تحسين خواص الخرسانة الطرية والمتصلدة باستخدام المضافات المقللة للماء بدرجة متفوقة (الملدانات المتفوقة)

رباح بشير محمد طاهر[1]

DOI: https://doi.org/10.54172/mjsc.v23i1.1438

الملخص

هذا البحث نتاول دراسة إمكانية تحسين خواص الخرسانة الطرية والمتصلدة باستخدام الاضافات المقللة للماء بدرجة متفوقة (الملدنات المتقوقة)(High range water reducing admixtures (Super plasticizers.

وقد تضمن الجانب العملي للبحث عمل خلطة خرسانية مرجعية (دون استخدام المادة المضافة) ليتم الرجوع إليها ومقارنة نتائج بقية الخلطات معها. كما تم عمل مجموعة من الخلطات الخرسانية التي استخدمت فيها كميات إسمنت ونسب الماء: الإسمنت مختلفة عن تلك المستخدمة في الخلطة المرجعية وتم فيها استخدام نسب مختلفة من الملدن المتفوق. وقد تم إجراء فحص الهطول للخرسانة الطرية وفحص تحديد مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة بعمر 7 أيام و28 يوما على الخلطات الخرسانية المختلفة البالغة 16 خلطة.

وبعد مقارنة نتائج الفحوص للخلطات التي استخدم فيها الملدن المتفوق مع الخلطة المرجعية تم التوصل الى استتاجات بإمكانية استخدام الملدن المتفوق لتحقيق الأهداف الثلاثه التالية:

ا_ زيادة قابلية نشغيل الخرسانة الطرية دون حصول انخفاض في مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط.

2— زيادة مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط (وذلك عن طريق تقليل نسبة الماء: الإسمنت المستخدمة في الخلطة) مع الاحتفاظ بقابلية الشغيل للخلطة الخرسانية الطرية.

3— تقليل نفاذية الخرسانة بتقليل نسبة الماء : الإسمنت وزيادة مقاومتها للضغط.

[1] قسم الهندسة المدنية، المركز العالي للمهن الشاملة، درنة–ليبيا.

©. المؤلف (المؤلفون) هذا المقال المجاني يتم الوصول إليه من خلال رخصة المشاع الإبداعي (CC BY-NC 4.0)

4— تقليل محتوى الإسمنت في الخلطة الخرسانية دون انخفاض مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط مما يحقق مكسبا اقتصاديا.

وبناء على هذه الاستنتاجات يمكن التوصية بما يلي :

1- استخدام الملدن المتفوق في الخلطات الخرسانية المستخدمة في المقاطع الضيقة والمقاطع الكثيفة

2- استخدام الملدن المتفوق في الخلطات الخرسانية التي تتطلب الحصول على مقاومة عالية مع الاحتفاظ بقابلية تشغيل مناسبة.

3- استخدام الملدن المتفوق. فى انتاج الخرسانة المعرضة لظروف قاسية كخرسانة الركائز والأسس السطحية والخرسانة المعرضة لمياه البحر ومواد الكيميائية نظراً للنفاذية المنخفضة لهذه الخرسانة.

4- استخدام الملدن المتفوق لتقليل محتوى الإسمنت في الخلطة الخرسانية دون التأثير سلبا على مقاومتها للضغط.

المقدمة

ازداد استخدام الإضافات في الخرسانة خلال السنوات الماضية ازديادا كبيرا نظرا للنتائج الجيدة التي أظهرتها هذه الإضافات في تحسين خواص الخرسانة حيث تجاوز استعمال هذه الاضافات في الخلطات الخرسانية في بعض الدول نسبة 80% من الخرسانة المنتجة (Adam , 1996) وان العديد من هذه الاضافات تؤثر في أكثر من خاصية من خواص الخرسانة وأحيانا تؤثر في خواص مرغوبة للخرسانة بصورة معكوسة أي إنها قد تحسن خاصية معينة وفي نفس الوقت يكون تأثيرها سلبيا على خاصية أخرى.

ان التأثيرات النوعية للمادة المضافة تعتمد على عدد من المتغيرات كنوع المضاف وكميته وتركيبه الكيميائي أو محتوى الإسمنت في الخليط ونوعه وتركيبه الكيميائي ونسبة الجبس فيه أو نوع الركام المستخدم أو وقت اضافة المادة المضافة الى الخليط ومدة الخلط وغيرها من المتغيرات .

ونظرا للتوسع الكبير الذي حصل في إنتاج أنواع متعددة من هذه الإضافات من قبل شركات ومناشيء مختلفة فقد أخذ الراغب في استعمال هذه الاضافات يواجه خيارا صعبا لتحديد المضاف الملائم خاصة وأن أسلوب عمل المضاف وتأثيراته يوصف عادة من قبل المصنع والمجهزإضافة الى ما ذكر من أن تأثير المضاف يعتمد على نوع الإسمنت والركام المستخدم وعليه لا بد من تدقيق تأثير هذه الإضافات قبل استعمالها في الأعمال الخرسانية وذلك بعمل خلطات تجريبية أو إجراء فحوص مخبرية بموجب المواصفات العالمية المتبعة حيث لايمكن الاعتماد تماماً على نتائج البحوث التي أجريت على الإضافات وإنما يمكن الاستفادة منها كدليل أو كمرجع للخلطات المراد استخدام

الإضافات فيها إذ لا بد من تدعيم هذه البحوث بتجارب خاصة بالعمل المطلوب انجازه.

