

تقنيات وأعمال الخرسانة

معالجة الخرسانة

الوحدة الثانية : معالجة الخرسانة

الجدارة:

يتعرف المتدرب على الأنواع المختلفة لمعالجة الخرسانة و المواد المختلفة المستعملة. و يدرس كذلك أهمية المعالجة على خواص الخرسانة المتصلبة و كيف يتم تحديد مدة المعالجة اللازمة.

الأهداف: عند الانتهاء من هذه الوحدة يكون للمتدرب القدرة على:

- معرفة الطرق المختلفة لمعالجة الخرسانة (طريقة إضافة الماء باستمرار و طريقة تغطية سطح الخرسانة لمنع فقدان الماء).
- التعرف على المواد المستعملة لعملية معالجة الخرسانة.
- تحديد مدة المعالجة
- معرفة العوامل المؤثرة على تبخر الماء من سطح الخرسانة.

مستوى الأداء المطلوب: أن يلم المتدرب بالإلمام التام بالجدارة المبينة أعلاه.

الوقت المتوقع لإنجاز الهدف: أسبوعان.

متطلبات الجدارة: اجتياز مادة خواص و اختبارات المواد.

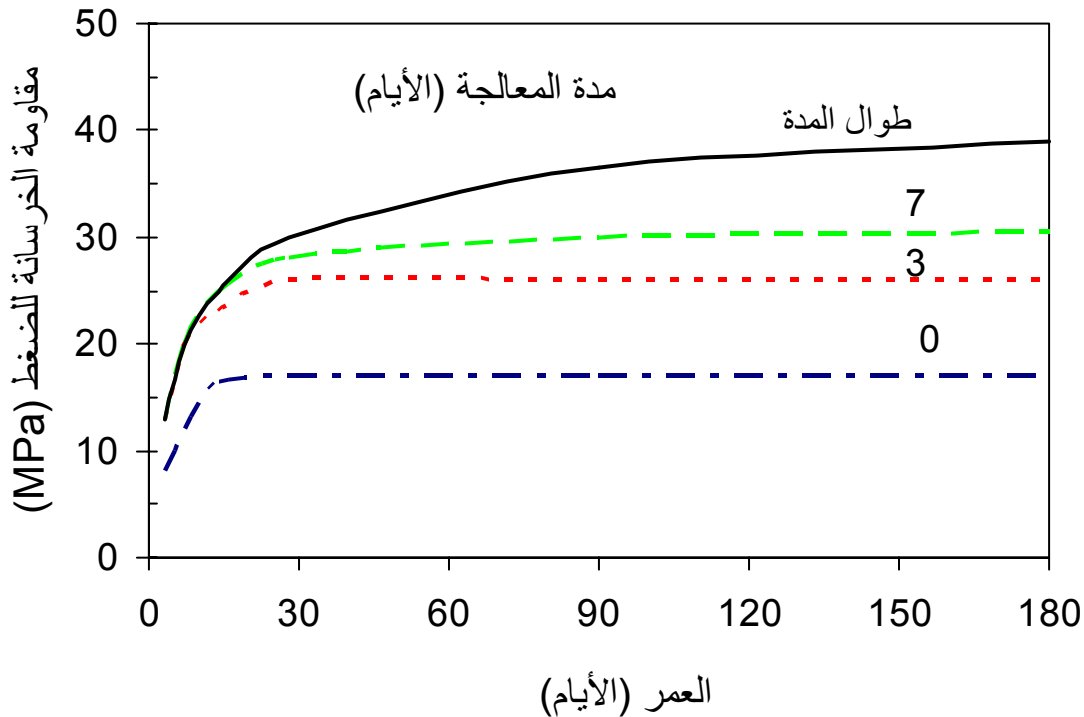
معالجة الخرسانة

٢- ١. مقدمة

