



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
الجامعة التكنولوجية  
قسم هندسة البناء والإنشاءات  
فرع هندسة البناء وإدارة المشاريع الانشائية

# تأثير تأخر وفترة المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة

مشروع سنوي مقدم إلى  
الجامعة التكنولوجية قسم هندسة البناء والإنشاءات فرع هندسة البناء وإدارة المشاريع  
وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في  
علوم هندسة البناء والإنشاءات

من قبل  
زيد محمد كاظم إبراهيم

  
د. باسل الشذر  
استاذ مساعد

بأشراف

  
محمد عبد اللطيف  
مدرس مساعد

١٤٣٢ هـ

٢٠١١ م

بناء  
٢٠١١

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

يَرْفَعُ اللَّهُ

الَّذِينَ آمَنُوا

مِنْكُمْ وَالَّذِينَ

أَوْتُوا الْعِلْمَ

دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا

تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

سورة المجادلة آية ١١

## الإهداء

إلى بحر المحبة ورياض العفان  
إلى سيدة الصبر وينبوع الوفاء  
إلى روحى التى تسكن بين جنينى  
إلى أمى العنونة

حبراً وطائفة  
إلى سر وجودى فى الحياة  
إلى أبى الحبيب

أجلاً واحتراماً  
إلى الشمعة التى أضاءت لى الطريق  
إلى أختى الغالية

تقديرى ووفاء  
إلى ملائكتى فى الشدة والرخاء  
إلى إخوتى الأعماء

فناً وامتزازاً  
إلى شريكى بهذا الزمان  
إلى من أربحها بكل مكان  
إلى زوجتى الحبيبة

حبراً ووفاء  
إلى أصدقائى الأوفياء

إلى كل من أراد لى الخير      اهديى جسدى المتواضع هذا

## شكر وتقدير

الحمد لله الذي لا يبلغ مدحه القائلون ولا يحصى نعمه العادون

ولا يؤدي المجتهدون حمدا يكون لعمه قضاء ولشكره أداء .

يطيب لي أن أتقدم بأسمى آيات الشكر والتقدير

والعرفان إلى أستاذي الفاضل الدكتور باسل الشذر

لما أبداه من توجيهات وملاحظات التي كانت منملا

غنيا قادتني إلى انجاز هذا البحث .

فله مني جزيل الشكر والتقدير والامتنان

ومن الله التوفيق

## الخلاصة

ان الحصول على الخرسانة الجيدة يتطلب معالجتها بعد عملية الصب وذلك بتوفير المحيط الملائم خلال المراحل المبكرة من التصلب . ويطلق تعبير المعالجة على الأسلوب المستعمل لتحفيز اماهة السمنت ويشمل السيطرة على درجة الحرارة وحركة الرطوبة من والى الخرسانة. وبصورة أدق فان الهدف من المعالجة هو المحافظة بقدر الامكان على ابقاء الخرسانة مشبعة او قريبة من حالة الاشباع لحين ملئ الفراغات التي كانت اصلا مملوءة بالماء في عجينة السمنت الطرية بالكمية المطلوبة من نواتج الاماهة .

لذلك فان تأخير المعالجة له أضرار سلبية على مقاومة الانضغاط ولا يمكن إلغاء الأضرار الناتجة حتى بعد تعويض فترة المعالجة وان العديد من المنشآت الخرسانية لا تعالج لمدة كافية لضمان الحصول على الخواص المطلوبة ، كما قد يتم التأخر ببدء المعالجة لوجود عطلا بعد يوم الصب أو الاعتماد على حراس البناية اللذين يهملون إجراء المعالجة بالشكل الصحيح والكافي . يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير تأخر البدء بالمعالجة لمدة يوم ، يومين ، ثلاثة وأربعة أيام بعد الصب ، إضافة إلى دراسة تأثير تغيير مدة المعالجة بالماء والتي تشمل ( 7 ، 14 ، 28 ) يوم على مقاومة انضغاط الخرسانة . يتضمن البحث تحضير مكعبات خرسانية بأبعاد (100\*100\*100) ملم وكانت نسبة الخلط ( 1 : 1.5 : 3 ) ونسبة (ماء/سمنت) ( 0.55 ) وفحصت جميع النماذج بعمر ( 28 ) يوم .

أظهرت النتائج ان تأخير المعالجة للخرسانة يؤدي إلى النقصان في مقاومة الانضغاط بمقدار ( 14 ، 15.8 ، 21.3 ، 26.1 ) % لمدة تأخير (1,2,3,4) يوم على التوالي ، وان التأثير الأكبر هو عند تأخير المعالجة في اليوم الأول . وان هناك زيادة كبيرة في مقاومة الانضغاط بحدود (32.8%) بزيادة مدة المعالجة الرطبة من 7 إلى 28 يوم في حين كانت الزيادة بحدود (22.7%) بزيادة مدة المعالجة الرطبة من 14 إلى 28 يوم ، لذا يجب ان تستمر عملية معالجة الخرسانة لفترة كافية للتأكد من وصول الخرسانة إلى المقاومة التصميمية المطلوبة بعمر (28) يوم وان عدم الالتزام بهذه المدة يمكن ان تكون لها تأثيرات سلبية على مقاومة الخرسانة للانضغاط . كما ان زيادة مدة المعالجة الرطبة للخرسانة التي تأخر البدء في معالجتها يكون ضروري للتعويض عن بعض الفقدان في المقاومة الناتج من هذا التأخير رغم انه قد لا يؤدي الى استعادة خواص الخرسانة بالكامل .

## فهرست المواضيع

رقم الصفحة	الموضوع	الفقرة
	<b>الفصل الأول</b>	
1	تمهيد	1-1
2	طرق المعالجة	2-1
2	طرق المعالجة التقليدية	1-2-1
3	طرق المعالجة الغير تقليدية	2-2-1
3	المعالجة بوسط عديم النفاذية	1-2-2-1
4	المعالجة المسرعة	2-2-2-1
4	الأغطية غير النفاذة	3-2-2-1
5	التغطية بالألواح البلاستيكية	4-2-2-1
6	المعالجة بالمركبات المقللة للتبخر	5-2-2-1
7	الأغطية العازلة	6-2-2-1
7	المعالجة بالكهرباء والزيت والأشعة تحت الحمراء	7-2-2-1
8	فوائد المعالجة	3-1
9	الهدف من المشروع	4-1
9	فصول المشروع	5-1
	<b>الفصل الثاني</b>	
10	تمهيد	1-2
10	تأثير اختلاف طرق المعالجة على مقاومة الخرسانة	2-2
13	تأثير مدة المعالجة وتأخرها	3-2
	<b>الفصل الثالث</b>	
16	تمهيد	1-3
16	المواد الأولية	2-3
16	الاسمنت	1-2-3
18	الركام الناعم (الرمل)	2-2-3
19	الركام الخشن (الحصى)	3-2-3
19	الماء	4-2-3

19	نسب الخلط للخرسانة	3-3
19	طريقة خلط مكونات الخرسانة	4-3
20	طريقة تحضير وصب نماذج الفحص	5-3
20	طريقة المعالجة	6-3
21	الفحوصات المختبرية	7-3
21	فحص الهطول	1-7-3
21	فحص مقاومة الانضغاط	2-7-3
<b>الفصل الرابع</b>		
22	تمهيد	1-4
22	تأثير تأخر المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة	2-4
24	تأثير فترة المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة	3-4
<b>الفصل الخامس</b>		
26	الاستنتاجات	1-5
26	التوصيات	2-5
26	الأبحاث المستقبلية	3-5
27	المصادر	

