-concrete/ ,2001.
7. Shrivastava O.P. "Lightweight Aerated or Cellular Concrete-a Review", The Indian Concrete Journal, Vol.51, January, 1977, pp18-23.
8. Hassan I.M."Comparative Study of Some Properties of Lightweight Concrete " MSc.Thesis of the College of Engineering-University of Mosul ,July,2004
9. Mahmmod. I., A. Abdel-Reheem, Y. Abou-Mosallam, and A. Shihata, "Acoustic and Thermal Insulation of Lightweight Concrete" Eighth Arab Structural Engineering Conference, Faculty of Engineering, Cairo University, 2000, pp 1559-1569.

١٠. مؤيد نوري الخلف، هناء عبد يوسف " تكنولوجيا الخرسانة ". الطبعة الاولى، الجامعة التكنولوجية، بغداد، العراق،١٩٨٤.

١١. ندى مهدي فوزي الجيلاوي "خواص الخرسانة خفيفة الوزن بالاشارة الى العزل الحراري والمعاوقة الصوتية". رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة بغداد، بغداد، العراق ،١٩٩٧.

جدول (١): تدرج الركام الخشن.

Sieve size (mm)	% Passing by Weight	Limits of the Iraqi specification No.45/1984
12.5	100	100
10	88.6	85-100
5	10.8	0-25
2.36	0	0-5

جدول (٢): تدرج الركام الناعم.

Sieve size (mm)	% Passing by Weight	Limits of the Iraqi specification No.45/1984 (zone 2)
4.75	100	90-100
2.36	93.3	75-100
1.18	84.0	55-90
0.60	57.2	35-59
0.30	27.5	8-30
0.15	8	0-10
Fineness Modulus = 2.33		

جدول (٣): الخلطة التصميمية المستخدمة في البحث.

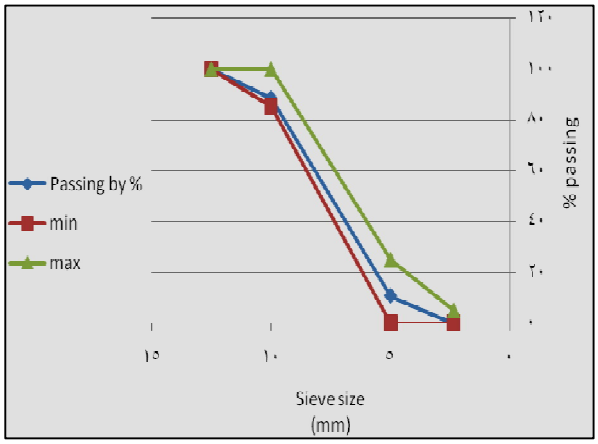
No. of mix	Cement kg/m^3	W/C	Coarse gg. kg / m^3	Fine agg kg/ m^3	Water kg/ m^3	Superplastizer %	Aluminum %
M0%	440	0.35	1050	760	154	1	-----
M3%	440	0.35	1050	760	154	1	3
M5%	440	0.35	1050	760	154	1	5
M10%	440	0.35	1050	760	154	1	10

جدول (٤): التركيب الكيميائي للاسمنت المستخدم في البحث.

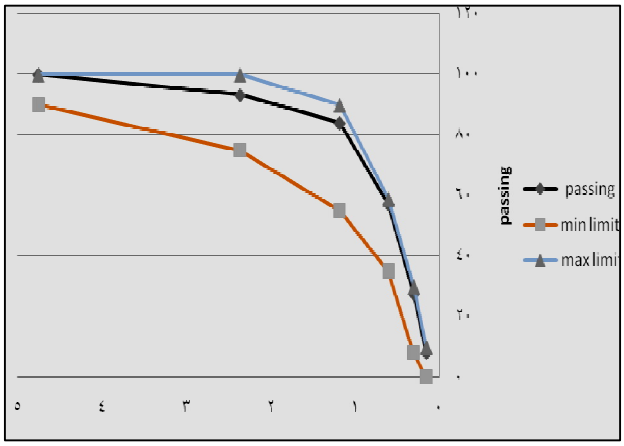
Oxide composition	**Abbreviation**	**Content (percent)**	**Limit of Iraqi specification No.5/1984**
Lime	CaO	63.19	---
Silica	SiO_2	20.60	---
Alumina	AL_2O_3	4.10	---
Iron Oxide	Fe_2O_3	4.48	---
Sulphate	SO_3	1.98	< 2.8%
Magnesia	MgO	2.28	≤ 5%
Loss on Ignition	L.O.I	2.45	≤ 4%
Insoluble residue	I.R	0.47	≤1.5%
Lime saturation factor	L.S.F	0.94	0.66-1.02
Main compounds (Bogue's equations)			
Tricalcium Silicate	C_3S	57.11	
Di Calcium Silicate	C_2S	16.23	
Tri Calcium Aluminate	C_3A	8.39	> 5%
Tetra Calcium Alumina Ferrite	C_4AF	13.62	