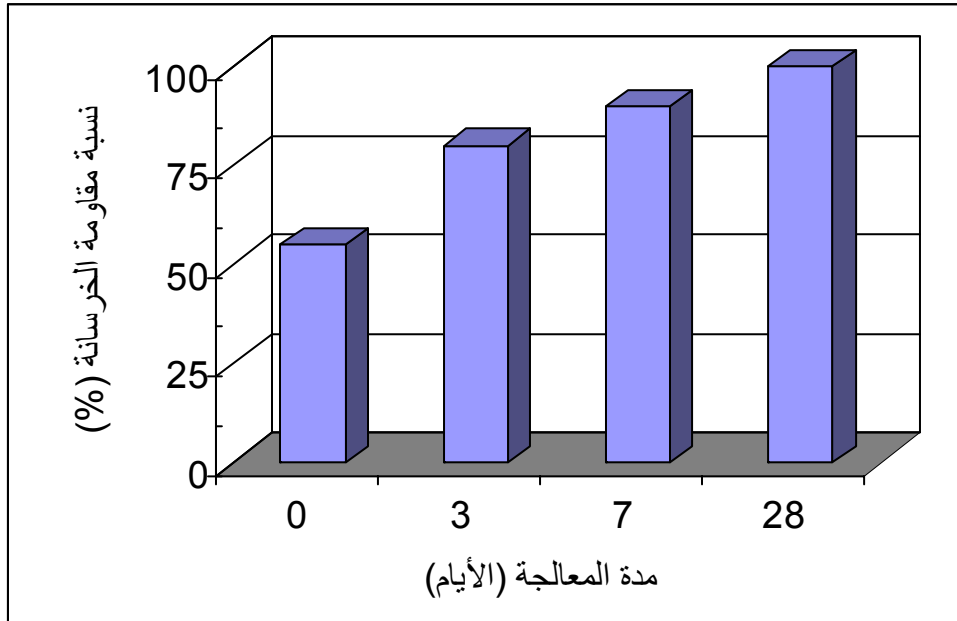
معالجة الخرسانة (بعد صبها وبعد انتهاء فترة زمن الشك) هي عملية ضرورية لإنتاج خرسانة ذات جودة عالية. الهدف منها وقاية الخرسانة ضد الجفاف المبكر لكي تعطي في النهاية الخواص المطلوبة مثل المقاومة المطلوبة (شكل رقم ٢- ١) و الديمومة العالية و تحسين لنفاذية الخرسانة للسوائل.

فمعالجة الخرسانة تعني مراقبة كمية الرطوبة و درجة الحرارة على سطح الخرسانة بعد صبها لمنع الجفاف و الانكماش. وعادة كمية من الماء تفقد من المونة الإسمنتية عن طريق تبخر الماء أو جزء من الماء يُمتص بواسطة حبيبات الركام. وذلك يؤثر على إتمام عملية التفاعلات و كذلك على نمو مقاومة الخرسانة.

وُجد أن مقاومة الخرسانة المعالجة لمدة ثلاثة أيام فقط تكون حوالي ٧٥ % من مقاومة الخرسانة التي تم معالجتها لمدة ٢٨ يوما (شكل رقم ٢- ٢).



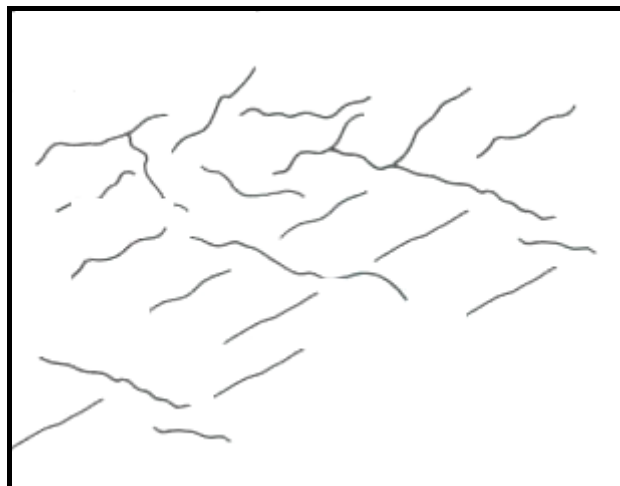
شكل رقم ٢- ١: العلاقة بين مقاومة الخرسانة و مدة المعالجة.