## فهرست الجداول

رقم الصفحة	التفاصيل	الرقم
	<b>الفصل الثالث</b>	
16	التركيب الكيميائي للاسمنت البورتلاندي	جدول(1-3)
17	مركبات الاسمنت البورتلاندي	جدول(2-3)
17	الخواص الفيزيائية للاسمنت	جدول(3-3)
18	التحليل المنخلي للركام الناعم	جدول(4-3)
18	الخواص الفيزيائية والكيميائية للركام الناعم	جدول(5-3)
19	التحليل المنخلي للركام الخشن	جدول(6-3)
	<b>الفصل الرابع</b>	
23	تأثير تأخر المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر (28) يوم	جدول(1-4)
25	تأثير فترة المعالجة الرطبة على مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر (28) يوم	جدول(2-4)

## فهرست الأشكال

رقم الصفحة	التفاصيل	الرقم
	<b>الفصل الأول</b>	
3	معالجة الخرسانة بالماء	شكل(1-1)
4	المعالجة بالأغطية الغير نفاذة	شكل(2-1)
5	المعالجة بالألواح البلاستيكية	شكل(3-1)
6	المعالجة بالمركبات	شكل(4-1)
	<b>الفصل الرابع</b>	
23	تأثير تأخر المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر (28) يوم	شكل(1-4)
25	تأثير فترة المعالجة الرطبة على مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر 28 يوم	شكل(2-4)



# الفصل الأول

## المقدمة

## الفصل الاول

### المقدمة

#### 1-1 تمهيد

تعتبر مادة الخرسانة عماد المواد الإنشائية والتعمير، وتطور هذه المادة صورة تعكس تطور التفكير الهندسي، ولكي تصل الخرسانة الى شكلها الحالي كمادة انشائية ومعمارية في المرتبة الاولى مرت بعدة مراحل من حيث الصناعة والانشاء وحتى المعالجة وطرقها .

فمن ناحية الصناعة استعمل المصريون القدماء الخرسانة في بعض مبانيهم ومعابدهم وبشكل بدائي من خلال استعمال كسر الحجارة كركام والطين كمادة لاصقة اما الاغريق فقد دخلت في ابنتهم وسموها (سانتورين توفان)، وفي نهاية القرن التاسع عشر حدثت ثورة في الهندسة الانشائية من خلال البدء باستعمال الخرسانة بشكلها الحالي .

بغية الحصول على الخرسانة الجيدة فانه من الضروري معالجتها بعد عملية الصب وذلك بتوفير المحيط الملائم خلال المراحل المبكرة من التصلب. ويطلق تعبير المعالجة على الأسلوب المستعمل لتحفيز امهارة السمنت ويشمل السيطرة على درجة الحرارة وحركة الرطوبة من والى الخرسانة. وبصورة أدق فان الهدف من المعالجة هو المحافظة بقدر الامكان على ابقاء الخرسانة مشبعة او قريبة من حالة الاشباع لحين ملئ الفراغات التي كانت اصلا مملوءة بالماء في عجينة السمنت الطرية بالكمية المطلوبة من نواتج الامهارة. وفي حالة الخرسانة المنتجة في موقع العمل تتوقف عملية المعالجة الفعلية غالبا قبل حصول الامهارة القصوى بفترة طويلة [ 1 ] .

ان اهمية المعالجة للخرسانة تكمن في ان امهارة السمنت لا تحصل الا اذا كانت المسامات الشعرية مملوءة بالماء. ولهذا السبب يكون من الضروري منع فقدان الماء من المسامات

الشعرية نتيجة للتبخر. بالإضافة الى ذلك فان الماء المفقود داخليا بسبب الجفاف الذاتي، الناتج عن امامة مركبات السمنت، لابد من تعويضه من الماء الخارجي بالمعالجة [ 2 ].

ان فترة المعالجة لايمكن تحديدها بسهولة لاعتمادها على عوامل عديدة كدرجة الحرارة ، الرطوبة النسبية ونوع السمنت المستعمل في الخرسانة ولكن بصورة عامة تحدد فترة 7 ايام كحد ادنى لمعالجة الخرسانة الحاوية على السمنت البورتلاندي الاعتيادي .

كذلك فان نوع المنشأ له دور رئيسي في تحديد اسلوب المعالجة وفترتها ، فمثلا تحتاج بلاطات الطرق الى اهمية وعناية خاصة للمعالجة وذلك لتعرض سطحها الواسع الى الظروف الجوية المحيطة ، كما وان المنشآت التي تكون فيها نسبة المساحة السطحية بالنسبة للحجم قليلة تكون معالجتها معقدة ولتسهيل المعالجة فقد يتم ترطيب القالب قبل الصب وذلك لكي لا يمتص ماء الخلطة الخرسانية بقدر الامكان [ 1 ] .

## 2-1 طرق المعالجة

هنالك طريقتين رئيسيتين تستخدم للمعالجة الخرسانة وهي :

### 1-2-1 طرق المعالجة التقليدية

هنالك عدة طرق لمعالجة الخرسانة تعتمد على طبيعة العمل والظروف المناخية المحيطة

وتشمل :

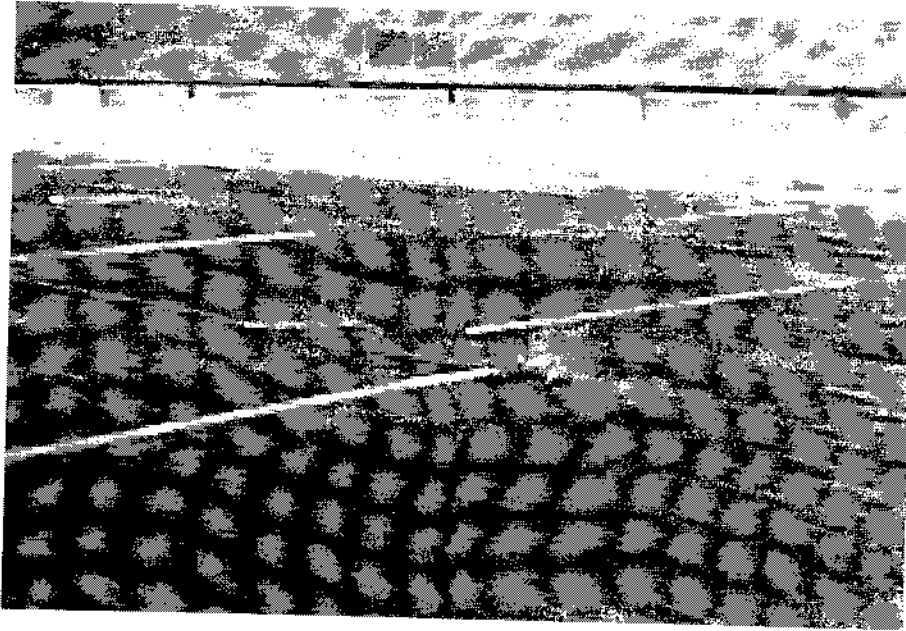
1-1-2-1 اعداد بركة ماء على الخرسانة بعد تجمدها النهائي .

1-1-2-2 معالجة الخرسانة بالرش بالماء بشكل مستمر، كما في الشكل (1-1).

1-1-2-3 تغطية الخرسانة بالتراب او القش والمحافظة على رطوبتها .

1-1-2-4 تغطية الخرسانة بنسيج قنبي ( Burlap ) رطب او أي مادة مشابهة باقرب وقت

بعد وضع الخرسانة في محلها والمحافظة على رطوبتها الدائمة لاطول فترة ممكنة.



