

# دراسة تأثير إضافة البوليمر الملدن السائل (البولي كربوكسيلات المحور) على خواص الخرسانة الإسمنتية ذاتية الدمك بمكونات محلية

عبد العالي بشير أحمد بن صالح<sup>1</sup>، علي فرج زوينخ<sup>2</sup>، حمزة مفتاح خيرجاء<sup>3</sup>

## الملخص

يتضمن الجانب الأول من هذا العمل إعداد خلطات خرسانية بموصفات خاصة، حيث تم إعداد ثلاث خلطات بثلاث نسب مختلفة من الماء (0.35, 0.45, 0.55): 1 وزنا من الإسمنت، حيث تم إجراء اختبار قابلية التشغيل (التشغيلية) على الخلطات الثلاثة، ومن ثم مناقشة تأثير نسبة الماء على قيمة التشغيلية، وقد تم سكب هذه الخلطات في قوالب خاصة، وذلك لتجهيزها لإجراء اختبار مقاومة الضغط. أما الجانب الثاني من العمل فقد تضمن إضافة ملدن نوع سيكا فيسكوكريت 5400 بنسب (0.3, 1, 3, 4 % من وزن الإسمنت) لكل خلطة من الخلطات السابقة، وتم قياس قيمة التشغيلية لجميع الخلطات، ومقارنتها بالخلطات الخالية من الملدن، كذلك تضمن العمل قياس قيمة مقاومة الضغط لكل الخرسانات المحتوية على الملدن، بعد قبولتها وغمرها بالماء لمدة أسبوع، وتم

(1) قسم الكيمياء بكلية التربية جامعة مصراتة ومنتدب بأكاديمية الدراسات العليا بمصراتة

(2) المعهد العالي لإعداد المدرسين بمصراتة

(3) المعهد العالي لإعداد المدرسين بمصراتة

دراسة تأثير إضافة البوليمر الملدن السائل (البولي كربوكسيلات المحور) على خواص الخرسانة الإسمنتية —

مقارنة ومناقشة النتائج. كما تم إجراء اختبار النفاذية على الخلطة التي تحتوي على نسبة الماء (0.45) مع كل نسب الملدن المختلفة، وتم إجراء الاختبار ومقارنة ومناقشة النتائج المتحصل عليها. الكلمات المفاتيح: الملدنات الفائقة، الخرسانة ذاتية الدمك، التشغيلية، مقاومة الانضغاط.

## 1- المقدمة

الخرسانة ذاتية الدمك Self Compacting concrete (SCC) هي: عبارة عن خرسانة تم تطويرها حديثاً؛ لتلائم العديد من الاستخدامات الإنشائية، وخاصةً التي تحتاج إلى مقاومة مبكرة عالية، حيث يمتاز هذا النوع من الخرسانات بالانسيابية العالية، وقيمة تشغيلية عالية، وهذا أدى إلى سهولة إنتاج قوالب خرسانية تحتوي على نسب عالية من حديد التسليح. إن خاصية قابلية التشغيل (التشغيلية) تتأتى من المقدرة على الانسياب (الانسيابية)، وعملية نزع الهواء (التهوية)، وكذلك التجانس بين المكونات أو الثبات. إن مصطلح الدمك الذاتي يمكن أن يوصف من خلال خاصية الخرسانة الطرية fresh concrete، والتي تعد بطرق مختلفة من مواد بناء مختلفة أيضاً<sup>(1)</sup>. الخرسانة ذاتية الدمك هي: خرسانة تنساب داخل القوالب؛ لتأخذ الشكل بالكامل، وتتملأ جميع الفراغات بين المقويات (أسيخ الحديد) بتأثير الجاذبية، دون حدوث انفصال بين مكونات الخرسانة<sup>(2)</sup>، حيث تم إنتاج الخرسانات ذاتية الدمك في السبعينيات في اليابان، من خلال إضافة الملدنات إلى مكونات الخرسانة، وكان الغرض من إنتاجها تقليص كلفة استخدام أجهزة الدمك الميكانيكي واليدوي، وكذلك سهولة استخدام أجهزة الانسياب العلوي للخرسانات (1-3)، مما أضفى على إنتاجها فوائد تقنية واقتصادية مهمة. قدمت الخرسانة الطرية (الطازجة) ذاتية الدمك، التي تحتوي على الملدنات الفائقة في بداية السبعينيات، حيث إن المكونات الفعالة للمخاليط المدنة، مثل: سلفونات النفثالين (Naphtalene Sulphonate)<sup>(4)</sup>، وسلفونات الميلامين (Melamine Sulphonate)<sup>(4)</sup>، والزيتون النباتية (vegetable oils)<sup>(5)</sup>، جعلت من الممكن تطوير الخرسانات بواسطة الملدنات الفائقة (Super plasticisers)، فقد قدمت الملدنات الفائقة في الأسواق بالاعتماد على إيثر البولي كربوكسيلات (PolyCarboxylate ether) كمكون فعال، واستخدمت بشكل واسع في صناعة الخرسانات؛ لتحسين وتطوير خواصها الميكانيكية والكيميائية، وزيادة انسيابيتها؛ لتكون قادرة على ملء القوالب بصور كاملة، وفي وجود أقطاب تسليح الحديد (1,6). إن إضافة الملدنات - بصفة عامة - كان له أثر كبير على زيادة القدرة التشغيلية، وعلى

