

تأثير اضافة مادة البولي ايثيلين على خواص الخرسانة

فرج سالم حرشة وأبوشعفة أحمد عبدالصمد

كلية الهندسة التقنية، مسلاتة

مسلاتة - ليبيا

Farajhh99@gmail.com

المستخلص

دراسة ثأثير مادة البولي اثلين على خواص الخرسانة، وهذه المادة المضافة عبارة عن مادة بوليمرية على شكل حبيبات مستديرة تضاف الى الخرسانة، وذلك لغرض معرفة ما اذا كانت اضافة نسب هذه المادة لها ثأثير في تحسين خواص الخرسانة وأن تكون ذات مواصفات جيدة والغرض الأخر هو ما اذا كانت هذه المادة تساعد في الحصول على خرسانة أخف وزنا من الخرسانة العادية، ومن خواص مادة البولي اثلين له مقاومة التغيرات الحرارية وقابليته للامتصاص منخفضة جدا، وتم في هذا الدراسة تصميم خلطات خرسانية بالطريقة البريطانية وبنسبة ماء للاسمنت 0.55 والمواد المستخدمة ركام خشن نوع واحد وركام ناعم من محجر زليتن، بينما الاسمنت المستخدم اسمنت بروتلاندي عادي المورد من مصنع لبدة، ايضا تم في هذا البحث استخدام نسب 5% و 10% من مادة البولي اثلين في الخلطات الخرسانية، ومن النتائج المتحصل عليها بعد الاختبارات أنه كلما زادت نسبة مادة البولي اثلين كلما قلت مقاومة الضغط للخرسانة، وكانت النتائج المتحصل عليها عند استخدام 10% من مادة البولي اثلين أقل وزنا منها عند اضافة 5%.

ABSTRACT

Effect of polyethylene on the properties of concrete aims to whether the addition of percentages of polyethylene has an effect in improving the properties of concrete and to be of good specifications, and the other purpose is if this material helps to obtain lighter concrete than plain concrete, and the properties of polyethylene have resistance to thermal changes and its absorbability is very low, in this research, the concrete mixing was designed by the British method and with a water ratio of cement (W/C = 0.55) and the materials used are coarse aggregate of one type and fine aggregate from Zliten quarry, while the cement used is ordinary Portland cement - Lipda factory
Also used in this research percentages of 5% and 10% of polyethylene in concrete mixtures, and the results obtained after tests, that the higher the proportion of polyethylene, the lower the compressive strength of concrete, and the results obtained when using 10% of polyethylene less weight than cement to know the behavior of concrete when adding 5%

الكلمات الدلالية: البولي اثلين - خواص الخرسانة - الخرسانة العادية - قابلية الامتصاص - ركام خشن - ركام ناعم - خلطات خرسانية.

Keywords: Polyethylene - properties of concrete – plain of concrete – absorption – coarse aggregate, fine aggregate - concrete mixtures.

1. المقدمة

تعتبر الخرسانة مادة من صنع الانسان حيث أنها استخدمت في معظم المباني والمنشآت الهندسية المختلفة وذلك لإمكانية التحكم في خواصها ونوعيتها ونسب ومكوناتها [1]، وتعد الخرسانة من اهم المواد المتوفرة في البناء والتشييد، حيث أنها تستخدم في أعمال الانشاء المختلفة، وهي عبارة عن خليط غير متجانس التكوين من مجموعة من المواد الممزوجة معا وينسب معينة، حيث تؤثر هذه المواد على خواص الخرسانة (الماء، والركام والاسمنت)، حيث يشغل الركام 50 الى 75% ويعتبر الجزء الأكبر من حجم الخرسانة، والتقدم في تقنية تصنيع الخرسانة. يجب أن يوضع في الاعتبار تنوع المواد الطبيعية والاستخدام الأمثل لها [2]، وفي بعض الأحيان يمكن اضافة بعض المواد (الاضافات) وهي