هذا البحث يتناول دراسة تأثير استخدام المضافات المقللة للماء بدرجة متفوقة أو ما يسمى بالملدنات المتفوقة (High range water reducing admixtures (Super plasticizers والتي تعتبر صنفا حديثا من المضافات المقللة للماء وأكثر فاعلية منها حيث أنها تمكن من تقليل كمية ماء الخلط اللازم لإنتاج خرسانة ذات قوام معين كذلك تمكن من زيادة قابلية تشغيل الخرسانة الطرية بمقدار كبير (إنتاج خرسانة انسيابية Flowing concrete) دون الحاجة لزيادة نسبة الماء: الإسمنت في الخلطة. إن أهم التطبيقات العملية لاستخدام الملدنات في الخلطات الخرسانية يمكن إيجازها بما يلي(EBIOI، 2006):

1— صب الخرسانة في المقاطع الضيقة الأبعاد.

2— صب الخرسانة في الأماكن ذات التسليح الكثيف .

3- صب الخرسانة تحت منسوب الماء الجوفي وهذا يشمل صب أسس الركائز وكذلك الأسس السطحية في الأماكن ذات المنسوب المرتفع للمياه الجوفية.

4- صب الخرسانة التي يتم ضخها الى موضع الصب باستخدام المضخات من أجل تقليل الضغط المبذول للضخ مما يمكن من دفع الخرسانة لارتفاع ومسافة أكبر.

5- صب الخرسانة في الأماكن التي لا يمكن رصها ودمجها عمليا باستخدام الطرق التقليدية.

6- صب الخرسانة في الأجواء الحارة.

7- إنقاص كلفة الخرسانة بتقليل كمية الإسمنت المستخدمة في الخلطة دون انخفاض في مقاومة الخرسانة وقابلية تشغيلها.

8- زيادة مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط مع الحفاظ على قابلية شغيل الخرسانة الطرية.

تختلف الملدنات المتفوقة من حيث التركيب الكيميائي حيث يمكن أن يكون تركيبها كما يلي .(George Wypych, 2003):-

1- اللكنوسلفونات Lignosulphonates .

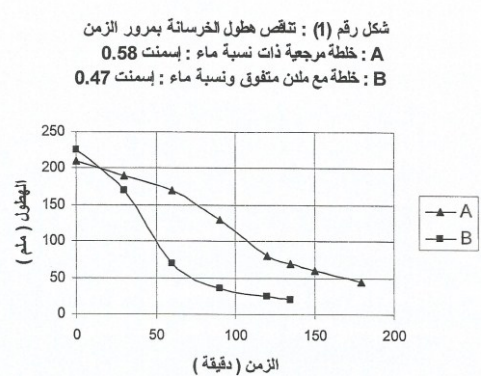
2- أملاح حوامض السلفونيك الفورمالديهايد النفثالين. Salts of naphthalene sulphonic acids formaldehyde.

3- أملاح حوامض السلفونات الفورمالديهايد الميلامين Salts of melamine sulphonates formaldehyde .

4- الحوامض الكاربوكسيلية الهيدروكسيلية Hydroxycarboxylic acids .

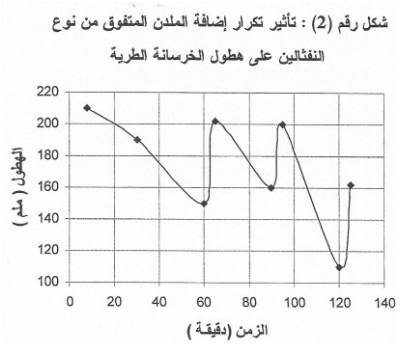
إن تأثير الملدنات المتفوقة في زيادة قابلية التشغيل يمكن أن يستمر لفترة زمنية تتراوح بين (30-60) دقيقة وبعد هذه الفترة يمكن أن يحدث انخفاض سريع في قابلية الشغيل وإن درجات الحرارة العالية يمكن أن تزيد من سرعة انخفاض قابلية

التشغيل لذلك نجد أن الملدنات تضاف أحيانا الى الخرسانة في موقع العمل وليس في موقع انتاجها أو قد تضاف معها إضافات مبطئة لزيادة زمن تصلد الخرسانة. والشكل رقم (1) يوضح التناقص في هطول الخرسانة الطرية بمرور الزمن لخلطة مرجعية (A) بنسبة ماء: إسمنت (0.58) دون استخدام الملدن وخلطة (13) بنسبة ماء: إسمنت (0.47) مع استخدام ملدن متفوق .(Adam, 1996).

