استخدام ألياف الإطارات المستهلكة كركام خشن في إنتاج الخرسانة

خالد حسن حاوي

المعهد التقني بابل

الخلاصة

تضمن البحث إمكانية استخدام ألياف الإطارات المطاطية المستهلكة في إنتاج الخرسانة ، ودراسة تأثير المطاط على سلوك الخرسانة، والمساعدة جزئيا" في حل المشكلة البيئية الناجمة عن التخلص من الإطارات المستهلكة. لقد تم استبدال الركام الخشن(الحصى) حجميا" بألياف الإطارات المطاطية المستهلكة وبنسب استبدال حجميه مختلفة كانت (15% ، 25% ، 50%) من حجم الركام الخشن الكلي المستخدم في ثلاث خلطات خرسانية وكانت الخلطة الرابعة خالية من ألياف الإطارات واستخدم فيها الحصى المدور الطبيعي كركام خشن للخلطة واعتبرت خلطة مرجعية .

تم عمل فحوصات مختلفة على نماذج الخلطات الخرسانة المتصلبة أعلاه بالأعمار 7 و28 يوم من حيث مقاومة : الضغط ،الشد ، الانثناء ، امتصاص الماء،والكثافة. وأظهرت النتائج بان الزيادة في نسبة الاستبدال الجزئي ألحجمي للركام الخشن بألياف الإطارات المستهلكة في الخلطة الخرسانية يتسبب في حصول نقصان في قوى (الانضغاط , الشد , والانثناء) والكثافة الرطبة والجافة وزيادة نسبة امتصاص الماء ، مقارنة بالنتائج التي تعطيها نماذج الخرسانة المرجعية (الخالية من الألياف) حيث أن خرسانة الألياف بنسب استبدال (15 % ، 25% ، 50%) من حجم الركام الخشن سجلت نسب انضغاط مقدارها (84% ، 70% ، 46%) على التوالي من تلك التي تعطيها نماذج الخرسانة المرجعية بعمر 28 يوم ، ولكن في نفس الوقت سجلت فحوصات النماذج انخفاضا في الكثافة الجافة بنسب (6% ، 10% ، 25%) على التوالي مقارنة بالكثافة الجافة لنماذج الخلطة المرجعية ، وزيادة في نسبة امتصاص نماذجها للماء بمقدار(55% ، 210% ، 350%) على التوالي لعمر 28 يوم .

Abstract

The search used waste tire fiber(W.T.F.) rubber in Concrete mixtures production , and study the effect of(W.T.F.) on Concretes' behavior, which partly helps in solving environmentalism problem of due to riddance from waste tire rubber. different ratios (15%, 25% ,50%) of (W.T.F.) rubber as a substitute for mine gravels as a coarse aggregate, in three Concrete mixtures, while the fourth mixture was without (W.T.F.) ,used natural gravels as a coarse aggregate, taken as a referential mixture. The 7 and 28 days ages lab. tested resistance (compression, tensile, flexure strength, water Absorption and density) tests for the above mentioned mixtures which shows the increasing in replacing volume ration of gravels with (W.T.F.) in Concrete mixture result in decrease in compression, tensile, flexure strength, dry and wet density . while increasing in water absorption , compared with referential mixture gave (without W.T.F.).The (W.T.F.) Concrete with (15%, 25% ,50%) Rubber giving compression strength (84%, 70% , 46%) consequently . compared with given referential mixture in 28 day age, but gives decrease in dry density with ratio (6% , 10% , 25%) consequently .relative to referential mixture , and increasing in water Absorption (55% , 210% , 350%) consequently in 28 day age .

المقدمة: Introduction

إن التوسع الكبير والمستمر في أعمال الإنشاءات والطرق الذي يتطلب استعمال كميات كبيرة جدا وهائلة من المواد الأولية وخصوصا الركام بنوعيه الناعم والخشن والتي تشكل نسبة مايقارب 70% من حجم الخرسانة التي تدخل في تنفيذ اغلب المشاريع والمنشات ، وحيث إن هذا الركام يستخرج من الطبيعة بعمل مقالع كبيرة جدا في الأرض الطبيعية مما يجعل هذه المادة مهددة بالنقصان المستمر والارتفاع المتزايد في أسعار تلك المواد، هذا بالإضافة إلى المشاكل البيئية والأضرار في الطبيعة التي تسببها هذه المقالع من انهيارات أرضية وغيرها، أو قد تكون حفر كبيرة تتجمع فيها مياه الأمطار وتمنعها من الجريان باتجاه الأنهر واستغلالها الاستغلال الأمثل ، هذا بالإضافة إلى فقدان خاصية الفلترة الطبيعية لمياه الأمطار من قبل الركام عند سقوطها وجريانها على سطح التربة مما يسبب تلوث احتياطيات مخزون الماء للاستهلاك البشري (Kaushal,2012) كل هذه المشاكل وغيرها دعت كثيرا من الباحثين إلى التفكير وبشكل جدي بالبدائل لتلك المواد في إنتاج الخرسانة . لذلك أجريت العديد من الدراسات والبحوث في هذا المجال كان من ضمنها استخدام ألياف الإطارات المستهلكة كركام خشن