عبارة عن مواد مضافة للخلطات الخرسانية، وقد وضعت عدة فرضيات اختلفت فيها نسبة الماء إلى الاسمنت وتمت مقارنتها مع تلك الخلطات الخرسانية المضافة لها مادة البولي اثلين خشنة وناعمة بنسب معينة، يمكن تعريف البولي إيثيلين على أنه بوليمر يتألف من سلاسل طويلة من مونومر الإثيلين يرمز له في الصناعة برموز (PE) بنفس النمط الذي يرمز به بوليميرات أخرى مثل البولي بروبيلين (PP) والبولي ستايرين (PS) [3]، حيث أخذت كنسب من الرمل الناعم وقدرت بحوالي 5% وأخرى بنسبة 10% ومن تم اجراء الاختبارات المعملية عليها ومعرفة مدى التحسن في خواص الخرسانة، والهدف من هذه الدراسة هو معرفة ما اذا كانت اضافة نسب من مادة البولي إيثيلين يمكن أن تحسن من خواص الخرسانة والتقليل من الوزن الحجمي للخرسانة.

2. عرض المشكلة

ان جراء التجارب المعملية و اجراء الدراسات والابحاث على الخرسانة وتطويرها أصبح شيء ملح وذلك للانتشار الواسع في استخدام الخرسانة في المشاريع والمنشآت الهندسية، مع وجود بعض المضافات للخرسانة اللدنة والمتصلدة التي تؤثر على خواص الخرسانة، والمادة المضافة للخلطات الخرسانية هي مادة البولي اثلين وهو مركب يشتق من غاز طبيعي أو نبط، وهو أساساً مركب كيميائي ذو تلدن حراري قابلة للتغير، يمكن صهره وتشكيله حسب المرغوب [4]، ما يجعله قابلاً لإعادة الاستعمال كما أنه قليل التكلفة ويعد النوع الأكثر انتشاراً وأهميةً حول العالم من بين كل أنواع البلاستيك المختلفة (عشرات ملايين الأطنان تنتج عالمياً كل عام) ونظراً لإمكانية الحصول على المادة ولرخص ثمنها والتقليل من استخدام الرمل الناعم فاصبح من الضروري تعويضه، فقد تم في هذا البحث استخدام هذه المادة في الخلطات الخرسانية و اجراء التجارب عليها بغية تحسين وتطوير مقاومة الضغط للخرسانة وإنتاج خرسانة خفيفة الوزن وكذلك التقليل من التلوث البيئي.

3. البرنامج العملي

3.1. المواد المستخدمة في الدراسة والتي تتضمن المواد والمعدات الموضحة في الشكل رقم (1)، وهي على النحو الآتي:



شكل (1): المواد والأدوات المستخدمة في التجارب.

3.1.1. الاسمنت المستخدم في الاختبارات هو اسمنت الشركة الأهلية للإسمنت المساهمة وفُصنع بمصنع اسمنت لبتة، وقد أجريت عليه الاختبارات الفيزيائية التالية:-
1. إختبار النعومة. الوزن النوعي للاسمنت 3.14 والنعومة السطحية 3089.43 سم مربع لكل جرام.

2. اختبار زمن الشك الابتدائي للأسمنت،، حيث سجل زمن الشك يساوي 105 دقيقة

3. اختبار زمن الشك النهائي للأسمنت، حيث سجل زمن الشك النهائي ما مقداره 385 دقيقة

3.1.3. الماء المستخدم ماء صالح للشرب

3.1.3. الركام الخشن والناعم: تم استخدام ركام خشن وناعم خليط من نوعين 15 مم و 10 مم

بنسبة خلط (3 : 1)، وتم تحضير عينة من الركام الخشن 4000 جرام وعينة أخرى من الركام الناعم

(500 جرام) واختبارها ومقارنتها بالمواصفات البريطانية (BS.882:1992) [5] ، وكل من الجدولين رقم

(1) و(2) وبينان التحليل المنخلي للركام الخشن والناعم، وكذلك الشككين رقم (3) و(4) وبينان حدود

التدرج الحبيبي للاختبارين واللذين يقعان ضمن حدود المواصفات (سلسلة 1) [5]، وكذلك الشكل رقم

(2) يوضح شكل حبيبات مادة البولي اثلين المستخدمة في التجارب.