المقاومة المبكرة- أيضا- (7,1). إن كل هذه المميزات، التي تكتسبها الخرسانة، نتيجة الإضافات- وخاصةً الملدنات- جعلت من الضروري الاستمرار في الأبحاث العلمية؛ لمعرفة مدى الفائدة الاقتصادية والتقنية لهذه الملدنات، وكذلك الآثار الإيجابية أو السلبية لها. فقد بنيت فرضية العمل على وجود بعض أنواع الملدنات، التي تستعمل في إنتاج خرسانات ذاتية الدمك، التي من شأنها توفير جهد وكلفة إعداد الخرسانات، من دون النظر في تأثير هذه الملدنات على خواص الخرسانة، وخاصة خاصية مقاومة الانضغاط؛ لذلك تم اختبار الملدن، ودراسة مدى تأثيره على خواص الخرسانة المحلية.

## 2. المواد المستعملة:

### 1.2. الإسمنت البورتلاندي:

تم استعمال الأسمنت البورتلاندي العادي- المنتج في أحد المصانع المحلية بمنطقة زليتن- ذو الوزن النوعي 3.12 g/cm<sup>3</sup>.

2.2. الركام الناعم: تم استعمال الركام الناعم من منطقة أبورية.

3.2. الركام الخشن: تم استعمال الركام الخشن من إحدى كسارات منطقة السويح.

أجريت كل الاختبارات العملية للركام الناعم والخشن (التدرج الحبيبي ونسبة الامتصاص والوزن النوعي) في معمل الرباط للاختبارات الهندسية.

4.2. ماء الخلط: تم استعمال ماء الشرب من شبكة المياه العامة، وتم استخدام ثلاث نسب من الماء. W/C ، و هي كالآتي: 0.35 , 0.45 , 0.55

5.2. الملدن (الإضافات): إن الإضافة المستخدمة في هذا البحث، هي البولي كبروكسيالات الحور، ويعتبر سيكا فيسكوكريت- (Sika viscocrete 5400) يسمى: سيكا فيسكوكريت (5400- هو الجيل الرابع من الملدنات القوية لخفض محتوى الماء بدرجة كبيرة (لزيادة التشغيلية بدرجة فائقة وإعطاء السيولة والانسيابية العالية) للخرسانة، وهو مطابق للمواصفات السويسرية ASTM- ، المواصفات الأمريكية EN ، المواصفات الأوربية 2- 162(1989)SIA934- 194 type F.G). ويستعمل فيسكوكريت 5400 في إنتاج الخرسانة ذاتية الدمك، فهو يعمل (على خفض محتوى الماء بدرجة كبيرة مع زيادة السيولة والانسيابية بدرجة فائقة، وفي نفس الوقت يحقق تماسكًا مثاليًا وسلوكًا ذاتي الدمك ممتاز.

