

## بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة العادية و البوليمرية الحاوية على برادة الحديد

شيلان محمود حمه  
قسم الهندسة المدنية-كلية الهندسة-جامعة الأنبار

### الخلاصة.

يتضمن هذا البحث دراسة تأثير إضافة برادة الحديد (مخلفات ناتجة من معامل الحدادة) على بعض خواص الخرسانة العادية و الخرسانة البوليمرية مثل مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء و كثافة الخرسانة. استخدمت نسبتان مختلفتان من برادة الحديد (0.5% و 1.0% من حجم الخرسانة) لكلا النوعين من الخرسانة.

اظهرت النتائج تحسنا في الخواص الميكانيكية للخرسانة البوليمرية مع زيادة نسبة برادة الحديد، كما اظهرت النتائج عدم تاثر مقاومة الانضغاط للخرسانة العادية كثيرا باضافة برادة الحديد. وكان التحسن الاكثر وضوحا هو لمقاومة الانثناء لكلا النوعين من الخرسانة، كما ازادت كثافة الخرسانة العادية و البوليمرية بشكل واضح بزيادة نسبة برادة الحديد.

### 1. المقدمة.

إن إضافة ألياف التسليح الى الخرسانة أو المونة أو عجينة السمنت يمكن أن تحسن العديد من الخواص الهندسية للمواد الأولية كمعايير الكسر، ومقاومة الانثناء، والكلل، والصدم والتفشر. ومن المحتمل استعمال الألياف للتسليح إذا كان بإمكان استغلال هذه الخواص بالاقتران مع مزايا في تقنيات التشييد أو التصنيع، إضافة إلى إيجاد أنواع جديدة من الخرسانة تتمتع برخص ثمنها وكفاءتها من ناحية التمتع بخصائص مميزة.

ومن هذه المواد، والتي تم استخدامها في هذه الدراسة، مخلفات معامل الحدادة من برادة الحديد المتوفرة بكثرة والتي يمكن الحصول عليها بسهولة ومن ناحية أخرى استخدامها يمثل علاجا بيئيا يتمثل بالتخلص من تلك المخلفات الصناعية لذا تم استخدامها في هذه الدراسة للحصول على معلومات حول تأثيرها على الخواص الميكانيكية للخرسانة لبحث امكانية استخدامها مستقبلا .

### 1.1 الخرسانة البوليمرية.

بحسب لجنة المعهد الامريكية للخرسانة رقم (548) في (ACI Manual )Part 5 – 1990)) [1] فان خلطات السمنت البورتلندي البوليمرية (PPCC) تعرف بأنها خلطات اعتيادية مضافة إليها بوليمرات قابلة للذوبان او انتشارية تضاف في أثناء عملية الخلط. يكون للبوليمر تاثير اضافة الى تاثير

عملية الاماهة للسمنت البورتلندي عن طريق تكوين شبكة بوليمرية مستمرة خلال هيكل الخرسانة. منذ 40 عاما او يزيد بدا تطوير الملاط الاسمنتي و الخرسانة بواسطة البوليمر في اقطار مختلفة و نتيجة لذلك اصبح في عام 1970 كل من الملاط البوليمري (PM) و الخرسانة البوليمرية (PC) من المواد الصناعية الانشائية السائدة الاستخدام في اليابان و الولايات المتحدة الامريكية و من ثم اصبحت شائعة في مناطق واسعة من العالم [2] .

لقد قام Benture [3] بدراسة تأثير نسبة الماء: سمنت، و محتوى الهواء، والمعالجة الحرارية على مواصفات تركيبات الاسمنت المطور بالبوليمرات الشبكية المستحلبة، باستخدام البوليمرات الشبكية المستحلبة ومن الانواع الآتية Saran و Styrene-butadine و acrylic ، وقد توصل الى النتائج التالية:

- ان البوليمرات الشبكية Ac و SB زادت قيمة معايير الكسر ولم تسبب زيادة في قيمة مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد.
- ان بوليمر SA سبب زيادة في قيم كل من مقاومة الانضغاط والشد ومعايير الكسر ولكن مقدار الزيادة النسبية في قيمة معايير الكسر كانت اعلى من مقاومة الشد.
- ان مقدار الزيادة النسبية في المقاومة بوجود البوليمرات الشبكية المستحلبة تكون ذات قيمة اعلى بقيم اعلى لنسبة الفراغات الى الاسمنت.

اما Folic [4] فقد قام بإجراء الفحوصات على 180 نموذج خرساني مختلفة الحجم والشكل، وقام بتحليل كل صفة للخرسانة المطورة بالكونكريت اعتمادا على نوعية البوليمر المستخدم. ومن ضمن هذه الصفات التي قام بتحليلها مقاومة الانضغاط ومعايير الكسر. وقد استخدم الـ Styrene Butadine Rubber كمادة محورة للخرسانة. وقد لاحظ ان محتوى الهواء قد زاد مع زيادة نسبة الـ(بوليمر:سمنت)، حيث أنه لنسبة (بوليمر:سمنت) = 20% كانت نسبة الهواء المدخل عن قصد تساوي 16%، هذه الزيادة ناتجة من تأثير نشاط المواد الداخلة في شبكيات البوليمر بصيغة مستحلب. ان اضافة البوليمرات الشبكية الى الخلطات الخرسانية وهي بحالة لدنة ( في أثناء عملية الخلط ) يسبب تأثير مثالي على هذه الخلطات مشابه لتأثير الملدنات ، ان اضافة مثل هذا النوع من البوليمرات يسبب تقليلاً في نسبة ( الماء:سمنت) ولحد 30% بالمقارنة مع الخرسانة الاعتيادية . بالمقارنة مع الخرسانة الاعتيادية فان الخرسانة المطورة بالبوليمر تكون ذات قابلية تشغيل أفضل من الخرسانة الاعتيادية ، وهذا التحسين في قابلية التشغيل ناتج من ظاهرة تسمى محمل الكريات (ball-bearing) وهي ناتجة عن حبيبات البوليمر وتأثير التشتت للسطوح المادية الفعالة في الشبكيات البوليمرية (-disperse effect of surface active substances). مقاومة الانضغاط زادت بصورة متدرجة مع الزيادة في كمية البوليمر . ولنسبة ( بوليمر : سمنت ) تساوي 7.5% زادت قيمة معايير الكسر بنسبة 40% بالمقارنة مع الخرسانة المرجعية.