شكل ( 1-1 ) معالجة الخرسانة بالرش بالماء [ 3 ]

### 1-2-2 طرق المعالجة الغير التقليدية :

توجد عدة طرق ومنها :

1-2-2-1 استعمال وسط عديم النفاذية او أي واسطة اخرى لتغطية سطح الخرسانة لمنع او

لتقليل الفقدان باتباع عدة اساليب منها :

1-1-2-2-1 تغطية السطح بورق مانع الرطوبة .

2-1-2-2-1 تغليف سطح الخرسانة بغلاف عديم النفاذية مثل النايلون .

3-1-2-2-1 ترك القالب محيطا بالخرسانة مثل عند تركه بالاعمدة الخرسانية .

4-1-2-2-1 استعمال مواد كيميائية لتغطية سطح الخرسانة حيث تنشر وترش كما في حال

استعمال سليكات الصوديوم .

### 1-2-2-2 المعالجة المسرعة

وذلك برفع درجة حرارة الخرسانة عندما تكون محافظة على رطوبتها وكما يلي :

1-2-2-2-1 المعالجة بالبخر تحت ضغط منخفض .

1-2-2-2-2 المعالجة بالبخر تحت ضغط مرتفع .

1-2-2-2-3 تسخين الخرسانة بإرسال تيار كهربائي فيها .

### 1-2-2-3 الأغشية غير النفاذة

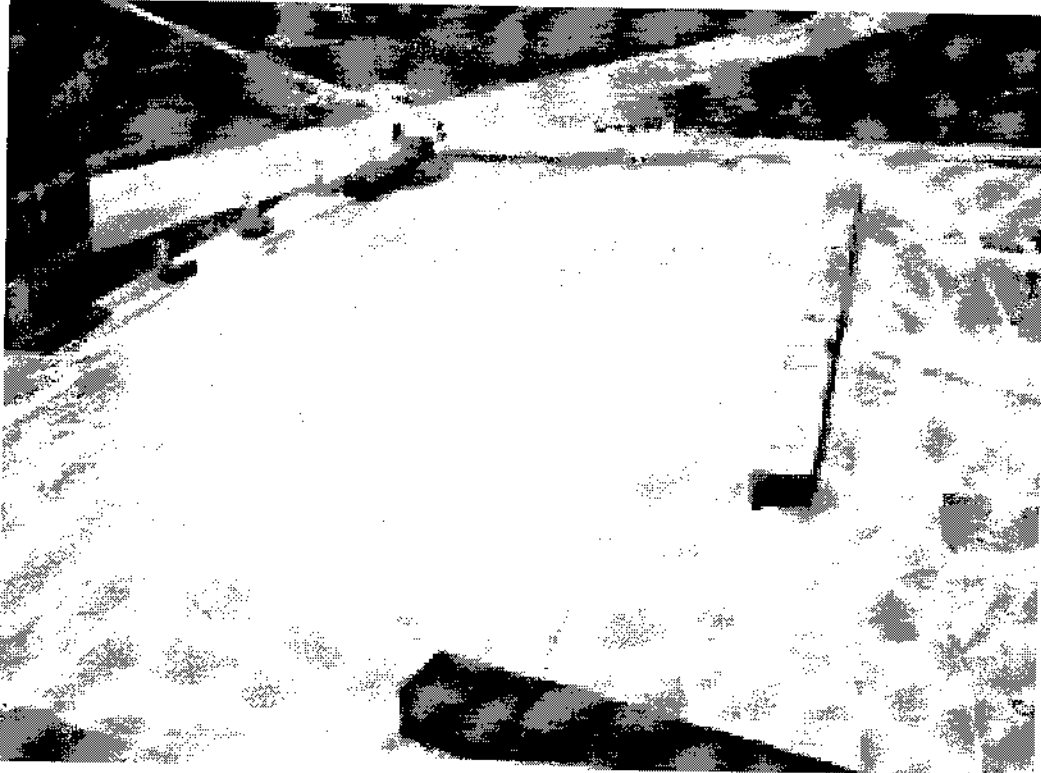
تتكون هذه الاغشية من طبقتين من ( Kraft Paper ) تلتصق معا بمواد جيرية لاصقة وتعزز بالالياف لتقويتها ، توافق هذه الطريقة للمعالجة المواصفات الامريكية (ASTM C171) وتعتبر هذه الطريقة كفوة وفعالة للاسطح الخرسانية الافقية وتتميز هذه الطريقة بعدم الحاجة الى اضافة الماء بشكل مستمر على الاسطح الخرسانية كذلك تحسن اماهة الاسمنت لانها تمنع تبخر الماء من الخرسانة حالما تتصلب الخرسانة بشكل كافي يتم ترطيبها بشكل كامل وبعدها توضع الاغشية على سطح الخرسانة والحافات النهائية للاغشية يجب ان تدفن في الرمل او اللواح الخشبية ويمكن استخدام الاغشية النفاذة اكثر من مرة بشرط المحافظة عليها من التلف و حدوث الثقوب او الشقوق [ 3 ] .



شكل ( 1 - 2 ) المعالجة بالأغشية غير النفاذة [ 3 ]

#### 1-2-2-4 التغطية بالألواح البلاستيكية

هنالك عدة مواد تستخدم في هذا المجال مثل اشربة البولي اثيلين التي تصنع باشكال بسيطة و غير معقدة و التي تستخدم لمعالجة الخرسانة الخفيفة وان المعالجة باشربة البوليثيلين يمكن ان تسبب بتغير لون سطح الخرسانة خاصة الخرسانة التي تحتوي على كلوريد الكالسيوم ويظهر هذا التأثير بشكل اكبر اذا كانت الاشربة مجعدة ، يمكن التقليل من التغير باللون اذا تم تغطية سطح الخرسانة بالماء اسفل الاشربة وتصنع هذه الاشربة بلونين الابيض للاجزاء الخارجية وفي الاجواء الحارة لانه يعكس اشعة الشمس ، الاسود للاجزاء الداخلية وفي المناطق الباردة وتطابق هذه المواد المواصفات (ASTM C171) [ 3 ] .



شكل ( 1 - 3 ) المعالجة بالألواح البلاستيكية [ 3 ] .

## 5-2-2-1 المعالجة بالمركبات المقللة للتبخر

تستعمل عدة مواد للمعالجة بهذه الطريقة منها الشمع ، المواد الراتنجية ، كلوريدات المطاط ومواد اخرى ، تستعمل هذه المواد للتقليل من تبخر الماء من الخرسانة اذ لا يقتصر استخدامها في المعالجة على الخرسانة الطرية فقط بل يتعداه على المدى البعيد بعد رفع القالب وبعد انتهاء المعالجة الاولى ، بصورة عامة تعتبر هذه الطريقة افضل من طرق المعالجة بالماء او الجفاف التي تحتاج الى الماء بشكل مستمر . ان المعالجة بهذه المركبات تمكن من ابقاء نسبة رطوبة على سطح الخرسانة حوالي ( 80% ) للايام السبعة الاولى ، وتتم المعالجة بهذه الطريقة اما يدويا او باستخدام المرشات الميكانيكية للمشاريع الكبيرة مباشرة بعد انتهاء سطح الخرسانة ، كذلك يجب ان يكون السطح الخرساني رطب عند الطلاء بالمركبات لمنع حدوث شقوق الانكماش اللدن من سطح الخرسانة. ان اللتر الواحد من هذه المركبات يمكن ان يستعمل لتغطية من ( 3-4 ) امتار مربعة من سطح الخرسانة [ 3 ] .



شكل ( 4-1 ) المعالجة بالمركبات المقللة للتبخر [ 3 ] .

