مجلة الهندسة والتنمية المجلد الحادي عشر/العدد الثالث- كانون الأول ٢٠٠٧
ISSN 1813-7822

بعض خواص الكتل الخرسانية المجوفة المصنعة من الخرسانة البوليميرية الخالية من الركام الناعم

أ.م.د. بيان سالم النعمان
كلية الهندسة/قسم الهندسة المدنية
الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق

د. عبد القادر إسماعيل عبد الوهاب
كلية الهندسة/قسم الهندسة المدنية
جامعة الأنبار، الأنبار،

الخلاصة

جرت عملية انتاج كتل خرسانية مجوفة من الخرسانة الخالية من الركام الناعم باستخدام ركام خشن بمقاس أقصى (١٠) ملم وبالطريقة التقليدية للتصنيع في معامل الصب الجاهز (طريقة الصب الموقعي)، استخدمت الخرسانة الخالية من الركام الناعم بنسب خلط وزنية (١:٥) و (١:٦) (سمنت:حصى) كما واضيف بوليمر الـ Styrene Butadine Rubber (SBR) بنسب وزنية (بوليمر:سمنت) ٣% ، ٦% و ١٠% الى هذه الخرسانة لغرض انتاج كتل من الخرسانة البوليميرية الخالية من الركام الناعم.

تمت دراسة بعض الخواص للكتل المنتجة مثل مقاومة الانضغاط والكثافة والامتصاص للماء ومقاومة الانضغاط بعد التعرض لدرجات الحرارة العالية نسبياً وجرت المقارنة مع الخواص المناظرة لكتل المعمل المجوفة والمنتجة من الخرسانة الاعتيادية وبنسبة خلط وزنية (١:٢:٤) (سمنت:رمل:حصى).

أعطت عملية اضافة البوليمر تحسناً ملحوظاً في مقاومة الانضغاط وصلت نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط الى (١٢.٦٩%) بعمر ٤١ يوم للخرسانة بنسبة خلط وزنية (سمنت:ركام) مساوية لـ(١:٥) والحاوية على البوليمر بنسبة (٦%) عن الكتل المصنعة من الخلطات المرجعية، و (١٣٢%) عن الانتاج التقليدي للكتل (في المعمل)، وزيادة في الكثافة مقارنة بالكتل المنتجة من الخرسانة الخالية من الركام الناعم التقليدية وقلة في الامتصاص للماء وزيادة في مقاومة الانضغاط بعد التعرض لدرجات الحرارة العالية مقارنة مع كل من كتل المعمل والكتل المنتجة من الخرسانة الخالية من الركام الناعم التقليدية، ولكن لنسب بوليمر عالية (١٠%) (بوليمر:سمنت) فإن الطريقة التقليدية لانتاج الكتل الخرسانية والمستعملة في معامل انتاج الكتل الخرسانية (البلوك) تكون غير مناسبة للكتل المصنعة من الخرسانة البوليميرية الخالية من الركام الناعم.

Abstract

No-fines hollow concrete blocks using 10-mm maximum size of aggregate and improved by Styrene Butadiene Rubber (SBR) polymer is manufactured in one of Al-Anbar governorate blocks factory. The concrete mixes, by weight were (1:5) and (1:6) (cement: aggregate). The polymer was added as percentages of cement weight in 3%, 6% and 10%. The following tests are used in this study:

Compressive strength, density, absorption and compressive strength after exposure to high temperature. The tests results were compared with the corresponding results of normal blocks which made in the block factory with (1:2:4) (cement: sand: gravel) by weight mix.

Results also proved that the addition of polymer leads to improvement of blocks properties like compressive strength and compressive strength after exposure to high temperature. The maximum increasing in compressive strength according to blocks made by reference mix was (12.69%) in (41) day test age for blocks with mix proportion by weight

equal to (1:5) (cement: agg.) with (6%) (polymer: cement) ratio and for the same blocks, the percentages of increasing equal to (132%) according to blocks factory. This addition also leads to increase the density of blocks and decrease of water absorption. However, for high SBR content (10%), the traditional method of block production is not adequate for no-fines polymer concrete blocks.

١. مراجعة الدراسات السابقة

١-١ الخرسانة الخالية من الركام الناعم

ان أول استخدام لهذا النوع من الخرسانة يعود الى سنة ١٨٥٢م عندما تم بناء دارين وجملون في هولندا [1]. ولكن ظهورها بصورة واضحة و استخدامها على مدى واسع بكونها أحد أنواع الخرسانة كان في المملكة المتحدة في عام ١٩٢٣م، عندما تم بناء خمسين بيتا في منطقة Edinburgh من هذا النوع من الخرسانة، تبعها بعدة سنوات بناء ٨٠٠ منزل او اكثر من نوع الخرسانة نفسه في كل من Liverpool، Manchester و London، كما تم اجراء دراسة واسعة المدى لهذا النوع (الشكل) من الخرسانة و طرق استخدامه في محطة ابحاث البناء البريطانية British Building Research Station في بَدْء عام ١٩٢٨م[1] .

لقد قام نزار نور الدين أحمد جميل [2] بدراسة تأثير الملدن المتفوق على خواص الخرسانة الخالية من الرمل وتم استبيان تأثير الملدن المتفوق (النسبة المثلى) في كثافة الخليط ومقاومته لنسب خلط مختلفة ومقارنة النتائج مع خلطات مرجعية.