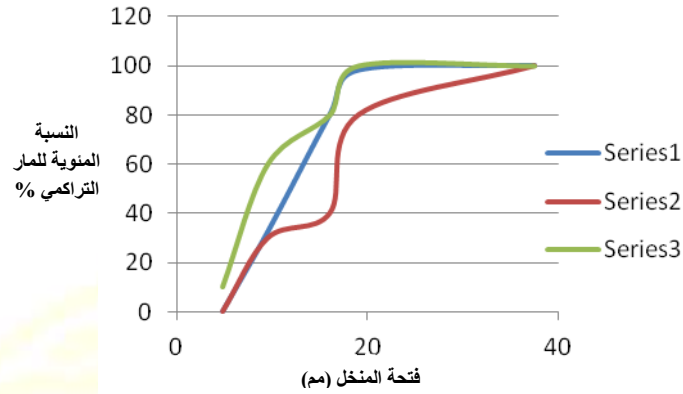


شكل (2): صورة لشكل حبيبات مادة البولي اثلين

جدول (1):

التحليل المنخلي للركام الخشن.

المواصفات البريطانية [5]	النسبة المئوية للركام المار (%)	النسبة المئوية للركام المحجوز (%)	الوزن التراكمي للركام المحجوز(جرام)	وزن الركام المحجوز(جرام)	قطر فتحة المنخل (مم)
100	100	0	0	0	37.5
100 - 80	98.1	1.9	75	75	19
80 - 40	80	20	796	721	16
60 - 30	32.6	67.4	2696	1900	9.5
10 - 0	0.2	99.8	3995	1299	4.75
	0	100	4000	5	الوعاء

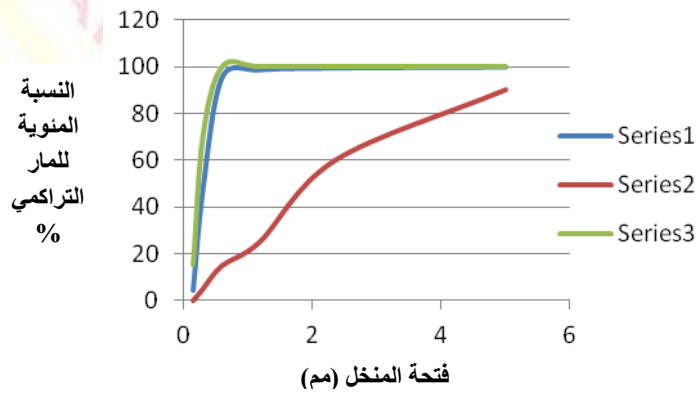


شكل (3): التدرج الحبيبي للركام الخشن 1.5 سم (سلسلة 1)

جدول (2):

التحليل المنخلي للركام الناعم.

المواصفات البريطانية (BS882-1992).	النسبة المئوية للركام المار (%)	النسبة المئوية للركام المحجوز (%)	الوزن التراكمي للركام المحجوز (جرام)	وزن الركام المحجوز (جرام)	فتحة المنخل (مم)
100 - 90	100	0	0	0	5
100 - 60	99.6	0.4	2	2	2.36
100 - 25	98.8	1.2	6	4	1.18
100 - 15	95>6	4.4	22	16	0.6
70 - 5	47.48	52.52	262.6	240.6	0.3
15 - 0	4.36	95.64	487.2	215.6	0.15
	0	100	500	22.1	الوعاء



شكل (4): التدرج الحبيبي للركام الناعم (سلسلة 1)