دراسة تأثير إضافة البوليمر الملدن السائل (البولي كربوكسيلات المحور) على خواص الخرسانة الإسمنتية —

### 3. طرق تصميم الخلطات الخرسانية:

تم الاعتماد على طريقة المحاولة لتصميم الخلطات الخرسانية في هذا العمل (2)، حيث تم في هذه الخلطة اختيار كميات معينة لمكونات الخلطة الخرسانية؛ لتعطي المقاومة المطلوبة. وكانت الكميات التي تم اختيارها كالتالي:

الجدول (1) يبين نسب مكونات الخلطة الخرسانية.

المكون	الماء	الإسمنت	الرمل	الركام
النسبة	0.35:	1:	2:	3

وكان مقدار الهابط في هذه الخلطة 10cm، وهو ضمن المدى المطلوب (8-12cm) (2)، وكانت مقاومة الضغط لهذه الخرسانة هي: 24.56 (MPa).

### 4. إعداد الخرسانة:

تم إعداد الخلطات الخرسانية حسب طريقة المحاولة لاختيار نسب الخلط، حيث تم إعداد ثلاث خلطات خرسانية باستخدام نسبة الماء إلى الإسمنت (0.35)، (0.45)، (0.55):1 من وزن الإسمنت، وتشمل خلطات خرسانية بدون إضافات، وخلطات خرسانية بإضافة الملدن فيسكوكريت 5400، بنسبة 0.3، 1، 3، 4 % من وزن الإسمنت (2).

### 5. الاختبارات والأجهزة المستخدمة:

#### 1.5. اختبار التشغيلية:

تم إجراء اختبار التشغيلية بعد عملية خلط مكونات الخلطة الخرسانية بواسطة الخلاط الميكانيكي (ATIKA) مباشرة، ويتم قياس مقدار الهبوط الحاصل في الخلطة الخرسانية عن ارتفاع جهاز قياس التشغيلية (Slump Test)، الذي يبلغ ارتفاعه (30 cm)، حيث تم إجراء اختبار الهبوط في مختبر الرباط للاختبارات الهندسية (2).

#### 2.5. اختبار الضغط:

تم إجراء اختبار مقاومة الانضغاط بعد اكتمال تصلب الخرسانة لمدة سبع أيام، وهي مغمورة في الماء، وتوضع المكعبات الخرسانية في جهاز قياس مقاومة الانضغاط (ELA) (ADR1500)، وذلك

بتسليط ضغط على المكعبات بمقدار متساوٍ حتى حدود الفشل في المكعب الخرساني، وبذلك يتم تحديد مقدار مقاومة الخرسانة للانضغاط. تم إجراء اختبار مقاومة الانضغاط في معمل الرباط للاختبارات الهندسية (2).

3.5. النفاذية:

تم استخدام جهاز (AT 315) في اختبار النفاذية للخرسانة، ويستخدم فيه مكعبات بحجم قياسي (cm 15x15x15)، وتوضع في الجهاز لمدة 72 ساعة تحت ضغط الماء (7).

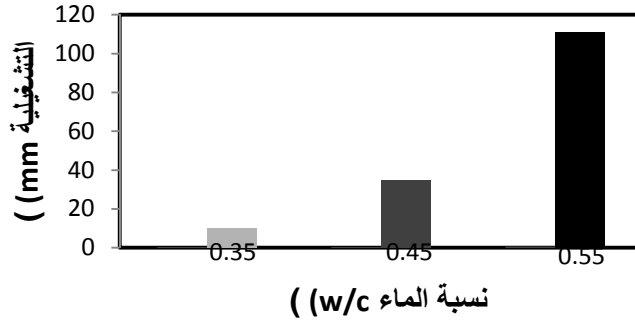
4.5. الأجهزة الأخرى المستخدمة:

استخدم في هذا البحث الخلاط الميكانيكي ATIKA، كما استخدم الفرن الكهربائي (ALFA-U-150) لتجفيف العينات لغرض الاختبارات المعملية كقياس (تقدير) نسبة الامتصاص للركام الخشن والناعم.