أو مفروم هذه الإطارات كركام ناعم في الخلطة الخرسانية وبنسب استبدال مختلفة كأحد تلك البدائل (2005 , Najim) (1993 , Eldin) وذلك لكون تلك الإطارات المستهلكة ترمى في القمامة . كما وان الإطارات المستعملة والتي لا يمكن استخدامها مره ثانيه في السيارات تعتبر مشكله بيئيه جديه حيث يطرح في العراق مليوني إطار سنويا إلى البيئة(المنشأة العامة للصناعات المطاطية،1987) علما بان هذه الإحصائية قديمة وقبل دخول ملايين السيارات الحديثة إلى العراق في السنوات الأخيرة وبذلك يكون عدد الإطارات المستهلكة اكبر من هذه الإحصائية . في عام 1990 نبذت في الولايات المتحدة 242 مليون إطار نفاية والتي يبلغ وزنها أكثر من 3 ملايين طن حيث مئات الألوف من الإطارات القديمة يمكن أن تطرح من ولاية في الولايات المتحدة على سبيل المثال . (Garrick, 2005) (Douglah , 1998) ، كما وان حوالي 10 ملايين سيارة جديدة تضاف إلى شوارع الهند أكثر من ثلث هذه السيارات تتخلص من إطاراتها سنويا (Kaushal,2012). ويعتبر هذا من أحد التحديات البيئية الرئيسية التي تواجه البلديات حول العالم لأن مطاط النفاية غير قابل للتفسخ بسهولة حتى بعد مدة طويلة من فترة معالجة موقع دفن النفايات وذلك لان ماده الإطارات لاتهضم حين يتم طمرها في الأرض وان مسالة الحرق غير جيده لأنها تستغرق وقتا طويلا أضافه لمشكلة تلوث الهواء الذي يسببه لانبعاث غازات كيميائية سامة مثل ثاني اوكسيد الكبريت,وتوزيع جزيئات الكاربون الناعمة في الهواء عند الحرق . كما تحتاج إلى مساحات كبيره عند تركها في العراء والإطار يحجز كميات من الماء عند المطر وبذلك يسبب مشاكل بيئيه ولتخفيض مشكلة تراكم الإطارات المستهلكة بات من الضروري استعمال تلك الإطارات البالية في أسلوب امن بيئيا إما كمواد أولية للمنتجات الأخرى أو لأغراض مفيدة أخرى(Andre, 1996) . وفي الاونه الاخيره تم التوجه للتخلص من الإطارات عن طريق فرمها إلى قطع صغيره ومن ثم الاستفادة منها وذلك بإضافتها إلى الخرسانة(Kaushal, 2012). وفي بحوث أخرى تم استعمال المفروم من الإطارات لأضافتها إلى الخلطة الاسفلتيه المستعملة لتبليط الطرق والشوارع حيث تعطي خلطات إسفلتية ذات مرونة عالية ، وتحسن قابلية الإسفلت للصدمة بالإضافة إلى تقليل الضوضاء الناتج من حركة العربات واحتكاك إطاراتها بالأرض ، ويعطي مقاومة انزلاق أفضل ويقلل من التصدع الحاصل مما يعطي عمر أطول للرصف من الإسفلت التقليدي(Dufton , 1988). العديد من نتائج الدراسات أثبتت الفوائد الميكانيكية والبيئية لاستعمال الإطارات المكررة كإضافة إلى الخرسانة الإسمنتية. حيث أجريت العديد من التجارب لاكتشاف الطرق الملائمة للتطبيق المطاطي لكن الاستبدال الكامل للكتل الخشنة (الحصى) أو الكتل الناعمة (الرمل) بالمطاط غير ملائم لأن خسارة القوة خطير جداً . كما وان هناك بعض التجارب والبحوث استخدمت الإطارات المستهلكة في الخرسانة على شكل رقائق وألياف ، قسمت الألياف على شكل دفعات مختلفة الأطوال لإيجاد تأثير اختلاف الأطوال على خصائص الخرسانة ، لوحظ تراجع في قوة انضغاط الخرسانة ، على أية حال ، هناك زيادة في صلابة الخرسانة (Toughness) وقد أظهرت النتائج بان خرسانة ألياف الإطارات كمضافات مناسب أكثر من إضافة رقائق الخرسانة ، تنتج صلابة أعلى (Guoqiang 2004)، إن النموذج التحليلي حدد كيفية تأثير خصائص الألياف مثل طول الليف الحرج على قابلية تحمل قوة الشد للخرسانة وهي خاصية مهمة جدا كونها مسئولة عن فشل الخرسانة حتى في الانضغاط (Garrick, 2005) أثبتت التجارب المختبرية بأن فكرة استعمال الإطارات المستهلكة في صناعة البناء ، ظهرت لتمتعها بعدت خصائص مناسبة منها المقاومة العالية للأحوال الجوية ودرجة الحرارة والرطوبة وقدرة عزل عالية ووزن خفيف بالمقارنة بالمواد الأخرى التي تستعمل عادة (قدوري ، 2011) . إن تكرير إطارات النفاية يوحي بحل بيئي، حيث يمنع تراكم الإطارات المستهلكة بدون حرقها أو طمرها ، وتصنيع خرسانة ذات عزل عالي ووزن خفيف .والتقليل من ضعف الخرسانة الذي يؤدي إلى

فشل فاجع كما وان البناء بهذا النوع من الخرسانة الخفيفة الوزن له تأثير اقتصادي ايجابي على التكلفة الكلية للبناء وكما يخفض من الحمل الكلي للمنشأ (الأحمال الميتة) وبالتالي يقلل من مساحات المقاطع للأجزاء الساندة أو الحاملة لإثقال المنشأ مما يوفر في كلفة البناء . (Al-Khamisi, 1999).لكن الصعوبات التي تواجه ذلك هي الاختلاف الكبير في الأداء الخرساني وفقاً لطرق التطبيق ونسبة المطاط المستخدم وهو حساس في التغيير في الإجراءات.والإجراءات المكلفة في تحضير الجزئيات المطاطية. والتي تتطلب وجود مصنع لتدوير الإطارات(recycle tire) .

الجانب العملي : (Experimental procedure, Materials and mixes)

تم إجراء الفحوصات المختبرية التي اجريت في البحث في مختبرات القسم المدني في المعهد التقني بابل .

أولا: المواد الأولية المستعملة. (Materials used)

1- الاسمنت: (Cement)

تم استعمال الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي (Type I) المنتج من معمل اسمنت الكوفة والمطابق (المواصفة القياسية العراقية رقم 5 لسنة(1984) . والجدول رقم 1/ ملحق يبين الخواص الفيزيائية والجدول رقم 2 / ملحق يبين التحليل الكيماوي للاسمنت المستعمل.

2 – الركام الخشن: (Coarse Aggregate)

استعمل الحصى المدور كركام خشن من منطقة النباعي مطابق (للمواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984) ذو مقياس أقصى لايزيد عن 40 ملم ، ووزن نوعي مقداره (specific gravity = 2.65) .

ويبين الجدول رقم 3/ ملحق تدرج الركام الخشن المستعمل في جميع الخلطات .

3 – الركام الناعم: (Fine Aggregate)

تم استعمال رمل الاخيضر المطابق (للمواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984) كركام ناعم في عمل الخلطات الخرسانية ويبين الجدول رقم 4 / ملحق التحليل المنخلي ونسبة الأملاح للرمل المستعمل .

4 – ماء الخلط: (Water mix)

تم استعمال الماء الصالح للشرب (ماء الإسالة) في عمل الخلطات الخرسانية والمعالجة .

5 – ألياف الإطارات المستهلكة : (Waste tire fiber)

تم استخدام ألياف بطول يتراوح بين 2–3 سم وبعرض يتراوح بين 1–2 سم وبسمك يتراوح بين 0.5 –1 سم كما في الصورة رقم 1 بعد التقطيع يدويا لأنواع مختلفة المنشأ (الألماني ,الكوري , والاندنوسي) من الإطارات المستهلكة ذات الأقطار المختلفة (13، 15 ،16) انج أي إطارات عربات النقل الصغيرة بواسطة أداة كهربائية تدعى الكوسرة الكهربائية (angle grinder) الصورة رقم 2 حيث قطعت على شكل شرائط بطول 30 سم وبعرض يتراوح بين 1–2 سم ثم نظفت بالماء ومسحوق الغسيل (التايت) جيدا وجففت تحت أشعة الشمس ثم فرك وجهي الشرائط بفرشاة خشنة (سيم حديدي) لجعل سطوح الشرائط خشنة لزيادة التماسك بينها وبين عجينة الاسمنت ثم قطعت بطول يتراوح بين 2–3 سم إن صعوبة التقطيع يدويا أدى إلى عدم إمكانية الحصول على قياس ثابت لكل الألياف وكذلك اختلاف سمك الإطار من منطقة إلى أخرى في الإطار أدى إلى إخلاف سمك الألياف الناتجة من تقطيع الإطارات . إن هذا التباين في أبعاد الألياف يتطابق مع فكرة تدرج الركام الخشن وتباين أبعاده في الخلطة الخرسانية ويبين الجدول رقم 5 / ملحق تدرج تلك الألياف ، وان سبب اختيار أنواع مختلفة المنشأ والأقطار من الإطارات

المستهلكة وذلك لصعوبة تصنيف إطارات القمامة المستهلكة المتجمعة بكميات كبيرة عند تقطيعها بمكائن خاصة تعد لهذا الغرض .