جدول(٥): نتائج فحوصات الخلطات الخرسانية التجريبية بأعمارها ونسبها المختلفة.

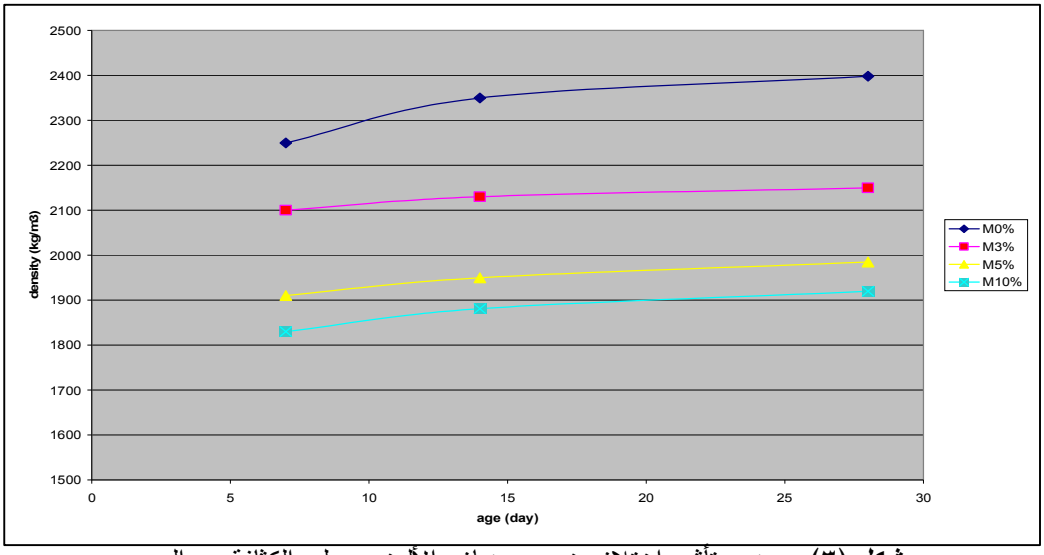
Average sample of mix	Age	Aluminum %	Density kg/m3	Reduction Density %	Thermal conductivity (w/m.k)	Reduction Thermal %	compressive Strength (MPa)	Reduction compressive Strength %
M 0%	7	------	2250	100	1.2	100	19.8	100
M3%	7	3	2100	7	0.99	17	13.85	30
M 5%	7	5	1910	15	0.78	35	11.4	42
M 10%	7	10	1830	19	0.71	41	10.12	49
M 0%	14	------	2350	100	1.36	100	26.66	100
M 3%	14	3	2130	9	1.03	24	15.3	43
M 5%	14	5	1950	17	0.82	39	13.32	50
M 10%	14	10	1881	20	0.76	44	12.47	53
M 0%	28	------	2398	100	1.44	100	32.75	100
M 3%	28	3	2150	10	1.06	27	17.54	46
M 5%	28	5	1985	17	0.86	40	16.24	50
M 10%	28	10	1920	20	0.79	45	15.16	54