لقد وصف [5] Ohama أن أفضل أسلوب لمعالجة الخرسانة المطورة بالبوليمر هو يومين من المعالجة الرطبة تعقبها خمسة أيام معالجة بالضباب تعقبها واحد وعشرون يوماً معالجة جافة. وأوضح أن إمتصاص هذه الخرسانة للماء يكون قليلاً جداً نظراً لملء المسامات وسدها بغشاء البوليمر مما يؤدي الى انخفاض نفاذية هذا النوع من الخرسانة.

## 1.2 الخرسانة المسلحة باللياف المخلفات الصناعية.

إنتاج هذا النوع من الخرسانة له فائدة بيئية متمثلة بالتخلص من المخلفات الصناعية ذات التأثير البيئي الضار. ومن هذه المخلفات إطارات السيارات ومخلفات القناني البلاستيكية و برادة الحديد، الخ. لذا بات واسع الانتشار إنتاج هذه الانواع من الخرسانة بسبب توفر هذه المخلفات و رخص ثمنها ، ففي بعض البلدان ازداد التوجه نحو اجراء البحوث لدراسة خواص الخرسانة الحاوية على بعض من هذه المخلفات ومنها الدراسات التي قام بها كل من Eldin [6] ، Biel [7] و Schimizzee [8] على الخرسانة المطاطية الحاوية على اللياف مخلفات اطارات السيارات. وقد وجد هولاء العلماء بان مقاومة الانضغاط و معايير الكسر لهذه الخرسانة اقل من الخرسانة الاعتيادية الغير الحاوية على هذه المخلفات. كما ان لهذا النوع من الخرسانة معامل مرونة اقل من الخرسانة الاعتيادية الغير الحاوية على هذه المخلفات وهذا يعني بان لهذه الخرسانة مرونة عالية (high flexibility) مما يجعلها مناسبة لاستخدامها في الخرسانة المستعملة في تبليط الطرق كطبقة "stabilized base" في التبليط المرن (flexible pavement).

قدم د. عبد القادر الحديثي [9] في بحثه دراسة حول الخواص الميكانيكية للخرسانة المسلحة باللياف مخلفات البلاستيك. و قد اظهرت تلك الدراسة تحسن الخواص الميكانيكية للخرسانة المسلحة باللياف البلاستيك مقارنة بالخرسانة المرجعية الغير المسلحة باللياف البلاستيك وهكذا فان المخلفات الصناعية و غيرها من المخلفات التي تنتج من المواد التي نستخدمها في حياتنا اليومية يمكن الاستفادة منها لانتاج انواع مختلفة من الخرسانة ذات مزايا خاصة و جديدة و كلفة منخفضة . في هذا البحث تم استخدام برادة الحديد لانتاج خرسانة جديدة و دراسة بعض خصائصها لمعرفة ان كان بالامكان انتاج مثل هذا النوع من الخرسانة واستخدامها في المستقبل.

## 2. المواد المستخدمة و طرق الفحص.

### 2.1 السمنت.

استعمل السمنت البورتلندي الاعتيادي (النوع الاول - ASTM Type I) انتاج معمل سمنت الكبيسة و المطابق للمواصفات العراقية الخاصة بالسمنت البورتلندي م.ق.ع 1984/5 [10].

## 2.2 الركام.

### 2.2.1 الركام الناعم (الرمل).

استعمل الركام الناعم مصدره مقلع (كيلو 35) في محافظة الانبار وتم ايجاد تدرجه حسب المواصفة البريطانية (1981:410، B.S.) [11] و كما هو موضح في جدول (1).

### 2.2.2 الركام الخشن (الحصى).

استعمل الركام الخشن من الحجر المكسر مقاس اقصى 12.5 مصدره مقلع (كيلو 35) في محافظة الانبار و مطابق للمواصفة البريطانية (1992:882-B.S.) [12].

## 2.3 الماء.

استعمل ماء الشرب الاعتيادي لمدينة الرمادي لجميع الخلطات.

## 2.4 البوليمر.

استعملت مادة البوليمر المسماة تجاريا (SBR) و التي تنتجها شركة الخليج للانشاءات في قطر والمبينة مواصفاته في جدول (2).

## 2.5 برادة الحديد.

استعملت برادة الحديد (مخلفات ناتجة عن معامل الحدادة في حي التأميم - الرمادي).

## 2.6 القوالب المستخدمة.

تم استخدام قوالب حديدية بابعاد (100×100×100) ملم للحصول على مكعبات خرسانية استخدمت في فحوصات مقاومة الانضغاط ، واستخدام قوالب حديدية بابعاد (500×100×100) ملم للحصول على مواشير خرسانية استخدمت في فحوصات معايير الكسر.

## 2.7 الخلطات المستخدمة.

استخدمت الخلطات الخرسانية و الموضحة كميات المواد الاولية المستخدمة لانتاج متر مكعب واحد من تلك الخلطات في الجدول (3) .