أظهرت النتائج أن مقاومة الانضغاط تزداد بزيادة كمية الملدن المتفوق المستعملة ولحد النسبة المثلى، فعند تجاوز هذه النسبة تكون الزيادة في المقاومة طفيفة، كما بينت النتائج أن استخدام المنضدة الهزازة أدى الى زيادة في مقاومة الانضغاط بنسبة ٦٣% للخلطات المرجعية وبنسبة ٥٧% للخلطات الحاوية على الملدن المتفوق مقارنة بالخلطات المرصوصة بالدك اليدوي، وتكون نسبة الزيادة في المقاومة أوضح في الخلطات الغنية بالسمنت.

عَدَّ Neville [3] الخرسانة الخالية من الركام الناعم احد انواع الخرسانة الخفيفة الوزن الذي تم حذف الركام الناعم منه، فتكون مكوناته هي السمنت والماء والركام الخشن، أي ان هذا النوع من الخرسانة عبارة عن تجمع من حبيبات الركام الخشن، كل حبيبة من هذه الحبيبات مغلفة بعجينة السمنت والتي تربط الحبيبات بعضها بالبعض الآخر، وسمك هذا الغلاف قدره ١.٣ ملم، وبذلك سوف تتكون مسامات كثيرة داخل هيكل هذه الخرسانة مسببة قلة مقاومة الانضغاط، ان كبر حجم المسامات يكون سببا في عدم وجود انتقال للمياه بالخاصية الشعرية داخل هيكل الخرسانة.

ان كثافة الخرسانة ذات الركام المدرج تكون أعلى بنسبة ١٥% عن الخرسانة ذات المقاس الواحد، ان كثافة الخرسانة التي تستخدم الركام الطبيعي تتراوح بين (١٦٠٠-٢٠٠٠)كغم/م٣ ولكن استخدام الركام الخفيف الوزن يمكن من انتاج خرسانة بكثافة تصل الى ٦٤٠ كغم/م٣ و لا يفضل استخدام الركام الحاد المكسر الزوايا [3].

١-٢ خرسانة السمنت البورتلاندي البوليمرية (PPCC)

تعرف لجنة المعهد الامريكي للخرسانة رقم (٥٤٨) في الـ(ACI Manual of Concrete Practice (Part5-1990) [4] خلطات السمنت البورتلاندي البوليمرية الـ(PPCC) بأنها خلطات خرسانية اعتيادية مضافة اليها بوليمرات قابلة للذوبان بالماء أو بوليمرات انتشارية (emulsified) تضاف اثناء عملية الخلط، يكون للبوليمر تأثير اضافة الى تاثير عملية اماهة السمنت البورتلاندي عن طريق تكوين شبكة بوليميرية مستمرة خلال هيكل الخرسانة. تم التحري عن مدى واسع من البوليمرات لاستخدامها في خرسانة السمنت البورتلاندي البوليميرية من خلال العديد من الدراسات والابحاث التي أجريت على هذا النوع من الخرسانة.

من أجل رفع مقاومة الشد للملاط الأسمنتي والخرسانة قام J. A. Sauer وآخرون [5] اجراء سلسلة من التجارب بإضافة راتنج الايبوكسي الى الملاط الإسمنتي والخلطات الخرسانية، اجريت فحوصات مقاومة الانضغاط والشد بكونها دالة لمحتوى الايبوكسي، لقد تم الإثبات بصورة عملية أنَّ اضافة ١٥% بالوزن من وزن الملاط للخرسانة يؤدي الى زيادة كلّ من مقاومة الشد ومقاومة الانضغاط. كما تم في هذا البحث دراسة تأثيرات اضافة البوليمر على الربط بين الركام وعجينة السمنت بواسطة تقنية المسح بواسطة المجهر الالكتروني (Electron SEM- Scanning Microscope). من ضمن نتائج هذا البحث مايأتي:

إمكانية تحسين المقاومة الى ما يعادل ١٠٠% في كل من نماذج الملاط السمنتي أو النماذج الخرسانية بواسطة اضافة مقادير من مناسبة مركبات الايبوكسي السائل الى الخلطة.

ISSN 1813-7822

في حالة الكونكريت، التحسين في المقاومة يمكن أن يتحقق بإضافة الايبوكسي بنسبة ١٥% من وزن السمنت، في الوقت نفسه وهذه الاضافة تسبب انخفاض في محتوى ماء الخلط مع الابقاء على قيمة مناسبة بقوام الخرسانة (مستحصلة عن طريق فحص الهطول)، إن انخفاض ماء الخلط في الخلطة الخرسانية هو أحد اسباب زيادة مقاومة الانضغاط.

إن الصور المتناهية في الصغر التي تم الحصول عليها عن طريق استخدام تقنية المسح بوساطة المجهر الالكتروني (SEM) أظهرت أن اضافة الايبوكسي نتج عنه توزيع أو انتشار لنواتج عملية الاماهة أكثر انتظاماً خاصة في عجينة الاسمنت وهذا ما ادى الى زيادة قوة الربط بين الركام الناعم وعجينة السمنت. مع زيادة محتوى راتنج الايبوكسي كان هنالك (اضافة الى تحسن المقاومة) هنالك قلة في المحتوى المائي مع زيادة الصلادة.

٢. البرنامـــج العملـــي

٢-١ المـــواد المســـتعملة

٢-١-١ الســـمنت

استعمل السمنت البورتلاندي الاعتيادي (النوع الاول ASTM Type I) المنتج في معمل سمنت كبيسة، لقد اثبتت الفحوصات التي تم اجريت على السمنت مطابقته للمواصفة العراقية الخاصة بالسمنت البورتلاندي (م.ق.ع ١٩٨٤/٥) [6]، وكما هو موضح في الجدول رقم (١).