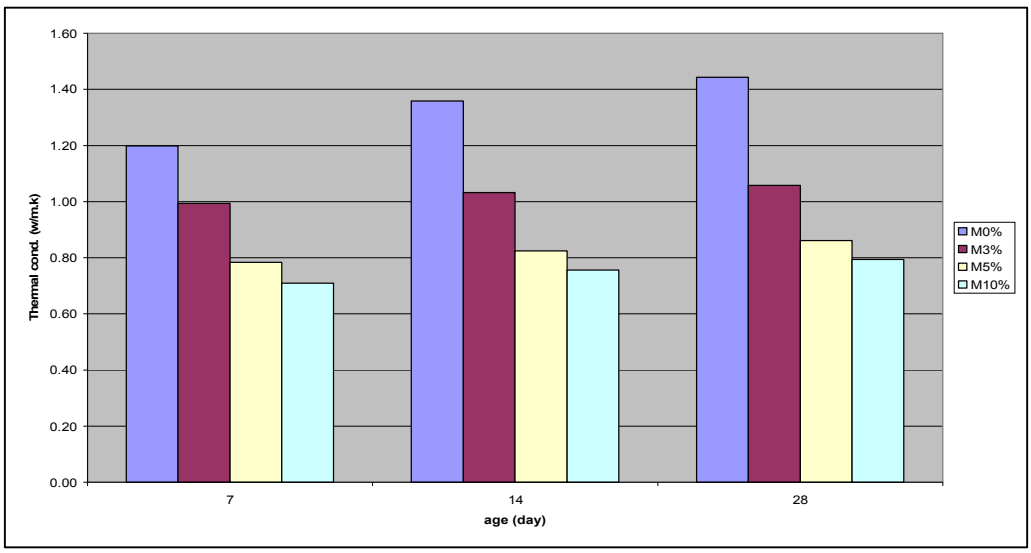
شكل (١): تدرج الركام الخشن .



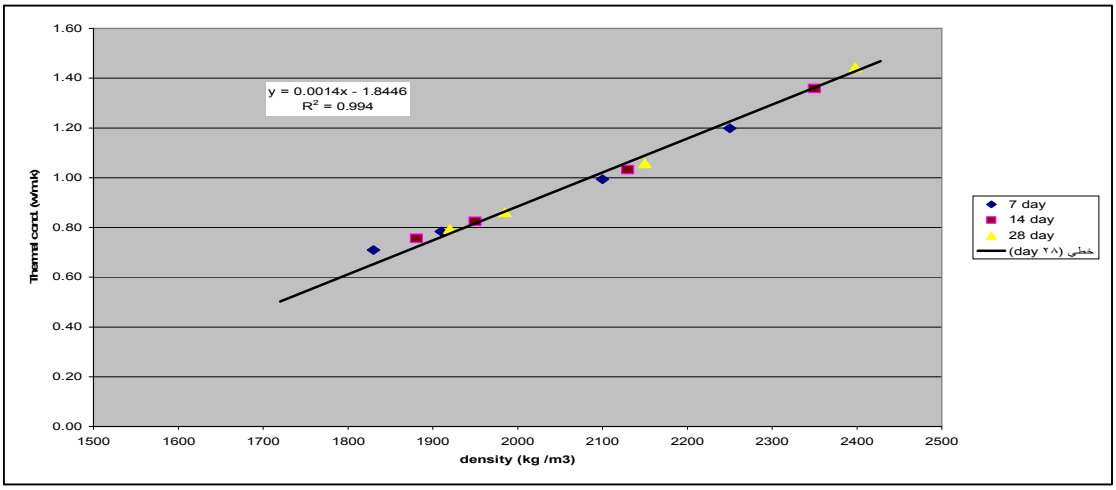
شكل (٢): تدرج الركام الناعم.



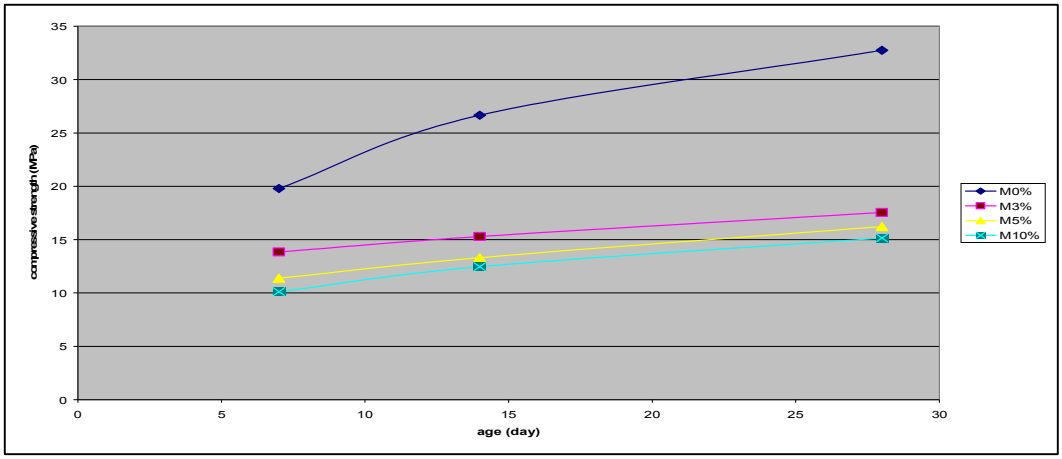
شكل (٣): يوضح تأثير اختلاف نسب مضاف الألمنيوم على الكثافة مع العمر.