## 2.8 عملية خلط ورص الخرسانة.

تم إنجاز عملية خلط الخرسانة داخل مختبر الخرسانة في قسم الهندسة المدنية في كلية الهندسة/جامعة الانبار، باستخدام خلاطة القدرية ذات سعة (0.07) متر مكعب. بعد تحضير الاوزان المطلوبة لكل خلطة يتم إضافة الركام الخشن و الناعم و السمنت ووضعها في الخلاطة القدرية ومن ثم تم خلط هذه المواد و هي جافة و لمدة نصف دقيقة للحصول على خلطة متجانسة القوام. بعد ذلك تم صب الخرسانة في القالب المكعبة والمواشير ، بعد دهن السطح الداخلي للقوالب بدهن المحركات و طبقة خفيفة بواسطة فرشاة، على شكل طبقات حيث تم رص كل طبقة بواسطة هزازة كهربائية و لمدة 7 ثوان قبل صب الطبقة الأخرى. وبعد إتمام صب و رص الخرسانة تمت معالجة سطح النماذج بالمالج للحصول على سطح مستوي.

## 2.9 الإنضاج وأسلوب المعالجة.

بعد إتمام عملية صب النماذج الخرسانية تم تركها في جو المختبر لمدة 24 ساعة لغرض اكتمال تصلبها ، ثم تم فتح القوالب الحديدية و إخراج النماذج الخرسانية و تغطيسها في الماء في حوض المعالجة لمدة 48 ساعة و من ثم تم إخراجها لغرض إجراء الفحوصات عليها باعمار 7، 14، و 28 يوم.

## 2.10 الفحوصات.

### 2.10.1 فحص مقاومة الانضغاط.

استعملت ماكينة فحص نوع (ELE) ذات سعة 1000 كيلو نيوتن لفحص مقاومة الانضغاط وتم الفحص طبقا للمواصفة (1983: (116) B.S.1881, part (13) [13] . وكانت أعمار الفحص 7، 14، 28 يوم حيث تم فحص ثلاثة مكعبات لكل عمر .

### 2.10.2 فحص معايير الكسر.

استعملت ماكينة فحص نوع (ELE) ذات سعة 50 كيلو نيوتن لفحص معايير الكسر وتم الفحص طبقا للمواصفة (192-88) ASTM (14) [14] . وكانت أعمار الفحص 7، 14، 28 يوم حيث تم فحص ثلاثة مواشير لكل عمر وباسلوب نقطتي التحميل لفحص مقاومة الانثناء .

### 2.10.3 فحص الكثافة.

تم ايجاد كثافة الخرسانة بوساطة قياس وزن كل نموذج من نماذج فحص مقاومة الانضغاط والانتشاء بوساطة قياس وزنه جافا في الهواء قبل الفحص وقياس ابعاده ومن ثم حجهه وتقسيم الوزن على الحجم.

### 3. مناقشة النتائج.

#### 3.1 مقاومة الانضغاط.

##### • الخرسانة العادية:

بعد إجراء فحص الانضغاط تم التوصل إلى النتائج الموضحة تم التوصل إلى النتائج الموضحة في جدول (4) و الأشكال (1) و(2) والتي تبين بان مقاومة الانضغاط تزداد مع العمر و لجميع الخلطات. لم تتحسن مقاومة الانضغاط بإضافة برادة الحديد إلى الخرسانة العادية حيث كانت مقاومة الانضغاط بعمر 28 يوم (32.21) و (30.67) نت/ملم<sup>2</sup> لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة المرجعية التي سجلت مقاومة انضغاط (32.92) نت/ملم<sup>2</sup> لنفس العمر. وقد يعود سبب هذا الانخفاض في مقاومة الانضغاط الى ظهور الفجوات الهوائية بسبب الحاجة الى زيادة نسبة ماء/الاسمنت لتحسين قابلية تشغيل الخلطة و بالتالي قد حد ذلك من تحسن مقاومة الانضغاط لكون مقاومة الانضغاط حساسة جدا لظهور هذه الفجوات.

##### • الخرسانة البوليمرية:

بعد إجراء فحص الانضغاط تم التوصل إلى النتائج الموضحة في جدول (4) و الأشكال (1) و(2) والتي تبين بان مقاومة الانضغاط تزداد مع العمر و لجميع الخلطات . مقاومة الانضغاط ازدادت بزيادة نسبة البرادة المضافة إلى الخلطة حيث كانت نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط بعمر 28 يوم (7.1%) و (12.7%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة البوليمرية المرجعية لنفس العمر. وقد لوحظ بان اضافة برادة الحديد الى الخرسانة البوليمرية تعطي مقاومة مبكرة عالية بعمر 7 أيام و كانت نسبة الزيادة (73%) و (98.6%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر . ويستفاد من ذلك في الحصول على مقاومة أولية للخرسانة في الأعمار المبكرة لعملية الصب. وتفسر هذه الزيادة في المقاومة في الأعمار المبكرة إلى إن الألياف مع البوليمر تعمل على زيادة ترابط الخلطة الخرسانية و بصورة أشبه بمبدأ تسليح الخرسانة، حيث تعمل الألياف و بوجود البوليمر في الأعمار المبكرة خاصة على زيادة مقاومة الانضغاط لكونها تعمل على ربط مكونات الخرسانة و مقاومة الانفعالات الجانبية و التقليل من تأثيرها أثناء عملية التحميل. كما ان تكون شبكات البوليمر داخل هيكل الخرسانة و الذي يقلل من محتوى الفجوات الهوائية ادى الى تحسن في

مقاومة الانضغاط للاعمار المختلفة لهذه الدراسة كما اصبح اكثر وضوحا دور برادة الحديد في مقاومة الانفعالات الجانبية و التقليل من تأثيرها أثناء عملية التحميل.