7. النتائج والمناقشة:

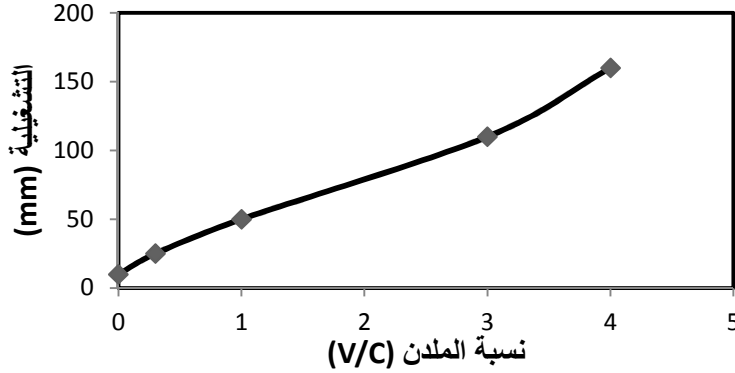
1.7. قابلية التشغيل (التشغيلية):

تعتبر التشغيلية من الخواص المهمة في تحديد خواص الخرسانات، وقد تم إعداد ثلاث خلطات خرسانية من ثلاث نسب مختلفة للماء (0.35, 0.45, 0.55)، حيث تم إضافة ملدن فيسكوكريت 5400 بنسب (0, 0.3, 1, 3, 4%) إلى كل خلطة، وتم إجراء اختبار الهبوط (Slump Test)، وذلك لقياس قابلية التشغيلية. والشكل (1) يوضح تأثير نسب الماء على قابلية التشغيل للخرسانة الحالية من ملدن، وقد لوحظ من الشكل أن زيادة نسبة الماء تزيد التشغيلية للخرسانة، هذه الزيادة تكاد أن تكون طردية.



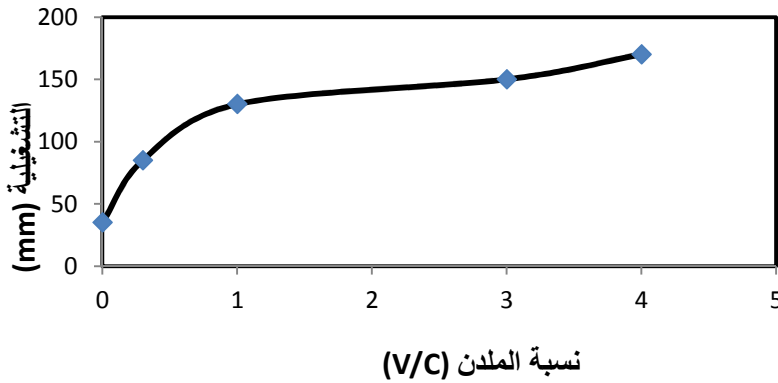
الشكل (1) يبين تأثير نسب الماء على قابلية التشغيل للخرسانة الحالية من ملدن.

دراسة تأثير إضافة البوليمر المملدن السائل (البولي كربوكسيلات المحور) على خواص الخرسانة الإسمنتية — عند إضافة نسب الملدن (0, 0.3, 1, 3, 4%) للخلطة الخرسانية الأولى (0.35)، لوحظ أن قابلية التشغيل تزداد بزيادة نسبة الملدن، وهذا ربما يرجع إلى زيادة الانسيابية للخلطة، كما هو موضح في الشكل (2).