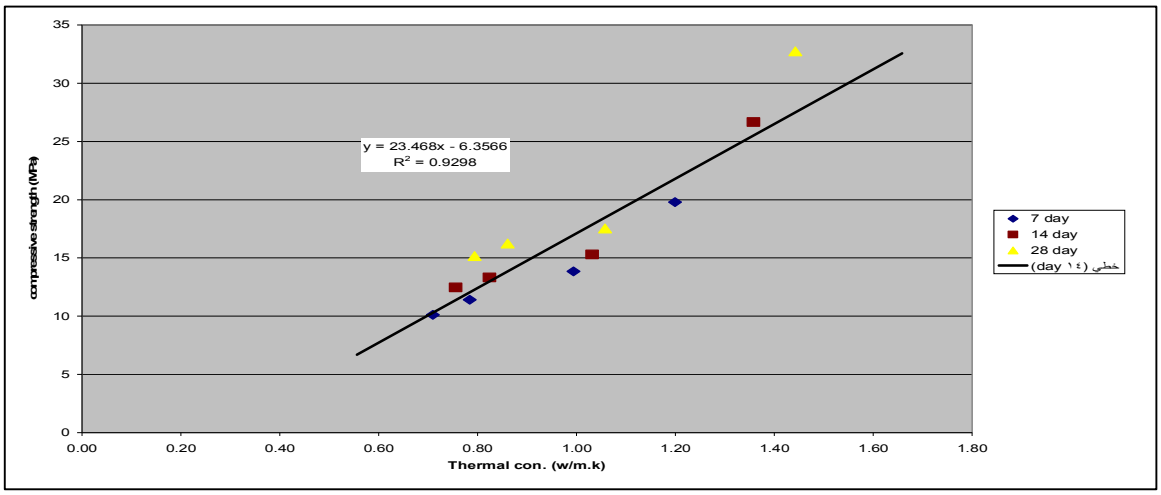
شكل (٤): يوضح تأثير اختلاف نسب مضاف الألمنيوم على معامل التوصيل الحراري مع العمر.



شكل (٥): يوضح العلاقة بين معامل التوصيل الحراري والكثافة لخلطات مختلفة من نسب الألمنيوم.



شكل (٦): يوضح تأثير اختلاف نسب مضاف الألمنيوم على مقاومة الانضغاط مع العمر.



شكل (٧): يوضح العلاقة بين مقاومة الانضغاط و معامل التوصيل الحراري لخلطات مختلفة من نسب مضاف الألمنيوم بأعمار مختلفة.

EFFECT OF ADDING THE WASTE PRODUCTEDALUMINUM FACTORIES ON THE THERMAL CONDUCTIVITY FACTOR OF THE CONCRETE

Mohammed K. Albayti Dr. Lecture College of engineering Baghdad University

Ali H. Hammeed Lecturer College of engineering Diyala University

Assal T. Hussein Lecturer College of engineering Diyala University

ABSTRACT:- This research was studying the effect of added aluminum fiber from the waste product of aluminum factories on the properties of concrete mixes. The study involved a reference concrete mix (M0) without admixture of aluminum and compare with three mixes (M3,M5,and M10) ,with three percent (3%,5%, and10%) from weight of cement, Specifically The thermal conductivity factor (k) was calculated depending on the equation of ACI code (122-R-2002) for mix concrete. The laboratory testes (slump flow, density, compressive strength) were doing for the cubes samples with dimension (150*150*150) to concrete mixes(M0,M3,M5),and M10) in age (7,14,and 28)day. The affect thermal conductivity factor of concrete was depended on the effect of workability, density and compressive strength with age sample. The results were getting from the testing found the density ,thermal conductivity factor and compressive strength decreasing with adding the admixture of aluminum (7%-20%),(17%-45%) and (30%-54%) respectively, because of the reaction between the aluminum fiber with compound of cement cause the babble gas (Cellular concrete) due to reduction in the density and compressive strength .

Keyword: Cellular concrete , thermal conductivity factor , admixture of aluminum, compressive strength , density .