4. تصميم الخلطة الخرسانية بالطريقة البريطانية

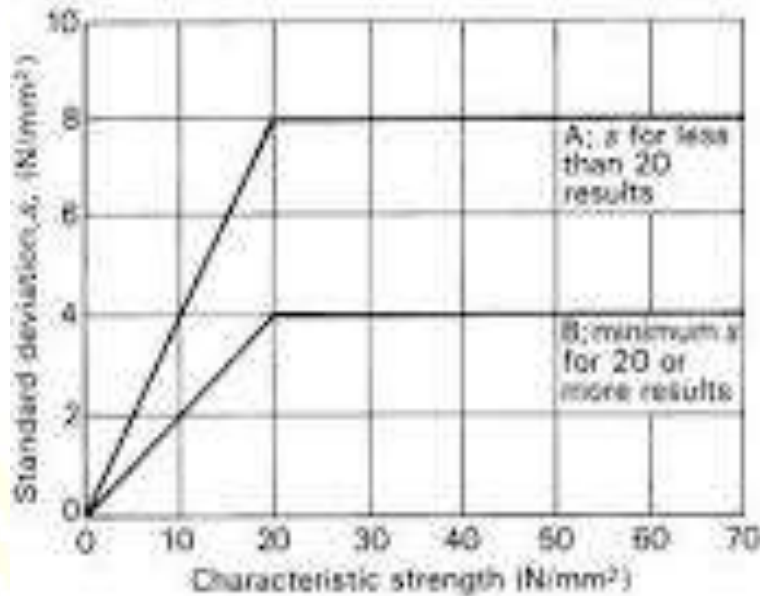
1.4. خطوات التصميم

- لقد تم تحديد فرضيات التصميم. وتم تصميم الخلطة الخرسانية وبنسبة ماء للاسمنت (0.55) وتحديد مقاومة الضغط المميزة 25 ميجاباسكال ونسبة الفشل 5% و الجدول التالي يوضح قيمة المعامل (K) [6]

جدول (3):

قيمة المعامل (K)

المعامل K	نسبة الفشل (%)
1.25	10
1.64	5
1.96	2.5
2.33	1



شكل (5): مخطط لحساب قيم الانحراف المعياري (S) [6]

وبمعرفة مقاومة الضغط المميزة يتم حساب قيمة الانحراف المعياري (s) ويتم حساب الهدف المتوسط للمقاومة (FM) من المعادلة الآتية:

$$FM=fc+k+s \quad (1)$$

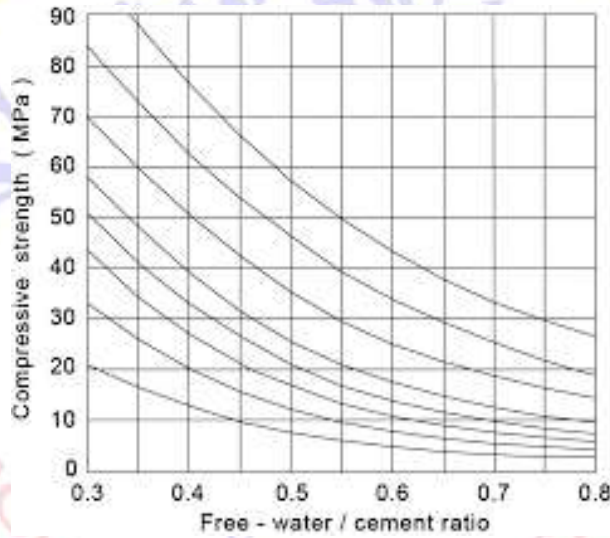
حيث (FM) تمثل معدل القيمة المستهدفة للمقاومة و (fc) المقاومة المميزة و (k) معامل الفشل و (s) الانحراف المعياري.

وبمعرفة نوع الاسمنت ونوع الركام الخشن يتم تحديد مقاومة الخرسانة للضغط التقريبية للخلطات الخرسانية المصنعة بنسبة ماء للاسمنت (W/C = 0.50).

جدول (4):

قيم مقاومة الضغط التقريبية لخلطات خرسانية مصنعة (W/C = 0.50) [6]

العمر بالأيام				نوع الركام الخشن	نوع الأسمنت
91	28	7	3		
49	42	30	22	غير مكسر	عاجي مقاوم للكبريتات
56	49	36	27	مكسر	
54	48	37	29	غير مكسر	سريع التصلد
61	55	43	34	مكسر	



شكل (6): مخطط العلاقة بين نسبة الماء للأسمنت ومقاومة الانضغاط، [6]

بعد تحديد نوع المنحنى من الجدول رقم (4) يتم تحديد نسبة الماء للأسمنت وفق التشغيلية المطلوبة حسب نوع العمل المفروضة والمناظر لمقاومة الضغط المتوسطة المحسوبة من المعادلة رقم (1).