### 1-2-2-6 الأغطية العازلة

تستخدم هذه الطريقة للمعالجة في الأجواء الباردة حيث تصل درجة الحرارة الى صفر درجة مئوية ، تصنع هذه الاغطية العازلة من عدة مواد مثل الالياف الزجاجية ، الاسفنج ، المطاط ، الالياف السليلوزية ، الصوف المعدني و رغوة الفينيل ، تساعد هذه المواد على منع تجمد الماء الداخلي للخرسانة لكن كذلك يجب الانتباه الى عدم حدوث تزايد كبير في درجات الحرارة [1] .

### 1-2-2-7 المعالجة بالكهرباء والزيت والاشعة تحت الحمراء

تعتبر هذه الطرق للمعالجة من الطرق الحديثة التي ظهرت في السنوات الأخيرة ، يمكن تلخيص طريقة المعالجة بالكهرباء باستخدام الخرسانة كموصل كهربائي واستخدام قضبان حديد التسليح كموصل حراري واستخدام اسلاك خاصة كموصلات حرارية واحاطة الخرسانة بقوالب حديدية مسخنة كهربائيا وهي من اكثر الطرق انتشارا . تستخدم المعالجة الكهربائية في الأجواء الباردة. اما المعالجة بالأشعة تحت الحمراء فتستخدم لأغراض المعالجة المبكرة. بينما الزيت الحار يمكن ان يدور في قوالب حديدية حول الخرسانة لتسخينها . تستعمل هذه الطرق للمعالجة في معامل صب الخرسانة الجاهزة [ 3 ] .



### 3-1 فوائد المعالجة

تعتبر المعالجة مرحلة مهمة من مراحل تكوين الخرسانة حيث ان هنالك العديد من الفوائد

لهذه العملية ومنها : [ 4 ]

1-3-1 اكتساب المقاومة ، حيث ان الخرسانة التي تعالج لمدة 3 ايام سوف تحصل على نسبة

مقاومة ( 65 % ) من المقاومة النهائية في نهاية بعمر 28 اما الخرسانة التي تعالج لمدة 7 ايام

فتحصل على نسبة ( 80 % ) من المقاومة النهائية اما الخرسانة التي لا تعالج ابدا فتحصل على

ما يقارب ( 45 % ) من المقاومة النهائية .

2-3-1 تحسين الديمومة ، حيث تتاثر هذه الخاصية بنفاذية الخرسانة لذا فان تحسين النفاذية

عن طريق معالجتها بشكل جيد وكافي يؤدي الى زيادة ديمومة الخرسانة .

3-3-1 تقليل الانكماش ، حيث يحدث الانكماش اللدن عندما تكون سرعة تبخر الماء من سطح

الخرسانة اكبر من سرعة حصول النضح وشقوق الانكماش سببها الرئيسي درجات الحرارة

العالية والرطوبة المنخفضة والرياح العالية .

## 4-1 الهدف من المشروع

تعتبر معالجة الخرسانة بشكل صحيح ومستمر من الأمور المهمة التي تؤثر على خواص وديمومة الخرسانة . وان العديد من المنشآت الخرسانية لا تعالج لمدة كافية لضمان الحصول على الخواص المطلوبة حيث يتم الاكتفاء بالمعالجة لفترة بسيطة. كما قد يتم التأخر ببدء المعالجة لوجود عطللة بعد يوم بعد الصب او الاعتماد على حراس البناية اللذين يهملون اجراء المعالجة بالشكل الصحيح والكافي . وحتى في حالة تعويض تاخر المعالجة باجرائها بعد ذلك فان التأثير السلبي يكون قد حدث .

يهدف هذا البحث الى دراسة بعض المتغيرات على مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر 28 يوم، التي تشمل تاثير تاخر البدء بالمعالجة لمدة يوم ، يومين ، ثلاثة و أربعة أيام بعد الصب، اضافة الى دراسة تأثير تغير مدة المعالجة بالماء والتي تشمل 7 ، 14 ، و 28 يوم .

## 5-1 فصول المشروع

يتكون المشروع من خمسة فصول وهي:

1-5-1 الفصل الأول : المقدمة .

1-5-2 الفصل الثاني: البحوث والدراسات السابقة .

1-5-3 الفصل الثالث: الأعمال المختبرية .

1-5-4 الفصل الرابع: النتائج والمناقشة .

1-5-5 الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات .

الفصل الثاني  
البحوث والدراسات  
السابقة

## الفصل الثاني

### البحوث والدراسات السابقة

#### 1-2 تمهيد

إن الهدف الأساسي لمعالجة الخرسانة هو الحفاظ قدر الإمكان على إبقاء الخرسانة مشبعة أو قريبة من الإشباع لحين ملئ الفراغات التي كانت أصلاً مملوءة بالماء في عجينة الاسمنت الطرية بالكمية المرغوبة من نواتج الاماهة وبالتالي الحصول على زيادة في مقاومة الخرسانة ، كذلك فإن تقدم عملية الاماهة باستمرار المعالجة الجيدة للخرسانة يقلل من نفاذية الخرسانة وبالتالي يزيد من متانتها [ 5 ] .

يتضمن هذا الفصل البحوث والدراسات السابقة التي أجريت من قبل الباحثين في مجال تأثير تأخر وفترة المعالجة والطرق المستعملة في المعالجة على مقاومة الخرسانة وأهم الاستنتاجات التي تم التوصل إليها .

#### 2-2 تأثير اختلاف طرق المعالجة على مقاومة الخرسانة :-

تمت دراسة تأثير طرق المعالجة المختلفة على مقاومة الانضغاط للخرسانة من قبل معهد الخرسانة الأمريكي [ 5 ] حيث تم تحضير نماذج اسطوانية بأبعاد (300\*150) ملم وتمت معالجتها بتغطيتها بأغشية بلاستيكية وتم إجراء المعالجة بشكل صحيح وفي أجواء مسيطر على رطوبتها لزيادة المقاومة والتصلب الكامل حيث بينت النتائج أنه خلال الأسابيع الثلاث الأولى تكتسب الخرسانة مقاومة انضغاط بمقدار (85%) من المقاومة النهائية التي يصل إليها النموذج ، كذلك تمت معالجة نماذج أخرى بشكل مستمر بغمرها بالماء وكانت مقاومة الانضغاط فيها (90%) من المقاومة النهائية وبعمر (28) يوم .

قامت الباحثة انتصار كاظم [6] بدراسة تأثير طرق المعالجة على مقاومة الانضغاط لخرسانة الحدل ( Roller Compacted Concrete ) حيث تمت المعالجة بالطرق المختلفة وهي المعالجة بصورة مستمرة بالماء ، تغطية الخرسانة بالجنفاص ، تغطيتها بالنايلون مع الرش بالماء وتعريض الخرسانة لدورات متعاقبة من الترطيب ولأعمار مختلفة ( 7-14-28 ) يوم ، وتضمن المنهاج العملي تحضير نماذج خرسانية اسطوانية الشكل بأبعاد ( 150\*300 ) ملم لغرض فحص مقاومة الشد ، واستعمال مكعبات بأبعاد ( 100\*100 ) ملم لغرض فحص مقاومة الانضغاط ، حيث أظهرت النتائج أن معالجة الخرسانة بصورة مستمرة بالماء تحسن من مقاومة الانضغاط بشكل ملحوظ وبتحسين (90%) من المقاومة النهائية في حين أن معالجة الخرسانة بالطرق الأخرى يؤدي إلى انخفاض في مقاومة الانضغاط بتحسين (20%) بالمقارنة مع تلك المعالجة بصورة مستمرة بالماء كذلك أظهرت النتائج أن استعمال المعالجة المبكرة بطريقتي الرش المستمر بالماء والتغطية بالجنفاص الرطب له تأثير قليل على مقاومة الانضغاط .