شكل رقم ٢ - ٢: تأثير مدة المعالجة على نسبة مقاومة الخرسانة بعد ٢٨ يوم

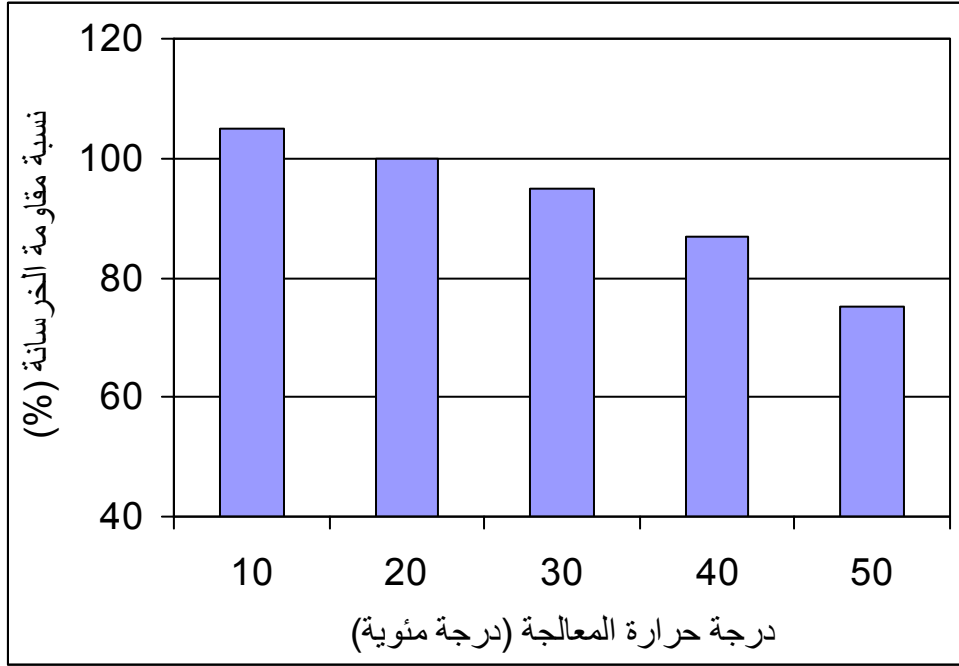
٢.٢. العوامل المؤثرة على تبخر الماء:

تبخر الماء من سطح الخرسانة في المراحل الأولى بعد صبها تعتمد على درجة حرارة و رطوبة الهواء وكذلك سرعة الرياح و على هذا الأساس يجب أن تكون كمية الماء المتبخر أقل من ٠.٥ كلغ/م^٢ في الساعة لتفادي حدوث تشققات اللدنة (شكل رقم ٢ - ٣).



شكل رقم ٢ - ٣ : تشققات اللدنة.

فكلما زادت درجة حرارة الخرسانة أثناء المعالجة زادت أيضا سرعة تبخر الماء من سطح الخرسانة. ويبين الشكل رقم ٢- ٤ تأثير درجة حرارة المعالجة على مقاومة الخرسانة. ويظهر أنه كلما زادت درجة الحرارة زادت مقاومة الخرسانة المبكرة. ولكن المقاومة بعد ٢٨ يوما تضعف كلما زادت درجة الحرارة.



شكل رقم ٤,٢ : تأثير درجة حرارة المعالجة على مقاومة الخرسانة بعد ٢٨ يوما.

وتوجد عدة طرق و مواد تستعمل في معالجة الخرسانة بعد الصب. ويمكن تقسيم المعالجة إلى قسمين.

- طريقة إضافة الماء باستمرار.

- طريقة تغطية سطح الخرسانة لمنع فقدان الماء فقط.

٢- ٣ طريقة إضافة الماء باستمرار:

يمكن إضافة الماء باستمرار عن طريق غمر الخرسانة أو رشها أو استعمال أغطية مبللة.