ISSN 1813-7822

جدول رقم (١) مواصفات السمنت المستخدم

الاكاسيد	النسبة المئوية %	حدود المواصفة م.ق.ع/٥/١٩٨٤
CaO أوكسيد الكالسيوم	٦٢.٦	
SiO_2 أوكسيد السليكا	٢١	
$Al2O_3$ أوكسيد الالمنيوم	٤.٩٢	
MgO_3 أوكسيد المغنسيوم	٣.٣٣	٥ كحد أعلى
Fe_2O_3 أوكسيد الحديد	٣.٠٨	
SO_3 ثالث أوكسيد الكبريت	٢.١٦	٢.٨كحد أعلى
L.O.I الفقدان بالحرق	١.٥	٤ كحد اعلى
(INS.RESI) المواد غير القابلة للذوبان	٠.٦	١.٥ كحد اعلى
عامل الاشباع الجيري	٠.٩٢	١.٠٢-٠.٦٦
مركبات السمنت*	النسبة المئوية الافتراضية	حدود المواصفة م.ق.ع/٥/١٩٨٤
C_3S ثالث سليكات الكالسيوم	٥١.٥	
C_2S ثاني سليكات الكالسيوم	٢١.٤	
C_3A ثالث ألومينات الكالسيوم	٧.٨٣	أكثر من ٥
C_4AF رابع ألومينات الكالسيوم	٩.٣٦	

* *تم ايجاد مركبات السمنت باستخدام معادلات Bogue's Equation*

٢-١-٢ الركـام الخشـن

استعمل ركام خشن مصدره مقلع الجرايشي في محافظة الانبار والتحليل المنخلي لهذا الركام موضح في الجدول رقم (٢).

جدول رقم (٢) التحليل المنخلي للركام

مقاس المنخل	النسبة المئوية الحجمية المارة %
٢٠	٩٩.٦
١٠	٧٠.٤٦
٥	٤.٧٢
٢.٣٦	٢.٥١

٢-١-٣ المـــاء

استعمل ماء الشرب الاعتيادي لمدينة الفلوجة في كل الخلطات.

٢-١-٤ البوليمـــر

استعملت المادة المسماة تجارياً "CHEMOBOND SBR" والتي يتم تزويد الاسواق بها عن طريق شركة المجموعة الهندسية للآنشاءات والمبينة خواصه في الملحق رقم (١).

٢-٢ عمليـة خلـط الخرسـانة ورصـها

تم انتاج الكتل الخرسانية المجوفة في معامل البناء الجاهز وانتاج الكتل الخرسانية في مدينة الفلوجة حيث تمت عملية الخلط داخل خلاطة المعمل ومن ثم عملية الرص والكبس بواسطة جهاز القطع الخاص بالمعمل حيث يتم انتاج (١٨) ثمانية عشر كتلة خرسانية مجوفة في الوجبة الواحدة بواسطة هذا الجهاز.

اجريت عملية الخلط الجاف بوضع كمية من الركام الخشن والسمنت داخل الخلاطة المركزية ومن ثم تتم عملية الخلط جاف مع اضافة كمية من البوليمر اثناء عملية الخلط الى ان يتم تجانس الخلطة بالكامل يضاف الماء الى الخليط

الناتج بعد هذه العملية تُنقل الخرسانة الطرية بواسطة ناقلة خاصة الى جهاز صب وقطع النماذج المتنقل ويجري قطع النماذج ورصها داخل هذا الجهاز لانتاج (١٨) بلوكة مجوفة للوجبة الواحدة.

٢-٣ الانضـــاج واســلوب المعالجــة

بعد اكمال عملية صب و قطع النماذج الخرسانية تترك في الهواء الطلق لحين حصول التجمد النهائي وبعد ذلك تُرش تلك النماذج بالماء ولمرة واحدة فقط ومن ثم تُترك لتجف.

٢-٤ الخلطــات المســتعملة

استخدمت الخلطات الآتية لغرض انتاج الكتل المجوفة:

(بوليمر: سمنت) %	(ماء: سمنت) %	(سمنت: ركام)
٠	٣٥	٥:١
٣	٣٥	٥:١
٦	٣٥	٥:١
١٠	٣٥	٥:١
٠	٣٥	٦:١
٣	٣٥	٦:١
٦	٣٥	٦:١
١٠	٣٥	٦:١

أُستخدمت نماذج من الكتلة الخرسانية المجوفة المنتجة في المعمل المذكور والذي يستخدم نسبة الخلط (سمنت:رمل:حصى) مساوية لـ (١:٢:٤) ونسبة (ماء:سمنت) قدرها ٠.٥ .

٢-٥ الفحوصـــات

٢-٥-١ فحص مقاومــة الانضغــاط

استعملت ماكنة فحص من نوع (ELE) ذات سعة (٢٠٠٠كيلونيوتن)، وتم الفحص طبقاً للمواصفة (B.S. 6073:Part1 [7]، كانت ابعاد النماذج المجوفة للكتل الخرسانية بابعاد (٤٠×٢٠×٢٠)سم، واجريت الفحوصات بأعمار (٣،٧،٤١) يوماً، حيث تم فحص ثلاثة نماذج لكل عمر. ان ابعاد النماذج (الكتل الخرسانية المجوفة) هي (٢٠×٢٠×٤٠) سنتمتر.

٢-٥-٢ فحص مقاومة الانضغاط بعد التعرض الى درجات حرارة عالية نسبياً

استعملت ماكنة فحص من نوع (ELE) ذات سعة (٢٠٠٠ كيلونيوتن)، وتم فحص النماذج بعمر (٤١) يوماً، حيث تم أخذ ثلاثة نماذج من كل خلطة، تم وضع النماذج في فرن حرار ي لمدة ساعة واربعين دقيقة وبدرجة حرارة قدرها (١٠٠م) بعد ذلك تم اخراج النماذج من الفرن، وبعد مدة ساعة واحدة، ثم تم ايجاد مقدار مقاومة الانضغاط لها.

