دراسة تأثير إضافة الملدنات الفائقة على بعض الخواص الهندسية للخرسانة

خالد السائح انبية، صابر التهامي فنير، أسامة اللافي محمد، معمر أحمد هندر، معمر علي فرج

قسم الهندسة الإنشائية – كلية التقنية الهندسية مسلاتة

saberfneer@gmail.com

الملخص

هذا البحث يدرس تأثير إضافة الملدنات الفائقة (LIBO AER،LIBOMENT–FF) على بعض الخواص الهندسية للخرسانة حيث يناقش سلوك (مقاومة الضغط، متوسط الوزن للخرسانة والتشغيلية)، وذلك من خلال إضافة الملدن الفائق (LIBO AER) بنسبة 0.15% من وزن الاسمنت للخرسانة أولا ومن ثم إضافة الملدنين الفائقين معا (LIBO AER بنسبة 0.15% و LIBOMENT–FF بنسبة 2%) من وزن الاسمنت ومقارنتهما بالخلطة المرجعية بدون إضافة ملدنات عند عمر (28,7,3 يوم).

وعند إضافة (LIBO AER) تحصلنا على خرسانة ذات هواء محبوس، والذي بدوره أحدث زيادة في التشغيلية ونقص في الوزن ومقاومة الضغط، وعند إضافة (LIBOMENT–FF) حدث تعويض نسبي في نقص المقاومة.

الكلمات المفتاحية: إضافة– الملدنات الفائقة– LIBO AER –LIBOMENT–FF

Abstract

This paper outlines an experimental study that measures the effects of superplasticizer admixture (LIBOMENT-FF، LIBOAER) on some proprieties of concrete (compressive strength, average weight of concrete and workability), The dosages of super plasticizer (LIBO AER) were adopted as 0.15% by weight of cement first, then add the two superplasticizers together (LIBO A

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

by 0.15% and LIBOMENT-FF at 2%) by weight of cement and compare them with the mixture without adding plasticizers at age (28,7,3 days).
When adding (LIBO AER) got Air Entraining concrete, which leads to decrease in weight and compressive strength, and when adding (LIBOMENT-FF) a proportional compensation occurs in compressive strength.

Keywords: superplasticizer - LIBOMENT-FFLIBOAER

1 مقدمة

الخرسانة في واقع الأمر من الممكن اعتبارها حجراً صناعيا، مكونة من الركام الذي يعتبر المادة المالئة والعجينة الاسمنتية التي تعمل كمادة لاصقة [2,1] ويعد الركام مادة رخيصة نسبيا، بالإضافة إلى أنه يعمل على تقليل التغير الحجمي للخرسانة الناتج عن عمليتي الشك والتصلد، ومن تغير الرطوبة في العجينة الإسمنتية، فيكوّن مع العجينة الإسمنتية كتلة ذات خواص تتصلد بفعل التفاعل الكيميائي بين الإسمنت والماء [1].

أما العجينة الإسمنتية (Cement Paste) فتقوم بوظيفة فعالة وذلك بعمل التماسك بين الركام وإعطاء الخرسانة المقاومة المطلوبة وملء الفراغات بين حبيبات الركام وتسهيل انزلاق الركام أثناء الصب [3]، والماء هو العنصر الأساسي الذي يتفاعل مع الإسمنت لتكوين العجينة الاسمنتية، وبدونه لا يتم التفاعل ولا يتم الترابط بين مكونات الخرسانة[4].

وأيضاً يمكن أن يتم إضافة نوع من المواد الطبيعية أو الكيمائية للحصول على خواص ومواصفات معينة، ويمكن القول بأن الإضافات السائلة هي مادة تضاف إلى ماء الخلط أو بعد الخلط للخرسانة الطازجة في بعض الأحيان بغرض تحسين أو إعطاء الخرسانة الطازجة أو المتصلدة صفات معينة [1].

إلا أن زيادة الاهتمام بالإضافات أنتج ما يُعرف الآن بالخرسانة ذات الفاعلية العالية، وفي أواخر العقد الماضي تزايدت الأبحاث عن هذه الإضافات بهدف رفع متانة الخرسانة، ونتيجة للتطور الحاصل في علم الكيمياء والفيزياء وفهم طبيعة العلاقة بين

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

مكونات الخرسانة وبفعل تأثير هذه العلوم على هذه العلاقة، تم اكتشاف بعض المواد الكيميائية التي أدت إلى تحسين تشغيلية الخرسانة وزيادة مقاومتها، وقد توصل العلماء باستخدام تكنولوجيا متقدمة للخلط واستخدام كميات قليلة من الماء بإضافة هذه المواد الكيميائية التي تسمى الملدنات الفائقة (Super Plasticizers).