ثانيا: الخلطات الخرسانية : (Concrete mixtures)

تم عمل أربع خلطات خرسانية وذلك بخلط الاسمنت مع الرمل خلطا جيدا ثم إضافة الحصى على المزيج وإعادة المزج بصورة جيدة وبعدها تم إضافة ألياف الإطارات (الصورة رقم 3) ثم مزج الخليط جيدا حتى التجانس وبعد ذلك تم إضافة الماء عليه ومزج مرة أخرى وكانت عملية المزج يدوية . كانت الخلطة الأولى باستخدام الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي (Type I) المنتج من معمل اسمنت الكوفة ورمل الاخيضر كركام ناعم والحصى المدور من منطقة النباعي كركام خشن واعتبرت خلطة مرجعية ورمز لها بالرمز (M_0)، والثانية فكانت باستخدام نفس المواد في الخلطة المرجعية ولكن تم استبدال 15 % من حجم الحصى المستخدم بألياف الاطارت المستهلكة(W.T.F.) صورة رقم 3، وتم ترميز نماذج هذه الخلطة بالرمز (M_{15}) أما الثالثة فتم استبدال 25 % من حجم الحصى المستخدم بألياف الاطارت المستهلكة وتم ترميز نماذج هذه الخلطة بالرمز (M_{25}) والرابعة فاستبدل 50 % من حجم الحصى المستخدم بألياف الاطارت المستهلكة وتم ترميز نماذج هذه الخلطة بالرمز (M_{50}) . مع ثبات نسبة الخلط الوزنية (1:2:4) ، نسبة الماء / الاسمنت تساوي (0.55) وكمية الاسمنت المستخدمة هي 300 كغم/م^3 لجميع الخلطات الخرسانية .

ثالثا: تحضير قوالب النماذج والصب: (Moulds samples and mixtures preparing)

استخدمت 6 قوالب حديدية مكعبة الشكل بطول ضلع 15 سم لتحضير نماذج خرسانية لقياس مقاومة الانضغاط وحسب المواصفة (British Standards, 1989) كما تم تهيئة 6 قوالب اسطوانية الشكل حديدية قياس 15 سم قطر و30 سم ارتفاع لصب نماذج فحص مقاومة الشد (الانفلاق) وبموجب المواصفة (Annual Book of ASTM, 1996) وإعداد 6 قوالب حديدية قياس (15*15*54) سم لعمل نماذج الخرسانة لإجراء فحوصات الانثناء عليها حسب(Irving Kett, 1999) وتم عمل النماذج أعلاه لكل خلطة خرسانية لإجراء فحوصات الانضغاط والشد والانثناء والامتصاص وإيجاد الكثافة الرطبة والجافة لها وبالأعمار 7 و28 يوم. حيث تم تزييت القوالب وملئها بالخرسانة على شكل ثلاث طبقات ورصها يدويا. وعولجت بأحواض حاوية على الماء الصالح للشرب وبدرجة حرارة المختبر (20–24) درجة مئوية بعد 24 ساعة من عملية الصب وفتح القوالب ولحين وقت الفحص بعد 7 أيام لثلاث نماذج و28 يوم للثلاث الأخرى.

رابعا : الفحوصات . Tests

1- فحص مقاومة الانضغاط : Compressive Strength Test

تم إجراء الفحص ألمختبري على 3نماذج بعمر 7 أيام و3 نماذج أخرى بعمر 28 يوم لأربعة خلطات خرسانية ليكون مجموع عدد نماذج المكعبات التي تم فحصها 24 نموذج لمعرفة قوة الانضغاط وهي رطبة حال إخراجها من ماء المعالجة وبموجب (بشير 1984) ، صورة رقم 4 ، وحسب المواصفة القياسية . British Standards, (1989) باستخدام جهاز فحص الانضغاط بتسليط قوة تحميل مباشرة على النموذج ، سعة الجهاز 100 طن نوع (MARUI) ياباني المنشأ والذي استخدم في فحص الشد (الانفلاق) والانثناء أيضا،(صورة رقم 5). كما تم إجراء فحص الانضغاط الغير إتلافي للنماذج أعلاه بواسطة قياس سرعة الذبذبات فوق الصوتية والتي تنبثق من ذراع وتستلم من ذراع أخر لها بعد مرورها في النموذج وترسل هذه الذبذبات من الذراع على أساس موجات إجهاد (الصورة رقم 6) وهناك مؤشر لقياس الوقت الذي تستغرقه هذه الذبذبات بعد انبثاقها من احد أفرع الجهاز ومرورها خلال خرسانة النموذج ثم استلامها من الجهة الثانية بواسطة ذراع الجهاز الأخر، كما ويجب أن يكون

سطح الخرسانة أملس ومطابق للذراع ويستخدم لهذا الغرض نوع من الدهن . (بشير 1984) ويمكن حساب قوة الانضغاط نيوتن/ملم^2 من سرعة الذبذبات كم/ ثا من منحنيات خاصة بذلك . ويمكن قياس سرعة الذبذبات

السرعة = المسافة / الزمن -------- **1**

2- فحص مقاومة الشد (الانفلاق) : Splitting Tensile Strength

اجري الفحص على 24 نموذج اسطواني لأربعة خلطات خرسانية 6 نماذج لكل خلطة 3نماذج بعمر 7 أيام و3 نماذج أخرى بعمر 28 يوم لمعرفة مقاومة الشد الغير مباشر وحسب المواصفة. (Annual Book of ASTM, 1996) حيث تم فحصها بعد إخراجها من الماء وهي رطبة وحسب (بشير 1984) وذلك بتسليط الوزن باتجاه 30 سم على النماذج الخرسانية،(صورة رقم 7)، وحساب مقاومة الانفلاق حسب المعادلة التالية (Annual Book of ASTM, 1996).

$$Fct = 2\pi p / d L \text{ ------- } 2$$

Fct = مقاومة الانفلاق (نيوتن/ ملم^2) ، P= أعلى قوة مسلطة على الجهاز (نيوتن)

L = طول النموذج الاسطواني (ملم) ، d = قطر النموذج الاسطواني (ملم)

3- فحص مقاومة الانثناء : Flexural Strength

تم فحص 24 نموذج لأربعة خلطات خرسانية 6 نماذج لكل خلطة 3نماذج بعمر 7 أيام و3 نماذج أخرى بعمر 28 يوم لمعرفة مقاومة الانثناء وحسب (Irving Kett, 1999) حيث تم فحصها بعد إخراجها من الماء وهي رطبة وحسب (بشير 1984) وبطريقة نقطة ثلث الفضاء،(صورة رقم 8) ، وتم اعتماد المعادلة التالية للحصول على مقاومة الانثناء . وحسب(Irving Kett, 1999, ASTM C 78)

$$Ft = PL / bd^2 \text{ --------- } 3$$

Ft = مقاومة الانثناء (نيوتن / ملم^2) ، P= أعلى قوة مسلطة من الجهاز (نيوتن)

L = المسافة الصافية بين المسندين (ملم) ، d = ارتفاع النموذج (ملم) ، b = عرض النموذج (ملم)

4 – فحص امتصاص الخرسانة للماء ، والكثافة : Water Absorption test & Density

تم تجفيف العينات الخرسانية بعمري 7 و28 يوم في فرن كهربائي درجة حرارته 100-105 درجة مؤوية تم بردت في مجفف ووزنت بميزان الكتروني وثبت وزن العينات وهي جافة (W_1) ثم غمرت العينات مباشرة في ماء درجة حرارته 15 – 20 درجة مؤوية لمدة 24 ساعة وأخرجت بعد ذلك وجفف سطحها بقطعة من القماش تم وزنت النماذج لتثبيت وزنها وهي رطبة (W_2) وتم احتساب النسبة المئوية للامتصاص كما يلي(العريان 1975)