٢-٥-٣ فحــص الكثافــة

تم ايجاد كثافة الخرسانة بواسطة قياس وزن كل نموذج من نماذج فحص مقاومة الانضغاط والانثناء بواسطة قياس وزنه جافاً في الهواء قبل الفحص وقياس ابعاده ومن ثم حجمه وتقسيم الوزن على الحجم.

٢-٥-٤ فحــص الامتصــاص

تم ايجاد مقدار الامتصاص للماء لهذا النوع من الخرسانة بحساب اوزان بقايا النماذج قبل تغطيسها بالماء ليمثل (و١)، ثم تغطيسها بالماء لمدة يوم واحد وبعد اخراجها من الماء وجفاف سطحها الخارجي تم وزنها ثانية ليمثل (و٢) ثم تم وضعها في الفرن لمدة ساعتين وبعد ذلك تم حساب وزنها (و٣) ويحسب مقدار الامتصاص حسب المعادلة التالية:

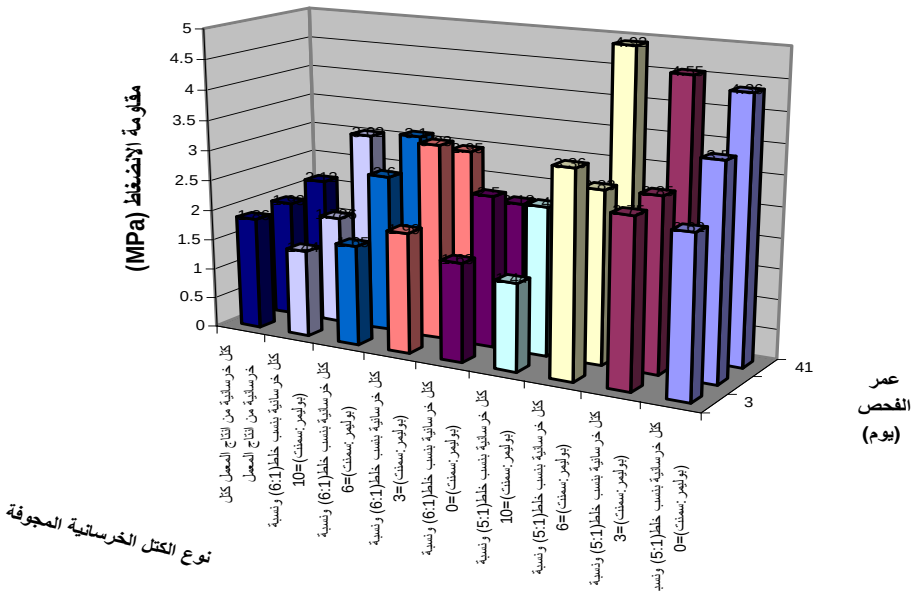
$$\text{الامتصاص } \% = (\text{و}_2 - \text{و}_3) / (\text{و}_1) \times 100 \quad \ldots\ldots (1)$$

٣. النتائــج ومناقشــتها

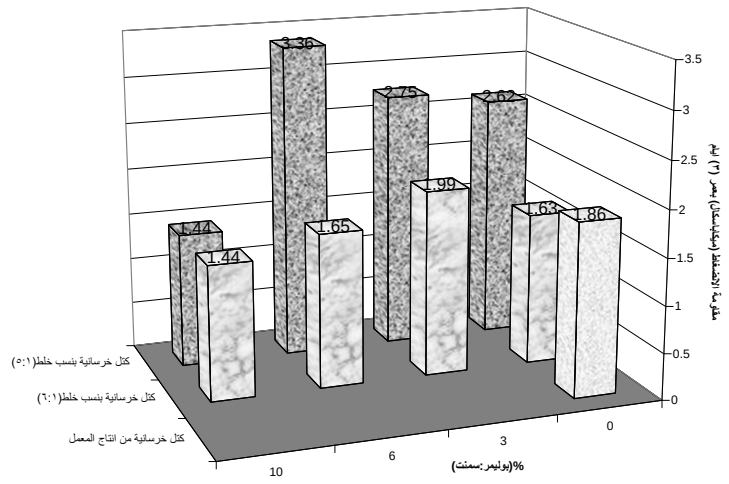
ISSN 1813-7822

٣-١مقاومة الانضغاط

إن مقاومة الانضغاط للكتل الخرسانية الخالية من الركام الناعم والمطورة بالبوليمر قد زادت عن مثيلاتها غير الحاوية على البوليمر وهذا ما توضحه الاشكال (١)، (٢)، (٣) و (٤). كانت قيم مقاومة الانضغاط بعمر (٤١) يوم لنسبة خلط (سمنت:ركام) مساوية لـ (١:٥) هي (4.36 MPa، 4.55MPa، 4.92MPa و 2.50MPa) لنسب (٠%، ٣%، ٦% و ١٠%) على التوالي، كما كانت قيم مقاومة الانضغاط بعمر (٤١) يوم لنسبة خلط (سمنت:ركام) مساوية لـ(١:٦) هي (2.18 MPa، 2.95MPa، 3.1MPa و 3MPa) لنسب (٠%، ٣%، ٦% و ١٠%) على التوالي، بينما بلغت قيم مقاومة الانضغاط للكتل الخرسانية المجوفة التقليدية (2.12MPa).

