Journal of Alasmarya University: Basic and Applied Sciences
Vol. 6, No. 5, December 2021, Special Issue for Forth Conference on Engineering Science and Technology (CEST-2021)
مجلة الجامعة الأسمرية: العلوم الأساسية والتطبيقية
المجلد 6 ،العدد 5، ديسمبر 2021، عدد خاص بالمؤتمر الرابع للعلوم الهندسية والتقنية (CEST-2021)

تحسين بعض خواص الخرسانة الاسمنتية باستخدام البوليمر

أيمن هدية الكوت[1]*، مختار معمر ابوراوي[2]

[1]*قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، الجامعة الاسمرية الاسلامية، زليتن، ليبيا، a.elkut@asmarya.edu.ly
[2] قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا، aburawi2050@yahoo.com

الملخص

الخرسانة البوليميرية هي مادة مركبة تتكون من الركام والمادة المالئة والمادة الرابطة البوليميرية، عن طريق استبدال الإسمنت الهيدروليكي للخرسانة التقليدية براتنجات بوليميرية. تتميز خرسانة البوليمر بالعديد من المزايا مقارنة بخرسانة الإسمنت البورتلاندي مثل: التصلب السريع والمقاومة العالية ومقاومة محسنة للمواد الكيميائية إلخ. يمكن تصنيف مركبات بوليمر الخرسانة إلى الخرسانة البوليمرية والخرسانة الاسمنتية البوليمرية والخرسانة المشبعة بالبوليمر، ومن بينها الخرسانة البوليمرية المعروفة بتطبيقاتها الهيكلية المتنوعة. هذه الاستخدامات أيضاً تم تطبيقها باستخدام خرسانة البوليمر المعدل. تركزت بعض الابحاث على مدى العقدين السابقين بدراسة امكانية استخدام البوليمرات في الخرسانة، حيث ان اضافة البوليمرات للخرسانة الاسمنتية كانت تحظى باهتمام قليل في السنوات الماضية مقارنة بالحجم الكبير لتطبيقات الخرسانة البوليميرية والمثيرة جداً للاهتمام في الوقت الحاضر. تأتي أهمية هذه الدراسة في إمكانية استخدام البوليمرات لإنتاج خرسانة متطورة بمواد محلية الصنع، حيث وجد ان اضافة مادة البوليمر لها الاثر الايجابي في تحسين وزيادة المتانة والمقاومة وبعض الخواص الفيزيائية الأخرى مقارنة بالخلطات الخرسانية التقليدية والتي لا تحتوي على البوليمر. تتلخص نتائج هذه الدراسة إمكانية إضافة البوليمر للخرسانة الاسمنتية لتحسين التشغيلية والخواص الميكانيكية لعدد من الخلطات. كما أظهرت هذه الدراسة نتائج مهمة يمكن الاعتماد عليها في تطوير صناعة الخرسانة البوليميرية باستخدام المواد المحلية.

الكلمات الدالة:

التشغيلية.

خرسانة بوليمرية.

مقاومة الضغط.

* *البريد الإلكتروني للباحث المراسل: a.elkut@asmarya.edu.ly*

1. المقدمة

تعتبر الخرسانة من المواد الرئيسة في البناء، ومع تطور الاساليب المتبعة في إنتاجها بشكل كبير اصبحت الاكثر استخداماً في صناعة التشييد بالمقارنة مع المواد الانشائية الاخرى. كما أن تطور صناعة هذه المادة شمل أيضاً تحسين خواصها الطرية والمتصلبة، وذلك بإضافة بعض الاضافات الطبيعية والكيميائية وعلى سبيل المثال البوليمرات وفق المواصفة الأمريكية رقم 548. البوليمرات مادة قابلة للذوبان والانتشار في الماء، وتستخدم كمضاف اثناء عملية الخلط [1]. تعمل البوليمرات كمنشط لعمليات إماهة الاسمنت وتكوين شبكة بوليميرية مستمرة خلال البنية الإنشائية للخرسانة [2]. كما تعمل البوليمرات على تحسن خواص الخرسانة الاعتيادية بتقليل حجم الفراغات وزيادة قوة الترابط بين مكوناتها [4,3]. تم

ISSN: 2706-9524 (Print) ISSN: 2706-9532 (Online)

اكتشاف خرسانة البوليمر في عام 1970، وأصبحت مواد انشائية سائدة الاستخدام في اليابان وأوروبا وفي عام 1980 انتشر استخدامها في الولايات المتحدة الأمريكية [5].

استخدمت الخرسانة البوليميرية في أعمال صيانة وترميم الخرسانة الاسمنتية وفي إنتاج خرسانة أنابيب الصرف الصحي وخرسانة حمامات السباحة وقنوات التصريف وبطبقات رقيقة لتغطية الأرضيات والجسور والخرسانة المعرضة للظروف القاسية على سبيل المثال التربة الملحية. تركزت بعض الابحاث على مدى السنوات ال 25 الماضية بدراسة امكانية استخدام البوليمرات في الخرسانة.