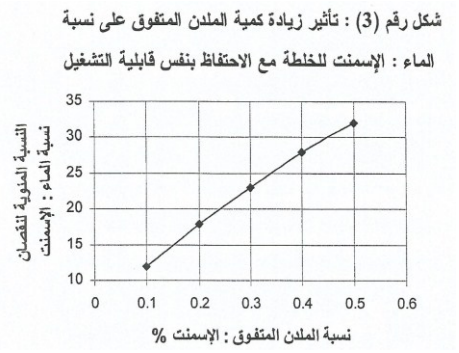


يلحظ من الشكل رقم (1) أنه بالرغم من تقارب هطول الخلطتين لحظة الخلط إلا إنه حدث انخفاض كبير في هطول الخرسانة الحاوية على الملدن المتفوق بمرور الزمن مقارنة بالخلطة المرجعية لذلك ينصح دائما بإتمام صب الخرسانة الحاوية على الملدن المتفوق خلال (45) دقيقة من لحظة خلطها لتجنب الانخفاض الكبير في هطولها .(Adam, 1996).

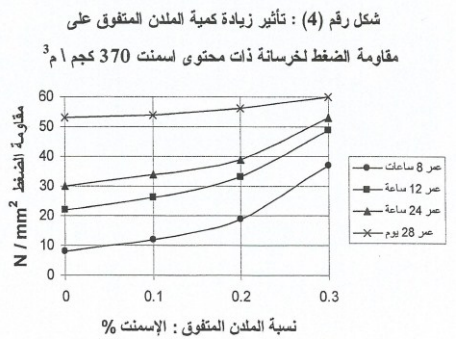
وقد وجد أنه يمكن الحفاظ على قابلية الشغيل الخرسانة لفترة زمنية أطول وذلك بتكرار إضافة الملدن المتفوق كلما حصل تناقص في قابلية التشغيل حيث ان الجرعات المتكررة للملدن المتفوق تمكن الخرسانة من استعادة قابلية تشغيلها .(Adam, 1996). والشكل رقم (2) يوضح تأثير تكرار إضافة ملدن متفوق من نوع النفثالين على هطول الخرسانة الطرية.



إن زيادة كمية الملدن المتفوق المستخدمة في الخلطة الخرسانية ستمكن من إنقاص نسبة الماء: الإسمنت المستخدمة بدرجة أكبر مع الاحتفاظ بقابلية التشغيل المطلوبة وهذا سيمكن من تحقيق زيادة واضحة في مقاومة الخرسانة للضغط. والشكل رقم (3) يوضح تأثير زيادة نسبة الملدن المتفوق (من نوع أملاح حوامض السلفونيك الفورمالديهايد الميلامين) على نسبة الماء:الإسمنت اللازمة للاحتفاظ بقابلية التشغيل المطلوبة والذي يبين فيه امكانية تقليل نسبة الماء: الإسمنت بنسبة تصل الى 32% باستخدام الملدن المتفوق بنسبة 0.5% من وزن الإسمنت وهذا سيساعد في تحقيق زيادة في مقاومة الخرسانة للضغط .(Rixom and Mailvaganam, 1986)

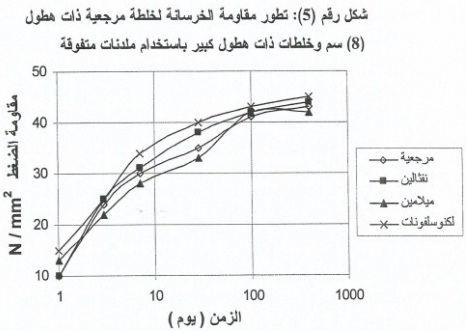


وقد أجريت دراسة لمعرفة تاثير استخدام نسب مختلفة من الملدن المتفوق على مقاومة الضغط لخلطات خرسانية نات محتوى إسمنت يساوي 370 كجم \م^3 مع الاحتفاظ بنفس قابلية تشغيل الخلطة المرجعية والشكل رقم (4) يوضح هذا التأثير.



ومن الشكل رقم(4) يبين أنه يمكن تحقيق زيادة كبيرة في مقاومة الخرسانة في الأعمار المبكرة لها تتناسب طردياً مع زيادة نسبة الملدن المضاف. فبعمر(8) ساعات و(12) ساعة و(24) ساعة ازدادت المقاومة بنسبة (460%) و(222%) و(177%) على التوالي باستخدام نسبة مضاف تساوي (0.3 %). أما بعمر (28) يوم فإن نسبة الزيادة في المقاومة كانت مساوية لـ (13%) باستخدام نسبة مضاف تساوي (0.3%) أيضاً.

كذلك أجريت دراسة للتعرف على امكانية زيادة قابلية تشغيل الخرسانة الطرية مع الحفاظ على مقاومة الخرسانة للضغط والشكل رقم (5) يمثل مقارنة بين تطور مقاومة خرسانة مرجعية (دون استخدام الملدن) ذات هطول يساوي (8)سم بمرورالزمن وتطور المقاومة لخرسانة ذات هطول كبير باستخدام ملدن متفوق (Water reducing admixhrres-PCA publications EB001TC2, RD107TC10, EB114TC13).