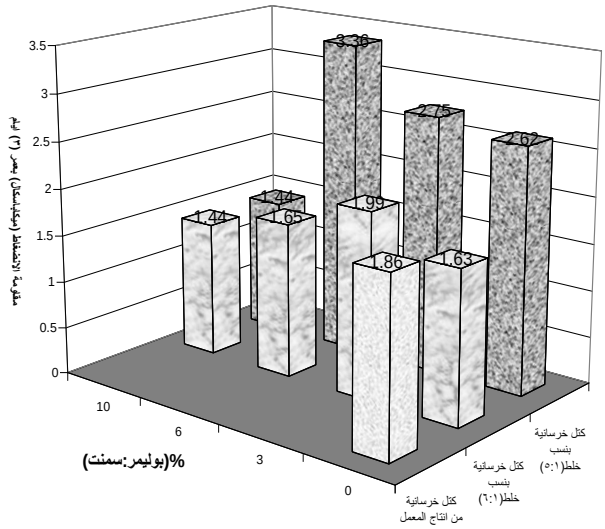


شكل رقم (١) العلاقة بين مقاومة الانضغاط والعمر لجميع أنواع الكتل

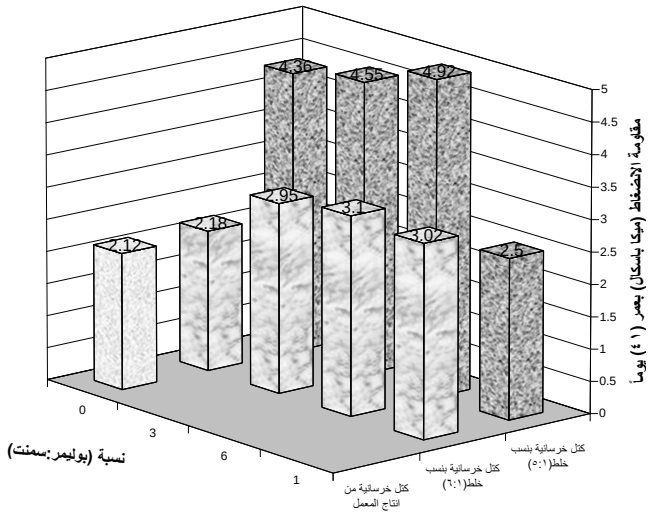


شكل رقم (٢) مقارنة بين مقاومة الانضغاط لجميع انواع الكتل وبعمر (٣ أيام)

ISSN 1813-7822



شكل رقم (٣) مقارنة بين مقاومة الانضغاط لجميع انواع الكتل وبعمر (٧ أيام)



شكل رقم (٤) مقارنة بين مقاومة الانضغاط لجميع انواع الكتل وبعمر (٤١ يوم)

٣-١-١علاقة مقاومة الانضغاط بنسبة (سمنت: ركام)

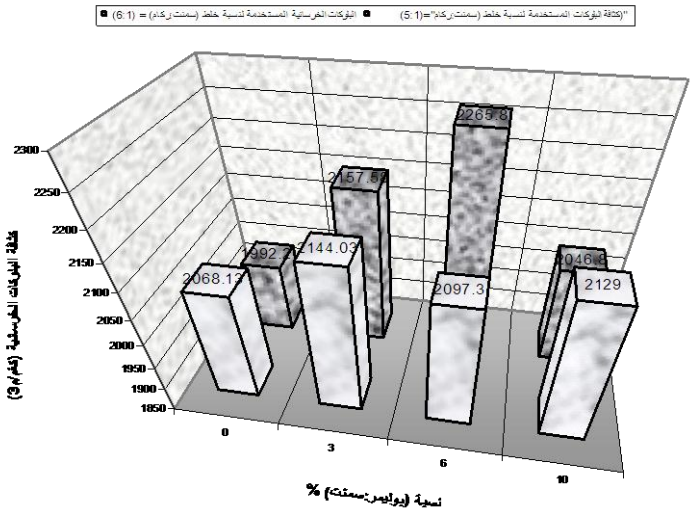
إن زيادة نسبة (سمنت:ركام) يؤدي الى زيادة مقاومة التلاصق بين حبيبات الركام عن طريق زيادة قوة التلاصق للعجينة السمنتية وبالنتيجة يكون التأثير إيجابياً على مقاومة الانضغاط. إن لمحتوى السمنت تأثيراً ملحوظاً على مقاومة الانضغاط للخرسانة الخالية من الركام الناعم ناتجاً عن تأثيره المباشر في تلاصق حبيبات الركام وارتباطها بعضها البعض وكذلك في الكثافة.

في الخلطات ذات النسبة (سمنت:ركام) العالية فان حبيبات الركام الخشن تكون مغطاة بشكل تام بعجينة السمنت والكمية الزائدة من عجينة السمنت سوف تنفصل عن الحبيبات وتعمل على ملء الفجوات مما يؤدي الى زيادة الكثافة وبالتالي زيادة مقاومة الانضغاط.

٣-١-٢علاقة مقاومة الانضغاط ونسبة الـ (بوليمر: سمنت)

توضح الإشكال (٣)، (٤) و (٥)، إن نسبة الـ (بوليمر:سمنت) ٦% قد أعطت أعلى قيم المقاومة لجميع الكتل، وان زيادة هذه النسبة إلى ١٠% قد أعطت نتائج سلبية أي أنه قلت مقاومة الانضغاط لجميع النتائج ولكافة الأعمار.

ويمكن تعليل ذلك الى أن زيادة كمية البوليمر قد أعطت إلى الخلط لدونة أكثر من بقية الخلطات وكما هو معروف أن عملية صناعة الكتل الخرسانية تتم عن طريق التقطيع السريع للخرسانة الطرية ، حيثُ عندما تم تقطيع هذه الخلطة لانتاج النماذج حدث هطول لحظي فيها مما أدى إلى انهيارها بصورة كلية وتم إعادة الخلطة إلى جهاز القطع مرة أخرى.