الوزن الرطب – الوزن الجاف / الوزن الجاف × 100

$$\text{Total Absorption \%} = (W_2 - W_1 / W_1) * 100 \text{ ---------- } 4$$

وتم تعيين الكثافة الرطبة والجافة للنماذج الخرسانية بوزنها وهي رطبة مرة وأخرى وهي جافة وأوجدت الكثافة كغم/م^3 كما يلي : $\text{Density} = \text{Wight Kg} / \text{Volume m}^3$ -------- 5

النتائج والمناقشة: Results and discussion

بينت الجداول (1 ، 2 ، 3) والأشكال البيانية (1 ، 2 ، 3 ، 6 ، 7) نتائج فحوصات الانضغاط والانفلاق والانثناء للنماذج الخرسانية للخلطات الأربعة بالأعمار 7 و28 يوم ، حيث نرى النقصان المتزايد في تحمل القوى الثلاث بزيادة نسبة الألياف المطاطية في الخرسانة حيث تقل بنسبة (16% ، 30% ، 54%) للخلطات (M_{15}، M_{25} ، M_{50}) على التوالي مقارنة بقوى انضغاط الخلطة (M_0) المرجعية بعمر 28 يوم . إن أسباب تناقص قوة تحمل الخرسانة للاجهادات المسلطة عليها يرجع إلى عدة أسباب منها :

1- ضعف الترابط بين ألياف الإطارات المستخدمة وعجينة الاسمنت ويظهر ذلك جليا في فشل النماذج من منطقة الترابط بين الألياف والعجينة كما في الصورة رقم (9 ، 10) ومن الممكن التحسين في قوة الترابط بزيادة خشونة سطوح الألياف المستعملة ، وتنظيفها بشكل جيد من الأتربة والمواد العازلة قبل استعمالها . وبالتالي تحسين قوة تحمل الخرسانة للاجهادات المسلطة عليها .

2- ارتفاع نسبة ماء الخلط (W/C = 0.55) المستخدمة في الخلطات الخرسانية للحصول على قابلية تشغيل جيدة للخلطة .

3- نسبة الفراغات الهوائية العالية في خرسانة الألياف .

كما نلاحظ الزيادة في نسبة امتصاص الماء لنماذج الخلطات (M_{15}، M_{25} ، M_{50}) بمقدار (55% ، 210% ، 350%) على التوالي عن نسبة امتصاص الماء لنماذج الخلطة المرجعية (M_0) بعمر 28 يوم . والجدول رقم 4 والشكل البياني رقم(4 ،8) يبين نسب امتصاص الماء للخلطات بعمر 28 يوم . ويعزى سبب تلك الزيادة في نسبة الامتصاص إلى زيادة الفراغات الهوائية البينية في الخرسانة التي تزداد بزيادة نسبة الألياف المطاطية في الخرسانة . ويبين الجدول رقم 5 والشكل البياني رقم 9،5 معدل الكثافة الجافة والرطبة لنماذج الخلطات الخرسانية الأربعة بعمر 28 يوم ، ومدى التناقص الحاصل بالكثافة بزيادة نسبة الألياف . حيث سجلت نماذج خلطات الألياف (M_{15}، M_{25} ، M_{50}) نقصان في الكثافة الجافة بنسبة(6%،10%،25 %) على التوالي عن كثافة نماذج الخلطة المرجعية (M_0) بعمر 28 يوم . إن انخفاض الكثافة كان متوقعا بسبب الوزن النوعي المنخفض لألياف الإطارات (specific gravity = 1.1) المبين في الجدول رقم 5 / ملحق مقارنة بالوزن النوعي للحصى المستخدم (2.65) المبين في الجدول رقم 3 / ملحق. إن انخفاض كثافة خرسانة الألياف ميزة مرغوبة في التنفيذ الإنشائي ، حيث تستعمل كخرسانة خفيفة الوزن في البناء .

الاستنتاجات : Conclusions

1- يمكن استخدام ألياف الإطارات المطاطية المستهلكة كبديل جزئي عن حجم الركام الخشن (الحصى) مع تراجع في قوة الخرسانة المنتجة بزيادة نسبة الألياف فيها . ولكن باستعمال نسب معقولة لاتتجاوز 20% من حجم الحصى المستخدم يمكن الحصول على قوة انضغاط مقبولة لتلك الخرسانة تقارب 80% من قوة انضغاط مثيلتها الخالية من الألياف المطاطية .

2- يمكن تقليل نسبة ماء الخلط (W/C) اقل من النسبة المستخدمة 0.55 وذلك بتقليل أبعاد الليف المستخدم بطول اقل من 2.5 سم وبعرض اقل من 1 سم لإعطاء قابلية تشغيل جيدة للخلطة الخرسانية(workability) وبالتالي الحصول على قوة انضغاط اكبر للخرسانة المنتجة .

3- إن استخدام ألياف الإطارات المطاطية في الخلطة الخرسانة يقلل من التصدع الناتج من الانكماش البلاستيكي مقارنة بالخلطة المرجعية الخالية من المطاط ، وعلى الرغم من الالتصاق الضعيف بين المطاط وعجينة الاسمنت (حيث مناطق فشل النماذج تبين ذلك، وذلك بانفصال أوجه المطاط عن العجينة صورة رقم 9، 10) لكن قصاصات المطاط تعمل على إعاقة تزايد التشققات الداخلية حيث نرى عدم تهشم أو انفصال أجزاء النموذج الخرساني تحت قوة الفحص القصوى بالرغم من فشل النموذج تحت القوة (صورة ، 7،11)

4- عدم إمكانية استخدام خرسانة الألياف المطاطية في عمل الأجزاء أو العناصر الخرسانية الهيكلية أو الرئيسية في المنشأ . ويمكن استخدامها في مجالات عديدة كالقواطع الداخلية التي لاتتحمل أثقال ، وفي القواعد الخرسانية للمكائن ، ومحطات القطارات لامتصاصها الاهتزازات التي تحصل .

5- إن النقصان الحاصل في كثافة خرسانة الألياف المطاطية يقلل من الحمل الميت (dead load) المسلط على الأجزاء الرئيسية في المنشأ عند استعمالها في التنفيذ وبالتالي التقليل من مساحات تلك الأجزاء بما فيها الأسس .

6- إيجاد بديل رخيص الثمن ، لاينضب ويتزايد بزيادة أعداد السيارات المستعملة في الشوارع واستهلاكها للإطارات ، للركام الطبيعي المستخدم في الخرسانة وهو في تناقص مستمر مع زيادة أسعاره لزيادة الطلب عليه لكثرة استخدام الخرسانة في المنشات .