جدول (5):

قيم درجات التشغيل المطلوبة لحالات الاستعمال المختلفة [6]

حالات الاستعمال	قيمة الهبوط (مم)	درجة التشغيل
أعمال الطرق	10	منخفضة جدا
الخرسانة الكتلية	30 - 10	منخفضة
الاعمال العادية	60 - 30	متوسطة
الخرسانة ذات تسليح كثيف	180 - 60	عالية

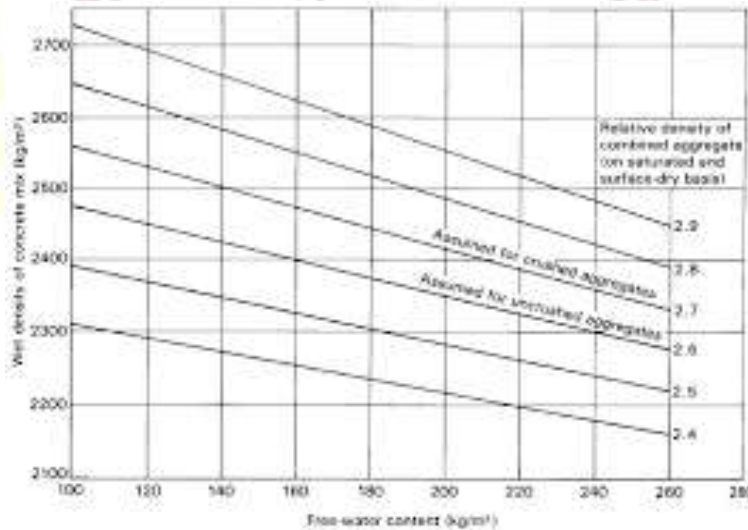
وبمعرفة المقاس الاعتباري الاكبر ونوع الركام الخشن ومقدار التشغيلية المطلوبة، وباستعمال كل من الجدول رقم (5) والجدول رقم (6) يمكن تحديد كمية الماء الحر.

جدول (6):

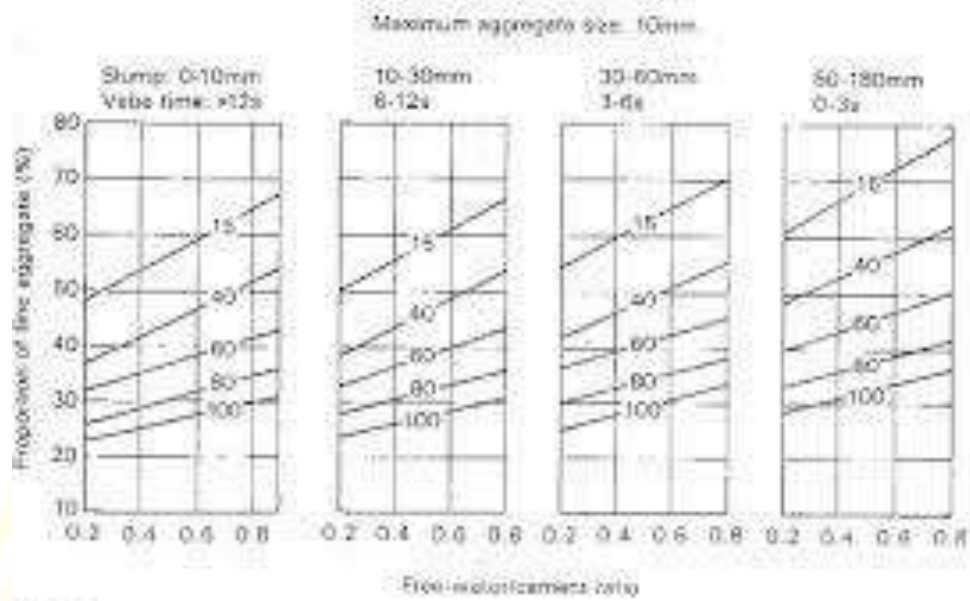
كمية الماء الحر المطلوبة وفق المواصفات البريطانية [6]