شكل رقم (٥) مقارنة بين كثافات جميع انواع الكتل الخرسانية

ان زيادة نسبة الـ(بوليمر:سمنت) تسبب زيادة في مقاومة الانضغاط، وممكن ان تعزى هذه الزيادة الى حقيقة ان استخدام البوليمر (SBR) يؤدي الى تكون شبكة ثلاثية الابعاد من نواتج عملية البلمرة (٨، ٩، ١٠) مكونة غشاء يزيد من نظام الربط نتيجة للمواصفات الجيدة لهذا النوع من البوليمر، كما ان مادة البوليمر سوف تسهم في عملية ملء جزئية للفراغات ضمن هيكل الخرسانة الخالية من الركام الناعم، وان مادة البوليمر تعمل عمل المادة المزيتة وهو بذلك مشابه الى عمل المضافات الملدنة التي تقلل من الاحتكاك بين حبيبات الركام مؤدياً بذلك الى زيادة الكثافة وتحسين مقاومة الانضغاط، وهذا يتفق مع ما توصل اليه Rodomer J. Folic [8] في تجاربه على الخرسانة الاعتيادية.

بالمقارنة مع إنتاج مكعبات او مواشير فإن زيادة نسبة (بوليمر:سمنت) سوف تؤدي إلى زيادة مقاومة الانضغاط كما أثبته الباحث عبدالقادر اسماعيل الحديثي [9]، وذلك لانه عند عملية إنتاج المكعبات أو المواشير يبقى النموذج داخل القالب الى أن يتصلب كلياً وهذا يؤدي إلى تماسكة وعدم حصول انهيارفيه.

٣-١-٣ علاقــة مقاومــة الانضغــاط بالعمــر

توضح الاشكال (٢، ٣ و ٤) العلاقة بين مقاومة الانضغاط والعمر للكتل ذات الخلطات الخرسانية المختلفة وبنسب (بوليمر:سمنت) مختلفة. يتبين لنا من الاشكال آنفة الذكر ان مقاومة الكتل الخرسانية موضوع البحث تزداد بزيادة العمر، حيثُ تسهم كل من تطور عملية اماهة السمنت وتطور عملية البلمرة في زيادة قوة الربط وزيادة الكثافة، وكما تم ذكره في الفقرة (٣-١-٢) وبذلك سوف تزداد مقاومة الانضغاط مع الزمن.

٣-٢الكثافـــــة

٣-٢-١ العلاقــة بين الكثافــة ونســبة البوليمــر

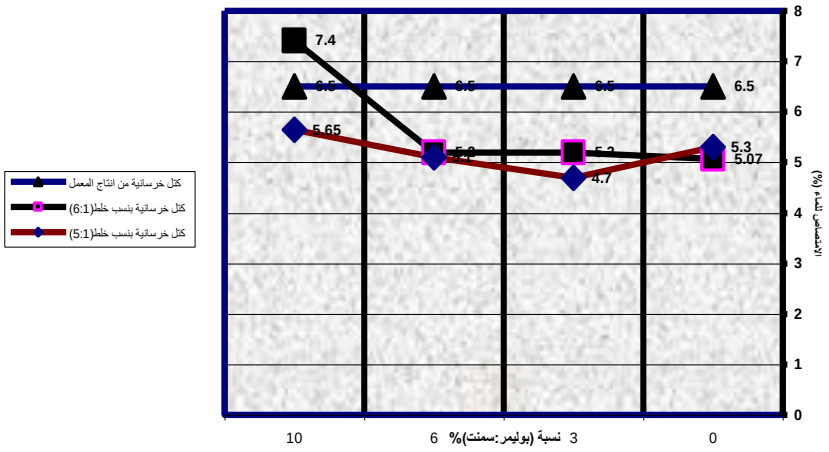
أظهرت نتائج قياس الكثافة أن كثافة الخرسانة البوليميرية الخالية من الركام الناعم والجافة بالهواء وبعمر ٤١ يوم والمبينة في الشكل (٥) الى أن كثافة الخرسانة البوليميرية الخالية من الركام الناعم والجافة بالهواء تراوحت (٢٠٤٦)كغم/م٣ لنسبة خلط (سمنت:ركام) (٥:١) ونسبة (بوليمر: سمنت) مساوية لـ ١٠% الى أعظم قيمة لها عند (٢٢٦٥.٨)كغم/م٣ للخرسانة بنسبة (بوليمر:سمنت) مساوية لـ ٦% ولنسبة خلط (سمنت:ركام) تساوي (٥:١).

في حين كانت كثافة الخرسانة للخلطات المرجعية الخالية من البوليمر (١٩٩٢.٢) كغم/م٣ للخرسانة ذات نسب خلط (سمنت:ركام) مساوية لـ (٥:١) الى (٢٠٦٨.١)كغم/م٣ للخرسانة ذات نسبة خلط (سمنت:ركام) مساوية لـ (٦:١).

٣-٣ الامتصـــــاص

يوضح الشكل رقم (٦) أن الامتصاص للماء للكتل المصنعة من الخرسانة الخالية من الركام الناعم بنسبة خلط (٥:١) كان أقل منه للكتل المصنعة من الخرسانة الخالية من الركام الناعم بنسبة خلط (٦:١) وكذلك للكتل المصنعة في المعمل، كما يظهر هذا الشكل ان الكتل الحاوية على خرسانة بوليميرية كانت ذات امتصاص للماء اقل من الكتل الاخرى وهذا يظهر تأثير اضافة البوليمر في انخفاض المسامية داخل خرسانة تلك الكتل وكذلك انشاء غشاء بوليميري داخل هيكل الخرسانة مما أدى الى قلة الامتصاص للماء.