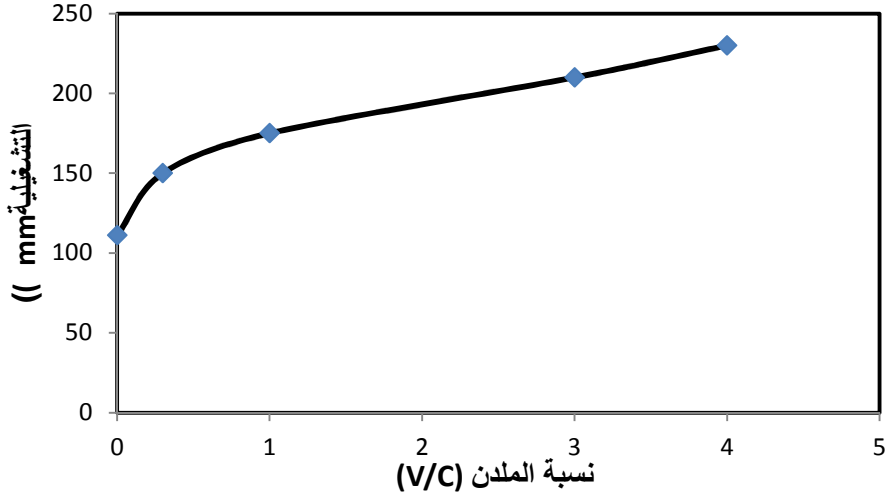


الشكل (2) يبين تأثير نسبة الملدن على قابلية التشغيل للخلطات التي تحتوي على نسبة ماء (0.35).

أما في حالة الخلطات التي تحتوي على نسبة ماء (0.45, 0.55)؛ فإن قيمة قابلية التشغيل تزداد بزيادة نسبة الملدن، ولعل هذا يرجع إلى نفس الأسباب من زيادة الانسيابية، كما هو موضح في الشكل (3) و(4).



الشكل (3) يبين تأثير نسبة الملدن على قابلية التشغيل للخلطات التي تحتوي على نسبة ماء (0.45).



الشكل (4) يبين تأثير نسبة الملدن على قابلية التشغيل للخلطات التي تحتوي على نسبة ماء (0.55).

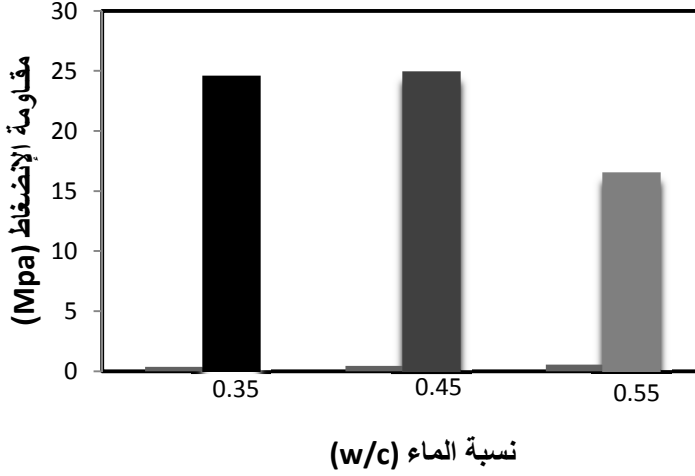
ومن خلال النظر في النتائج السابقة، يلاحظ أنه في حالة نسبة الماء الأقل يكون تأثير الملدن أقل، ويزداد تأثيره بزيادة نسبته على قيمة التشغيلية، أما في حالة نسبة الماء الأعلى (0.45, 0.55)؛ فإن تأثير إضافة الملدن على قيمة قابلية التشغيل تكون ضعيفة في حالة نسب الملدن العالية، وتأثيرها أعلى في حالة النسب الواطئة من الملدن، وهذا يمكن أن يرجع إلى أن انخفاض لزوجة الخلطة؛ بزيادة نسبة الماء يخفض تأثير الملدن على انسيابية الخلطة، ومن ثم على قيمة التشغيلية.

## 2.7. مقاومة الانضغاط:

تعتبر مقاومة الضغط من أهم خواص الخرسانة المتصلدة، وتعتبر عن جودتها؛ لذلك يجرى اختبار مقاومة الضغط كاختبار للتحكم في جودة إنتاج الخرسانة بموقع العمل، وقد تم اختبار الانضغاط للخلطات الخرسانية الثلاثة لعمر 7 أيام، حيث غمرت العينات بالماء بعد اكتمال التصلب النهائي، حتى موعد الفحص. إن زيادة المحتوى المائي في الخلطات الخرسانية يؤدي إلى نقص قوة مقاومة الانضغاط، كما هو في حالة الخرسانة ذات نسب الماء (0.55)، وكذلك فإن النسب الواطئة من المحتوى المائي يعطي قيمة منخفضة من مقاومة الانضغاط، ويمكن أن يرجع ذلك إلى أن كمية ماء الخلط غير كافية لحدوث