تمت دراسة من قبل الباحث Fernando [3] حول تأثير طرق المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة حيث تم معالجة نماذج المكعبات الخرسانية بأبعاد (100\*100) ملم بطريقة الهواء الجاف والمعالجة الرطبة بقبعات بلاستيكية ، حيث أظهرت النتائج أن نماذج المعالجة بالهواء بعمر (7) و (28) يوم تكتسب مقاومة انضغاط بمقدار (66%) و (78%) من مقاومتها النهائية على التوالي ، في حين كانت النماذج المعالجة بشكل مستمر بالماء تكتسب مقاومة انضغاط بمقدار (75%) و (88%) على التوالي.

تمت دراسة حول معالجة الخرسانة بالبخار وتأثيرها على مقاومة الانضغاط من قبل الباحث Hanson [7] حيث استعمل في دراسته جهاز المعالجة البخاري وذلك بزيادة درجة الحرارة بمعدل (0-27) م° في الساعة حتى تصل قيمتها القصوى بمقدار (80) م°، حيث أظهرت النتائج أن الخرسانة المعالجة بالبخار ولفترة (17) ساعة تكتسب مقاومة أعلى بحدود (50%) بالمقارنة مع مقاومة الانضغاط لنموذج خرساني معالج بالطريقة الاعتيادية بعمر (28) يوم، كذلك أظهرت النتائج أن زيادة مدة المعالجة بالبخار تؤدي إلى زيادة مقاومة الانضغاط .

تمت دراسة من قبل الباحث Product [8] حول تأثير المعالجة في الطقس الحار وعند درجات حرارة مرتفعة تؤدي إلى زيادة في مقاومة الانضغاط في الأعمال المبكرة ولكن يعقبه انخفاض في مقاومة الانضغاط في الأعمال المتأخرة، حيث أظهرت النتائج إن المعالجة المستمرة بالماء والتغطية الرطبة للنماذج أدت إلى تحسين ملحوظ في مقاومة الانضغاط في الأعمار المتأخرة وكانت المعالجة بتغطية النموذج بغشاء مانع رطوبة بعمر (7) و(14) يوم تعطي زيادة في مقاومة الانضغاط بمقدار (55%) و (80%) من المقاومة الكلية بينما تعطي النماذج المعالجة بالهواء الجاف زيادة في مقاومة الانضغاط بمقدار (55%) من المقاومة النهائية للخرسانة، وأعطيت المعالجة المستمرة بالماء وبعمر (14) يوم (85%) من المقاومة النهائية، وبعمر (28) يوم أعطت مقاومة بمقدار (90%) من المقاومة النهائية، كذلك بينت النتائج بأن مقاومة الانضغاط للخرسانة عند درجة حرارة (42) م° ستكون بمقدار (35%) بالمقارنة مع النماذج المحفوظة في جو المختبر .

## 2-3 تأثير مدة المعالجة وتأخرها :-

أن للمعالجة تأثير كبير على مقامة الانضغاط للخرسانة وخواصها الأخرى فقد بينت بعض الدراسات السابقة بان السيطرة الجيدة على خواص المواد الداخلة في تركيب الخرسانة وكذلك ضبط نسب الخلط ليس كافيا للحصول على خرسانة ذات خواص جيدة إذا ما تم إهمال إجراء المعالجة بشكل صحيح ، لذا فان المعالجة وطول هذه الفترة وتأخرها أحيانا تأثير كبير على مقاومة الانضغاط للخرسانة ، فقد تبين بان مقاومة الخرسانة تزداد بمقدار 70% عندما تعالج بالماء بشكل مستمر لمدة 7 أيام وتزداد أكثر لفترة 14 يوم وأكثر لمدة 28 يوم والتي تحصل فيها الخرسانة على 80% من مقاومتها [1] .

إما تأخير المعالجة فإنه يؤثر بصورة سلبية على مقاومة الخرسانة حيث كلما تأخرت المعالجة لمدة يوم واحد أو أكثر كان ذلك مؤثر بشكل سلبي على خواص الخرسانة . حيث إن الرطوبة للوسط المحيط بالخرسانة يجب أن تكون كافية لمنع التشققات الناتجة من الانكماش والجفاف قبل تصلب الخرسانة .

وبما أن الماء المستعمل في الخلطة الخرسانية يمتص جزء منه بواسطة الركام وجزء لتحسين قابلية التشغيل وجزء مهم جدا لإتمام عملية الاماهة لذلك يجب المحافظة على هذا الماء داخل الخرسانة بواسطة المعالجة وذلك بمنع الخرسانة من الجفاف لمدة ثلاث أيام على الأقل ومن الممكن الحصول على نتائج أفضل بزيادة فترة المعالجة [ 2 ] .

تمت دراسة حول معالجة الخرسانة بطريقة الرش المستمر بالماء والتغطية بالجنفاص في الأحوال الجوية من قبل الباحث Hague [ 9 ] حيث قام بمعالجة نماذج خرسانية مكعبة الشكل بأبعاد (100\*100) ملم في أجواء حارة جافة وأجريت المعالجة لفترات زمنية مختلفة (7) و (28) يوم ، حيث أظهرت النتائج بان الطقس الحار وسرعة الرياح العالية لها تأثير سلبي على مقاومة الخرسانة مما يجعل اقل فترة للمعالجة هي (7) أيام ، كذلك لوحظ أن المعالجة الصحيحة للنماذج الخرسانية تحتم بقاء رطوبتها أعلى من (80%) وان معظم التدهور الحاصل في مقاومة الخرسانة هو بسبب نقص فترة المعالجة ، كذلك أظهرت النتائج إن النماذج الخرسانية اكتسبت مقاومة انضغاط بمقدار (85%) من مقاومتها النهائية بعد المعالجة لفترة (28) يوم بينما اكتسبت بمقدار (50%) من مقاومتها النهائية بعد المعالجة لفترة (7) أيام .

تم دراسة تأثير معالجة الخرسانة بالبخار وتأخيرها على مقاومة الانضغاط للخرسانة من قبل المشهداني [ 10 ] حيث عالج النماذج الخرسانية بالبخار تحت الضغط الاعتيادي وبدرجة حرارة (75) م° ولفترات زمنية مقدارها ( 4-8-12-16-20-24 ) ساعة علما بان دورة المعالجة كانت تتضمن حوالي (4) ساعات لغرض الزيادة التدريجية في درجة الحرارة لغاية (75) م° ومن ثم البقاء على هذه الدرجة وبالتالي ترك النماذج تبرد تدريجيا لمدة (12) ساعة تقريبا بعد غلق البخار ، ولكي يبين تأثير مدة التأخير قبل الابتداء بالمعالجة فقد اقترح تأخير النماذج للفترات الزمنية ( 2-4-6-8 ) ساعة قبل المعالجة بالبخار لمدة (8) ساعات ، وكذلك مدة الانتظار بين فترتي المعالجة بالبخار حيث تم معالجة النماذج لمدة (4) ساعات والانتظار بعدها لفترة ( 2-4-6-8 ) ساعة ومن ثم إعادة المعالجة بالبخار لمدة (4) ساعات أخرى .

ومن خلال ذلك بينت النتائج لهذه الدراسة إن زيادة مدة المعالجة بالبخار تؤدي إلى زيادة مقاومة الانضغاط ( مقاومة الانضغاط والانشاء ) ألا إن معدل الزيادة يكون غير ثابت ويتقلص نسبيا مع



زيادة مدة المعالجة ، وكذلك إن زيادة مدة التأخير إلى (4) ساعات قبل ابتداء المعالجة بالبخار تؤدي إلى تقليل مقاومة الخرسانة المنتجة وإن زيادة فترة الانتظار بين مدتي المعالجة بالبخار تحسن من خواص الخرسانة المنتجة.