ISSN 1813-7822

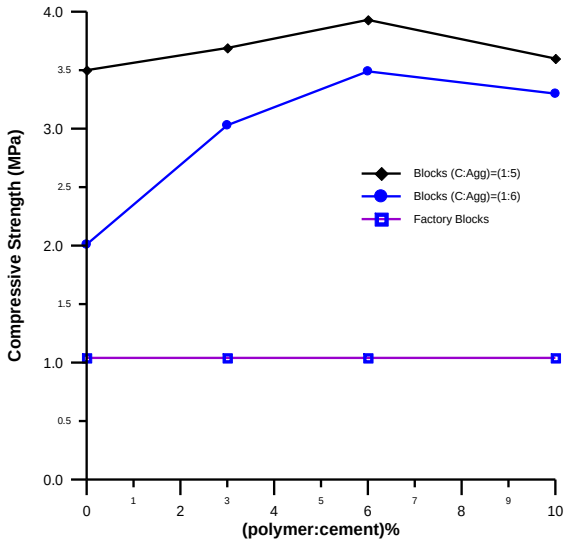


شكل رقم (٦) مقارنة بين الامتصاص للماء لجميع انواع الكتل الخرسانية

٤-٣ مقاومة الانضغاط بعد التعرض لدرجات الحرارة العالية نسبياً

أظهرت النتائج ان الكتل الخرسانية المجوفة الحاوية على البوليمر اعطت نتائج اعلى من مثيلاتها غير الحاوية على البوليمر، كما ان الكتل ذات المحتوى الاعلى من السمنت اعطت قيماً اعلى لمقاومة الانضغاط بعد التعرض لدرجات الحرارة العالية نسبياً، وهذا يرجع الى ان الهيكل الداخلي للخرسانة المصنعة منها تلك الكتل كان اقوى بوجود محتوى اعلى من السمنت وان اضافة البوليمر وبنسب (٣% و ٦%) قد ادى الى تكوين غشاء بوليميري قوي عمل على تجسير الفجوات والتشققات الشعرية داخل الهيكل الخرساني للكتل مما ادى الى زيادة قوة الهيكل الخرساني الداخلي، مما ادى الى زيادة قوة التحمل للكتل بعد تعرضها الى درجات حرارة عالية نسبياً.

لقد ابدت الكتل المصنعة من الخرسانة التقليدية (المصنعة في المعمل) مقاومة انضغاط بعد التعرض لدرجات الحرارة العالية نسبياً اقل من الكتل الاخرى، وكما هو موضح في الشكل رقم (٧).



شكل رقم (٧) العلاقة بين مقاومة الانضغاط بعد التعرض الى درجات الحرارة العالية نسبياً ونسبة الـ (بوليمر:سمنت) لجميع انواع الكتل الخرسانية

٥. الاســـــتنتاجات

١. انتاج جديد لكتل خرسانية بوليميرية مجوفة لم يتم استخدامها سابقاً في الاعمال الانشائية ولم نجد مثيلها في المؤلفات المصدرية.

٢. تبين النتائج زيادة ملحوظة في مقاومة الانضغاط بعمر (٤١) يوم بنسبة (١٢.٦٩%) للخرسانة بنسبة خلط (سمنت:ركام) مساوية لـ(١:٥) والحاوية على البوليمر بنسبة (٦%) عن الكتل المصنعة من الخلطات المرجعية، و (١٣٢%) عن الانتاج التقليدي للكتل (في المعمل)، في حين كانت نسبة الزيادة لنفس العمر (٤٣.٨١%) للخرسانة

بنسبة خلط (سمنت:ركام) مساوية لـ(١:٦) والحاوية على البوليمر بنسبة (٦%) عن الكتل المصنعة من الخلطات المرجعية، و (٤٦.٢٣%) عن الانتاج التقليدي للكتل (في المعمل) وذلك بسبب الدورالايجابي للبوليمر في رص وتجانس الخلطة الخرسانية، وكذلك بسبب تجسير الفجوات والتشققات الشعرية التي يقوم بها غشاء البوليمر.

٣. ظهر من النتائج أن نوع الفشل للكتل المصنعة من الخرسانة الخالية من الركام الناعم والحاوية على البوليمر كان مطيلياً ولم يشهد تكسراً فجائياً أو تهشمات متفرقة كما ظهر في نماذج الكتل المصنعة من الخرسانة المرجعية أو نماذج الانتاج التقليدي.

٤. اظهرت النتائج زيادة كثافة الكتل الخرسانية البوليميرية عن مثيلاتها المرجعية بسبب الرص والتجانس بفعل البوليمر وتبقى قيمتها مساوية لكثافة الكتل التقليدية.

٥. تبين أن نسبة (الركام:السمنت) مساوية لـ(١:٥) مع نسبة (بوليمر:سمنت) تساوي (٦%) أعطت احسن النتائج خلال هذا البحث.

٦. من خلال نتائج هذا البحث ظهر أن نسبة (بوليمر:سمنت) مساوية لـ (١٠%) غير مناسبة تماماً لانتاج الكتل الخرسانية من ناحية صفات الخرسانة الطرية، وكذلك من ناحية خواص الخرسانة المتصلبة، فلقد ظهر وجود تدهور في مقاومة الانضغاط عند هذه النسبة. اضافة الى ذلك فان اسلوب انتاج الكتل في المعامل التقليدية لا يناسب استخدام نسبة عالية من البوليمر، فعند هذه النسبة يعمل هذا البوليمر كمادة مزيتة تحتاج وقتاً لاكمال التصلب لا يتناسب وسرعة انتاج الكتل الخرسانية لاغراض انتاجية.