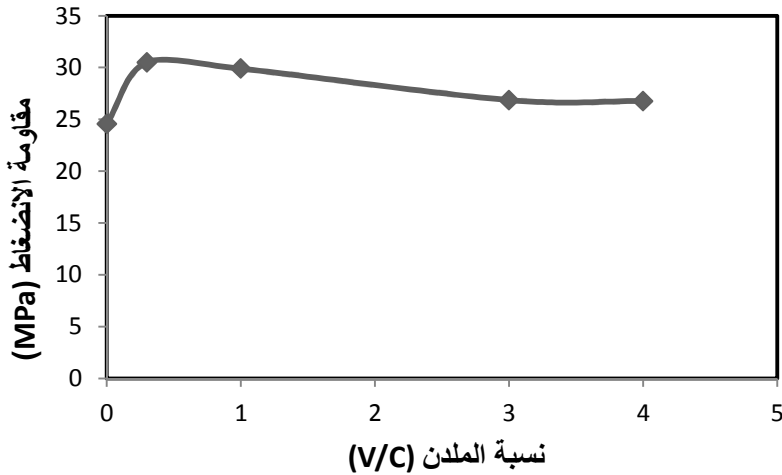
دراسة تأثير إضافة البوليمر المملدن السائل (البولي كربوكسيلات المحور) على خواص الخرسانة الإسمنتية —

التميؤ الكامل، وزيادة نسبة الماء تؤدي إلى عدم التصاق حبيبات الركام بالعجينة الإسمنتية؛ ومن ثم غزلها، وهذا- أيضا- يضعف من قيمة قوة مقاومة الانضغاط، كما في الشكل (5).



الشكل (5) يبين تأثير نسب الماء على مقاومة الضغط للخرسانة الخالية من المملدن.

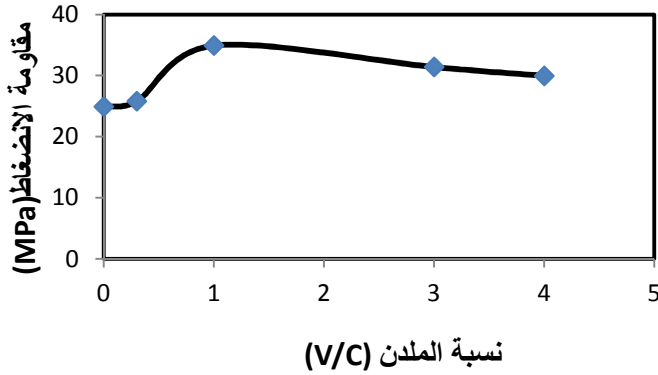
الشكل (6) يوضح تأثير المملدن على مقاومة الانضغاط للخرسانة التي تحتوي على نسبة ماء (0.35)؛ فيلاحظ أن مقاومة الانضغاط تزداد بزيادة نسبة المملدن، وتكون القيمة الأعلى عند (0.30) من المملدن، ثم تبدأ بالانخفاض التدريجي بزيادة نسبة المملدن.



الشكل (6) يبين تأثير المملدن على مقاومة الانضغاط للخرسانة ذات نسبة الماء 0.35.

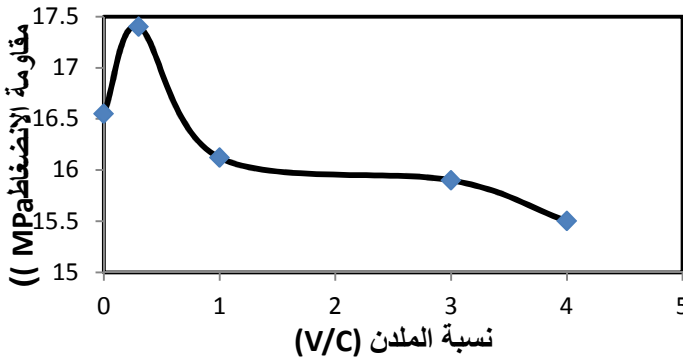


وأما في حالة الخرسانة ذات نسبة الماء (0.45)؛ فإن مقاومة الانضغاط تصل إلى القيمة القصوى عند نسبة ملدن (1.0)، ثم تبدأ قيم مقاومة الانضغاط بالانخفاض التدريجي، ويكون تأثير الملدن عالٍ على قيمة مقاومة الانضغاط، كما هو موضح في الشكل (7).