البوليمر (Polymer) كلمة لاتينية مكونة من مقطعين (Poly) وتعني متعدد، و(mer) وتعني الجزء، أي أنها تعني متعدد الأجزاء. إن حبات البوليمر كبيرة تتكون من جزيئات صغيرة مرتبطة مع بعضها البعض بروابط كيميائية [6]. إن مفهوم تطوير البوليمر للخرسانة والعجينة الإسمنتية ليس حديثاً، ففي عام 1932 ظهر هذا المفهوم لأول مرة بواسطة Cresson [7] استخدامه كمواد طلاء للطرق، وكان متكون من مستحلبات المطاط الطبيعي (Latexes Natural Rubber) والإسمنت كمادة مالئة (Filler). بدأت الأبحاث الجديدة منذ تلك الفترة تتجه نحو تطوير هذه المادة في مجال الخرسانة والعجينة المطورة بالبوليمر حتى أصبحت مادة فعالة في إنتاج الخرسانة في عدة دول منذ سبعين سنة أو يزيد، ونتيجة لذلك تم تطوير العديد من الأنظمة الفعالة للخرسانة المطورة بالبوليمر واستخدمت بصورة مستمرة في تطبيقات الصناعة الإنشائية.

خواص خرسانة البوليمر المعدل (Polymer Concrete Modified) في حالتها الطرية والمتصلبة كانت محور دراسة قام بها Ioana ION وآخرون [8]، حيث أستخدم في هذه الدراسة ثلاثة أنواع من البوليمر: (Resin Epoxy) والبلوريتين والمثيلسلولوز بنسب مختلفة ونسبة الماء للإسمنت كانت أيضاً مختلفة، حيث استهدفت الدراسة تحسين القابلية التشغيلية والانسيابية للخلطات في حالتها الطرية، وكذلك الخواص الميكانيكية في حالتها المتصلبة. وخلصت هذه الدراسة إلى أن الخلطات التي تحتوي على 10% من (Resin Epoxy) حققت نتائج أفضل بالنسبة للتشغيلية وسجلت قيم عالية في اختبار الهبوط. واستخدام النسب المنخفضة من البوليمر لم تظهر أي نتائج مهمة في هذه الدراسة.

قام Benture [9] بدراسة تأثير نسبة الماء للإسمنت، ومحتوى الهواء والمعالجة الحرارية على مواصفات تركيبات الإسمنت المطور بالبوليمرات الشبكية المستحلبة، باستخدام البوليمرات الشبكية المستحلبة ومن الأنواع الأتية (Acrylic-styrene-butadine and Saran). تمت دراسة منحنيات العلاقة بين الحمل والانحراف ومعايير الكسر ومقاومة الضغط، ونسبة الفراغات والإسمنت ونسبة الماء غير المتبخرة، ونتائج البحث توصل إلى أن البوليمرات الشبكية Acrylic-styrene-butadiene زادت من قيمة معايير الكسر ولم تسبب زيادة في قيمة مقاومة الضغط والشد. بينما بوليمرSaran سبب زيادة في قيم كل من مقاومة الضغط والشد ومعايير الكسر، غير أن مقدار الزيادة في قيمة معايير الكسر كانت أعلى من مقاومة الشد.

دراسة معملية قام Folic وRadonjanin [10] حيث أجرى اختبارات على 180 نموذج خرساني مختلف في الحجم والشكل. ومن ضمن هذه الخواص التي تمت دراستها مقاومة الضغط ومعايير الكسر. وجد الباحثان أن التغيرات في قيمة معايير الكسر تعتمد على كمية البوليمر المستخدم. حيث وجد أن النسبة بين مقاومة الشد ومقاومة الضغط تزداد بزيادة كمية البوليمر المضاف. العينات التي تحتوي على نسبة البوليمر للإسمنت 5% و7.5% حققت نسبة زيادة في معايير الكسر بنسبة 24% و29% على التوالي بالمقارنة مع العينات المرجعية.

تم البحث بشكل واسع عن البوليمرات لاستخدامها في خرسانة الإسمنت البورتلاندي البوليمرية من خلال العديد من الدراسات والأبحاث التي أجريت على هذا النوع من الخرسانة، من أجل رفع مقاومة الشد للعجينة الإسمنتية والخرسانة، حيث قام J. A. Sauer وأخرون [11] إجراء سلسلة من التجارب بإضافة (Resin Epoxy) إلى العجينة الإسمنتية والخلطات الخرسانية، في هذه الدراسة أجريت اختبارات مقاومة الضغط والشد لمعرفة تأثير محتوى (Epoxy) ، لقد تم التوصل عملياً بأن إضافة 15% بالوزن من وزن العجينة للخرسانة يؤدي إلى زيادة كل من مقاومة الشد ومقاومة الضغط.

الإضافات البوليمرية وتأثيرها على خواص الخرسانة أو العجينة الإسمنتية المطورة، ومن ضمنها شبكيات الـSBR من ضمن الخواص التي تتأثر بإضافة البوليمر هي مقاومة الخرسانة، فقد أوضح Ohama[12] أن هنالك تطوراً ملحوظاً في مقاومة الانحناء والشد ولكن لا يوجد تحسن ملحوظ في مقاومة الضغط بالمقارنة مع الخرسانة الاعتيادية. كما عد 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 امتصاص هذه الخرسانة للماء يكون قليل جداً نظرا لمليء المسامات وسدها بغشاء البوليمر مما يؤدي إلى انخفاض في النفاذية لهذا النوع من الخرسانة [12].

2. البرنامج العملي

تم استخدام الإسمنت البورتلاندي العادي الذي أنتج من قبل مصنع لبدة للإسمنت (الخمس) وخواصه الفيزيائية مطابقة للمواصفات البريطانية BS812-1996 [13]. والجدول رقم 1 يوضح خواص الإسمنت البورتلاندي المستخدم والمتحصل عليها من معمل مصنع لبدة التابع للشركة الاهلية للإسمنت.