٧. أوضحت النتائج ان اضافة البوليمر الى الكتل الخرسانية المجوفة والمصنعة من الخرسانة الخالية من الركام الناعم ادى الى قلة في الامتصاص للماء لتلك الكتل وعند تعرضها الى درجات حرارة عالية نسبياً، أبدت تلك الكتل زيادة في مقاومة الانضغاط عن الكتل الخرسانية المجوفة المصنعة من الخرسانة الخالية من الركام الناعم والكتل المصنعة من الخرسانة التقليدية.

٦. المصـــــــادر

1. Short, A., and Kinniburgh, W., *"**Lightweight Concrete"***, Applied Science Publishers Ltd., London, 3rd Ed, l978.

2. السامرائي، مفيد عبدالوهاب، وعبود، عبدالمحسن، ***"إستعمال الخرسانة الخالية من الرمل في الأعمال الإنشائية"***، وزارة الإسكان والتعمير، المركز القومي للمختبرات الإنشائية، ١٩٨٣، ص١-١٨.

3. Neville, A. M., and Brooks, J. J., ***"Concrete Technology"***, Longman Scientific and Technical, U.K., 6th Ed, 1995.

4. ACI Committee 548, ***"Guide for the Use of Polymers in Concrete"***, ACI Manual of Concrete Practice Part5-1990, ACI Publication, 1990.

5. Sauer, J. A., Nawy, P. F., and Cook, C., ***"Strength Improvements in Mortar and Concrete by Addition Epoxies"***, IV International Conference on Materials Technology, Caracas, Venezuela, June-July. 1975, pp. 802-809.

6. المواصفات العراقية/٥، ***"السمنت البورتلاندي"***، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، بغداد ١٩٩٩، صفحة ٨.

7. British Standard Institute BSI, B.S.6073: Part 1:1981, ***"Precast Concrete Masonry Units: Specification for Precast Concrete Masonry Units"***.

8. Folic, R. J., and Randonjanin, V. S., ***"Experimental Research on Polymer Modified Concrete"***, ACI Material J., May-June., 1998, pp. 463-469.

ISSN 1813-7822

9. Al-Hadithi, Abdulkader Ismail, ***"Properties and Behaviour of No-Fines Polymer Concrete"***, M.Sc. Thesis, Department of Civil Engineering, University of Al-Anbar, Al-Anbar, Iraq, September, 2000. 75pp.

ISSN 1813-7822

ملحـــق رقـــم (١)

CONSTRUCTION CHEMICALS

CHEMICO

CHEMOBOND SBR

Water resistant polymer bonding agent

USES

For bonding old concrete to new concrete, floor topping, renderings & screeds; repair of damaged and spalled concrete; bonding of tiles; filling of large cracks; waterproof renders to tanks, basements & swimming pools; production of polymer modified concrete & mortars.

ADVANTAGES

Simple to Use:	Single component, simply added to mixing water.
Improves Bonding:	Provides extremely good bonding to concrete.
Water Proofing:	Reduce permeability and Provides waterproof screeds, renders and slurries.
Water Resistant:	Could be used in contact with water in tanks and swimming pools ...etc.
Increases Strength:	Improves mechanical properties of cementitious mixes.

PROPERTIES

General:

Appearance	White liquid
Specific Gravity	1.01 at 20° C

Mechanical characteristic: Improvements in mechanical properties depend to a great extent on the mix design and polymer content. In general, mixes containing CHEMOBOND SBR show increased flexural, tensile, compressive and adhesion strength.

Chemical resistance: The addition of CHEMOBOND SBR to cementitious mixes reduces permeability and therefore helps reduce the rate of attack by aggresin chemicals.

INSTRUCTION FOR USE

Preparation

All surfaces should be clean and sound with a good mechanical key. Remove all dust, plaster, oil paint, grease, corrosion deposits, and any other deleterious substances. Saturate surface with water, then brush off any excess.

Priming

All surfaces must be primed with a bonding coat of: 1 Volume CHEMOBOND SBR to 1 Volume water to 3 Volumes cement.

The topping must be applied on to the wet slurry. The primer must not be allowed to dry.

ISSN 1813-7822

Mix designs:

1. Bonding of slip bricks, tiles, marbles ...etc.

Cement	50 Kg
Sand	100 Kg
CHEMOBOND SBR	12 Liters
Water*	3-4 Liters

2. Patching & repair mortar

Cement	50 Kg
Sand	125 Kg
CHEMOBOND SBR	10 Liters
Water*	5-10 Liters

3. Floor screeds

Cement	50 Kg
3-6 mm gravel chips	75 Kg
Sand	75 Kg
CHEMOBOND SBR	10 Liters
Water*	5-10 Liters

4. Waterproof renders

Cement	50 Kg
Sand	150 Kg
CHEMOBOND SBR	10 Liters
Water*	5-10 Liters

* The level of added water in the mix designs may need adjusting to achieve the required consistency. In general water content should be kept to the minimum necessary.

Curing:

Thorough curing is essential on all exposed surfaces. The use of CHEMOCURE liquid. Membrane will provide the required protection. Other curing methods such as water misting, polythene sheeting and similar techniques are also suitable.

STORAGE

Shelf life: 12 months in its original packaging, protect from extremes of temperature.

PACKAGING

5,10, and 20 Liters containers

TECHNICAL SERVICE

The ***CHEMICO*** technical service department is available to assist you in the correct use of our products and its resources are at your disposal entirely without obligation.

CHEMICO

CONSTRUCTION CHEMICALS

NOTE: The information presented herein is based on the best of our knowledge and expertise and every effort is made to ensure its reliability. Although all the products are subject to rigid quality tests and are guaranteed against defective materials and manufacture, no specific guarantee can be extended because results depend not only on quality but also on other factors beyond our control.

All products are sold subject to our standard conditions of sales, which can be made available on request