تعمل الملدنات الفائقة (SP) على خفض كمية الماء المضاف للخرسانة وتتدرج العديد من المواد تحت هذا الاسم، حيث يحدد لكل مادة الحد الأدنى والحد الأقصى المسموح به، وتقدر كمية إضافة هذه المواد في الخلطات الخرسانية بنسب من وزن الإسمنت[5].

إن زيادة نسبة الملدن في الخرسانة عن الحد المسموح به يؤثر سلبا على خواصها، حيث أظهرت دراسة قام بها القروي وعلي [6] أن زيادة نسبة إضاقة الملدن CORMIX P.7 إلى الخرسانة أدى إلى تأخر زمن الشك وزادت التشغيلية حتى أصبحت الخرسانة سائلة عند نسبة 1.5% ومقاومة الانضغاط تبدأ في التناقص بعد 0.8 % عند جميع الأعمار. ووجد السعدي[7] أنه عند استخدام الملدن Sikament– R2002 تزداد المقاومة حتى نسبة 1 % ومن تم تبدأ بالتناقص.

توصل حسن عبدالله[8] إلى أن النسبة المثالية لإضافة مادة Sikament–R2004 و Sikament163 هي 0.8% من وزن الإسمنت اعتمادا على مقدار الهبوط، مقاومة الضغط، زمن الشك و نسبة الامتصاص وأن زيادة الملدن على هده النسبة يودي إلى نتائج عكسية.

2 الدراسة المعملية

1.2 المواد المستخدمة

1.1.2 الإسمنت

تم إستخدام الإسمنت البورتلاندي العادي لجميع الخلطات الخرسانية المنتج من إنتاج شركة الإتحاد العربي للمقاولات مصنع البرج زليتن المطابق للمواصفات القياسية الليبية

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

والبريطانية (BS821-1992)، ويبين الجدول 1 التركيب الكيمائي للإسمنت وخواصه الفيزيائية.

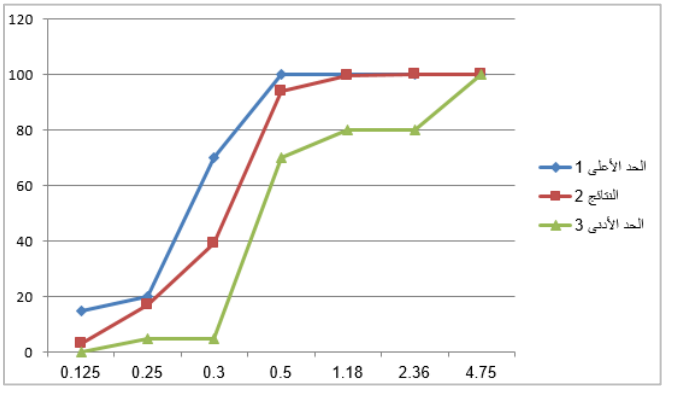
جدول 1: التركيب الكيميائي للإسمنت وخواصه الفيزيائية

التركيب الكيميائي	النسبة المئوية (%)	الاختبارات المعملية	النتائج
الفاقد عند الحرق	0.3	نسبة الماء القياسية	0.3
SiO_2	20.14	الوزن النوعي	3.15
Fe_2O_3	2.99	المساحة السطحية (البلين) g/cm^2	2977
Al_2O_3	5.91	زمن الشك الابتدائي (دقيقة: ساعة)	3:25
CaO	62.9	زمن الشك النهائي (دقيقة: ساعة)	5:30
MgO	1.59	ثبات الحجم (مم)	1
SO_3	2.13	نعومة الإسمنت (النسبة المحجوزة) %	4
Na_2O	0.19	مقاومة الإنحناء بعد يومان	2.1 ن/مم^2
K_{2O}	0.97	مقاومة الإنحناء بعد 28 يوم	7 ن/مم^2
أكسيد الكالسيوم الحر	2.4	مقاومة الضغط بعد يومان	26 ن/مم^2
-	-	مقاومة الضغط بعد 28 يوم	44 ن/مم^2

2.1.2 الركام الناعم

الركام الناعم المستخدم هو رمل طبيعي مورد من محاجر مدينة زليتن حسب المواصفات القياسية الليبية والبريطانية (BS882-1992)، والشكل 1 يبين منحنى التدرج الحبيبي والحدود العليا والدنيا. والجدول 2 يبين الخواص الطبيعية للرمل.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية



شكل 1: منحنى التحليل المنخلي للركام الناعم

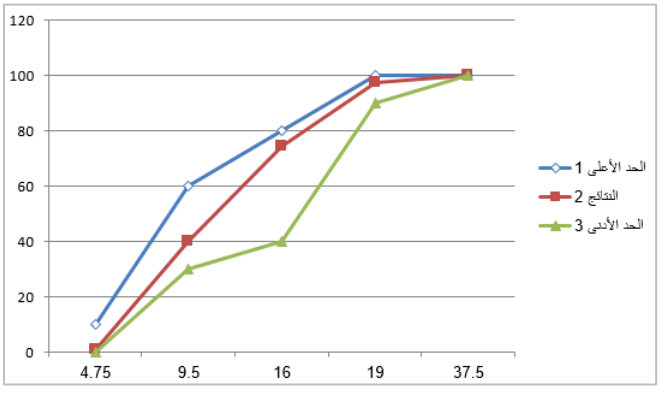
جدول 2: الوزن النوعي للركام الناعم

الاختبارات	النتائج	حدود المواصفة الليبية
الوزن النوعي	2.66	2.7 – 2.5
وزن وحدة الحجوم	1690.86 كجم / م3	1800 – 1400 كجم/م3
نسبة الماء للمواد المضافة	0.0298	لا تزيد عن 4%
نسبة الامتصاص	0.0028	لا تزيد عن 5%

3.1.2 الركام الخشن

الركام الخشن المستخدم هو ركام طبيعي مورد من محاجر منطقة الهيرة وهو خليط من حيث الحجم (1.5,0.5) تم خلطه بنسبة 3:2، والشكل 2 يبين منحنى التدرج الحبيبي لخليط للركام الخشن والحدود العليا والدنيا حسب المواصفات البريطانية (BS812-1992). والجدول 3 يبين الخواص الفيزيائية والميكانيكية للركام حسب المواصفات البريطانية (BS-En1197-1992).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية



شكل 2: منحنى التحليل المنخلي للركام الخشن الخليط

جدول 3: نتائج الإختبارات الفيزيائية والميكانيكية للركام الخشن

الاختبارات المعملية	النتائج	المواصفات البريطانية BS – En – 1197 – 2009	الحدود الطبيعية
نسبة الامتصاص	1.74	لا تزيد عن 3%	– –
معامل الصدم	0.2272	لا تزيد عن 45%	– –
معامل التهشيم	0.2443	لا تزيد عن 45%	– –
الوزن النوعي	2.69	–	2.7 – 2.6
وزن وحدة الحجوم	1478	–	1400- 1800 كجم/م5

4.1.2 ماء الخلط

تم استخدام الماء الصالح للشرب في إعداد الخلطات الخرسانية حسب المواصفات الليبية (LQS 294,1988) بنسبة W/C= 0.5.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

5.1.2 الإضافات

تمت إضافة الملدنات الفائقة (LIBOMENT–FF, LIBO AER) ودراسة تأثيرهما على الخلطات الخرسانية، حيث إنهما يندرجان ضمن قائمة أنواع الملدنات الفائقة حسب المواصفات الأمريكية والبريطانية

(ASTM C260–81, ASTM C 494 TYPE AND B.S 5057 PART 3)

حيث يستخدم (LIBO AER) لإنتاج الهواء المحبوس في الخرسانة وتعتمد كفاءة هذه المادة على عدد المسام الهوائية ذات الأحجام الصحيحة والمنتظمة والمتساوية التوزيع والجدول 4 يبين الخواص الطبيعية للملدن.

جدول 4: الخواص الطبيعية للملدن (LIBO AER)

البيانات الفنية	
اللون	سائل اصفر
الكثافة (20 °م)	Kg/L 0.005 ± 1.01

ويستخدم (LIBOMENT–FF) لإنتاج نوعية خرسانة ذات سيوله وانسيابية عالية وايضا كعامل عالي الكفاءة لخفض محتوى الماء لتحسين سرعة التصلد والإجهادات المبكرة والنهائية. مطابق للمواصفات الأمريكية والبريطانية (ASTM C 494 TYPE F AND B.S.5075PART 3 FOR SUPERPIASTICISER)

والجدول (5) يبين الخواص الطبيعية للملدن.