جدول 1. خواص الإسمنت البورتلاندي المستخدم

الاختبارات المعملية	النتائج
نسبة الماء القياسية	0.3
زمن الشك الابتدائي (ساعة)	3:25
زمن الشك النهائي (ساعة)	5:30
ثبات الحجم	1.00
مقاومة الضغط بعد 3 أيام (Mpa)	26
مقاومة الضغط بعد 28 يوم (Mpa)	44
الوزن النوعي	3.15
المساحة السطحية (gm/cm^2)	2977

تم توريد الركـــام الناعم من مدينة زليتن وهو عبـــارة عن رمل طبيعي خـــال من الشوائب ووزنه النوعي 2.64 وخواصه الفيزيائية والتحليل المنخلي للركام الناعم بالجدول رقم 2 مطابق للمواصفات البريطانية BS882:2002 [14].

جدول 2. التحليل المنخلي للركام الناعم وفق المواصفات البريطانية.

مقاس المنخل (mm)	وزن المحجوز (g)	الوزن التراكمي المحجوز (g)	النسبة المئوية للمحجوز (%)	النسبة المئوية المارة (%)	حدود المواصفات (BS.812:1992)
2.36	0	0	0	100	80 - 100
1.18	0	0	0	100	70 - 100
0.6	2.8	2.8	0.56	99.44	55 - 100
0.3	261.3	264.1	52.82	47.18	5 - 70
0.15	221.3	485.4	97.08	2.92	0 - 5
0.075	10.9	496.3	99.26	0.74	-
الوعاء	3.7	500	100	0	-

تم توريد الركام الخشن من منطقة العلوص غرب مدينة الخمس وهو عبارة عن ركام زاوي الشكل ومقاس اعتباري أكبر 10 مم، وزنه النوعي 2.61 ونسبة الامتصاص 2.71% والجدول رقم 3 يوضح نتائج التحليل المنخلي للركام الخشن حسب المواصفات البريطانية المعتمدة BS882:2002 [14].

جدول 3. التحليل المنخلي للركام الخشن وفق المواصفات البريطانية.

مقاس المنخل (mm)	وزن المحجوز (g)	الوزن التراكمي المحجوز (g)	النسبة المئوية للمحجوز (%)	النسبة المئوية المارة (%)	حدود المواصفات (BS.812:1992)
14	0	0	0	100	100
10	26.5	26.5	0.88	99.12	85-100
5	2459.1	2485.6	82.86	17.14	0-25
2.36	500.4	2986	99.54	0.46	0-5
الوعاء	13.6	2999.6	-	-	-

تم استخدام مستحلب البوليمر المعروف تجارياً باسم (polymer admixture 850) كمادة مضافة وبنسب مختلفة من وزن الاسمنت لإنتاج خرسانة البوليمر والجدول رقم **4** يبين مواصفات المادة المتحصل غليها من قبل الشركة المنتجة.

جدول 4. مواصفات البوليمر المستخدم

الخصائص	الوصف
اللون	سائل ابيض
الوزن النوعي	20^0c@1.03
محتوي المواد الصلبة في البوليمر	50%
الشكل أو المظهر	مستحلب
الخلط	يخلط مع الماء باي نسبة
التوافق	يمكن الاستخدام مع كل انواع الاسمنت البورتلاندي

3. الخلطة الخرسانية

استخدمت الخلطات الخرسانية الموضحة في الجدول رقم 5 والذي يبين كميات المواد المستخدمة لإنتاج متر مكعب، حيث تم تغيير نسبة البوليمر المضاف ونسبة الماء للإسمنت للحفاظ على النسبة تابته بين

الماء والمادة الرابطة المكونة من الاسمنت والبوليمر. في هذه الدراسة تم إضافة البوليمر بنسب مختلفة هي (0 و5 و7.5 و10%) من وزن الاسمنت إلى الخرسانة. تمت عملية الخلط والصب داخل معمل الخرسانة في قسم الهندسة المدنية بكلية الهندسة الخمس جامعة المرقب باستخدام خلاطة افقية سعتها 0.15م^3، بعد تحضير الاوزان المطلوبة لكل خلطة تم وضع كمية من الركام الناعم والإسمنت و كمية من الركام الخشن ثم تتم عملية الخلط الجاف لمدة نصف دقيقة للحصول غلي خلطة متجانسة القوام وبعد ذلك يضاف البوليمر ثم الماء الى الخليط مع استمرار الخلط بالخلاطة لحين الحصول على الخليط المتجانس (هنا تأخذ بعض العينات لإجراء اختبارات الخرسانة الطرية). تم صب الخرسانة في قوالب حديدية مكعبة بأبعاد 100 ملم على طبقتين وتم دمك كل طبقة بواسطة هزاز كهربائي ولمدة تقريبا ثابته تعتمد على نتائج قابلية التشغيل للخرسانة قبل الصب. بعد 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة بالمعمل تم فك القوالب وتقسيمها الي خمس مجموعات، المجموعة الاولي تمت معالجتها بالغمر في الماء حتى موعد الاختبار أي عند 7 أيام، والمجموعة الثانية تركت في الهواء حتى موعد الاختبار عند 7 أيام، والمجموعة الثالثة بالغمر في الماء لمدة 7 ايام ثم اخراجها في الهواء الي حين موعد الاختبار عند 28 يوم، والمجموعة الرابعة بالغمر في الماء الي موعد الاختبار عند 28 يوم، والمجموعة الخامسة تركت في الهواء الي موعد الاختبار عند 28 يوم والشكل رقم 1 يوضح بعض العينات بعد الفك.