100 – 60 3 - 0	60- 30 6 - 3	10 – 0 أكثر من 12 30-10		مقدار الهبوط (مم)	
				المقاس الاعتباري الاكبر للركام (مم)	
				نوع الركام الخشن	
225	205	180	150	غير مكسر	10
250	230	205	180	مكسر	
195	180	160	135	غير مكسر	20
225	210	190	170	مكسر	
175	160	140	115	غير مكسر	40
205	190	175	155	مكسر	

وبعد تحديد قيمة الماء الحر لكل متر مكعب من الخرسانة من الجدول رقم (6) يتم التعويض في نسب الماء للأسمنت المحسوبة سابقاً ، وبعد حساب كمية الماء الحر ومعرفة الوزن النوعي للركام يتم حساب الكثافة الرطبة التقديرية من الشكل رقم (5).
ومن خلال معرفة المقاس الاكبر للركام الخشن ونسبة الركام الناعم المار من المنخل رقم (0.6) والقيمة التشغيلية ونسبة الماء للأسمنت يتم حساب نسبة الركام الناعم من الركام الكلي من الشكل رقم (6).



شكل (7): مخطط حساب الكثافة الرطبة [6].



شكل (8): مخطط حساب نسبة الركام الناعم من الركام الكلي [6].

5. حساب تصميم الخلطة الخرسانية:

- تم اختبار 3 مكعبات خرسانية (مرجعية)
- عمل خلطة مضاف لها مادة البولي اثلين بنسبة 5%
- عمل خلطة مضاف لها مادة البولي اثلين بنسبة 10%
- فترة المعالجة (28 – 56) يوم.
- نسبة الماء الى الاسمنت (W/C=0.55).
- تم تحديد المقاومة المميزة والتي تساوي 25 ميجاباسكال..
- تحديد نسبة الفشل = 5% من الجدول رقم (3).
- حساب قيمة المعامل (K) والتي تساوي 1.64 والمأخوذة من الجدول رقم (3).
- حساب قيمة الانحراف المعياري (S) والتي وجدت تساوي 8 ميجاباسكال من الشكل رقم (3).
- حساب القيمة المستهدفة باستعمال المعادلة رقم (1) وكانت النتيجة لها تساوي 38 ميجاباسكال.
- تم تحديد مقاومة الخرسانة على الضغط التقريبية 49 ميجا باسكال من الجدول رقم (4).
- تم تحديد نوع المنحنى ومنه حددت قيمة نسبة الماء للاسمنت من الشكل رقم (4) فكانت تساوي (0.60)
- تم فرض التشغيلية وحسب النوع المطلوب من العمل كما في الجدول رقم (5) وهي متوسطة.
- فكانت 30 – 60 مم وهي تمثل قيمة الهبوط.
- بمعرفة المقاس الاعباري الاكبر ونوع الركام الخشن ومقدار التشغيلية، تم تحديد كمية الماء الحر من الجدول رقم (6) فكانت 260 كجم.

- تحديد كمية الاسمنت، بمعرفة مقاومة الخرسانة للانضغاط المحسوبة من المعادلة رقم (1) ومن الشكل كذلك والتي تساوي 38 ميغاباسكال.
- رقم 4 نحدد نسبة الماء للاسمنت والتي كانت تساوي 0.6، ومنها يمكن حساب كمية الاسمنت الازمة. $(W/C=0.6)$ و $(C=210/0.6 = 350 \text{ kg})$.
- بفرض ان نسبة الركام الناعم للركام الكلي تساوي (35 %) يتم حساب الوزن النوعي للركام الكلي والذي يساوي $(0.34 * 2.7 + 0.66 * 2.62 = 2065)$.
- يتم حساب الكثافة الرطبة التقديرية للخرسانة من الشكل رقم (5) فكانت قيمتها تساوي 2375 كجم لكل مترمكعب. حيث أن الجدول رقم (7) والجدول رقم (8) يوضحان نسب مكونات الخلطات الخرسانية بالنسبة للمتر المكعب الواحد.