جدول 5: الخواص الطبيعية للملدن (LIBOMENT – FF)

البيانات الفنية	
اللون	سائل بني داكن
الكثافة (20 °م)	Kg/L 0.005 ± 120

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

2.2 الخلطة الخرسانية

تم استخدام معادلة الحجم المطلق لإيجاد النسبة بالوزن لكل من الإسمنت والركام والماء والإضافات اللازمة لتنفيذ الخلطة الخرسانية للحصول على أفضل النتائج وتم اعداد تلاث خلطات كاتالي:

M1 الخلطة المرجعية (القياسية)

M2 خلطة قياسية مع إضافة الملدن (LIBO AER) بنسبه 0.15% من وزن الأسمنت

M3 خلطة قياسية مع إضافة مزيج من الملدنين

والجدول 6 يوضح نسبة مكونات الخلطات الخرسانية.

جدول 6: نسبة ومكونات الخلطات الخرسانية المستخدمة

رقم الخلطة	محتوى الإسمنت Kg/m^3	الماء L/m^3	الملدنات %		الركـــام Kg/m^3		ملاحظات
			LIBO AER	LIBOMENT-FF	الناعم	الخشن	
M1	430	215	-	-	573	1147	
M2	430	215	0.15	-	573	1147	
M3	430	215	0.15	2	573	1147	

3.2 الاختبارات المعملية

1.3.2 اختبار الهطول للخرسانة الطازجة

يهدف هذا الاختبار لقياس قوام الخرسانة عن طريق معرفة هبوطها. تم الفحص بموجب مواصفة الجمعية الأمريكية لفحص المواد رقم (ASTM C143).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

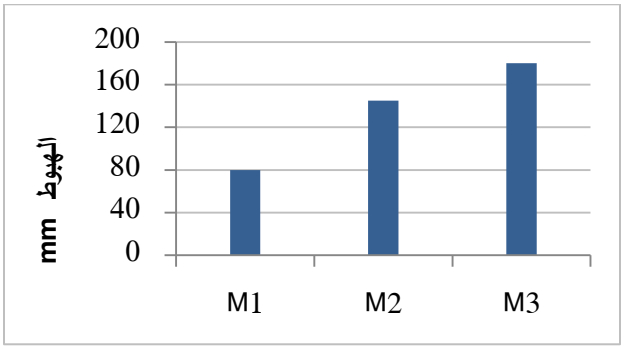
2.3.2 اختبار مقاومة الضغط للخرسانة

تم إجراء اختبار مقاومة الضغط على عينات المكعبات الخرسانية بأبعاد (15×15×15 سم) بعد معالجتها بالماء لمدة (28,7,3 يوم)، حيث تم اختبار 3 مكعبات لكل خلطة وفقا للمواصفات البريطانية (BS812:1992).

3 تحليل ومناقشة النتائج

من خلال النتائج المتحصل عليها نلاحظ تأثير إضافة الملدنات LIBOMENT–FF, (LIBO AER) على الخرسانة في كل الاختبارات.

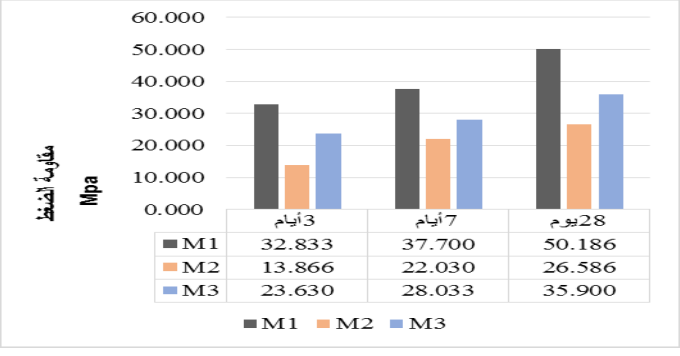
من خلال الشكل رقم (3) الذي يوضح نتيجة اختبار الهبوط للخلطات الخرسانة الطازجة نلاحظ بأن إضافة الملدنات (LIBO MENT–FF ،LIBO AER) يعملان على تحسين تشغيلية الخرسانة فتصبح طرية قابلة للوضع بشكل أسهل في القوالب حيث كان مقدار الهبوط في القياسية 80 مم، حيث يعتبر هذا القوام لدن ونلاحظ زيادة الهبوط عند إضافة (LIBO AER) ليصل الى 145 مم، وسجلت قيمة الهبوط أعلى درجاتها عند إضافة (LIBO MENT–FF and LIBO AER) معا لتسجل180 مم، وهو قوام مبتل وتبين أنها داخل الحدود المسموح بها في المواصفات البريطانية (BS 882:1992).