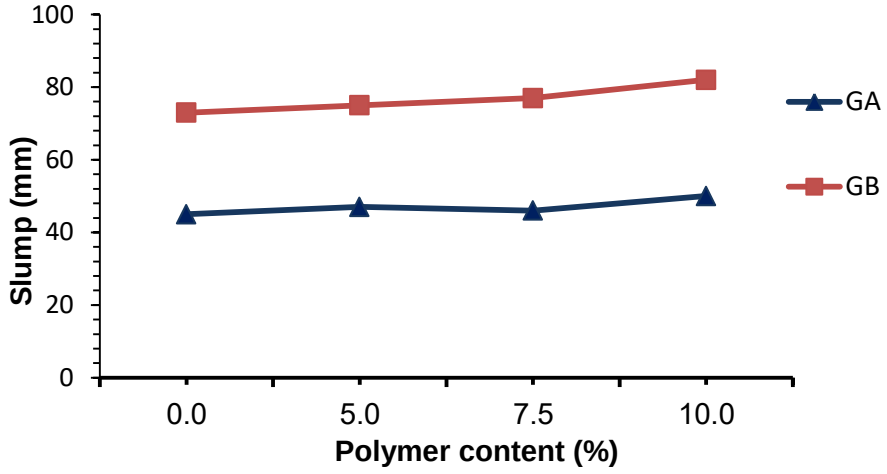
جدول 5. مكونات الخلطة الخرسانية للمجموعة الاولي والثانية

المجموعة	الخلطة	أسمنت كجم/م^3	الرمل كجم/م^3	الركام كجم/م^3	ماء لتر/م^3	بوليمر		W/C*	$\frac{(p+w)}{c}$
						نسبة الاضافة %	مستحلب البوليمر لتر/م^3		
GA	Ref-1	350	740	1110	140	0	0	0.4	0.4
	A1	350	740	1110	131.25	5	17.5	0.37	0.4
	A2	350	740	1110	126.88	7.5	26.85	0.36	0.4
	A3	350	740	1110	122.5	10	35	0.35	0.4
GB	Ref-2	350	740	1110	140	0	0	0.5	0.5
	B1	350	740	1110	131.25	5	17.5	0.47	0.5
	B2	350	740	1110	126.88	7.5	26.25	0.46	0.5
	B3	350	740	1110	122.5	10	35	0.45	0.5

*(w/c) = نسبة الماء الي الاسمنت. **(p+w/c) = نسبة الماء مع البوليمر الي الاسمنت.

4. النتائج والمناقشة

الشكل رقم 1 يوضح تأثير إضافة البوليمر على مقدار الهبوط للخرسانة الطرية. حيث يلاحظ أن إضافة البوليمر له تأثير في زيادة مقدار الهبوط بشكل بسيط، حيث وجد أن مقدار الهبوط يتراوح بين 45 و50 مم في المجموعة الأولي GA. ويتراوح بين 73 و82 مم في المجموعة الثانية GB. حيث كانت قيمة الهبوط للخلطة التي تحتوي على بوليمر 10% يزيد بنسبة 10.9 و10% عن مقدار الهبوط في الخلطات القياسية.



شكل 1 مقدار الهبوط

لاختبار مقاومة الضغط تم استخدام قوالب مكعبة معدنية مقاس 100×100×100 مم، ولاختبار مقاومة الانحناء تم استخدام كمرات ابعادها 100×100×400 مم، قبل اعداد وصب القوالب تم تنظيفها وطلائها بطبقة رقيقة من الزيت وذلك لمنع التصاقها بالخرسانة لسهولة فك القوالب في اليوم التالي، تم إجراء الاختبارات وفقا للمواصفات البريطانية BS1881:Part116:1983 [15] على 3 عينات بعد 7 أيام و3 عينات أخرى بعد 28 يوم وذلك لمعرفة مقاومة الخرسانة المتصلبة للضغط.

الجدول رقم 6 يوضح نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للضغط عند 7 و28 يوم. حيث تزداد مقاومة الضغط بشكل ملحوظ مع زيادة نسبة البوليمر إلى حد معين والسبب في زيادة المقاومة يعود إلى أن استخدام البوليمر رافقه انخفاض في نسبة الماء إلى الإسمنت وهذا يعود بالشكل الإيجابي على مقاومة الخرسانة، حيث أن مقاومة الخرسانة للضغط تتناسب عكسياً مع نسبة الماء للإسمنت في الخلطة [9].

تبين الأشكال رقم 3 و4 تأثير نوع المعالجة على مقاومة الخرسانة للضغط بعد المعالجة المختلفة عند 7 و28 يوم. حيث بينت النتائج زيادة في مقاومة الخرسانة للضغط مع مرور زمن المعالجة ونوع المعالجة. عند عمر 28 يوم أعطت عينات المجموعة الأولي GA المعالجة بالماء والهواء أفضل النتائج تليها تلك العينات المعالجة بالماء وتراوحت نسبة الزيادة ما بين 13 و3% مع مراعات أن نسبة البوليمر تحقق زيادة أكبر حيث كانت نسبة زيادة مقاومة الخرسانة للضغط في الخلطات A1 وB1 التي تحتوي على نسبة إضافة 5% بوليمر تزداد بنسبة 6.03 و4.72% عن مقاومة الخرسانة للضغط للمجموعتين GA وGB علي التوالي.