الشكل (7) يبين تأثير الملدن على مقاومة الانضغاط للخرسانة ذات نسبة الماء 0.45.

أما في حالة الخرسانة ذات المحتوى المائي العالي؛ فإن قيمة مقاومة الانضغاط تصل إلى القيمة القصوى عند نسبة ملدن (0.3)، ثم تتراجع مقاومة الانضغاط تدريجياً مع زيادة نسبة الملدن، حتى تصل إلى نسبة أقل منها، مقارنة بالخرسانة الخالية من الملدن، ويمكن أن يعزى ذلك إلى تأثير الماء على مقاومة الانضغاط- كما ذكر سابقاً- كما هو موضح في الشكل (8).



الشكل (8) يبين تأثير الملدن على مقاومة الانضغاط للخرسانة ذات نسبة الماء 0.55.

دراسة تأثير إضافة البوليمر الملدن السائل (البولي كربوكسيلات المحور) على خواص الخرسانة الإسمنتية —

وعند النظر إلى النتائج السابقة لمقاومة الانضغاط، يمكن أن نستنتج أن تأثير الملدن على الخرسانة ذات نسب الماء (0.35, 0.45) إيجابي، وأن تأثيره يكون أعلى في حالة المحتوى المائي (0.45)، وهذا يمكن أن يكون راجعاً إلى المحتوى المائي الكافي لحدوث عملية التميؤ الكامل للإسمنت، مقارنة بالنسب الأخرى للماء. أما في حالة المحتوى المائي العالي (0.55)؛ فإن تأثير إضافة الملدن إلى الخلطة يكون إيجابياً - فقط - عند النسب الواطئة (0.30)، ثم يتراجع مع بقية النسب، وهذا يمكن أن يفسر على أساس زيادة المحتوى المائي، وزيادة الملدن مما يؤدي إلى آلي تعطيل عملية الشك، وكذلك آلي عرقلة عملية التميؤ، كما يضعف تماسك مكونات الخرسانة وانسيابيتها.

### 3.7. النفاذية:

تم استخدام جهاز (AT 315) في اختبار النفاذية للخرسانة، ويستخدم فيه مكعبات بحجم قياسي (15x15x15 cm)، وتوضع في الجهاز لمدة 72 ساعة تحت ضغط الماء، والجدول (2) يبين نتائج فحوص النفاذية لخلطة خرسانية بنسبة الماء إلى الإسمنت (0.45)، وبنسب الملدن 5400 (0, 0.3, 1, 3, 4).

جدول (2) يبين النتائج اختبارات النفاذية لخلطة خرسانية بنسبة الماء إلى الإسمنت (0.45)، وبنسب الملدن 5400 (0, 0.3, 1, 3, 4).

0.00159	0.00157	0.00152	0.00162	0.00194	النفاذية
4	3	1	0.3	0	نسبة الملدن %

من النتائج المتحصل عليها من هذا الاختبار، نلاحظ أن قيمة النفاذية للعينة الإسمنتية الخالية من الملدن أعلى منها، مقارنة بالخلطات التي تحتوي على نسبة من الملدن، ومن الجدول نلاحظ أنه لا يوجد تأثيراً كبيراً بزيادة نسبة الملدن على قيمة النفاذية للخرسانة.

## 8. الخلاصة:

من خلال النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة، تبين أنه بالإمكان إنتاج خرسانة ذاتية الدمك بمكونات الخرسانة المحلية، المتعامل معها في هذا البحث عند إضافة الملدنات. كما أن التشغيلية تزداد مع زيادة نسبة فيسكوكريت 5400، وتؤدي إضافة الملدن إلى اختصار في زمن الصب، وخلط الخرسانة، من خلال زيادة قيمة التشغيلية، وقد تبين أن الإفراط في إضافة الملدن قد يؤدي إلى ضعف في الخرسانة. وقد وجد أن أفضل نسبة ماء أعطت مقاومة انضغاط عالية بنسبة ملدن 1 %، هي نسبة 0.45 من وزن الإسمنت.