تمت دراسة من قبل الباحث سمير العاني [ 11 ] حول تأثير المعالجة المبكرة وتأخيرها على النماذج الخرسانية المعالجة بالجفاف الرطب على الخواص الخرسانية ( المحتوى أسمنتي - المحتوى المائي ) فكانت حصيلة الدراسة إن فترة ثلاثة أيام من المعالجة تكون ملائمة بالنسبة للخلطات الغنية بالاسمنت بينما الخلطات الفقيرة تحتاج إلى فترات معالجة طويلة (7) أيام كحد أدنى ، كما أبدت الدراسة أن تأخير المعالجة ذات تأثير سيئ جداً على الخواص الخرسانية وخاصة خلال اليوم الأول الذي يسبب أكبر ضرر كما أبدت النتائج إن إعادة المعالجة سوف يزيد تحمل الانضغاط للخرسانة ولكنه لا يعوض الفقدان بالتحمل الناتج عن تأخير المعالجة .

الفصل الثالث  
الأعمال المختبرية

## الفصل الثالث الأعمال المختبرية

### 1-3 تمهيد

يتضمن هذا الفصل وصف الأعمال المختبرية من تفاصيل المواد المستعملة في المشروع ومواصفاتها وفحوصها وتفاصيل الخلطات المستعملة وفحوصات الخرسانة في الحالتين الطرية والمتصلبة .

### 2-3 المواد الأولية :-

#### 1-2-3 السمنت

استخدم السمنت البورتلاندي الاعتيادي ( Type I ) من إنتاج معمل سمنت طاسلوجة والجداول ( 1-3 ) إلى ( 3-3 ) توضح التحليل الكيماوي والمركبات الرئيسية والخواص الفيزيائية للسمنت على التوالي . حيث تبين النتائج بان السمنت المستخدم مطابق للمواصفة العراقية الخاصة بالسمنت البورتلاندي رقم ( 5 ) لسنة 1984 [ 12 ] .

جدول ( 1-3 ) التركيب الكيماوي للسمنت البورتلاندي \*

حدود المواصفة العراقية رقم 1984 ( 5 )	النسبة المئوية %	الاكاسيد
-	62.2	CaO
-	21.2	SiO <sub>2</sub>
-	5.2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
-	3.5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
الحد الأعلى 5 %	0.95	MgO
الحد الأعلى 2.8 %	2.6	SO <sub>3</sub>
-	0.3	Na <sub>2</sub> O
-	0.4	K <sub>2</sub> O
الحد الأعلى 1.5 %	1	مواد غير قابلة للذوبان I.R
الحد الأعلى 4 %	1.5	الفقدان عند الحرق L.O.I

\* أجريت الفحوص في المركز الوطني للمختبرات الإنشائية .

جدول ( 2-3 ) مركبات السمنت البورتلاندي \*

النسبة المئوية	المركبات الرئيسية
50	C <sub>3</sub> S
22.5	C <sub>2</sub> S
12	C <sub>3</sub> A
9.2	C <sub>4</sub> AF

\* أجريت الفحوص في المركز الوطني للمختبرات الإنشائية .

جدول ( 3-3 ) الخواص الفيزيائية للسمنت \*

حدود المواصفة العراقية رقم 5 لسنة 1984 [ 12 ]	نتيجة الفحص	الخاصية
لا تقل عن 230	346	النعومة : (م <sup>2</sup> /كغم) بطريقة : Blaine
لا تزيد عن 0.8 %	0.5	الثلثات %
الحد الأدنى 45 دقيقة الحد الأعلى 10 ساعات	55 : 1 45 : 3	زمن التجمد الابتدائي : ساعة : دقيقة النهائي : ساعة : دقيقة
لا تقل عن 15 لا تقل عن 23	22.5 29	مقاومة الانضغاط (نت/مم <sup>2</sup> ) بعمر 3 أيام بعمر 7 أيام

\* أجريت الفحوص في المركز الوطني للمختبرات الإنشائية .

### 2-2-3 الركام الناعم ( الرمل )

استعمل ركام ناعم طبيعي من منطقة الاخضر في كربلاء ، والجداول ( 4-3 ) و ( 5-3 ) تبين نتائج التحليل المنخلي ، وخواص الرمل المستعمل على التوالي .

جدول رقم ( 4-3 ) التحليل المنخلي للركام الناعم

حدود المواصفات البريطانية [13] لسنة 1992 (BS 882)	النسبة المئوية المارة من الغربال	مقاس الغربال ( ملم )
100	99	9.5
100 - 89	97.5	4.75
100 - 60	92	2.36
100 - 30	77.5	1.18
100 - 15	54.5	0.6
70 - 5	12.4	0.3
15 - 0	2.7	0.15

جدول رقم ( 5-3 ) الخواص الفيزيائية والكيميائية للركام الناعم \*

المواصفة	نتيجة الفحص	الخاصية
[ 14 ] ASTM C128-01	1487	الكثافة السائبة (كغم/م <sup>3</sup> )
ASTM C128-01	1615	الكثافة المرصوصة (كغم/م <sup>3</sup> )
ASTM C128-01	2.12	الامتصاص %
الحد الأعلى 0.5 **	0.08	النسبة المئوية للأملاح %
-	2.6	الوزن النوعي

\* أجريت الفحوص في المركز الوطني للمختبرات الإنشائية .

\*\* المواصفة القياسية العراقية رقم ( 45 ) لسنة 1984 [ 15 ] .

### 3-2-3 الركام الخشن ( الحصى )

استخدم حصى مكسر ذو مقاس أقصى ( 19 ) ملم وذو تدرج يقع ضمن المواصفات القياسية البريطانية ( B.S-882-1992 ) وكما موضح في الجدول رقم ( 6-3 ) .

جدول رقم (6-3) التحليل المنخلي للركام الخشن ( الحصى )

حدود المواصفات البريطانية (BS 882) [ 13 ] لحصى مدرج بمقاس (5-20)ملم ( النسبة المئوية المارة )	النسبة المئوية المارة من الغربال	مقاس الغربال ( ملم )
100 - 90	97.6	19
60 - 30	53.2	9.5
10 - 0	2.5	4.5

### 4-2-3 الماء

استخدم ماء الشرب الاعتيادي في تحضير الخلطات الخرسانية ومعالجة النماذج .

### 3-3 نسب الخلط للخرسانة

استعملت نسبة خلط واحدة للخرسانة وهي ( 1 : 1.5 : 3 ) مع نسبة ماء الاسمنت بمقدار (0.55) .

### 4-3 طريقة خلط مكونات الخرسانة

تم خلط الخرسانة في خلاطة مختبرية أفقية حيث وضعت المواد الأولية للخرسانة بعد وزنها في الخلاطة وتم خلطها لمدة 30 ثانية وبعد ذلك أضيفت الكمية المطلوبة من الماء وأعيد الخلط لمدة 90 ثانية ومن ثم قلبت الخلاطة خصوصا في حافات وقاعدة حوض الخلاطة للتأكد من خلط جميع المواد بصورة جيدة ثم أعيد الخلط لمدة 30 ثانية أخرى .