جدول 6. نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للضغط

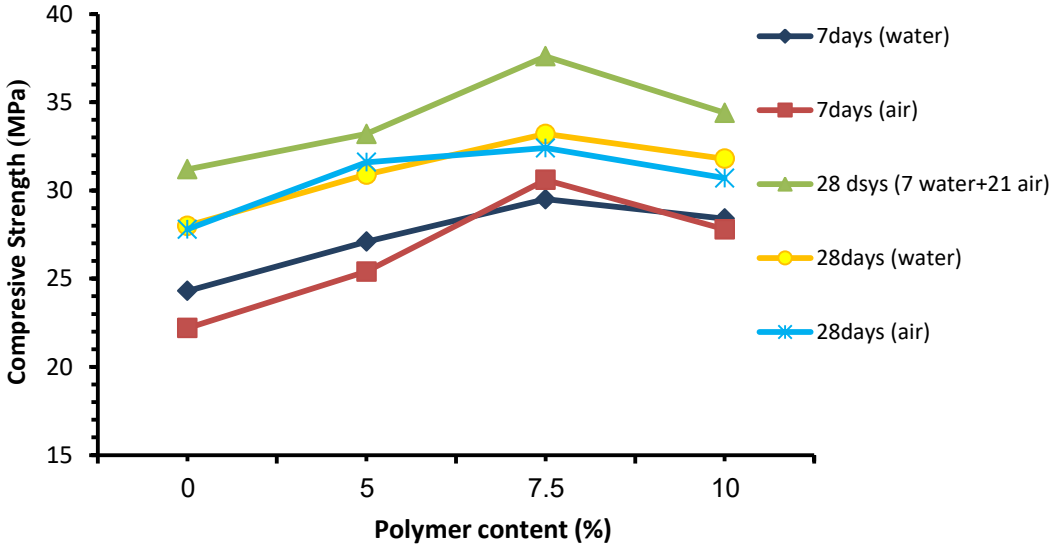
المجموعة	الخلطة	نسبة إضافة البوليمر%	مقاومة الخرسانة للضغط MPa				
			7 أيام معالجة ماء	7 أيام معالجة هواء	28 يوم 7 أيام معالجة بالماء و21 يوم هواء	28 يوم معالجة ماء	28 يوم معالجة هواء
GA*	Ref-1	0	24.3	22.2	31.2	28.0	27.8
	A1	5	27.1	25.4	33.2	30.9	31.6
	A2	7.5	29.5	30.6	37.6	33.2	32.4
	A3	10	28.4	27.8	34.4	31.8	30.7
GB*	Ref-2	0	20.1	19.2	26.2	25.4	24.3
	B1	5	21.6	19.7	27.5	28.3	27.6

29.1	31.5	30.2	21.8	23.0	**7.5**	**B2**
27.3	29.7	30.1	22.3	24.5	**10**	**B3**

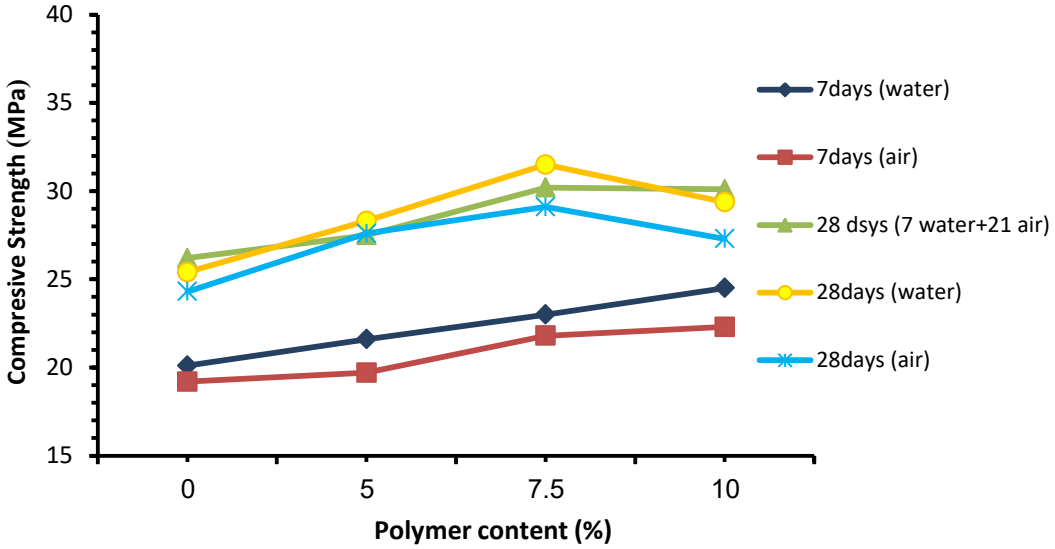
*GA تعني مجموع الخلطات التي تحتوي علي نسبة (w/c=0.4) ، *GB تعني مجموع الخلطات التي تحتوي علي نسبة (w/c=0.5)

شكل 2 جهاز اختبار مقاومة الضغط

وكانت نسبة زيادة مقاومة الضغط للخلطات A2 وB2 التي تحتوي على نسبة إضافة 7.5% بوليمر تزداد بنسبة 17.02 و13.24% عن مقاومة الضغط للخلطات القياسية للمجموعتين GA وGB على التوالي. وكانت نسبة زيادة مقاومة الضغط للخلطات A3 وB3 التي تحتوي على نسبة اضافة 10% بوليمر تزداد بنسبة 12.95 و9.30% عن مقامة الضغط للخلطات القياسية للمجموعتين GA وGB على التوالي.
وهذا ما أكد عليه الباحث Ohama [12] 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 امتصاص هذه الخرسانة للماء يكون قليل جدا نظراً لمليء المسامات وسدها بغشاء البوليمر مما يؤدي إلى انخفاض في النفاذية لهذا النوع من الخرسانة.