### 3.2 مقاومة الانثناء.

#### • الخرسانة العادية:

بعد إجراء فحص الانثناء تم التوصل إلى النتائج الموضحة في جدول (4) و الأشكال (3) و(4) والتي تبين زيادة مقاومة الانثناء في الخلطات الحاوية على نسب مختلفة من برادة الحديد عن الخلطة المرجعية. والتي تبين بان مقاومة الانثناء تزداد مع العمر و لجميع الخلطات . ازدادت مقاومة الانثناء بزيادة نسبة البرادة المضافة إلى الخلطة حيث كانت نسبة الزيادة في مقاومة الانثناء بعمر 28 يوم (7.9%) و (11.87%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر. و نلاحظ إن الزيادة في المقاومة واضحة جدا وتفسر هذه الزيادة في الى كون برادة الحديد المضافة سوف تعمل على مقاومة اجهادات الشد حيث تكون الخرسانة المرجعية (الغير مسلحة بالألياف) ضعيفة في مقاومة اجهادات الشد وتعمل ألياف كمبدأ التسليح في الخرسانة من هذه الناحية.

#### • الخرسانة البوليمرية:

بعد إجراء فحص الانثناء تم التوصل إلى النتائج الموضحة في جدول (4) و الأشكال (3) و(4) والتي تبين زيادة مقاومة الانثناء في الخلطات الحاوية على نسب مختلفة من برادة الحديد عن الخلطة المرجعية. والتي تبين بان مقاومة الانثناء تزداد مع العمر و لجميع الخلطات . ازدادت مقاومة الانثناء بزيادة نسبة البرادة المضافة إلى الخلطة حيث كانت نسبة الزيادة في مقاومة الانثناء بعمر 28 يوم (9.12%) و (15.59%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر. وتفسر هذه الزيادة في المقاومة الى كون برادة الحديد المضافة و بوجود البوليمر سوف تعمل على مقاومة اجهادات الشد حيث تكون الخرسانة المرجعية (الغير مسلحة بالألياف) ضعيفة في مقاومة اجهادات الشد وتعمل الالياف كمبدأ التسليح في الخرسانة من هذه الناحية اضافة الى كون البوليمر ساعد على الحصول على خلطة اكثر تجانسا و باقل نسبة من الفراغات والتاثير المزدوج للبرادة و البوليمر حد من عدد و امتداد الشقوق الدقيقة وبالتالي ساعد ذلك على زيادة مقاومة الشد للخرسانة.

### 3.3 الكثافة.

من إجراء فحص الكثافة تم التوصل إلى النتائج الموضحة في جدول (5) و الأشكال (5) و (6) تبين بان الكثافة تزداد مع العمر و لجميع الخلطات. كما نلاحظ زيادة الكثافة في الخلطات الحاوية على نسب مختلفة من برادة الحديد عن الخلطة المرجعية سواء كانت بوليمرية او عادية. كما ان الكثافة ازدادت بزيادة نسبة البرادة المضافة إلى الخلطة مقارنة بالخلطات المرجعية، حيث كانت نسبة الزيادة في الكثافة بعمر 28 يوم (8.16%) و (15.48%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي،

مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر للخلطات الخالية من البوليمر و حيث كانت نسبة الزيادة في الكثافة بعمر 28 يوم (18.65%) و (24.94%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر للخلطات الحاوية على البوليمر وكما هو موضح بالشكل (7) .

#### 4. الاستنتاجات.

- مقاومة الانضغاط تزداد مع العمر و لجميع الخلطات.
- مقاومة الانضغاط لم تتحسن كثيرا بإضافة برادة الحديد إلى الخرسانة العادية
- مقاومة الانضغاط ازدادت بزيادة نسبة البرادة المضافة إلى الخرسانة البوليمرية مقارنة بالخرسانة البوليمرية المرجعية، الخلطة حيث كانت نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط بعمر 28 يوم (7.1%) و (12.7%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة البوليمرية المرجعية لنفس العمر . وقد لوحظ بان اضافة برادة الحديد الى الخرسانة البوليمرية تعطي مقاومة مبكرة عالية بعمر 7 أيام مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر و كانت نسبة الزيادة (73%) و (98.6%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر.
- معايير الكسر تزداد مع العمر و لجميع الخلطات .
- معايير الكسر تزدادت بزيادة نسبة البرادة المضافة إلى الخلطة مقارنة بالخرسانة المرجعية لكلا النوعين من الخرسانة. . ازدادت مقاومة الانثناء بزيادة نسبة البرادة المضافة إلى الخلطة حيث كانت نسبة الزيادة في مقاومة الانثناء بعمر 28 يوم (7.9%) و (11.87%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر للخلطات الخالية من البوليمر. و كانت نسبة الزيادة في مقاومة الانثناء بعمر 28 يوم (9.12%) و (15.59%) لنسب برادة الحديد 0.5% و 1.0% على التوالي، مقارنة بالخرسانة المرجعية لنفس العمر للخلطات الحاوية على البوليمر.
- مقاومة الانثناء تزداد مع العمر و لجميع الخلطات.
- لوحظ زيادة الكثافة في الخلطات الحاوية على نسب مختلفة من برادة الحديد عن الخلطة المرجعية سواء كانت بوليمرية او عادية. كما تبين بان الكثافة تزداد مع العمر و لجميع الخلطات ومع زيادة برادة الحديد، ويمكن استخدامها لانتاج خرسانة ثقيلة ذات كثافة عالية تصل الى اكثر من 3000 كغم/م<sup>3</sup>.
- من هذه الدراسة نستنتج بان استخدام برادة الحديد يكون اكثر فعالية في الخلطات الخرسانية البوليمرية.