## 9. المراجع:

- 1- Neville , A.M., "properties of concrete " , published by Pearson Education S.K printers , India, (2003).
- 2 - أحمد فهمي عبد الرحمن, محمود حسين متولي, خواص وتصميم الخلطات الخرسانية - دار الراتب الجامعية (1985).
- 3- Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete, EFNARC, Association House, 99 West Street, Farnham, Surrey GU9 7EN, UK, February (2002).
- 4- Rixom, R. and Mailvaganam, N., Chemical Admixtures for Concrete, 3. Ed., , E&FN Spon, London, Chapter 4.2 “The chemistry of damp-proofers” pp. 150-153,(1999).
- 5- Chandra, S. and Xu, A., “Influence of Vegetable Oils Addition on Portland Cement Mortars”, 7th International Congress on Polymers in Concrete (ICPIC), Oostende, Belgium, July 3-5, , pp. 187-192,(1995).
- 6- Nanak J. Pamnani, Palakkumar D. Patel, Dr. A.K. Verma, Jayeshkumar Pitroda, Comparison and Optimization of Dosage of Different Super-Plasticizers for Self Compacted Concrete Using Marsh Cone, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 2, Issue 8, February (2013).
- 7 - إبراهيم علي الدرويش, عبد الوهاب محمد عوض, تصميم الخلطات الخرسانية, دار الراتب الجامعية (1986).

## Contents

- دور مقاصد الشريعة في تطوير عمل الرقابة الشرعية في المؤسسات المالية ..... - 1 -
- أدلة اعتبار فهم السلف (2) ..... - 23 -
- الأبواب المُفرَّعة من الأحاديث المُسنَّدة في صحيح البخاري (بحث ودراسة) ..... - 45 -
- حكم التحبّيس على الذكور دون الإناث وتأصيله من المدونة ..... - 75 -
- الوكالة بالاستثمار بأجر وتطبيقاتها المصرفية على السلع الدولية (دراسة فقهية) ..... - 89 -
- أسس العلاقات الدولية في الإسلام من خلال وثيقة المدينة ..... - 115 -
- حُرُوفُ المعاني المُركَّبة دراسة بنائية مقطعية ..... - 135 -
- اختلاف معاني حروف الجر وأثره على تفسير النصوص القرآنية واستنباط الأحكام منها - 159 -
- 
- ملاحم التحليل النحوي عند الجَندي من خلال كتابه المقاليد ..... - 177 -
- آراء المبرِّد النُحوية في المفصَّل وشرح الكافية الشافية ومغني اللبيب ..... - 205 -
- مُعيَّن اللبيب على ترقيم شواهد (مُغني اللبيب) ..... - 231 -
- النقد في مقدمات الدواوين الشعرية من الشدياق إلى العقاد ..... - 287 -
- النَّص بين السَّرقات الأدبية والتناس ..... - 313 -
- نظريات الموقع الصناعي دراسة في جغرافية الصناعة ..... - 329 -
- الإطار النظري للقدرة التنافسية وآليات بنائها ..... - 353 -
- التحليل المكاني للخدمات التعليمية في مدينة الخمس ..... - 381 -
- عناصر السكان في إقليمي برقة وطرابلس (من ق 5 هـ - 7 هـ) ..... - 403 -
- الإمبراطورية الرومانية والقمح الإفريقي ..... - 435 -
- الصعوبات البشرية التي واجهت الرحالة العرب والأوروبيين عند عبورهم الأراضي الليبية في الفترة ما بين 1798 - 1923م ..... - 455 -
- المعتقدات الدينية الفينيقية في المدن الثلاث الليبية ..... - 483 -

دراسة تأثير إضافة البوليمر الملدن السائل (البولي كربوكسيلات المحور) على خواص الخرسانة الإسمنتية \_\_\_\_\_

دراسة تأثير إضافة البوليمر الملدن السائل (البولي كربوكسيلات المحور) على خواص  
الخرسانة الإسمنتية..... - 515 -