يلاحظ من الشكل (5) وجود مقاومة مقاربة جدا بين الخلطة المرجعية وبين الخلطات الثلاث التي استخدمت فيها الملدنات المختلفة وهذا يدل على إمكانية استخدام الملدنات المتفوقة في زيادة قابلية التشغيل بمقدار كبير دون التأثير سلباً على مقاومة الخرسانة للضغط.

في هذا البحث استخدم ملدن متفوق من نوع اللكنوسلفونات ألماني المنشأ يحمل اسما تجاريا هو (MELCRET-TB101f) في عمل خلطات خرسانية مختلفة من أجل دراسة تأثيره على خواص

الخرسانة الطرية والمتصلدة. الملدن المتفوق المستخدم بهيئة بودرة بنية اللون وإن الشركة الألمانية المنتجة له توصي باستخدامه بنسبة لا تزيد عن (1.2 %) من وزن الإسمنت المستخدم، وهذا الملدن المتفوق تم استخدامه في تنفيذ أعمال الخرسانة المسلحة للهيكل الإنشائي لفندق درنة السياحي من قبل الشركة الانجليزية التي نفذت هيكله الإنشائي سنة 1998-2000 ف حيث أضيف بنسبة (0.3 %) من وزن الإسمنت الى الخلطات الخرسانية التي استخدمت فيها نسبة ماء:اسمنت مقدارها (0.50) فتم الحصول على خرسانة نات هطول يتراوح بين (20-25) سم وتراوحت مقاومتها للضغط بعمر (28) يوم بين (33-36) نيوتن \ملم2. ولهذا الملدن شهادة معتمدة صادرة من جهاز السيطرة النوعية في ألمانيا تشير الى عدم تأثيره سلبا على خواص الخرسانة المتصلدة بمرور الزمن.

البرنامج العملي

كان الهدف من البرنامج العملي لهذا البحث هو دراسة إمكانية الاستفادة من الملدن المتفوق لتحقيق الوظائف التالية :-

أ — زيادة قابلية تشغيل الخرسانة الطرية دون زيادة نسبة الماء : الإسمنت الخلطة للحفاظ على مقاومتها للضغط.

ب- تقليل نسبة الماء : الإسمنت للخلطة الخرسانية مع الاحتفاظ بنفس قابلية تشغيل الخلطة المرجعية من أجل زيادة مقاومة الخرسانة للضغط.

ج- تقليل محتوى الإسمنت في الخلطة الخرسانية مع الاحتفاظ بنفس مقاومة الخلطة المرجعية للضغط مما يحقق مكسبا اقتصاديا.

ولأجل تحقيق هذا الهدف فقد تم القيام بالتجارب المختبرية التالية في معمل شركة الفضيل عمر الكائن في موقع تشييد فندق درنة السياحي في الساحل الشرقي لمدينة درنة.

أ — تم عمل خلطة مرجعية (دون استخدام الملدن المتفوق) وبنفس النسب الوزنية للمواد الأولية التي استخدمت في إنتاج خرسانة الهيكل الإنشائي لغذق درنة السياحي. حيث كانت نسبة الخلط كالآتي:

أوزان المواد الأولية / م3 خرسانة (كجم)			نسبة الماء : الإسمنت
إسمنت	رمل	حصى	
400	670	1090	0.50

اجري فحص الهطول (Slump test) الخرسانة الطرية واخذت ستة مكعبات لغرض فحص مقاومة الضغط لثلاثة منها بعمر 7 أيام وثلاثة بعمر 28 يوم.

ب- تم عمل ثلاث مجموعات من الخلطات باستخدام نسب مختلفة من الملدن المتفوق وكما يلي:

(1) – المجموعة الأولى: تضمنت عمل خلطات خرسانية باستخدام نفس النسب الوزنية للإسمنت

والركام المستخدمة في الخلطة المرجعية ولكن مع تغيير نسبة الماء: الإسمنت بحيث نتحقق زيادة كبيرة في قابلية الشغيل وكان عدد الخلطات لهذه المجموعة (5 خلطات) وقد تم أخذ ستة مكعبات من كل خلطة فكان عدد المكعبات المفحوصة لهذه المجموعة (30 مكعبا) فحصت مقاومتها للضغط بعمر 7 أيام و28 يوما.

(2) – المجموعة الثانية: وشملت عمل خلطات خرسانية باستخدام نفس كميات الاسمنت والركام

للخلطة المرجعية مع تقليل نسب الماء: الاسمنت المستخدمة بحيث يتم الحصول على نفس قابلية شغيل الخلطة المرجعية (نفس الهطول) من أجل التأكد من تحسن مقاومة هذه الخلطات للضغط حيث تم عمل (4 خلطات) مختلفة وتم أخذ ستة مكعبات من كل خلطة فكان مجموع مكعبات هذه المجموعة (24 مكعبا).