جدول رقم 1 نتائج فحوصات الانضغاط للنماذج بعمري7و28 يوم حسب المواصفة, British St. , 1989

نوع الخرسانة حسب نسبة الحصى وألياف الإطارات	رمز النموذج	عدد النماذج	معدل نتائج فحص الانضغاط نيوتن /ملم2 3 نماذج بعمر 7 أيام	معدل نتائج فحص الانضغاط الغير إتلافي نيوتن /ملم2 3 نماذج بعمر 7 أيام	معدل نتائج فحص الانضغاط نيوتن/ ملم2 3 نماذج بعمر 28 يوم	معدل نتائج فحص الانضغاط الغير إتلافي نيوتن/ ملم2 3 نماذج بعمر 28 يوم
خرسانة حصى طبيعي خالية من الألياف	M_0	6	15.66	18.5	21.58	25
خرسانة حصى مع نسبة 15%ألياف الإطارات	M_{15}	6	12.10	8.0	18.13	16.5
خرسانة حصى مع نسبة 25%ألياف الإطارات	M_{25}	6	10.98	11.7	15.21	17.3
خرسانة حصى مع نسبة 50%ألياف الإطارات	M_{50}	6	6.81	6.2	10.02	11.5

جدول رقم 2 نتائج فحوصات الانفلاق (الشد الغير مباشر) للنماذج بعمري 7 و28يوم حسب المواصفة (Annual Book of ASTM C 496–1996)

نوع الخرسانة حسب نسبة(الحصى) وألياف الإطارات	رمز النموذج	عدد النماذج	معدل نتائج فحص الانفلاق نيوتن /ملم2 3 نماذج بعمر 7 أيام	معدل نتائج فحص الانفلاق نيوتن / ملم2 3 نماذج بعمر 28 يوم
خرسانة حصى طبيعي خالية من الألياف	M_0	6	1.74	2.68
خرسانة حصى مع نسبة 15%ألياف الإطارات	M_{15}	6	1.68	2.35
خرسانة حصى مع نسبة 25%ألياف الإطارات	M_{25}	6	1.42	2.09
خرسانة حصى مع نسبة 50%ألياف الإطارات	M_{50}	6	0.89	1.43

جدول رقم 3 نتائج فحوصات الانثناء للنماذج بعمري 7 و 28 يوم .حسب المواصفة, ASTM C 78 , Irving Kett 1999

نوع الخرسانة حسب نسبة (الحصى) وألياف الإطارات	رمز النموذج	عدد النماذج	معدل نتائج فحص الانثناء نيوتن /ملم2	معدل نتائج فحص الانثناء نيوتن / ملم2

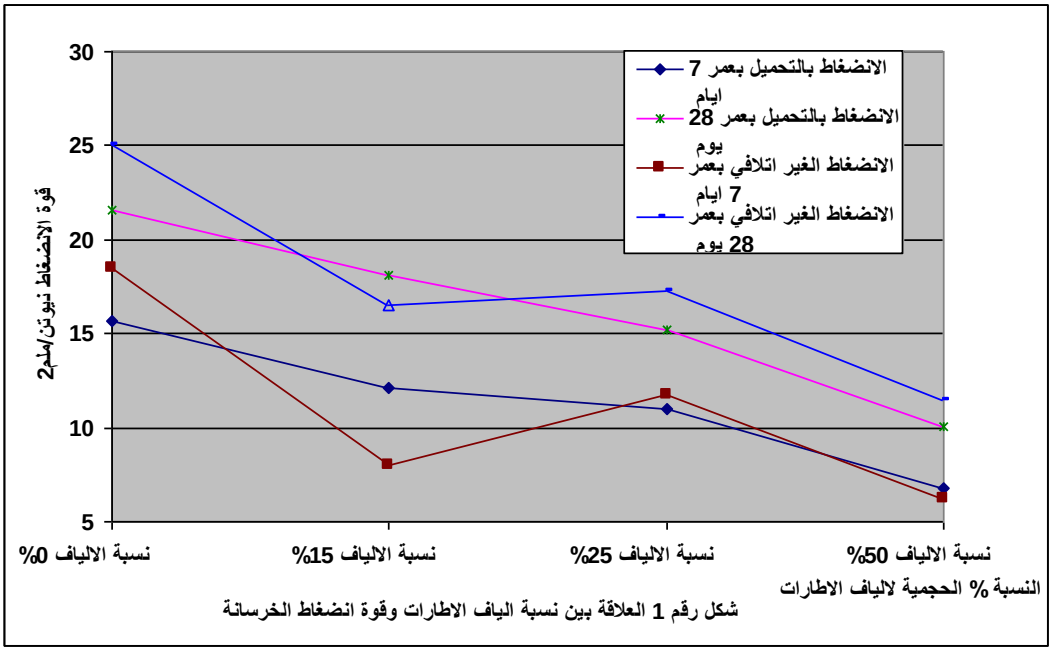
	ج	ذج	3 نماذج بعمر 7 أيام	3 نماذج بعمر 28 يوم
خرسانة حصى طبيعي خالية من الألياف	M_0	6	2.12	3.31
خرسانة حصى مع نسبة15%ألياف الإطارات	M_{15}	6	2.0	2.86
خرسانة حصى مع نسبة25%ألياف الإطارات	M_{25}	6	1.2	2.12
خرسانة حصى مع نسبة50%ألياف الإطارات	M_{50}	6	0.92	1.50

جدول رقم 4 يبين نسبة الامتصاص المئوية لنماذج الخلطات الأربعة بعمر 28 يوم

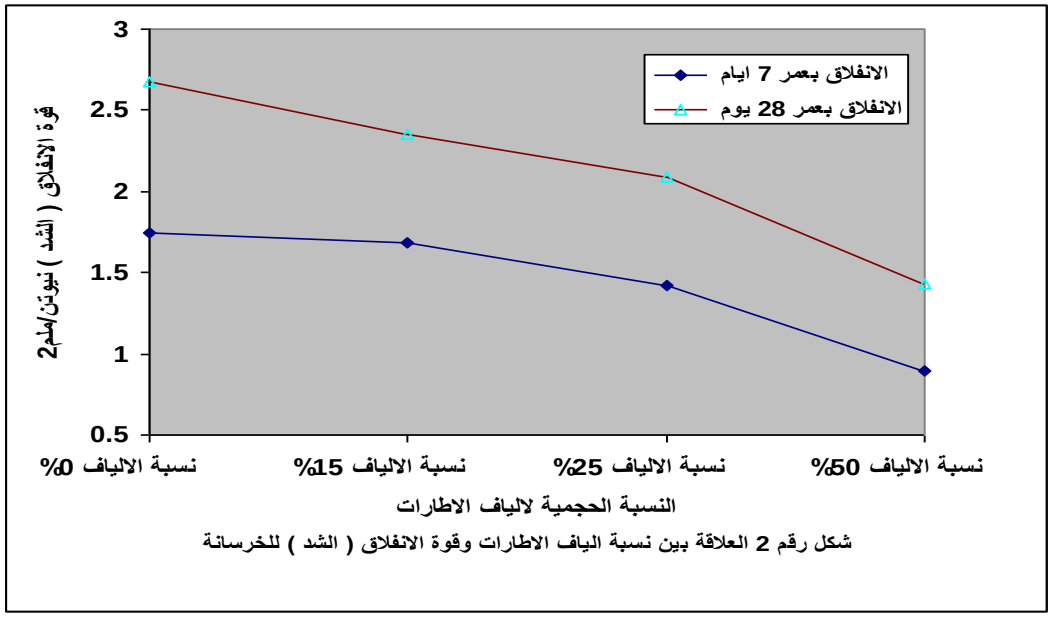
نوع الخرسانة	معدل نسبة الامتصاص % بعمر 28 يوم
M_0	0.71
M_{15}	1.1
M_{25}	2.2
M_{50}	3.2