- [1] Fu,X.L. ; Lu,W.M. ;and Chung,DDL,”Improving the bond strength between carbon fiber and cement by fiber surface treatment and Polymer Addition To Cement Mix “.Cement and concrete research.26(7),1996 July:1007-1012.
- [2] Nagaral , T. S. ; Iyengar,S.R.;and Viswanatha,C.S.,” PC and Polymer-Fibrous Concrete”. Int. Symposium, SP-58, ACI, Detroit, 1978:139-160.
- [3] Benture, A.,”Properties of polymer latex-cement composites”.The International J. of Cement Composites and Lightweight Concrete”.4(1)February ,1982:57-65.
- [4] Folic,R.J. and Randonjanin,V.S. ”Experimental Research on Polymer Modified Concrete”. ACI Material J.,May-June.,1998:463-469.
- [5] Ohama , Y. “ Polymer-based Admixtures ”. Cement and Concrete Composites J.1998, 20: 189-212.
- [6] Eldin, N. N., and Senouci, A. B. (1993), “Rubber – tire particles as concrete aggregate.” J. Mat. In Civ. Engrg., ASCE, 5(4), 478 – 496.
- [7] Biel, T., D., and Lee, H., (1994). “ Use of recycle tire rubbers in concrete.” Proc., ASCE 3rd Mat., Engr. Conf., Infrastructure: New Mat. And Methods of Repair, 351 – 358.
- [8] Schimizza, R., Nelson, J., Amirkhanian, S., and Murden, J. (1994). “Use of waste rubber in light – duty concrete pavements.” Proc., ASCE 3RD Mat. Engr. Conf., Infrastructure: New Mat. and Methods of Repair, 367 –374.
- [9] Al-Hadithi Abdul Kader, I., “Some Properties Of Concrete Using Waste Plastic Fiber With A Very Small Percentages”, University of AL- Anbar, September, 2000.
- [10] British Standard Institution. B. S. 1981, Part (5)
- [11] B.S. 882-1992; "Specification for Aggregate from Natural Sources for Concrete", British Standards Institution, 8pp.
- [12] British Standards Institution, B.S.1881. Part 116:1983, “Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes”.
- [13] ASTM committee, C 78-84, "Standard test method for Flexural Strength of Concrete " 1988.

جدول (1) : التحليل المنخلي للركام الناعم (الرمل)[11].

Sieve	PASSING%
4.75 ملم	84.5
2.36 ملم	66
1.18 ملم	52
600 مايكرون	32
300 مايكرون	8.8
150 مايكرون	2
75 مايكرون	0.8

جدول (2) : خواص بوليمر (SBR) المستخدم في هذه الدراسة.

المقاسة	المعطاة من قبل الشركة	الخاصية
-	مستحلب ابيض	المظهر
1.01	$11.02 \pm 0.2 @ 25^{\circ}c$	الوزن النوعي
9.83	7-10.5	قيمة الالاس الهيدروجيني (pH)

جدول (3) : كميات المواد المستعملة لانتاج متر مكعب واحد من الخرسانة.

جدول (4) : مقاومة الانضغاط للخلطات الخرسانية.

الخلطة الخرسانية	سمت (كغم)	رمل (كغم)	حصى (كغم)	نسبة ماء/الاسمنت (%)	بوليمر (SBR) (% من وزن الاسمنت)	برادة الحديد (% من حجم الخرسانة)
RC	391	728	928	0.48	0	0.0
RPC	391	728	928	0.45	10	0.0
SFC1	391	728	928	0.5	0	0.5
SFC2	391	728	928	0.52	0	1.0
SFPC1	391	728	928	0.48	10	0.5
SFPC2	391	728	928	0.483	10	1.0

مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم <sup>2</sup> ) *			الخلطة الخرسانية
(28) يوم	(14) يوم	(7) أيام	
32.92	27.20	21.86	RC
36.56	30.90	23.20	RPC
32.21	20.90	18.21	SFC1
30.67	18.6	17.88	FSC2
38.77	30.5	30.50	FSCP1
40.80	33.62	33.06	FSCP2

\* القراءات أعلاه تمثل معدل على الأقل ثلاث قراءات لنماذج الفحص

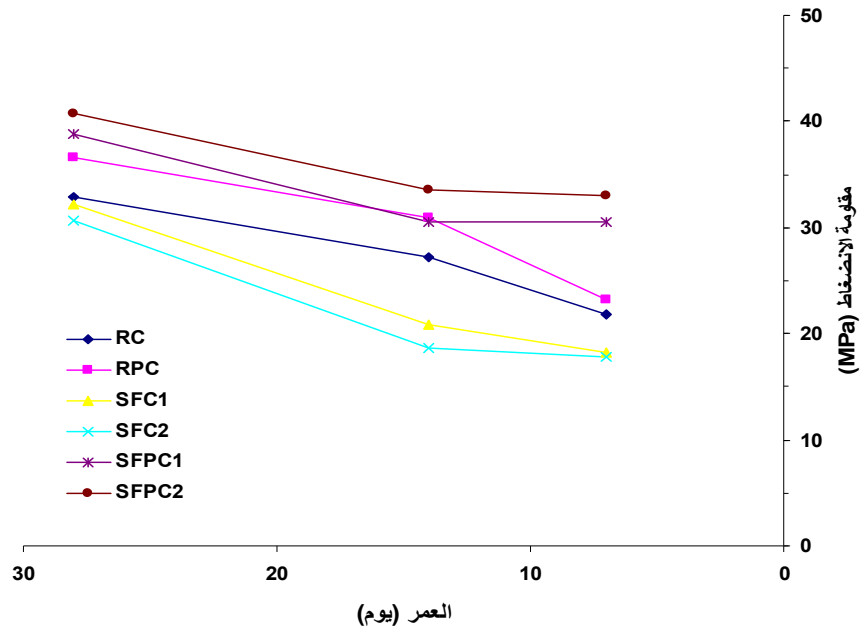
جدول (5) : مقاومة الانتشاء للخلطات الخرسانية