(3) _ المجموعة الثالثة: شملت عمل خلطات تم فيها تقليل كمية الإسمنت عن الكمية المستخدمة

فى الخلطة المرجعية واستخدمت فيها نسب مختلفة من الماء:الإسمنت بحيث تم الحصول على هطول مقارب من هطول الخلطة المرجعية (أي نفس قابلية شغيل الخلطة المرجعية تقريبا) حيث تم عمل (**6** خلطات) ومن كل خلطة **تم** أخذ ستة مكعبات وبذلك بلغ مجموع المكعبات المفحوصة لهذه المجموعة (36) مكعبا.

في جميع الخلطات التي أجريت تم استخدام المواد الأولية التالية (وهي نفس المواد التي استخدمت من قبل الشركة البريطانية المنفذة للهيكل الإنشائي لفندق درنة السياحي وجميعها مطابق للمواصفات الليبية الخاصة بها):-

1 — الإسمنت البورتلندي الاعتيادي المنتج في مصنع إسمنت الفتائح.

2 – ركام وادي الحصين الخشن.

3 – ركام الخبطة الناعم.

4 — الماء الصالح للشرب لمنطقة الساحل الشرقي لمدينة درنة.

والجدول رقم (1) يوضح أنواع الخلطات التي تم إجراؤها مع نسب خلط كل منها ونسب الملدن المدفوق المستخدم فيها.

جدول رقم (1) أنواع التجارب التي تم إجراؤها مع نسب الخلط المستخدمة .

جدول رقم (1) أنواع التجارب التي تم إجراؤها مع نسب الخلط المستخدمة .

رقم المجموعة	رقم التجربة	أوزان مكونات الخلطة$ام^3$ خرسانة (كجم)			% نسبة الماء:الإسمنت	% وزن المضاف:الإسمنت
		إسمنت	رمل	حصى		
خلطة مرجعية	1	400	670	1090	50	–
المجموعة الأولى	2	400	670	1090	50	0.2
	3	400	670	1090	45	0.3
	4	400	670	1090	40	0.6
	5	400	670	1090	37.5	1.0
	6	400	670	1090	35	1.2
المجموعة الثانية	7	400	670	1090	40	0.3
	8	400	670	1090	37.5	0.6
	9	400	670	1090	35	0.6
	10	400	670	1090	30	1.0
المجموعة الثالثة	11	380	690	1090	45	0.6
	12	380	690	1090	45	0.3
	13	350	700	1100	40	0.6
	14	350	700	1100	40	0.8
	15	330	720	1120	40	0.9
	16	330	720	1120	40	1.2

وقد أجري فحص الهطول على الخرسانة الطرية وفحص تحديد مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة بعمر (7) أيام و(28) يوما.

نتائج فحوصات الخلطات الخرسانية المختلفة

إن فحوص مقاومة الضغط لجميع الخلطات أوضحت أن مقاومة الضغط بعمر (28) يوم كانت أكبر من مقاومتها بعمر (7) أيام وهذا يشير الى عدم حدوث تفاعلات عكسية في الخرسانة وسيتم التركيز على مقاومة الخرسانة بعمر (28) يوم باعتبارها المعبرة عن مقاومة الخرسانة المنتجة. وفيما يلي نتائج فحوص الخلطات المختلفة :

أ— نتيجة فحص، الخلطة المرجعية: الجدول رقم (1) يوضح نتيجة فحص الخلطة المرجعية.

جدول رقم (1) نبجة فحص الخلطة المرجعية

رقم التجربة	أوزان مكونات الخلطة / م3 خرسانة(كجم)			% نسبة الماء : الإسمنت	% وزن المضاف : الإسمنت	الهطول (سم)	معدل مقاومة الضغط لـ3 مكعبات N/mm^2	
	إسمنت	رمل	حصى				بعمر 7 أيام	بعمر 28 يوم
*1	400	670	1090	50	——	6	31.6	35.8

7 — نتائج فحص خلطات المجموعة الاولى : الجدول رقم (2) يوضح نتائج فحص خلطات المجموعة الأولى.

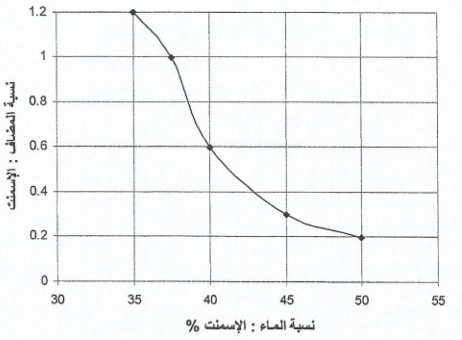
جدول رقم (2) نتائج فحص خلطات المجموعة الأولى

رقم التجربة	أوزان مكونات الخلطة / م3 خرسانة(كجم)			% نسبة الماء : الإسمنت	% وزن المضاف : الإسمنت	الهطول (سم)	معدل مقاومة الضغط لـ3 مكعبات N/mm^2	
	إسمنت	رمل	حصى				بعمر 7 أيام	بعمر 28 يوم
2	400	670	1090	50	0.2	انهيار	30.7	34.7
3	400	670	1090	45	0.3	انهيار	33.0	37.0
4	400	670	1090	40	0.6	انهيار	34.7	38.4
5	400	670	1090	37.5	1.0	انهيار	36.2	40.4
6	400	670	1090	35	1.2	انهيار	37.6	40.5