جدول رقم 5 يبين الكثافة الرطبة والجافة كغم/م^3 لنماذج الخلطات بعمر 28 يوم

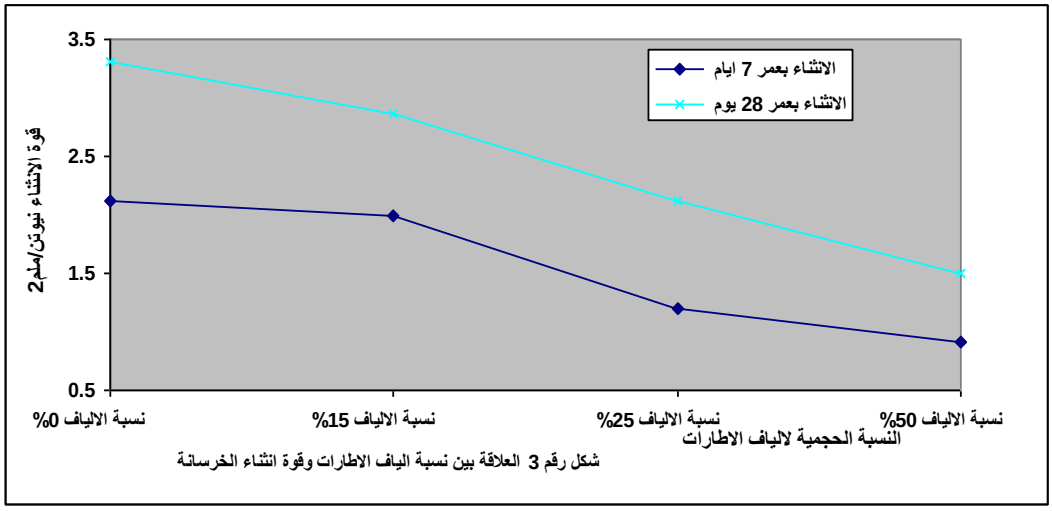
نوع الخرسانة	معدل الكثافة الرطبة كغم / م^3 بعمر 28 يوم	معدل الكثافة الجافة كغم / م^3 بعمر 28 يوم
M_0	2418	2400
M_{15}	2290	2256
M_{25}	2208	2160
M_{50}	1873	1810



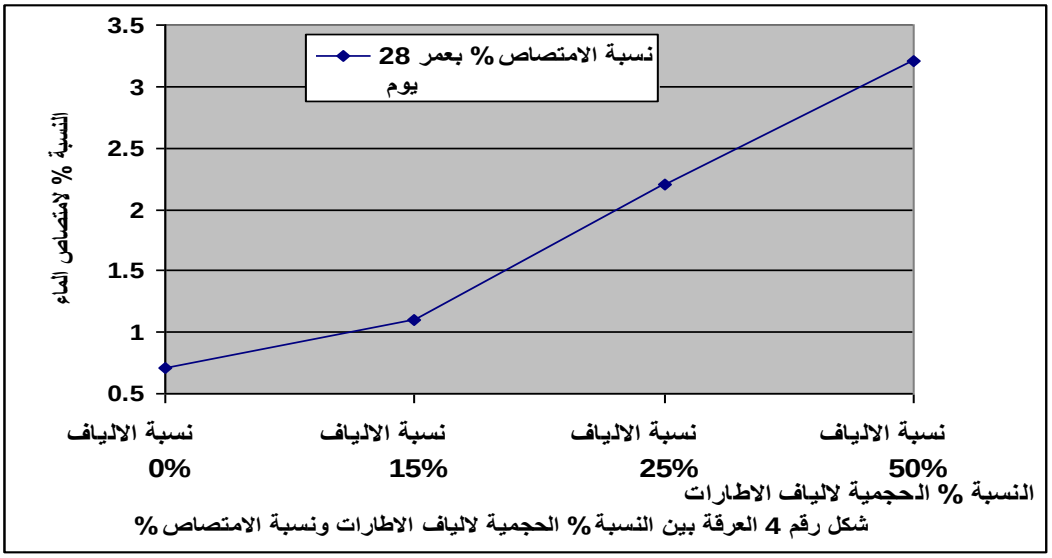
شكل رقم 1 العلاقة بين نسبة الياف الاطارات وقوة انضغاط الخرسانة



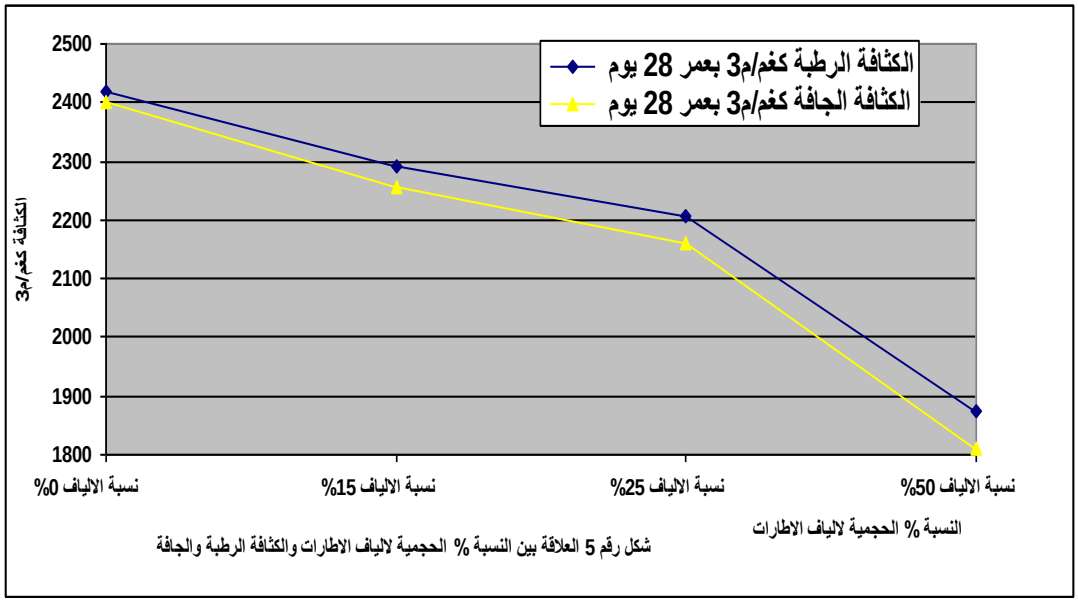
شكل رقم 2 العلاقة بين نسبة الياف الاطارات وقوة الانفلاق (الشد) للخرسانة



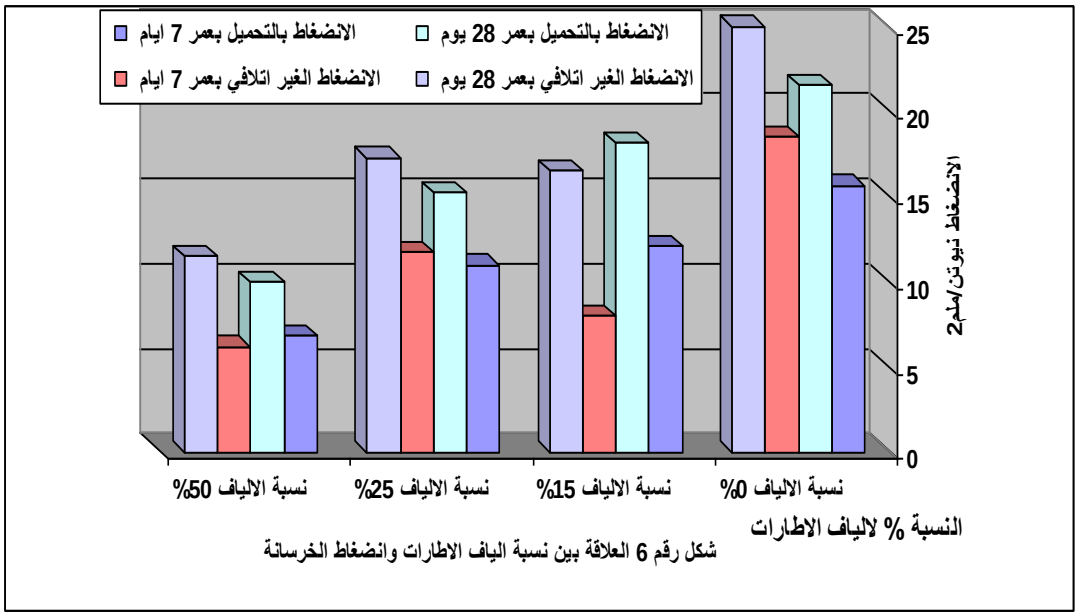
شكل رقم 3 العلاقة بين نسبة الياف الاطارات وقوة انثناء الخرسانة