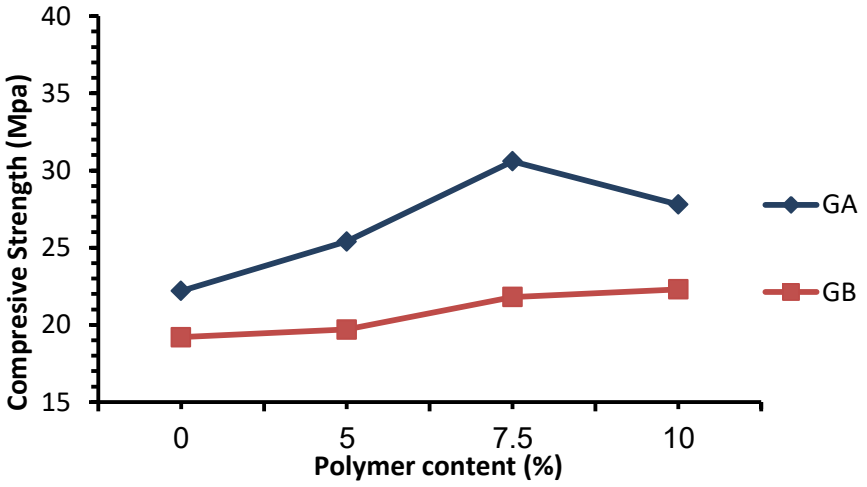
شكل 3 تأثير نوع المعالجة على مقاومة الخرسانة للضغط GA



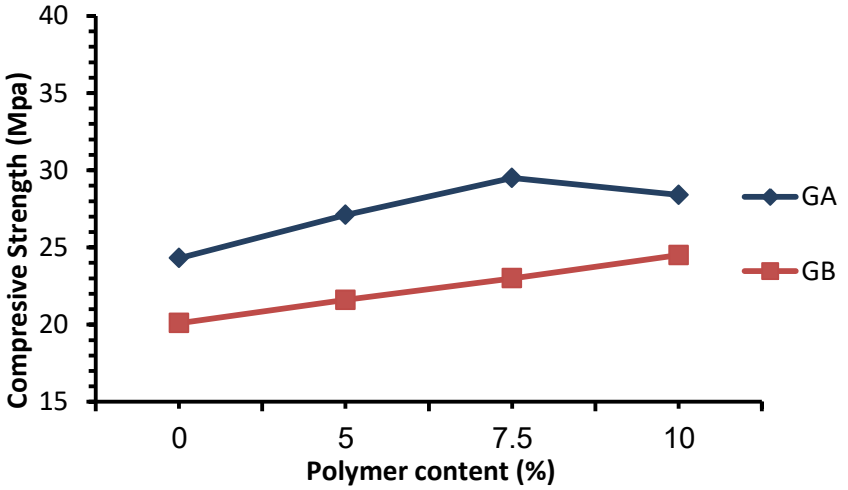
شكل 4 تأثير نوع المعالجة على مقاومة الخرسانة للضغط GB

تبين الأشكال من 5 إلى 9 تأثير إضافة البوليمر على مقاومة الضغط للخرسانة عند 7 و28 يوم، النتائج تبين أن مقاومة الضغط تزداد بشكل ملحوظ مع زيادة نسبة البوليمر، حيث لوحظ في عمر 28 يوم معالجة في الماء والهواء ونسبة 7.5% من مستحلب البوليمر المضاف بلغت نسبة الزيادة 17.02 و13.25% للمجموعتين GA وGB على التوالي مقارنة بالخلطات المرجعية. والسبب في زيادة مقاومة الضغط يعود إلى أن استخدام البوليمر المضاف رافقه انخفاض في نسبة w/c وهذا يعود بالشكل الإيجابي علي مقاومة الخرسانة حيث تتحسن المقاومة للخرسانة مع انخفاض نسبة w/c. وهذا يتفق مع الاستنتاج الذي أوضحه

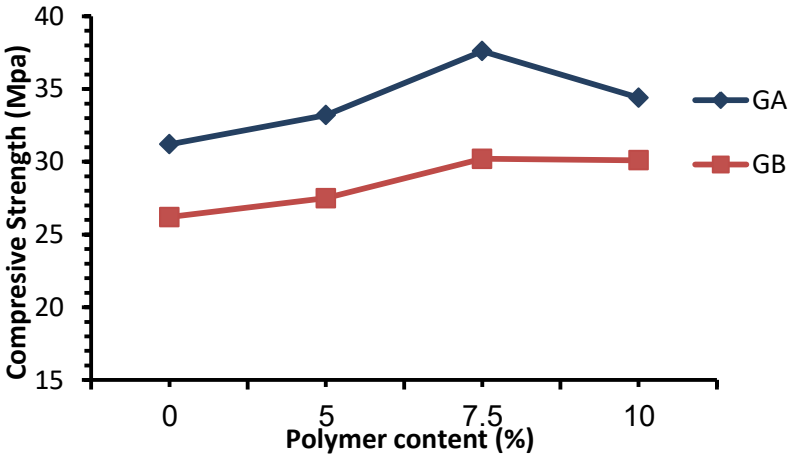
الباحثين ومضمونه بأن البوليمر المضاف لتطوير الخلطات الخرسانية يعمل عمل الملدن بخفض نسبة الماء إلى الإسمنت [5-8].