ومن الجدول رقم (2) يبين أنه يمكن استخدام الملدن المتفوق لزيادة قابلية تشغيل الخلطات الخرسانية بصورة كبيرة تصل لحد الإنهيارفي فحص الهطول دون حصول هبوط في مقاومتها للضغط بل نجد أن الخلطات رقم (3 ، 4 ، 5 ، 6) حققت مقاومة أكبر من الخلطة المرجعية حيث وصلت نسبة الزيادة

في المقاومة للخلطة رقم (6) الى (13 %) مقارنة بمقاومة الخلطة المرجعية. والشكل رقم (6) يمثل العلاقه بين كمية الملدن اللازمة لزيادة قابلية التشغيل وبين مقاومة الخرسانة للضغط.

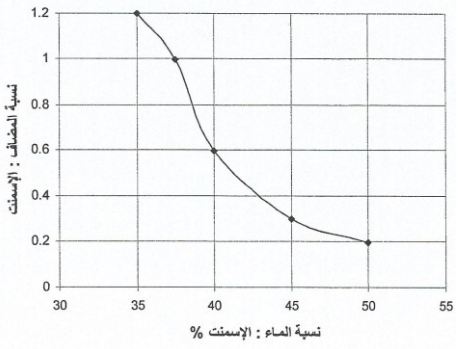
شكل رقم (6) : العلاقة بين نسبة الماء : الإسمنت ونسبة المضاف اللازمة لانتاج خرسانة ذات هطول كبير(Flowing concrete) دون حدوث انخفاض في مقاومة الخرسانة للضغط



ومن الشكل رقم (6) يتبين انه يمكن الحصول على خرسانة **ذات** قابلية تشغيل عالية دون التأثير سلبا على مقاومتها للضغط وهذه النتيجة مقاربة لنتيجة دراسة سابقة تم توضيحها في الشكل (5) حيث بينت امكانية زيادة قابلية التشغيل باستخدام الملدن المتفوق مع الاحتفاظ بنفس مقاومة الخلطة المرجعية.

و نلاحظ من الجدول (2) ايضاً أنه مع انقاص نسبة الماء : الإسمنت يجب زيادة نسبة المضاف لإيصال هبوط الخرسانة الطرية الى الانهيار. والشكل رقم (7) يوضح العلاقة بين نسبة الماء : الإسمنت ونسبة المضاف : الإسمنت اللازمة لاحداث انهيار في فحص الهطول دون حصول انخفاض في مقاومة الخرسانة الناتجة.

شكل رقم (7): العلاقة بين نسبة الماء : الإسمنت ونسبة الملدن اللازمة لانتاج خرسانة ذات هطول كبير (Flowing concrete) مع الحفاظ على مقاومة الخرسانة للضغط



3-— نتائج فد ثم خلطات **المجموعة الثانية** :

الجدول رقم (3) يوضح نتائج فحص خلطات المجموعة الثانية.

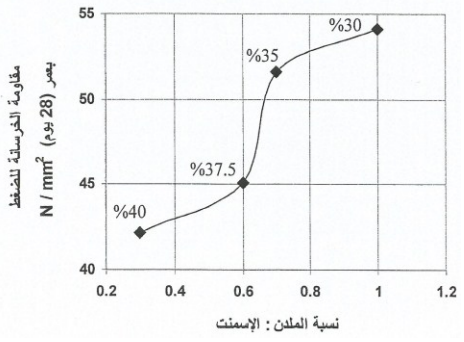
جدول رقم (3) **يوضح** نتائج خلطات **المجموعة الثانية**

رقم التجربة	أوزان مكونات الخلطة / م3 خرسانة(كجم)			% نسبة الماء : الإسمنت	% وزن المضاف : الإسمنت	الهطول (سم)	معدل مقاومة الضغط لـ3 مكعبات N/mm^2	
	إسمنت	رمل	حصى				بعمر 7 أيام	بعمر 28 يوم
7	400	670	1090	40	0.3	5	36.0	42.2
8	400	670	1090	37.5	0.6	7	38.2	45.1
9	400	670	1090	35	0.7	5.5	44.8	51.6
10	400	670	1090	30	1.0	7.5	45.4	54.1

ومن الجدول رقم (3) يمكن ملاحظة مايلي:

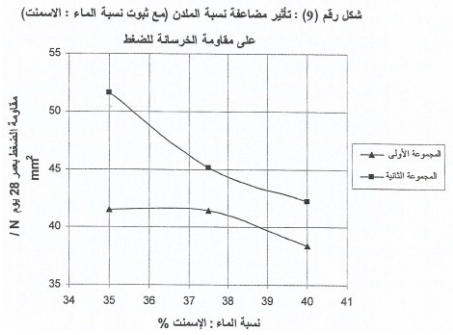
يمكن زيادة مقاومة الخرسانة للضغط بعمر (28) يوم بزيادة نسبة الملدن المستخدم مع الاحتفاظ بنفس قابلية تشغيل الخلطة المرجعية حيث وصلت نسبة الزيادة في مقاومة الضغط الى (51 %) باستخدام نسبة مضاف تساوي 1% من وزن الإسمنت والشكل رقم (8) يوضح العلاقة بين مقاومة الخرسانة للضغط ونسبة المضاف:الإسمنت مع الاحدفاظ بقابلية تشغيل الخلطة المرجعية .