جدول (7):

نسب ومكونات الخلطات الخرسانية مع كمية اسمنت (400 جرام).

نوع الخلطة	وزن الاسمنت (كجم)	وزن الركام الناعم (كجم)	وزن الركام الخشن (كجم)	ماء الخلط		اضافة البولي ايثيلين (PE)
				النسبة (%)	الوزن (كجم)	
M1	400	596.792	1156.520	0.55	190.651	-----
M2	400	511.445	1156.520	0.55	193.194	5%
M3	400	426.097	1156.520	0.55	195.737	10%

جدول (8):

نسب ومكونات الخلطات الخرسانية مع كمية اسمنت (9.45)

نوع الخلطة	وزن الاسمنت (كجم)	وزن الركام الناعم (كجم)	وزن الركام الخشن (كجم)	ماء الخلط		اضافة البولي ايثيلين (PE)
				النسبة (%)	الوزن (كجم)	
M1	9.45	14.099	27.322	0.55	4.5041	-----
M2	9.45	12.0828	27.322	0.55	4.5642	5%
M3	9.45	10.0665	27.322	0.55	4.6242	10%

بعد عمليات الاختبارات والتجارب العملية لعينات الخلطات الخرسانية ومدد المعالجة ومدى مطابقتها للموصفات يأت دور المرحلة الاخيرة والتي تختص بإجراء اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة، الجدول رقم 9 يبين نتائج مقاومة الضغط للعينات القياسية، بينما كل من الجدول رقم (10) والجدول رقم (11) يبينان نتائج مقاومة الضغط للعينات المضاف لها نسب من البولي ايثيلين.

جدول (9):

نتائج مقاومة الضغط للعينات القياسية

متوسط مقاومة الضغط (ميغاباسكال)	مقاومة الضغط (ميغاباسكال)	المساحة السطحية (مم ²)	الهبوط (مم)	نسبة الماء للاسمنت	عدد العينات	العمر باليوم	نوع العينة
29.99	31.95	150 x150	45	0.55	3	28	قياسية
	31.86	150 x150					
	29.26	150 x150					
34.11	40.30	150 x150	45	0.55	3	56	قياسية
	35.82	150 x150					
	26.17	150 x150					

جدول (10):

نتائج مقاومة الضغط للعينات المضاف لها مادة البولي اثلين.

متوسط مقاومة الضغط (ميغاباسكال)	مقاومة الضغط (ميغاباسكال)	المساحة السطحية (مم ²)	الهبوط (مم)	نسبة المادة المضافة (%)	عدد العينات	نسبة الماء للاسمنت	العمر باليوم	نوع العينة
34.58	37.51	150 x150	160	5	3	0.55	28	M2
	35.37	150 x150						
	30.88	150 x150						
20.91	23.86	150 x150	190	10	3	0.55	28	M3
	20.97	150 x150						
	17.91	150 x150						

جدول (11):

نتائج مقاومة الضغط للعينات المضاف لها مادة البولي اثلين

متوسط مقاومة الضغط (ميغاباسكال)	مقاومة الضغط (ميغاباسكال)	المساحة السطحية (مم ²)	الهبوط (مم)	نسبة المادة المضافة (%)	عدد العينات	نسبة الماء للاسمنت	العمر باليوم	نوع العينة
35.18	38.93	150 x150	160	%5	3	0.55	56	M2
	34.4	150 x150						
	31.06	150 x150						
28.9	32.22	150 x150	190	%10	3	0.55	56	M3
	30.57	150 x150						
	23.91	150 x150						

يوضح الجدول رقم (12) الأوزان لكل المكعبات الخرسانية بعد 24 ساعة من عملية الصب وإيجاد متوسط الوزن للعينات.