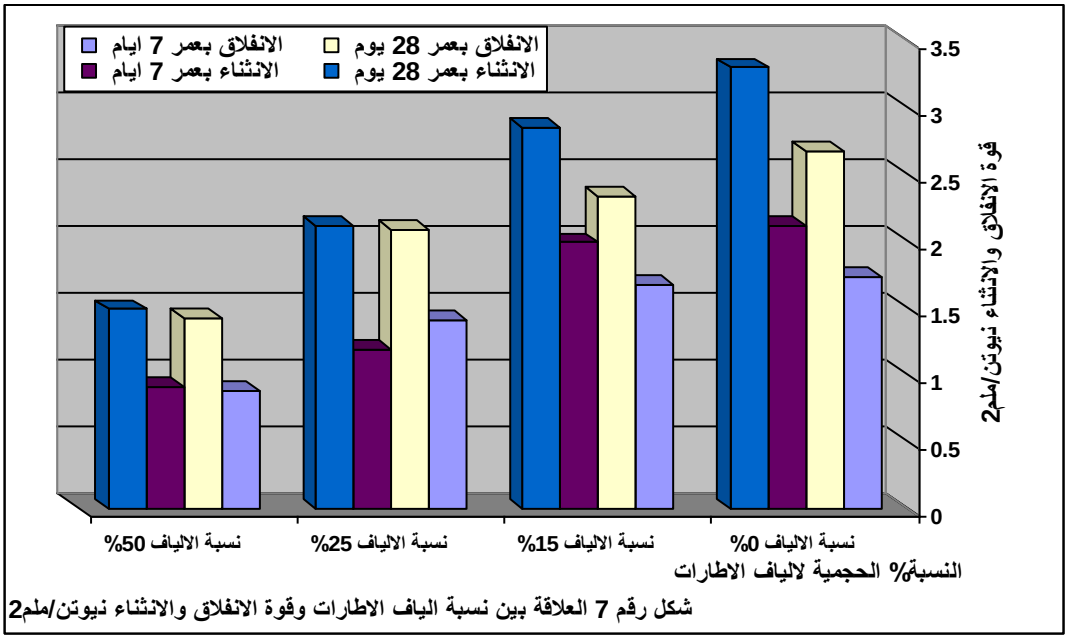
شكل رقم 4 العرقة بين النسبة % الحجمية لالياف الاطارات ونسبة الامتصاص %



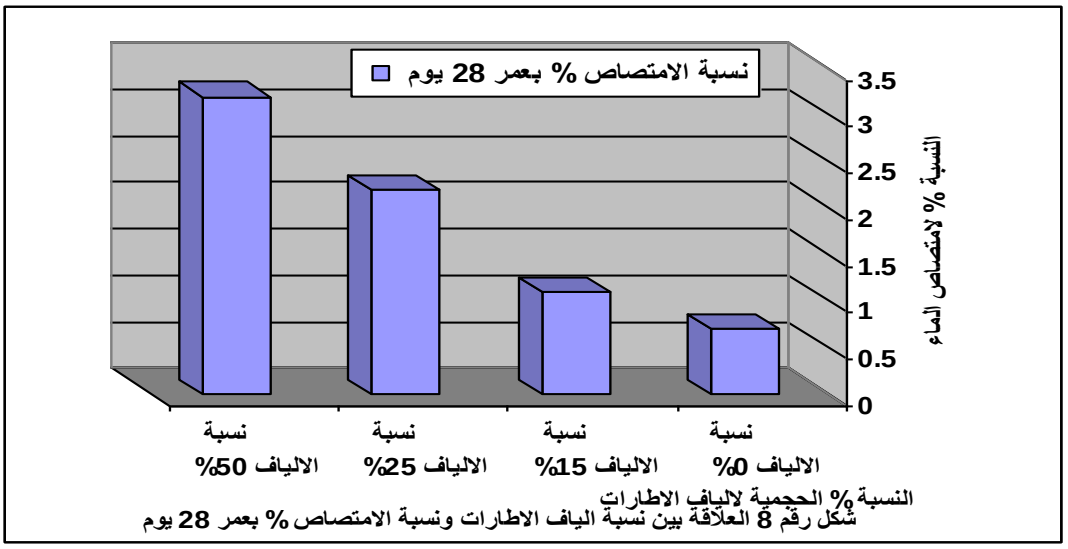
شكل رقم 5 العلاقة بين النسبة % الحجمية لالياف الاطارات والكثافة الرطبة والجافة



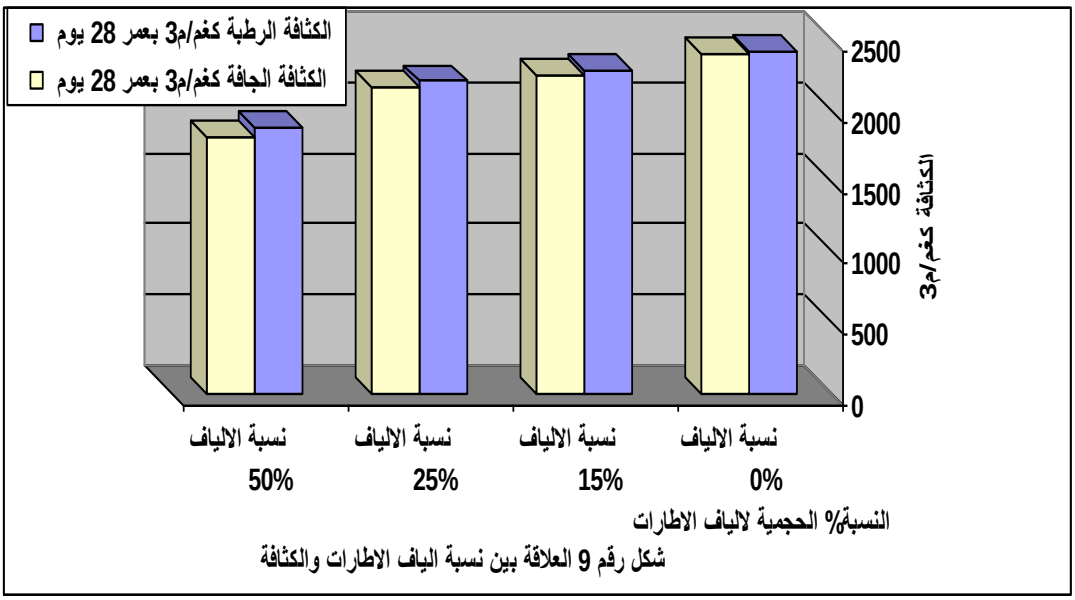
شكل رقم 6 العلاقة بين نسبة الياف الاطارات وانضغاط الخرسانة



شكل رقم 7 العلاقة بين نسبة الياف الاطارات وقوة الانفلاق والانثناء نيوتن/ملم2



شكل رقم 8 العلاقة بين نسبة الياف الاطارات ونسبة الامتصاص % بعمر 28 يوم



شكل رقم 9 العلاقة بين نسبة الياف الاطارات والكثافة

صورة رقم 3

صورة رقم 2

صورة رقم 1

صورة رقم 6

صورة رقم 5

صورة رقم 4

صورة رقم 9

صورة رقم 8

صورة رقم 7

صورة رقم 11

صورة رقم 10

المصادر باللغة العربية :

الجهـاز المركـزي للتقيـيس والسـيطرة النوعيـة لسـنة (1984) المواصـفات القياسـية العراقيـة " الأسـمنت البورتلاندي" م.ق.ع.رقم (5)،"ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء"م.ق.ع.رقم(45).