الشكل رقم (8) :العلاقة بين مقاومة الخرسانة للضغط ونسبة الملدن المتفوق لنسب مختلفة من الماء : الاسمنت مع الاحتفاظ بنفس قابلية تشغيل الخلطة المرجعية



2- يلاحظ في التجربة رقم (7) إن استخدام الملدن المتفوق بنسبة 0.3% من وزن الإسمنت أدى الى زيادة مقاومة الضغط بنسبة (11.7%) مقارنة بمقاومة الخلطة المرجعية وهذه النتيجة مقاربة لنتيجة دراسة سابقة تم توضيحها في الشكل رقم (4) والذي بين أن الزيادة في مقاومة الضغط بعمر (28) يوم بلغت (13%) باستخدام ملدن متقوق بنسبة (0.3%).

3- وبمقارنة مقاومة الضغط للخلطات رقم (4 ، 5 ، 6) للمجموعة الأولى مع الخلطات رقم (7 ، 8 ، 9) للمجموعة الثانية نجد أنه بالرغم من استخدام نفس نسبة الماء: الإسمنت فإن زيادة نسبة المضاف المستخدم في خلطات المجموعة الأولى (التي وصلت ضعف النسبة المستخدمة في خلطات المجموعة الثانية تقريبا) أدى الى انخفاض في مقاومة الخرسانة بنسبة تراوحت بين (10 - 12.7%) والشكل رقم (9) يوضح تأثير مضاعفة نسبة الملدن المستخدم على مقاومة الخرسانة لخلطات لها نفس نسبة الماء: الإسمنت.

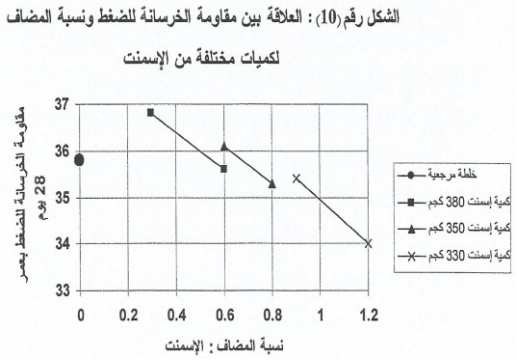


4- نتائج فحص خلطات المجموعة الثالثة الجدول (4) يوضح نتائج فحص خلطات المجموعة الثالثة و الشكل رقم (10) يوضح العلاقه بين مقاومة الخرسانة للضغط ونسبة الملدن المستخدم ولكميات مختلفة من الإسمنت لخلطات هذه المجموعة.

الجدول رقم (4) نتائج فحص خلطات المجموعة الثالثة

رقم التجربة	أوزان مكونات الخلطة / م3 خرسانة(كجم)			% نسبة الماء : الإسمنت	% وزن المضاف : الإسمنت	الهطول (سم)	معدل مقاومة الضغط لـ3 مكعبات N/mm^2	
	إسمنت	رمل	حصى				بعمر 7 أيام	بعمر 28 يوم
11	380	690	1090	45	0.6	انهيار	33.1	35.6
12	380	690	1090	45	0.3	9	32.0	36.8
13	350	700	1100	40	0.6	6	36.0	36.1
14	350	700	1100	40	0.8	8	34.4	35.3
15	330	720	1120	40	0.9	6	31	35.2
16	330	720	1120	40	1.2	8.5	33.6	34

تشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (4) والشكل رقم (10) الى إمكانية استخدام كمية إسمنت مقدارها (380) كجم و(350) كجم بدلا من (400) كجم دون حدوث انخفاض في مقاومة الضغط تقليل وزن الإسمنت المستخدم في الخلطات الخرسانية الى 350 كجم بدلا من 400 كجم (في الخلطة المرجعية) دون حدوث انخفاض في مقاومة الخرسانة للضغط وقابلية تشغيلها. أما عند تخفيض كمية الإسمنت الى (330) كجم حصل انخفاض بسيط في المقاومة مقارنة بمقاومة الخلطة المرجعية نناوح بين (1.7-5.1). كما يلاحظ أيضا أنه عند تثبيت نسبة الماء : الإسمنت فان زيادة نسبة الملدن أدت الى انخفاض في مقاومة الخرسانة للضغط وهذا هو نفس الاستنتاج الذي تم التوصل اليه عند تحليل نتائج المجموعة الثانية.



الاستنتاجات والتوصيات

من خلال النتائج التي الحصول عليها في هذا البحث يمكن استنتاج ما يلي :

1- يمكن زيادة قابلية تشغيل الخرسانة الطرية بدرجة كبيرة باستخدام نسب مختلفة من الملدن المتفوق دون الحاجة الى زيادة نسبة الماء : الإسمنت مما يضمن عدم حصول تناقص في مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط .

2-يمكن تحقيق زيادة واضحة في مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط باستخدام الملدن المتفوق الذي يمكن من تقليل نسبة الماء :الإسمنت المستخدمة مع الاحتفاظ بنفس قابلية تشغيل الخرسانة الطرية .

3-إن تقليل نسبة الماء : الإسمنت المستخدمة سيساعد أيضا في تقليل نفاذية الخرسانة المنتجة مما يجعلها أكثر مقاومة لتأثيرات المياه الجوفية والظروف الخارجية.

4-يمكن تقليل كمية الإسمنت المستخدمة في الخلطة الخرسانية باستخدام الملدن المتفوق مع ضمان عدم انخفاض مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط وقابلية تشغيلها وهذا سيحقق مكسبا اقتصاديا نظرا لانخفاض كلفة الخرسانة المنتجة.

وعلى ضوء ما جاء في الاستنتاجات يمكن التوصية بالتالي :

1-استخدام الملدن المتفوق في الخلطات الخرسانية المستخدمة في المقاطع الضيقة والمقاطع الكثيفة التسليح .

2-استخدام الملدن المتفوق في الخلطات الخرسانية التي تنطلب الحصول على مقاومة عالية للضغط بتقليل نسبة الماء: الإسمنت المستخدمة مع الاحتفاظ بقابلية تشغيل مناسبة .

3-استخدام الملدن المتفوق في الخرسانة المعرضة لظروف قاسية كخرسانة الركائز والأسس السطحية والخرسانة المعرضة لمياه البحر والظروف الجوية القاسية نظراً للنفاذية المنخفضة لهذه الخرسانة.

4-استخدام الملدن المتفوق لتقليل محتوى الإسمنت في الخلطة الخرسانية دون التأثير سلبا على مقاومتها للضغط وقابليتها مما يمكن من تقليل كلفة الخرسانة المنتجة.

5-استخدام الملدن باقل كمية مناسبة لان زيادة كميته عند الحد المطلوب يؤدي الى انخفاض بسيط في مقاومة الضغط للخرسانة.

Improving The Properties Of Fresh & Hardened Concrete By Using High Range Water Reducing Admixtures (Super Plasticizers)

Rabah Basheer Mohammed Taher [1]

Abstract

This paper studies the ability of improving the properties of the concrete by using a super plasticizer in a powder form. In the practical part of this study (16) different mixes were carried out. The first mix was made without using the super plasticizer in order to use it as a reference to compare its properties with the properties of the other (15) mixes, to that we added the super plasticizer. In these mixes different weights of cement, water: cement ratios and different ratios of the super plasticizer were used. For each mix a slump test of fresh concrete was carried out and (6) cubes were made to test their compressive strength at the age of (7) & (28) days.

After comparing the properties of the (15) mixes with the properties of the reference mix it has been found that the adopted super plasticizer can be used to accomplish these four aims:

1- Increasing the workability of fresh concrete without decreasing the compressive strength of the hardened concrete.

2- Increasing the compressive strength of the hardened concrete without decreasing the workability of fresh concrete.

3- Decreasing the permeability of concrete by reducing the water: cement ratio and increasing its compression strength.

4- Decreasing the weight of cement in the mix without decreasing the compressive strength of the hardened concrete and the workability of the fresh concrete.

According to these conclusions the following recommendation can be drawn:

1- Using the super plasticizers in concrete mixes, that are used in narrow sections or in sections of a heavy reinforcement.

2- Using the super plasticizer in concrete mixes which should possess a high compressive strength and an appropriate workability.

3- Using the super plasticizers in producing concrete mixes, that are exposed to severe conditions such as shallow and deep foundations, concrete exposed to seawater and chemicals.

4- Using the super plasticizer to reduce the weight of cement without reducing the compressive strength & workability of the concrete.

[1] Department of Civil Engineering, Higher Center for Comprehensive Occupations, Darnah, Libya

المراجع

إ – د. مؤيد نوري الخلف، هناء عبد يوسف ((مضافات الخرسانة))، الجامعة التكنولوجية، الطبعة الأولى، 1991.

2 — الكتالوج الخاص بالمادة الملدنة المتفوقة المستخدمة في البحث.

((MERCLET TB 10 IF SUPERPLASTICIZER IN POWDER FORM))

Adam M. Neville ((Properties of concrete)), London, July 1996

ASTM c 1017- 98 (Standard specification for chemical admixtures for

Use in producing flowing concrete).Cement Association of Canada.

George Wypych ((Handbook of plasticizers)), December 2003.

M .R. Rixom, N. p. Mailvaganam ((Chemical admixtures for concrete)),

London, 1986

Water reducing admixhrres-PCA publications EB001TC2, RD107TC10, EB114TC13.

Whiting D., Dziedzic w. ((Effects of high-range water reducers on

Concrete properties)), RD107T, Portland cement Association, 1992.