شكل 5 تأثير w/c *على مقاومة الضغط عند 7 أيام معالجة في الهواء*

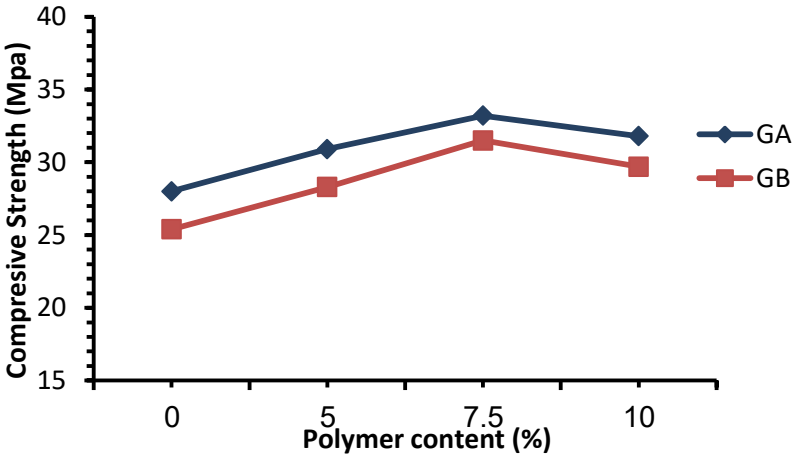


شكل 6 تأثير w/c *على مقاومة الضغط عند 7 أيام معالجة في الماء*

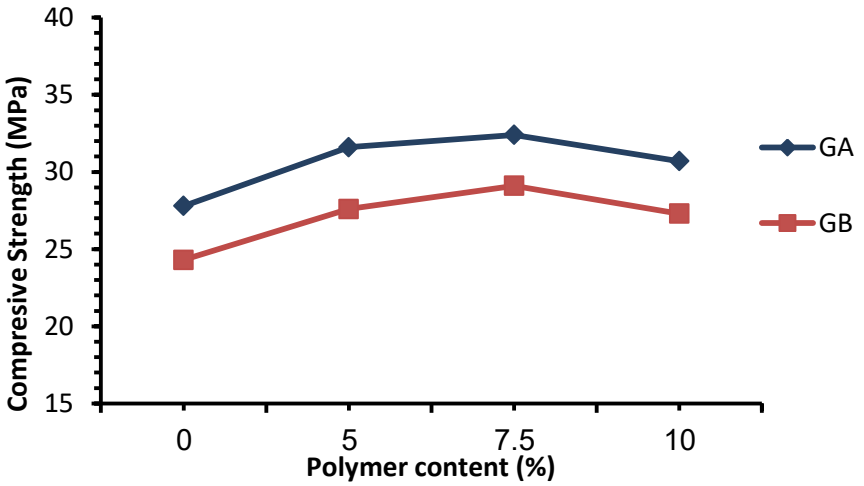


شكل 7 تأثير w/c *على مقاومة الضغط عند 7 ايام معالجة في الماء و21 يوم في الهواء*

ومن خلال الأشكال يتضح أن التطور في مقاومة الخرسانة للضغط لخلطات المجموعة الأولي GA مع مرور وقت المعالجة وبزيادة نسبة البوليمر في الخرسانة يؤدي إلى تكوين شبكة ثلاثية الأبعاد ومن نواتج عملية البلمرة مكونة غشاء يزيد من نظام الربط نتيجة للمواصفات الجيدة لهذا النوع من البوليمر الذي يسهم في عملية ملئ جزئية الفراغات ضمن هيكل الخرسانة، وتعمل عمل المادة المزيتة كالمضافات اللدنة التي تقلل من الاحتكاك بين حبيبات الركام مؤدياً إلى زيادة الكثافة وتحسين مقاومة الضغط. أما عند زيادة نسبة w/c في المجموعة الثانية GB نتج انخفاض في قيمة مقاومة الضغط ويعود ذلك للعلاقة العكسية بين زيادة نسبة الماء إلى الإسمنت ومقاومة الخرسانة للضغط[9].



شكل 8 تأثير w/c *على مقاومة الضغط عند 28 يوم معالجة في الماء*



شكل 9تأثير w/c *على مقاومة الضغط عند 28 يوم معالجة في الهواء*

5. الاستنتاجات

من خلال النتائج المتحصل عليها من الاختبارات المعملية وبعد مناقشة النتائج يمكننا الوصول إلى الاستنتاجات التالية:

لا يوجد تأثير ملحوظ بسبب زيادة نسبة البوليمر على تشغيلية الخرسانة، ربما ذلك نتيجة لتقليل كمية الماء المضاف كلما زادت نسبة البوليمر في الخلطة. كما ان نتائج مقاومة الضغط تحسنت بالنسبة للعينات التي تمت معالجة بالماء لمدة 7 أيام ثم تركت في الهواء لمدة 21 يوم مقارنة بالمعالجة بالماء فقط أو الهواء فقط لنفس المدة الزمنية. زيادة نسبة البوليمر المضاف للخرسانة زادت من مقاومتها للضغط، إلا أن هذا التأثير ليس بالمهم في عمر سبعة أيام، ومن الممكن خلال الفترات الزمنية الطويلة تزداد هذه القيم بما يحقق المزيد من المقاومة الإضافية للعناصر الإنشائية وخاصة بما يتعلق بالتأثير الإيجابي لمادة البوليمر علي خواص الخرسانة. توصى الدراسة بضرورة إجراء المزيد من الأبحاث لمعرفة تأثير إضافة البوليمر علي خرسانة الأجواء الحارة، وتأثير خرسانة البوليمر على زيادة الترابط مع حديد التسليح.