المنشأة العامة للصناعات المطاطية،(1987)الدراسة الفنية والاقتصادية لتوسيع طاقة إنتاج الإطارات في العراق

احمد علي العريان (1975) " اختبار امتصاص الخرسانة للماء " , تكنولوجيا الخرسانة ، الطبعة الثانية .pp. 352 ، عالم الكتب / القاهرة .

انتصـار قـدوري (2011)" تـأثير مفـروم الإطـارات المطاطيـة علـى بعـض خـواص الخرسـانة " مجلـة التقنـي ، البحوث الهندسية 71 – 61 .pp مجلد 24 عدد 8 ، هيئة التعليم التقني ، العراق .

جلال بشير (1984) " تأثير رطوبة النموذج " " الفحص الغير إتلافي" تكنولوجيا الخرسانة ، الطبعة الأولى 164- pp. 163 pp. 477 دار التقني للطباعة والنشر / مؤسسة المعاهد الفنية . بغداد

المصادر باللغة الانكليزية :

Al-Khamisi, D.T. 1999 " Study of the Material characteristics and Structural Behavior of Light weight chopped – worn – out Tires Concrete Masony wales" M.SC., Thesis, University of Technology , Baghdad,.

Andre, H.de Vries ,1996 ,"Utilization of waste Materials " TNO Report(Technical Nether-lands organization) , TNO institute of applied physics.

Annual Book of ASTM(1996) Standards American Society for Testing and Materials, ASTM C 496 – 96 "Standard Test Method for Splitting Tensile of Cylindrical Concrete Specimens" Vol.o4 – o2,

British Standards Institute, (1989) British Standards B. S. 1881, Part 116" Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes ", 3 pp,

British Standards Institute, (1989) British Standards B. S. 1881, Part 122" Method for Determination of water Absorption" 2pp

Douglah , S. , Everett , J. W., February 1998 " Scrap tire disposal:1- Survey of state programs " Journal of solid Wast Technology and Management, Volume 5, Issue1, pp. 40 – 50 , Thesis, Oklahoma Corp Commission , Oklahoma City , U.S.A,

Dufton , P.W, 1988 " The value and use of scrap Tires " Aspecial report from RAPRA technology, Ltd. .

Eldin , N. N. , Senouci , A.B, November 1993." Rubber. Tier practices as Concrete Aggregate" Journal of Materials in Civil Engineering, volume 5, Issue 4, pp. 478 – 496 , Thesis, University of Oregon State , Corvallis , U.S.A,

Garrick,G.M.,2005"Analysis and Testing of waste tire Fiber Modified Concrete" M.Sc.,Thesis,Universityof Louisiana State , U.S.A, Louisiana .etd.-04112005-154524

Guoqiang Li . 2004 "Waste tire Fiber Modified Concrete" http://dx.doi. org /10.1016/ Journal of Composites 2004.01 .002 : Composites Part B : Engineering Windows Internet Explore , Volume 35, Issue 4 , pp. 305 – 312, A Department of Mechanical Engineering, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803, USA

Irving Kett, (1999) Flexural strength of concrete using simple beam with third –point loading (ASTM Designation: C78) Engineered Concrete: mix design and test methods "pp. 85 – 89 CRC Press London,

Kaushal Kishore , 2012 ," Concrete Aggregates – from Discarded tyre Rubber " , Central P.W.D. Engineers' Association / New Delhi/

Najim, K.B., 2005 "Modulus of elasticity and impact Resistance of chopped worn – out Tires concrete", Journal of Iraqi Journal of civil Engineering, No. 6.

الملحق :

جدول رقم 1 : التحليل الفيزيائي للأسمنت المستعمل المواصفة القياسية العراقية رقم (5) لسنة 1984

نوع الاسمنت : بورتلاندي عادي (Type I) المنشأ : معمل سمنت الكوفة / العراق .

نوع الفحص	نتائج فحص الاسمنت	حدود المواصفة
وقت التماسك ا – الابتدائي (دقيقة) ب – النهائي (ساعة)	 130 5	 لايقل عن 45 دقيقة لايزيد عن 10 ساعة
تحمل الضغط ميكانيوتن / م^2 بعمر 3 أيام بعمر 7 أيام	 17.5 27	 لايقل عن 15 ميكانيوتن / م^2 لايقل عن 23 ميكانيوتن / م^2

جدول رقم 2 : التحليل الكيماوي للأسمنت المستعمل المواصفة القياسية العراقية رقم (5) لسنة 1984

نوع الاسمنت : بورتلاندي عادي (Type I) المنشأ : معمل سمنت الكوفة / العراق .

مركبات الاكاسيد	محتوى الاكاسيد %	حدود م.ع.ق. رقم 5 لسنة 1984 %
SiO_2	21.4	لايقل عن 21
Al_2O_3	3.88	لايزيد عن 6
Fe_2O_3	4.91	لايزيد عن 6
CaO	60.3	-----
MgO	2.34	لايزيد عن 5
SO_3	2.14	لايزيد عن 2.5
الفقدان عند الحرق	1.2	لايزيد عن 4
المواد غير القابلة للذوبان	0.92	لايزيد عن 1.5
عامل الإشباع الجيري	0.87	1.02 – 0.66

جدول رقم 3 التحليل المنخلي للركام الخشن المستخدم في الخلطات الخرسانية م.ق.ع. 45 لسنة1984.

نسبة الأملاح So_3 = 0.08 % نسبة الأملاح المسموح بها So_3حسب المواصفة = 0.1 %

الوزن النوعي للحصى(specific gravity = 2.65) امتصاص الماء (Water absorption= 0.1)

مقياس المنخل ملم م . ق . ع . 23	نسبة المواد المارة % للنموذج	المقياس الاسمي للركام المدرج حسب المواصفة 40 – 5 ملم
75	%100	% 100
37.5	%100	100 – 95
20	% 69	70 – 35
10	% 31	40– 10
5	% 3	5 –0
2.36	% 0	0

جدول رقم 4 التحليل المنخلي للركام الناعم من رمل مقالع الاخيضر م . ق . ع . 45 لسنة 1984

نسبة الأملاح So_3 = 0.39 % نسبة الأملاح المسموح بها So_3 حسب المواصفة لاتزيد عن 0.5%

مقياس المنخل ملم م . ق . ع . 23	نسبة المواد المارة % للنموذج	نسبة المواد % المارة حسب المواصفة منطقة التدرج رقم 2
10	%100	% 100
4.75	%97	100 – 90
2.36	%85	100 – 75
1.18	%69	90– 55
0.600	% 32	5 9 –35
0.300	% 14	30 – 8
0.150	% 2	10 – 0

جدول رقم 5 التحليل المنخلي لألياف الإطارات المطاطية المستخدمة في الخلطات الخرسانية الوزن النوعي لألياف الإطارات (specific gravity = 1.1) امتصاص الماء (Water absorption= 0)

مقياس المنخل ملم م . ق . ع . 23	نسبة المواد المارة % للنموذج
75	%100
37.5	%98
20	% 23
10	% 2
5	% 0