### 3-5 طريقة تحضير وصب نماذج الفحص

تم تحضير نماذج فحص مقاومة الانضغاط باستعمال قوالب حديدية بأبعاد ( 100\*100\*100 ) ملم حيث طلي السطح الداخلي للقوالب بطبقة رقيقة من الزيت لمنع التصاق الخرسانة بسطحها الداخلي ، ثم ملئت القوالب على طبقتين ورصت باستعمال المنضدة الهزازة ثم تمت تسوية السطح . بعد ذلك غطيت النماذج بقطعة من النايلون لمنع تبخر الماء وتركت لمدة ( 24 ) ساعة قبل فتح القوالب وحسب المواصفات البريطانية ( B.S.1881 : Part 3 ) .

### 3-6 طريقة المعالجة

تمت المعالجة للنماذج الخرسانية في المختبر بغمر النماذج بالماء لمدة معينة بعد فتح القوالب ثم تركها في جو المختبر لغاية عمر ( 28 ) يوم ، تم تقسيم النماذج إلى ( 5 ) مجاميع وكل مجموعة تحتوي على (9) مكعبات وحسب ما يلي :-

- 1- معالجة بالماء بعد رفع القالب مباشرة .
- 2- معالجة بالماء بعد تأخير يوم واحد .
- 3- معالجة بالماء بعد تأخير يومين .
- 4- معالجة بالماء بعد تأخير ثلاثة أيام .
- 5- معالجة بالماء بعد تأخير أربعة أيام .

أما فترة المعالجة الرطبة بالغمر بالماء فقد قسمت لكل مجموعة كما يلي :-

- أ- ( 3 ) مكعبات عولجت لمدة ( 7 ) أيام بالماء والباقي بالجو لعمر ( 28 ) يوم .
- ب- ( 3 ) مكعبات عولجت لمدة ( 14 ) يوم بالماء والباقي بالجو لعمر ( 28 ) يوم .
- ج- ( 3 ) مكعبات عولجت بصورة مستمرة بالماء لغاية عمر ( 28 ) يوم وهو يوم فحص جميع النماذج الخرسانية .

### 7-3 الفحوصات المختبرية

#### 1-7-3 فحص الهطول

تم فحص الهطول للخرسانة الطرية وفق المواصفات القياسية البريطانية  
( B.S.1881: Part 2 : 1970 ) وكان مقدار الهطول ( 70 ) ملم .

#### 2-7-3 فحص مقاومة الانضغاط

اجري فحص مقاومة الانضغاط للنموذج باستخدام جهاز فحص مقاومة الانضغاط  
( Compression Machine ) ذو حمل أقصى مقداره ( 2000 ) kN وحسب المواصفات  
البريطانية ( B.S . 1881 : Part 116 ) [ 16 ] . حيث تم وضع النماذج المكعبة داخل الجهاز  
وتم تسجيل نتائج الفحوصات بوحدات ( kN ) ، تم حساب مقاومة الانضغاط للنماذج الخرسانية  
باستخدام المعادلة الآتية :-

$$\sigma = P / A$$

حيث إن :-

$$\sigma = \text{مقاومة الانضغاط للخرسانة بوحدات ( N / mm}^2 \text{)}$$

$$P = \text{الحمل المؤدي للفشل بوحدات ( N )}$$

$$A = \text{مساحة وجه النموذج المعرض لإجهاد الانضغاط بوحدات ( mm}^2 \text{)}$$



# الفصل الرابع

## النتائج والمناقشة

## الفصل الرابع

### النتائج والمناقشة

#### 1-4 تمهيد

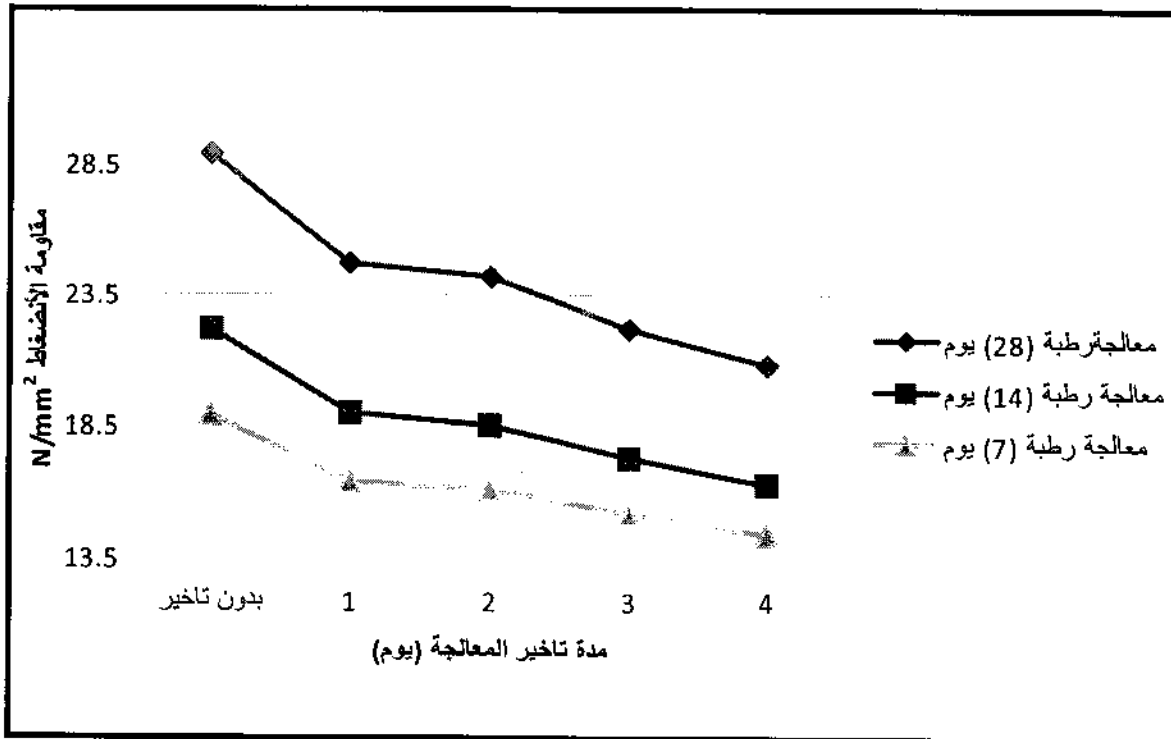
يتضمن هذا الفصل استعراض ومناقشة النتائج التي تم الحصول عليها من الفحوصات المختبرية.

#### 2-4 تأثير تأخر المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة

يبين الجدول ( 1-4 ) والشكل ( 1-4 ) تأثير تأخير المعالجة الرطبة للخرسانة على مقاومة انضغاطها ، فقد لوحظ بان تأخير المعالجة يؤدي إلى النقصان بالمقاومة بمقدار (13.2% - 23.8%) و (14.4% - 26.5%) و (14.5% - 28%) على التوالي لمدة معالجة رطبة بعمر (7، 14 و 28) يوم على التوالي وحسب فترة التأخير . حيث يلاحظ بان تأخير المعالجة له تأثير سلبي على الخرسانة بالرغم من إن استمرار المعالجة بعد الفترة التأخيرية لبدئها يؤدي إلى زيادة مقاومتها إلا إن ذلك لا يؤدي إلى استعادة النقصان بالمقاومة الناتجة من تأخير البدء بالمعالجة . وقد لوحظ إن التأثير الأكبر هو عند تأخير البدء بالمعالجة في اليوم الأول وذلك لان الخرسانة تكون في حالتها الأضعف من ناحية مقاومة الشد . إن هذا النقصان الحاصل في مقاومة الانضغاط من الممكن إن يكون بسبب فقدان السريع للرطوبة بعد فتح القوالب وتركها بدون معالجة مما ينمي اجهادات الشد داخل الخرسانة الناتجة من التغيرات الحجمية والتي بدورها تؤدي إلى تشوهات وتشققات داخل الخرسانة مما يؤدي إلى ضعف في تحملها لاجهادات الانضغاط ، كما نلاحظ انه حتى في حالة تعويض فترة المعالجة بعد تأخيرها فان التأثير السلبي قد حدث ولا يمكن إغائه وإهمال الأضرار الناتجة التي تؤدي إلى النقصان الحاصل في مقاومة الانضغاط . وقد أشار العاني والزيوري [10] وغيرهم من الباحثين التأثير السلبي لتأخر المعالجة على مقاومة الخرسانة ، مما يدعو إلى الاهتمام بالمعالجة المبكرة للخرسانة بغية الحصول على الخواص المطلوبة لها .