٢- ٣- ١ طريقة الغمر:

تستعمل طريقة غمر الخرسانة بالماء في حالة الأسطح الأفقية و ذلك يجعل وجود طبقة من الماء. أصبحت هذه الطريقة نادرا ما تستعمل لأنها تحتاج إلى عدد كبير من العمال و تتطلب عناية كبيرة. ويصعب استعمال هذه الطريقة في حالة الأسطح المائلة لذلك يجب استعمال سد من التربة أو الرمل على الأطراف حتى يساعد على حجز طبقة من الماء فوق سطح الخرسانة.

٢-٣-٢ طريقة نثر الماء:

جعل طبقة رقيقة من الماء بشكل مستمر على سطح الخرسانة تعد من أنجع الطرق لمعالجة الخرسانة وخاصة عند توفر كمية هائلة من الماء. و تستعمل في هذه الطريقة عادة شبكات من الناثرات أو الرشاشات.

ويجب استعمال المعالجة بنثر الماء بطريقة مستمرة لأن توقف نثر الماء بين الفترات قد يسبب الجفاف على سطح الخرسانة. وهذه الطريقة تتطلب كذلك عناية دقيقة.

٢-٣-٢ طريقة الأغشية المبللة:

استعمال أغشية مبللة بالماء فوق سطح الخرسانة مع مراقبة تبخر الماء تعد طريقة أخرى لمعالجة الخرسانة بالماء ، و توضع هذه الأغشية في أغلب الأحيان بعد بداية تصلب الخرسانة. وتكون عادة من مادة الخيش أو غيرها من المواد الماصة للماء تستعمل بكثرة لتغطية سطح الخرسانة العمودي أو الأفقي. و يستعمل كذلك التراب أو الرمل المشبع بالماء على المساحات الخرسانية الأفقية. و تجدر الإشارة بأن هذه الطريقة تحتاج إلى تبليل الأغشية باستمرار (شكل رقم ٥,٢)، و هذا يعتمد على درجة تبخر الماء من سطح الخرسانة. و عادة يتم تبليل هذه الأغشية من مرتين إلى ثلاثة مرات يوميا.



شكل رقم ٥,٢: معالجة الخرسانة بأغشية مبللة بالماء.

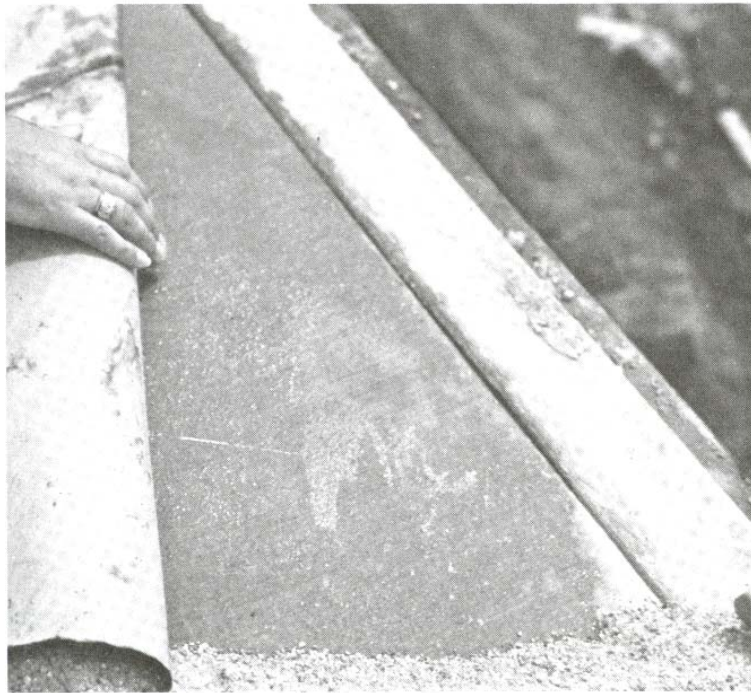
و يجب اختيار طريقة المعالجة للخرسانة المناسبة و خاصة عند استعمال الإسمنت البورتلاندي الأبيض، و ذلك لاحتمال حدوث تلوث لسطح الخرسانة بسبب ملأمتها للمواد الكيميائية العضوية القابلة للذوبان.