مقاومة الانثناء (نيوتن/ملم <sup>2</sup> ) *			الخلطة الخرسانية
(28) يوم	(14) يوم	(7) أيام	
5.56	5.11	3.64	RC
6.03	5.89	3.7	RPC
6.0	5.18	4.02	SFC1
6.22	5.55	4.12	FSC2
6.58	5.86	4.5	FSCP1
6.97	6.0	4.67	FSCP2

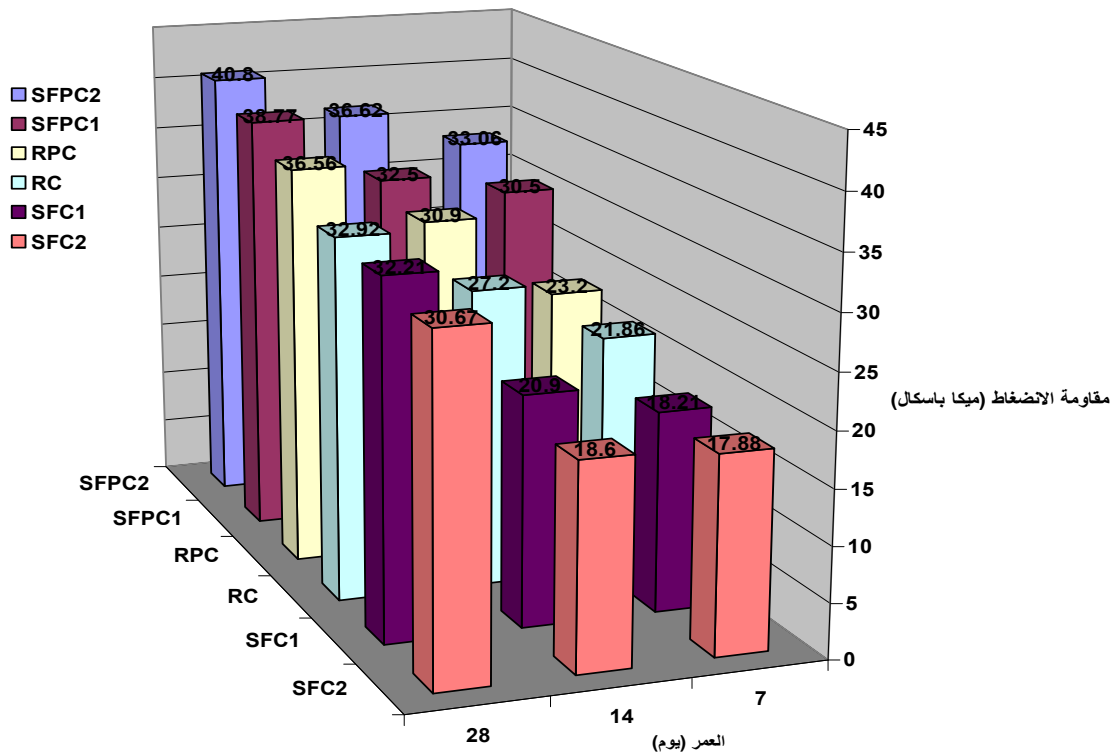
\* القراءات أعلاه تمثل معدل على الاقل ثلاث قراءات لنماذج الفحص

جدول (6) : الكثافة للخلطات الخرسانية.

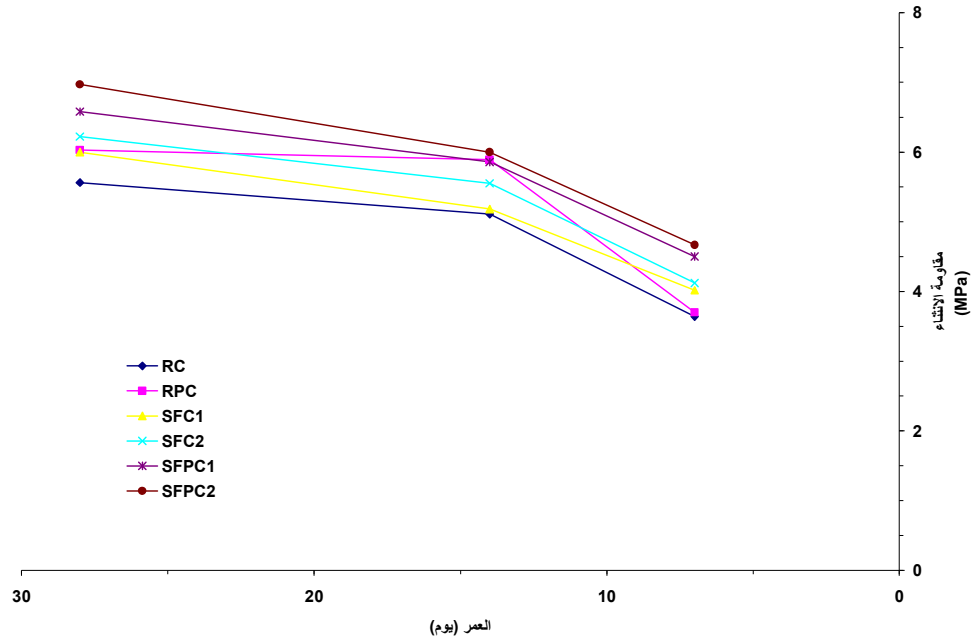
الكثافة (كغم/م <sup>3</sup> ) *			الخلطة الخرسانية
(28) يوم	(14) يوم	(7) أيام	
2390	2377	2367	RC
2402	2390	2387	RPC
2585	2505	2486	SFC1
2760	2615	2688	FSC2
2850	2810	2722	FSCP1
3001	2880	2790	FSCP2