جدول (1-4) تأثير تأخر المعالجة مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر ( 28 ) يوم

معدل النقصان (%)	النقصان بالمقاومة (%) لمدة معالجة رطوبة لغاية عمر ( يوم )			مقاومة الانضغاط ( $N/mm^2$ ) لمدة معالجة رطوبة لغاية عمر ( يوم )			فترة تأخير المعالجة ( يوم )	رقم الخطة
	28	14	7	28	14	7		
-	-	-	-	28.9	22.2	18.9	-	0
14.0	14.5	14.4	13.2	24.7	19.0	16.4	1	1
15.8	16.2	16.6	14.8	24.2	18.5	16.1	2	2
21.3	22.5	22.0	19.5	22.4	17.3	15.2	3	3
26.1	28.0	26.5	23.8	20.8	16.3	14.4	4	4



شكل (1-4) تأثير تأخر المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر (28) يوم

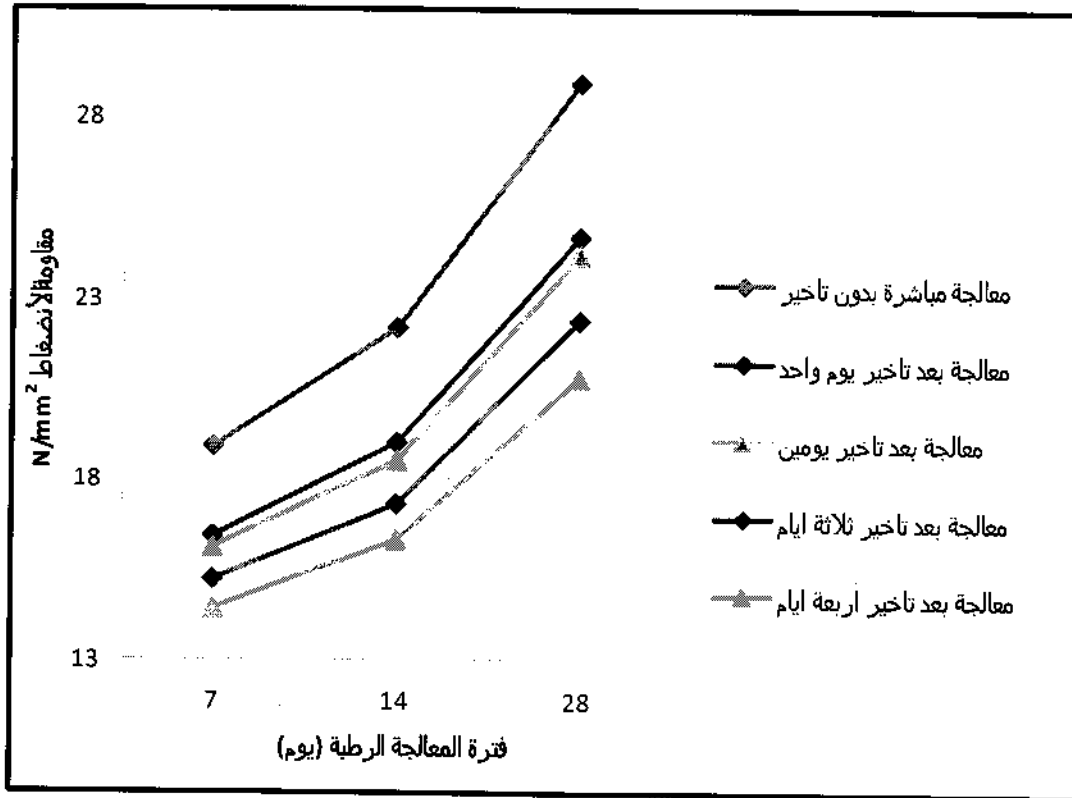
#### 3-4 تأثير فترة المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة

إن من أهم العوامل التي تساعد على زيادة مقاومة الخرسانة بصورة عامة ومقاومة الانضغاط بصورة خاصة هي مدة معالجة النماذج فكلما طالت فترة المعالجة زادت مقاومة الانضغاط للخرسانة ، حيث أظهرت النتائج في الجدول (2-4) والشكل (2-4) بان هناك زيادة كبيرة في مقاومة الانضغاط بحدود (32.8%) بزيادة مدة المعالجة الرطبة من 7 إلى 28 يوم في حين كانت الزيادة بحدود (22.7%) بزيادة مدة المعالجة الرطبة من 14 إلى 28 يوم ، ويعزى ذلك إلى إن أهمية المعالجة للخرسانة تكمن في إن امهارة السمنت لا تحصل إلا إذا كانت المسامات الشعرية مملوءة بالماء ، ولهذا السبب يكون من الضروري منع فقدان الماء من المسامات الشعرية للتبخر بالإضافة إلى ذلك فان الماء المفقود داخليا بسبب الجفاف الداخلي الناتج من استهلاكه بامهارة مركبات السمنت لا بد من تعويضه من الماء الخارجي بالمعالجة [ 1 ] . لذلك فان إيقاف المعالجة بعمر (7) أو (14) يوم قد تؤدي إلى تباطؤ استمرار الامهارة نتيجة انخفاض حالة الإشباع في الفراغات الشعرية ومن ثم انخفاض المقاومة عن النماذج المعالجة بصورة مستمرة لغاية عمر (28) يوم .

لكل ما ورد أعلاه ، فان زيادة مدة المعالجة الرطبة للخرسانة التي تأخر البدء في معالجتها يكون ضروري للتعويض عن بعض الفقدان في المقاومة الناتج من هذا التأخير رغم انه قد لا يؤدي الى استعادة خواص الخرسانة وديمومتها بالكامل ، ولذلك يجب الاهتمام بإنجاز المعالجة بالشكل الصحيح والكافي وبأسرع وقت ممكن لضمان الحصول على الخواص المطلوبة للخرسانة.

جدول (2-4) تأثير فترة المعالجة الرطبة على مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر (28) يوم

رقم الخلطة	مقاومة الانضغاط ( $N/mm^2$ ) لمدة معالجة رطبة لغاية عمر (يوم)			النقصان بالمقاومة نتيجة إجراء المعالجة لغاية عمر 7 أيام نسبة إلى إجرائها لغاية عمر 28 يوم %	النقصان بالمقاومة نتيجة إجراء المعالجة لغاية عمر 14 أيام نسبة إلى إجرائها لغاية عمر 28 يوم %
	28	14	7		
0	28.9	22.2	18.9	34.6	23.1
1	24.7	19.0	16.4	33.6	23.0
2	24.2	18.5	16.1	33.4	23.5
3	22.4	17.3	15.2	32.1	22.7
4	20.8	16.3	14.4	30.7	21.6



شكل (2-4) تأثير فترة المعالجة الرطبة على مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر 28 يوم

## الفصل الخامس

### الاستنتاجات والتوصيات