٢- ٤ طريقة تغطية سطح الخرسانة لمنع فقدان الماء فقط:

الورق غير النافذ و الرقائق البلاستيكية و المركبات الكيميائية هي أكثر المواد استعمالا لتغطية سطح الخرسانة لمنع تبخر الماء.

٢- ٤- ١ الورق غير النفاذ:

يتكون الورق غير النافذ من ورق مقوى على شكل لفات و يجب استعماله بمجرد تصلب سطح الخرسانة بقدر كاف و هذا لتفادي أي تلف ممكن على سطح الخرسانة (شكل رقم ٢- ٦). ويكون استعماله بعد تبليط سطح الخرسانة. ويستحسن استعمال ورق أبيض لعكس أشعة الشمس و تخفيف امتصاص حرارة الشمس في فصل الصيف أو في المناطق الحارة و استعمال ورق أسود لرفع امتصاص الحرارة في فصل الشتاء أو المناطق الباردة.



شكل رقم ٢- ٦: معالجة الخرسانة باستعمال الورق غير المنفذ.

٢.٤.٢ الألواح البلاستيكية:

ينصح كذلك باستعمال الألواح البلاستيكية بمجرد تصلب سطح الخرسانة بقدر كاف لتفادي أي تلف ممكن على سطح الخرسانة ويكون بعد تبليها (شكل رقم ٢ - ٧). والألواح البلاستيكية هي الأكثر استعمالاً لأنها سهلة الالتواء والمرونة على تغطية الأشكال المعقدة. و يجب التأكد من عدم وجود ثقوب على الألواح البلاستيكية لتفادي تبخر الماء من الخرسانة. وهذا يضمن استكمال التفاعلات الكيميائية بين الإسمنت و الماء. ويمكن التحام الألواح البلاستيكية من إحدى جهاتها بمواد قابلة لامتصاص الرطوبة المتبخرة من الخرسانة (مثل غشاء بوليثلين) و التي تساعد على توزيع و إرجاع هذه الرطوبة المتبخرة إلى الخرسانة مرة أخرى. و في هذه الحالة تتحسن معالجة الخرسانة.

يستحسن استعمال ألواح بلاستيكية بيضاء لعكس أشعة الشمس و تخفيف امتصاص حرارة الشمس في فصل الصيف و المناطق الحارة مثل الورق غير النافذ ، واستعمال ألواح بلاستيكية سوداء لرفع امتصاص الحرارة في فصل الشتاء أو المناطق الباردة. و بذلك تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الخرسانة.



شكل رقم ٢- ٧: معالجة الخرسانة بواسطة تغطيتها بصفائح بلاستيكية.

٣,٤,٢ المركبات الكيميائية:

تتكون هذه المركبات السائلة من مادة صمغية (رتينج) أو شمع أو مطاط إصطناعي. وترش هذه المركبات على سطح الخرسانة بعد التهذيب النهائي لسطح الخرسانة (شكل رقم ٢- ٨). ويتم ذلك عادة يدويا أو باستعمال الأجهزة الكهربائية. فبعد تبخر السائل يتكون غشاء غير نافذ للماء فوق سطح الخرسانة و يعيق تبخر الرطوبة من الخرسانة. وتعتبر هذه المركبات بديلا مقبولا لعملية المعالجة بالماء في بعض الإنشاءات الخرسانية.

ويوجد نوعان من المركبات:

- المركبات الشفافة.
- المركبات الملونة بالأبيض أو الأسود.

تستعمل عادة المركبات الملونة بالأبيض في المناطق الحارة و الملونة بالأسود في المناطق الباردة.
فعند استعمال المركبات الشفافة يصعب ضمان تغطية كامل سطح الخرسانة و لذلك يستحسن استعمال المركبات الملونة لسهولة ظهورها للعين.