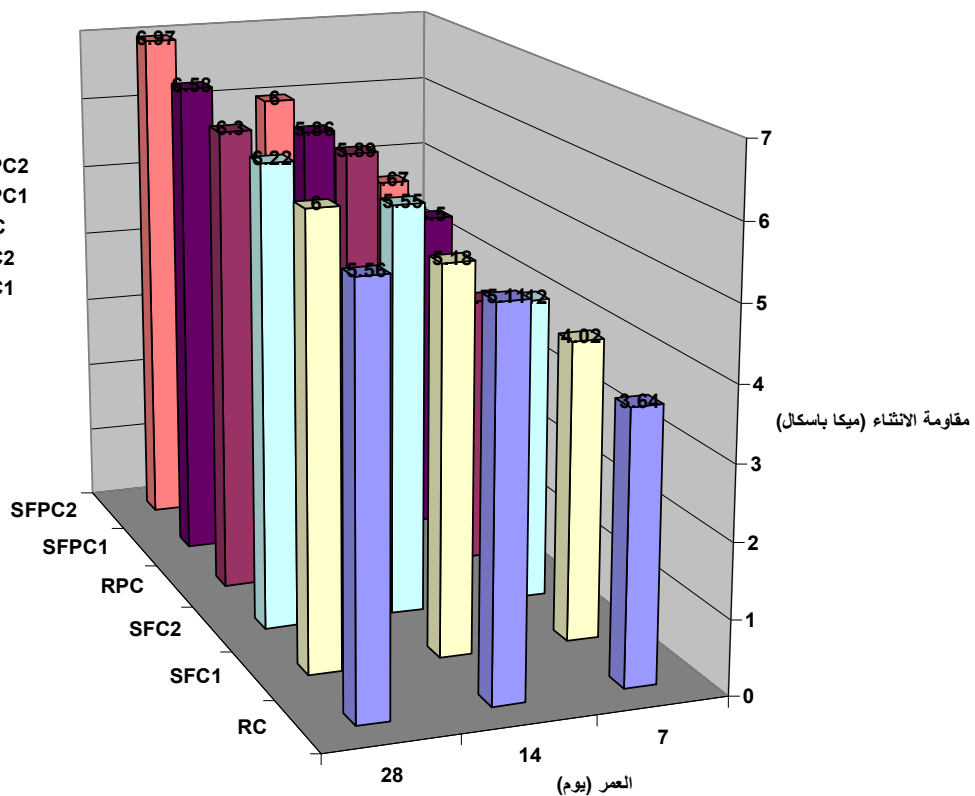
شكل رقم (1): العلاقة بين مقاومة الانضغاط والعمر لجميع الخلطات الخرسانية.



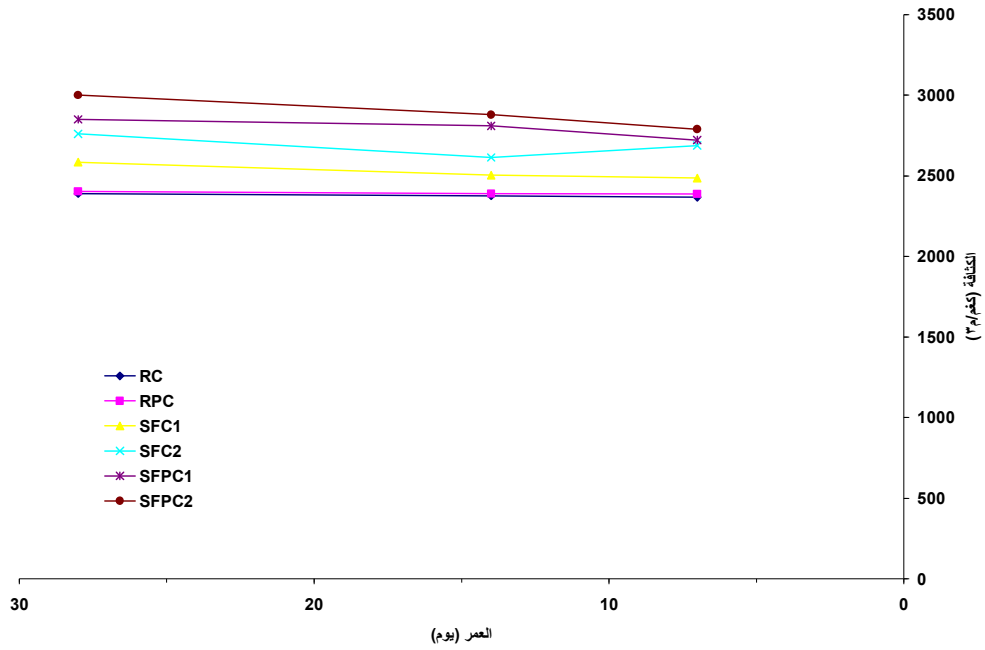
شكل رقم (2): مقاومة الانضغاط لجميع الخلطات الخرسانية ولجميع اعمار الفحص.