الشكر والتقدير

أتقدم بجزيل الشكر وفائق التقدير والاحترام إلى كافة أعضاء هيئة التدريس بكلية الهندسة جامعة المرقب وكلية الهندسة الجامعة الأسمرية الإسلامية بصفة عامة، وبقسم الهندسة المدنية خاصة، وأتقدم أيضاً بالشكر إلى كل من ساهم معي بأية معلومة أو عمل أو مساعدة في سبيل إتمام هذه الدراسة من أساتذة ومهندسين، وكذلك أتقدم بالشكر والعرفان للعاملين بمصنع العوارض الخرسانية، والعاملين بمعمل خواص المواد والخرسانة بكلية الهندسة الخمس، لهم مني جزيل الشكر والعرفان. وكما لا يفوتني أن أتقدم بجزيل الشكر إلى الأستاذ الفاضل مصعب الحوات والدكتور نورالدين الطوير لهم الفضل في تقديم يد المساعدة.

المراجع

[1]. Abood Abdul _ Satar "Reducing Cement Content in Concrete Mix By Using Super plasticizer "MSc thesis, University of Technology. 1986.

[2]. إبراهيم أحمد الجميلي ، بيان سالم النعمان ، عبد القادر إسماعيل الحديثي " الخرسانة البوليمرية الخالية من الركام الناعم وخواصها الميكانيكية " المجلة العراقية للهندسة المدنية أيلول-2001 ، ص 57 الى ص73 .

[3]. Letif , Alaa' "A study on the Properteies of Polymer – Modified Concrete "MSc thesis – Civil Eng – University 0f Basrah 1998 .

[4]. Steinbery , M ; "Polymers in Concrete , " Int Symposium , Sp – 40 , ACI , Detriot , 1973,PP. 1- 3.

[5]. عبد القادر الحديثي ، إسماعيل ذاكر ، طارق علي نجم، خالد بتال " سلوك القباب المصنعة من الخرسانة المحورة بالبوليمر والخالية من الركام الناعم " المجلة العراقية الهندسية – السنة السابقة– العدد الثامن حزيران- 2007.

[6]. آدم ، كوركيس عبد آل و حسين ، علي كاشف الغطاء ، "تكنلوجيا وكيمياء البوليمرات" جامعة البصرة، 1983، 755 ص.

[7]. Cresson , L. , "Improved Manufacture of Rubber Road Faction , Rubber -Flooring, Rubber Tilling, or other Rubber Lining. British Patent, 191, 474,12 Jan. 1923.Cited from: "Ohama, Y. " Polymer – Based Admixtures" . Cement and Concrete Composites, J., 1998, 20: pp. 189 – 212.

[8]. Ioana ION, José BARROSO AGUIAR, Nicolae ANGELESCU, Darius STANCIU, "Properties of polymer modified concrete in fresh and hardened state", Advanced Materials Research Vol. 687 -2013، pp 204-212.

[9]. Benture, A.,"Properties of polymer latex-cement composites". The International J. of Cement Composites and Lightweight Concrete". 4(1) February,1982,pp.57-65.

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

[11]. 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.

[12]. Ohama , Y. " Polymer-based Admixtures". Cement and Concrete Composites J. 1998, 20:189-212

[13]. BS 12: 1996"Specification for Portland Cement". British Standards Institution, 389 Chiswik high road, London, W4 4AL, UK.

[14]. BS 882:2002 "Specification for aggregates from natural sources for concrete". British Standards Institution, 389 Chiswk high road, London, W4 4AL, UK, 2002.

[15]. BS EN 12390: Part3: (2009) "Method for determination of compressive strength of concrete cubes", British Standards Institution, 389 Chiswk high road, London, W4 4AL, UK, 2009.

Improving Some Properties of Cement Concrete Using Polymer

Ayman Elkut[1,*], Mokhtar Aburawi[2]
[1]*Faculty of Engineering, Asmarya Islamic Universitya.elkut@asmarya.edu.ly*
[2]*Faculty of Engineering, Elmergib University, aburawi2050@yahoo.com*

ABSTRACT

Polymer concrete is a composite material consisting of aggregate, filler and polymeric binder, by replacing the hydraulic cement of conventional concrete with polymeric resins. Polymer concrete has many advantages over Portland cement concrete such as: fast hardening, high resistance, improved resistance to chemicals etc. Polymer concrete compounds can be classified into polymer concrete, polymer cement concrete and polymer saturated concrete, among which polymer concrete is known for its diverse structural applications. These uses have also been applied using modified polymer concrete. Some research focused over the past two decades to study the possibility of using polymers in concrete, as the addition of polymers to cement concrete was given little attention in the past years compared to the large volume of applications of polymeric concrete, which is very interesting at the present time. The importance of this study comes in the possibility of using polymers to produce advanced concrete with locally made materials, as it was found that the addition of polymer has a positive effect in improving and increasing durability, resistance and some other physical properties compared to traditional concrete mixtures that do not contain polymer. The results of this study summarize the possibility of adding polymer to cement concrete to improve the operational and mechanical properties of a number of mixtures. This study also showed important results that can be relied upon in developing the polymeric concrete industry using local materials.

***Keywords**:*
Workability.
Polymer concrete.
compressive strength.

**Corresponding Author Email: a.elkut@asmarya.edu.ly*