6. مناقشة النتائج

تم تعيين مقاومة الضغط لجميع العينات الخرسانية ويوضح الجدول رقم (9) متوسط مقاومة الضغط للعينات القياسية، وبمقارنته مع مقاومة الضغط بالجدول رقم (10) وتأثير إضافة البولي ايثيلين 5% و 10% على الخلطة الخرسانية وذلك بعمر 28 يوم، تبين زيادة مقاومة الضغط بنسبة 15.30% عن المقاومة القياسية بإضافة 5% من مادة البولي ايثيلين، بينما انخفضت مقاومة الضغط بنسبة 43.42% عند إضافة 10%، وكذلك عند العمر 56 يوم، يبين الجدول رقم (11) زيادة مقاومة الضغط بنسبة 3.13% عن المقاومة القياسية بإضافة 5% من مادة البولي ايثيلين، بينما انخفضت مقاومة الضغط بنسبة 1802% عند إضافة 10%.

جدول رقم (12):

أوزان كل المكعبات الخرسانية بعد 24 ساعة من عملية الصب.

نوعية المكعبات	رقم المكعب	وزن المكعب (كجم)	متوسط الوزن (كجم)
المكعبات القياسية	1	8.034	8.190
	2	8.2667	
	3	8.2736	
	4	8.2310	
	5	8.3570	
	6	7.9720	
المكعبات الخرسانية التي تحوي 5% بولي ايثيلين	1	7.9073	8.067
	2	8.0865	
	3	8.1639	
	4	8.1399	
	5	8.1893	
	6	8.0347	
المكعبات الخرسانية التي تحوي 10% بولي ايثيلين	1	7.9579	7.865
	2	7.9600	
	3	7.8651	
	4	7.9010	
	5	7.6710	
	6	7.8350	

7. التوصيات

1. يفضل استخدام الخرسانة المضاف لها مادة البولي ايثيلين في الاعمال التي تتطلب مقاومة منخفضة.
2. نوصي بعمل المزيد من الابحاث والتجارب المعملية بإضافة نسب أخرى من مادة البولي ايثيلين مع تغيير نسب الماء للاسمنت، لمعرفة سلوك الخرسانة.

8. الخلاصة

بعد أن تم عمل الخلطات الخرسانية بنسبة الماء إلى الاسمنت وهي 0.55 وكذلك تحديد قيم المقاومة لكل منها ومن تم اضافة البولي اثلين كنسبة من الرمل الناعم قدرت بنسبة 5% و 10%، تم استخلاص النتائج الآتية:

1. حققت الخلطات الخرسانية المرجعية قيم مقاومة الضغط المستهدفة.
2. زادت قيمة المقاومة يعد اضافة 5% من مادة البولي اثلين.
3. قلة قيمة المقاومة يعد اضافة 10% من مادة البولي اثلين.
4. زادت التشغيلية عن اضافة مادة البولي اثلين لقلة امتصاصها المحتوى المائي داخل الخلطة.

المراجع

- 1- أحمد حسين أبوعوده، (2010): تكنولوجيا الخرسانة، مكتبة المجتمع العربي، عمان، الأردن.
- 2- حسين محمد جمعة، (2007): اضافة كيماويات الخرسانة: مكتبة الدراسات الهندسية، عمان، الأردن
- 3- شريف فتحي الشافعي، (2011): هندسة وتكنولوجيا الخرسانة، الدار العلمية للنشر، القاهرة - مصر.
- 4- حمدي شهاب الدين، تكنولوجيا الخرسانة، قسم الهندسة الانشائية، كلية الهندسة، جامعة الزقازيق، مصر.

5. Concrete Mixed Design Method (BS Method) Concrete Mix Design

6. BS 882:1992, (1992): The Standard for Specification

7. Alsadey, S. and Salem, M., (2016): Influence of polypropylene fiber on strength of concrete. Am. J. Eng. Res, 5 (7), pp.223-226

8. Anjali Jaglan, R.R. Singh, (2022): Effect of addition of polypropylene fibers on concrete properties, (IRJET), Volume: 09.

9. Ahmed, T.A.H. and Daoud, O.M.A., (2016): Influence of Polypropylene Fibers on Concrete Properties. IOSR J. Mech. Civ. Eng, 13, pp.9-20