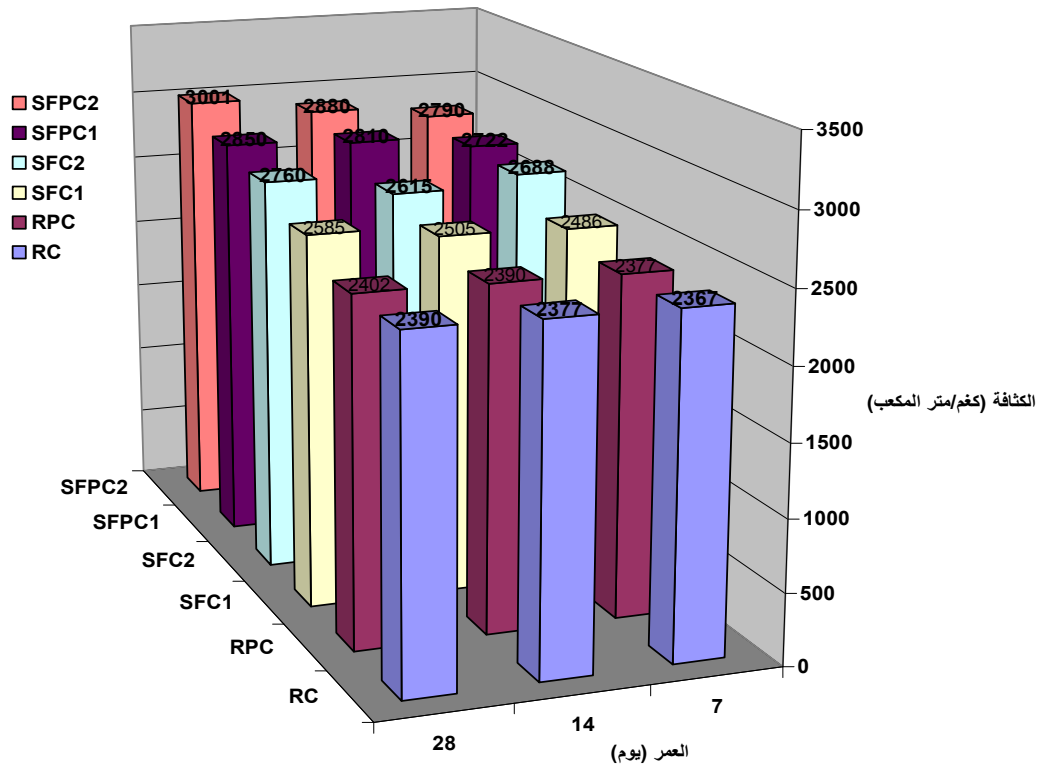
شكل رقم (3): العلاقة بين مقاومة الانثناء والعمر لجميع الخلطات الخرسانية.



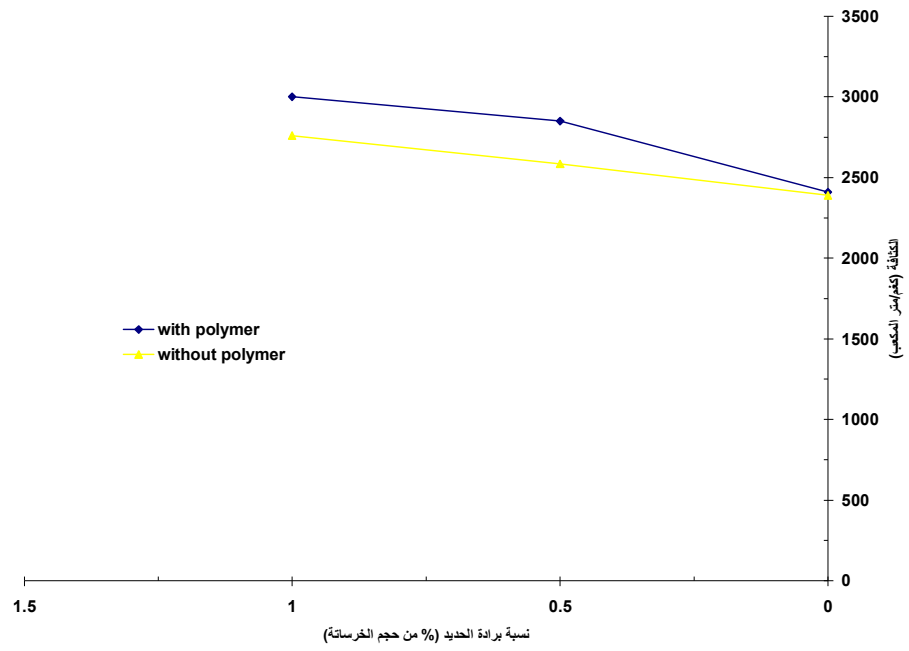
شكل رقم (4): مقاومة الانثناء لجميع الخلطات الخرسانية ولجميع اعمار الفحص.



شكل رقم (5): العلاقة بين الكثافة والعمر لجميع الخلطات الخرسانية.



شكل رقم (6): الكثافة لجميع الخلطات الخرسانية ولجميع اعمار الفحص.



شكل رقم (7): العلاقة بين نسبة برادة الحديد و الكثافة لجميع الخلطات الخرسانية بعمر 28 يوم.



## **Some Mechanical Properties of Ordinary and Polymer Concrete Containing Filling of Steel**

Sheelan Mahmood Hama  
Civil Engineering Departement-College Engineering-Anbar University

### **Abstract**

In this research, the effect of adding fillings of steel resulting from factory of smithery was studied. The fiber was added with two different percentages to the ordinary and polymer concrete to study their effects on some of the properties of both type of concrete like compressive strength, flexural strength and density. Two different percentages of fiber by volume of concrete (0.5%, 1.0%) were added to concrete mixes. A reference mix was also made.

The results showed that adding of fillings of steel with these percentages lead to improvements in both compressive strength and flexural strength of polymer concrete with the increase of its percentage while it's less effect on these properties of ordinary concrete. An improvement in flexural strength appeared more clearly in both type of concrete. Significant increase in density was noted in both types of concrete.