شكل رقم ٢- ٨: معالجة الخرسانة بواسطة نثر المركبات الكيميائية لمنع تبخر الماء من سطح الخرسانة.

٢- ٥. مدة المعالجة:

المواصفات الأمريكية (ACI 308) لمعالجة الخرسانة تقترح مدة ٧ أيام لمعظم الإنشاءات الخرسانية أو مدة من الزمن بحيث تصل مقاومة الخرسانة إلى ٧٠ % من مقاومة الخرسانة المطلوبة. و كذلك استعمال جدول رقم ٢- ١ لتحديد أدنى مدة لمعالجة الخرسانة بحيث يجب أن لا تقل معالجة الخرسانة عن ٧ أيام عند استعمال الإسمنت البورتلاندي العادي أو ٣ أيام عند استعمال الإسمنت سريع التصلد أو ١٤ يوم بالنسبة للإسمنت منخفض الحرارة و عندما تكون درجة حرارة الهواء أكثر من ١٠ درجات مئوية.

جدول رقم ٢- ١: طول مدة معالجة الخرسانة (درجة حرارة الخرسانة = ٢١ درجة مئوية) طبقا للمواصفات الأمريكية (ACI 306R-78).

| نوع الإسمنت | | | | مدة المعالجة (الأيام) |
|----------------------------------|--|--|--|-----------------------|
| نسبة مقاومة الخرسانة بعد ٢٨ يوما | | | | |
| | | | | ٥٠ % |
| | | | | ٦٥ % |
| | | | | ٨٥ % |
| | | | | ٩٥ % |
| إسمنت بورتلاندي | | | | ٤ |
| إسمنت متوسط المقاومة | | | | ٦ |
| إسمنت سريع التصلد | | | | ٣ |

عندما تكون درجة الحرارة أكثر من ٥ درجات مئوية و أقل من ٢٥ درجة مئوية، تقترح المواصفات البريطانية (BS8110) المعادلات الآتية لحساب أدنى مدة لمعالجة الخرسانة.

| | |
|---------------------|---|
| $\frac{60}{t + 10}$ | الإسمنت البورتلاندي العادي و الإسمنت سريع التصلد |
| $\frac{80}{t + 10}$ | الأنواع الأخرى |

| | |
|---------------------------------|---|
| بالنسبة لرطوبة الجو أقل من ٥٠ % | |
| $\frac{80}{t + 10}$ | الإسمنت البورتلاندي العادي و الإسمنت سريع التصلد |
| $\frac{140}{t + 10}$ | الأنواع الأخرى |

t: درجة الحرارة بالدرجة المئوية.

مثال ١: احسب مدة معالجة الخرسانة عند استعمال:

(أ) إسمنت بورتلاندي عادي في رطوبة جو = ٧٠٪ ودرجة حرارة = ٢٠ درجة مئوية.

(ب) إسمنت بورتلاندي عادي في رطوبة جو = ٤٠٪ ودرجة حرارة = ١٠ درجة مئوية.

الحل:

$$2 = \frac{60}{20 + 10} \quad \text{(أ) مدة المعالجة = يومان.}$$

$$4 = \frac{80}{10 + 10} \quad \text{(ب) مدة المعالجة = ٤ أيام.}$$

مثال ٢: احسب مدة معالجة الخرسانة عند استعمال إسمنت منخفض الحرارة في رطوبة جو = ٤٠٪ ودرجة الحرارة = ١٠ درجات مئوية.

$$7 = \frac{140}{10 + 10} \quad \text{الحل: مدة المعالجة = ٧ أيام.}$$

الخرسانة ذات مقاومة عالية (أي نسبة الماء إلى الإسمنت أقل من ٠,٤) تحتاج إلى عناية أكبر وبداية المعالجة في أقرب وقت بالنسبة للخرسانة ذات مقاومة عادية (أي نسبة الماء إلى الإسمنت أكثر من ٠,٥) بما أن كمية الماء قليلة في الخرسانة ذات مقاومة عالية لذلك تحتاج إلى إضافة ماء خلال المعالجة لضمان إكمال عملية التفاعل.