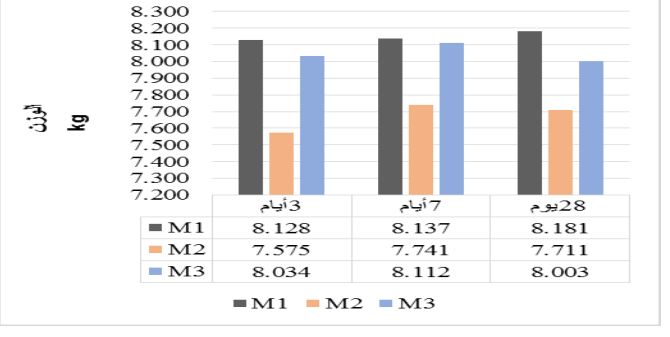
شكل 3: مقدار الهبوط لجميع أنواع العينات

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

ومن خلال الشكلان 4,5 اللّذان يوضحان العلاقة بين نوع الخلطة الخرسانية والوزن ومقاومة الضغط عند جميع أعمار الدراسة، نلاحظ انخفاض في الوزن والمقاومة للخلطات M2,M3 بنسب مختلفة مقارنة بالخلطة المرجعية، كما نلاحظ أن الخلطة M3 الحاوية على الملدنين مقاومتها أفضل ووزنها أكبر من M2 عند جميع الأعمار.



شكل 4: مقاومة الضغط لجميع العينات



شكل 5: الوزن لجميع العينات

4 الخلاصة والاستنتاجات

من خلال الدراسة المعملية التي أُجريت وتحليل النتائج تم استنتاج النقاط التالية:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

1. هبوط الخرسانة القياسية كان لدن، وعند إضافة (LIBO AER) زادت نسبة الهبوط بالنسبة للقياسية وكان قواماً مبتلاً، اما عند اضافة (LIBO AER LIBO MENT–FF) معاً فقد زاد الهبوط وكان قواماً رخواً، وجميع النتائج كانت ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات البريطانية (BS 882:1992)
2. قلت المقاومة والوزن عند إضافة (LIBO AER)عند جميع الأعمار مقارنة بالخلطة القياسية.
3. حدث تحسن نسبي في المقاومة وزيادة بسيطة في الوزن عند إضافة (LIBO AER LIBO MENT–FF) معا لجميع الأعمار في الخلطة M3 مقارنة بالخلطة M2 ولكن مازالت أقل من القياسية.

5 التوصيات:

نوصي بتجريب زيادة نسبة الملدن الفائق Libo–Aer بنسبة C%0.30 لزيادة الفراغات في الخلطة مع تقليل نسبة الماء إلى الإسمنت (w/c).

المراجـــــع

[1] Meyer, C. (2005). Concrete as a green building material. Proceedings of Construction Materials Mindess Symposium, Aug. 22-24, Vancouver, Canada.

[2] عبد السلام المبروك عكاشة(2013) " تكنولوجيا الخرسانة"، الطبعة الأولي– ليبيا.

[3] محمود إمام، محمد أمين (2007)خواص المواد واختبارها. *كلية الهندسة جامعة المنصورة*.

[4] أحمد علي العريان وعبد الكريم محمد عطا(1974) " تكنولوجيا الخرسانة " الجزء الأول الطبعة الثانية. *عالم الكتب – القاهرة*.

[5] محمود إمام (2002) "كتاب الخرسانة " كلية الهندسة. *جامعة المنصورة*.

[6] لطفي عبدالسلام القروي، على محمد على (2002) " تأثير الكيماويات المضافة على خواص الخرسانة "المؤتمر الوطني الأول لمواد البناء والهندسة الانشائية / قسم الهندسة المدنية براك ، ليبيا.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

[7] Salahaldein .A (2012), "Influence of super plasticizer on strength of concrete", International Journal of Research in Engineering and Technology . Volume. 1 No. 3.

[8] عبدالله، حسن (2015) "دراسة تأثير الملدنات الفائقة على خواص الخرسانة الطازجة والمتصلدة " المجلة الجامعة – العدد السابع عشر –المجلد الثاني.

[9] BS 882: Part 30 (1992). Aggregate from natural sources for concrete. British Standard Institution

[10] LQS 294 (1988). Specification for water uses in the mixing and curing of concrete. Libyan quality standard.

[11] المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية، المواصفة الليبية القياسية رقم 340 الإسمنت البورتلاندي العادي، (1997م)

[12] المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية، المواصفة الليبية القياسية رقم 49 ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية، (2002م)

[13] المركز الوطني الليبي للمواصفات والمعايير القياسية، المواصفة الليبية القياسية رقم" 49 ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية"،2002

[14] American Society for Testing and Materials, ASTM C143-78,Standards Test Method for Determining the Slump of Fresh Concrete.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية