

ماء الخلط Mixing Water

هو الماء الذى يضاف الى الخلطة الخرسانية بعد تمام خلط المكونات خلطا جافا (ركام كبير وصغير وأسمنت).

يستخدم الماء فى الخلطة الخرسانية لغرضين اساسيين وهما:

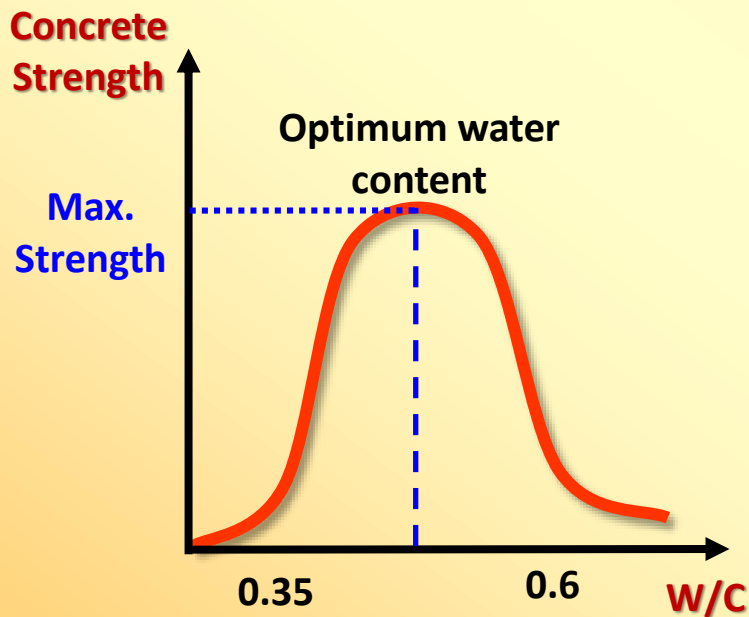
1. تحسين تشغيلية العجينة الخرسانية (workability).
2. تهيئة الوسط اللازم لاتمام التفاعلات الكيميائية (عملية الاماهة).

يجب ان يفى الماء المستخدم لخلط الخرسانة بمتطلبات المواصفات القياسية المصرية **وبصفة عامة:** يستخدم الماء الطبيعى الصالح للاستخدام الادمى الخالى من الشوائب.

فى حالة عدم توافر ذلك الماء يتم إجراء الاختبارات التأكيدية على المياه التي يتم توريدها للتأكد من صلاحيتها للصب وعدم وجود شوائب قد تؤثر على خصائص الخرسانة في مرحلتها الطازجة والمتصلدة.

كمية ماء الخلط المطلوبة للخرسانة

Required Amount of Water for Concrete Mixing



تأثير زيادة نسبة الماء الى الاسمنت W/C
على مقاومة ضغط الخرسانة الناتجة

● يستخدم الماء عند خلط مواد الخرسانة كنسبة من وزن الاسمنت المستخدم حيث يؤخذ الاسمنت كمرجعية ثابتة.

● تستخدم نسبة ماء الى اسمنت (Water/cement ratio W/C) تتراوح بين 35-55 % لاتمام عمليات التفاعل والحصول على التشغيلية المطلوبة.

● زيادة نسبة الماء داخل الخلطة الخرسانية تعمل على تحسين التشغيلية بصورة ملحوظة الا انها تضعف مقاومة الخرسانة مع الزمن بصورة كبيرة لذلك يجب ضمان الالتزام بكمية الماء المضافة للخلطة الخرسانية بحيث تطابق النسب المصمم عليها الخلطة التاكيدية.

العوامل المؤثرة على تحديد كمية ماء الخلط المطلوبة

Factors Affecting the Desired Amount of Mixing Water

- درجة التشغيل المطلوبة للخرسانة الطازجة لصب العناصر الانشائية.
- نوع وطبيعة المنشأ المستخدم فيه الخرسانة.
- كمية الأسمنت المستخدمة بالخلطة الخرسانية.
- درجة حرارة الجو ومقدار رطوبته النسبية.
- محتوى الرطوبة بين وداخل حبيبات الركام الناتجة من غسل الركام قبل عملية الخلط.
- درجة مسامية الركام المستخدم (زيادة المسامية تتطلب زيادة ماء الخلط).
- المساحة السطحية للركام (نعومة الركام تتطلب زيادة الماء اللازم للخلط).
- نوع وحالة وشكل السطح للركام المستخدم (الرمل الناعم يحتاج ماء أكثر – السطح الخشن للركام الكبير يحتاج ماء أكثر لتحسين التشغيلية – السطح الدائري للحبيبات يحتاج الى ماء اقل من السطح غير المنتظم – زيادة الزلط).
- طريقة دمك الخرسانة فالدمك الميكانيكي باستخدام الهزازات الميكانيكية يحتاج إلى كمية ماء أقل من الدمك اليدوي .

تأثير زيادة ماء الخلط على الخرسانة

Effect of Increasing Mixing Water on Concrete

- احتمالية حدوث انفصال حبيبي للخرسانة الطازجة اثناء عملية الصب.
- ضعف سطح الخرسانة في مواجهة العوامل الجوية (نتيجة زيادة عملية النزح/النزف (Bleeding) وما يصاحبها من تواجد طبقة الأسمنت اللباني على سطح الخرسانة وتعرف هذه الظاهرة بالزبد (Laitance)).
- ضعف قدرة الخرسانة المتصلدة على مقاومة الاحمال (تبخر الماء يترك فراغات ومسام داخل الخرسانة بما يؤدي لاضعافها وتقليل مقاومتها لتحمل اجهادات الضغط).
- زيادة مسامية الخرسانة بما يؤدي الى زيادة احتمالية صدأ صلب التسليح في المناطق الرطبة (المسام الناتجة من تبخر الماء تساعد على سهولة تخلل ووصول الرطوبة الجوية والماء الى صلب التسليح داخل الخرسانة بما يؤدي لتكون الوسط الملائم لبدء عملية صدأ صلب التسليح).
- ظهور شروخ بعد تصلد الخرسانة مما يضعف من قدرتها على تحمل الاحمال.
- صعوبة وصل الخرسانة القديمة بجديته الصب لضعف تماسك جزيئات الخرسانة الجديدة.

تأثير الماء غير النقي على الخرسانة

Effect of Unclear Mixing Water on Concrete

- تقليل تماسك حبيبات الركام مع بعضها البعض.
- تأخير زمن الشك.
- حدوث تغيرات حجميه قد تؤدي لظهور شروخ وازعاف الخرسانة.
- عزل ومنع تغليف حبيبات الاسمنت كمادة لاحمة لسطح حبيبات الركام بما يؤثر على تماسك بنيان الخرسانة.

عملية معالجة الخرسانة

Curing Process of Concrete

المعالجة Curing

هى عملية الحفاظ على محتوى الخرسانة من الرطوبة وذلك إما بمنع تبخر الماء أو بإمدادها بكميات اضافية من الماء.

يستخدم الماء النظيف الخالى من الشوائب الصالح للشرب بنفس مواصفات الماء المستخدم للخلط.

يلاحظ أن مقاومة الخرسانة للضغط وقوة إحتمالها ومقاومتها لنفاذ الماء وثبات حجمها يزداد بمرور الوقت بشرط أن تكون الظروف مهيئة لإستمرار التفاعل الكيميائى بين الماء والأسمنت وذلك بحفظ درجة معينة ومناسبة من الرطوبة أو منع الماء من التبخر

الغرض من عملية معالجة الخرسانة

Purpose of Curing Process

1. المحافظة على نسبة من ماء الخلط الذي يضاف للخرسانة عند خلطها مدة من الزمن تسمى **فترة المعالجة** حتى تستمر عملية **إماهة الأسمنت**.
2. المحافظة على درجة حرارة الخرسانة عند درجة معينة تصلح لاتمام التفاعلات الكيميائية.

المواد المستخدمة للمعالجة

Curing Materials

المعالجة تتم عن طريق:

1. منع تبخر ماء الخرسانة بتغطيه سطح الخرسانة أو قفل مسامها بعمل غشاء أو طبقة مانعة للتبخّر.
2. إضافة الماء باستمرار للتعويض عن الماء الذى يتبخّر.

المواد المستخدمة فى معالجة الخرسانة:

1. الماء.
2. الخيش المرطب.
3. مواد أخرى مثل الرمل الطبيعى والتبن والقش ونشارة الخشب والركام الناعم.
4. الأغشية المانعة للتسرب مثل : لفائف البلاستيك والورق المانع لتسرب الماء.
5. مركبات أو إضافات المعالجة والتي تعمل على سد مسام الخرسانة.

طرق المعالجة Curing Methods

تستمر عملية المعالجة بحد ادنى 7 أيام ولا تتم عملية المعالجة فى وجود الشمس نظرا لارتفاع درجة حرارة سطح الخرسانة بالنسبة لماء المعالجة (المنخفض الحرارة بالنسبة لسطح الخرسانة) بما يودى لاحتمالية حدوث شروخ نتيجة التمدد الحرارى.

1. الغمر بالماء على شكل برك (فى الأسطح الأفقية والأرضيات).
2. الرش بالماء (يحفظ السطح رطبا بين مواعيد الرش مع عدم السماح له بالجفاف).
3. التغطية بالخيش الرطب.
4. التغطية باللفائف المانعة لتسرب الماء.
5. المعالجة باستعمال المرآبات الكيماوية (العازلة للرطوبة - السدودة).
6. المعالجة بالبخار.

تحت ضغط عالى وتستغرق 7-8 ساعات

تحت ضغط عادى وتستغرق 10-16 ساعة

والمعالجة بالبخار تستخدم فى مصانع الخرسانة الجاهزة وهى عملية معقدة ومكلفة ولكنها تؤدى إلى السرعة فى عملية الإماهة والتصلد للإسراع من الإنتاج وتجنب مشاكل التخزين وتفيد فى عمل خلطات ذات محتوى ماء قليل فتزيد المقاومة وتقل نسبة الإنكماش وتكون ذات مقاومة.

بعض أشكال المعالجة

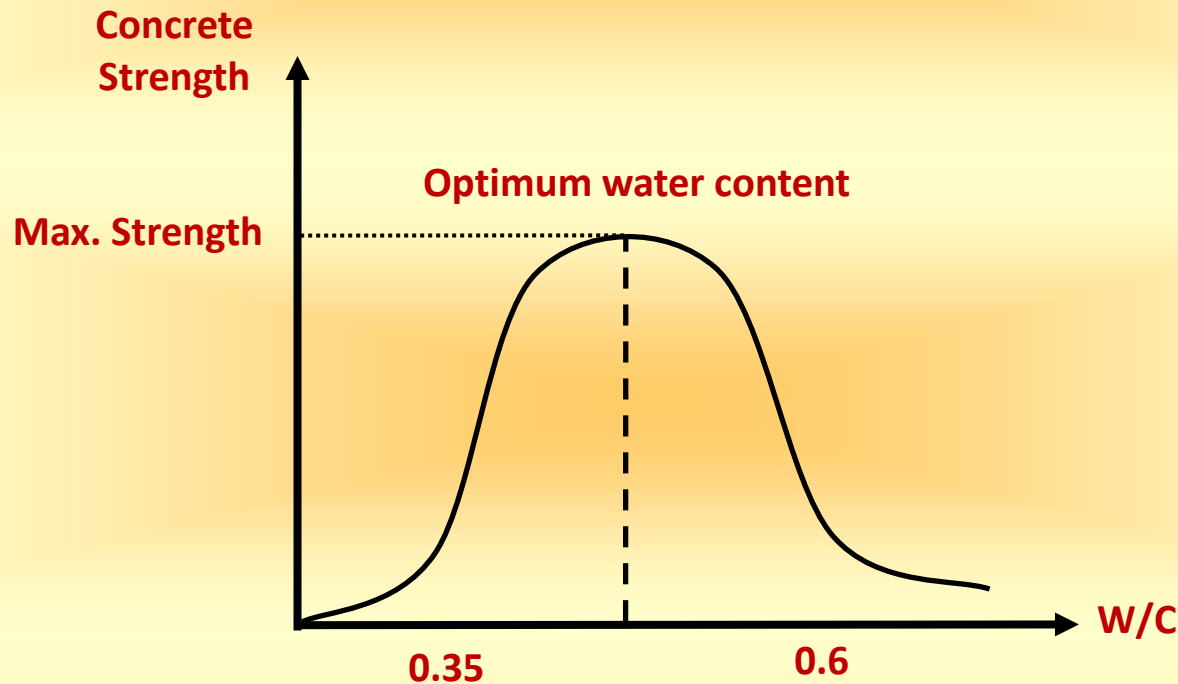


تفاعل الماء مع الاسمنت (الاماهة أو التميؤ) Hydration

- عند إضافة الماء الى الأسمنت تتكون عجينة وتبدأ عملية الاماهة بمجرد ملاسة الماء للأسمنت مصحوبة ببعض الظواهر الطبيعية مثل انبعاث حرارة وتماسك للعجينة (شك setting) وهذه الظاهره تتم تحت ظروف كيميائية معقده.
- الناتج فى معظم الحالات هو هيدرات سليكات الكالسيوم التى تشكل أساس عملية التصلد الحجر الجيرى.
- بالنسبة للاسمنت البورتلاندى يلزم حوالى $25\% \pm 1\%$ من وزنه ماء للوصول الى الاماهة الكاملة وتتحد هذه الكمية من الماء به اتحادا كيميائيا.
- لتكوين جيلاتين الأسمنت فإنه يلزم بالاضافه الى الماء الذى يتحد كيميائيا مع الأسمنت كميته اضافيه من الماء كوسط تتشتت فيه ماده الصلبه وتصل هذه الكمية من الماء الى نحو 15% من وزن الأسمنت فى حالة الأماهة الكامله.
- لذلك للوصول الى حالة الأماهة الكامله لابد من وجود كمية من الماء تتراوح بين 37% ، 40% من وزن الأسمنت لتكوين الجيلاتين وإتمام عملية الاماهة.

تأثير نسبة ماء الخلط على مقاومة الخرسانة

Effect of w/c Ratio on the Concrete Compressive Strength

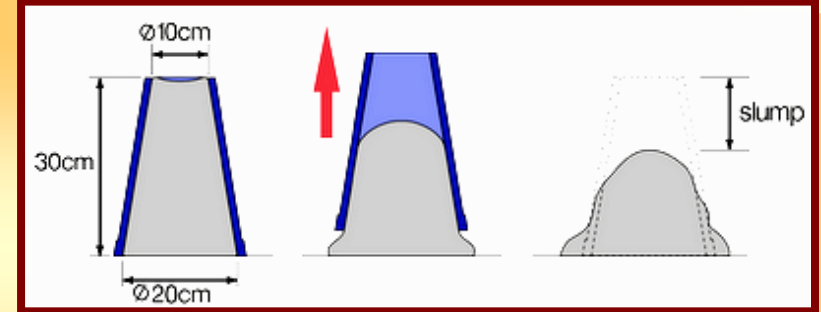
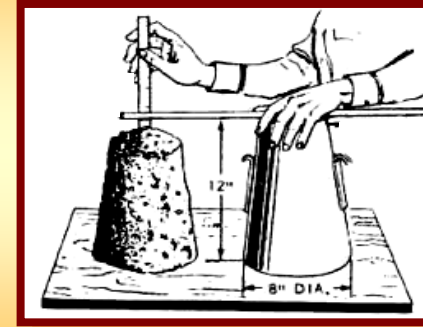
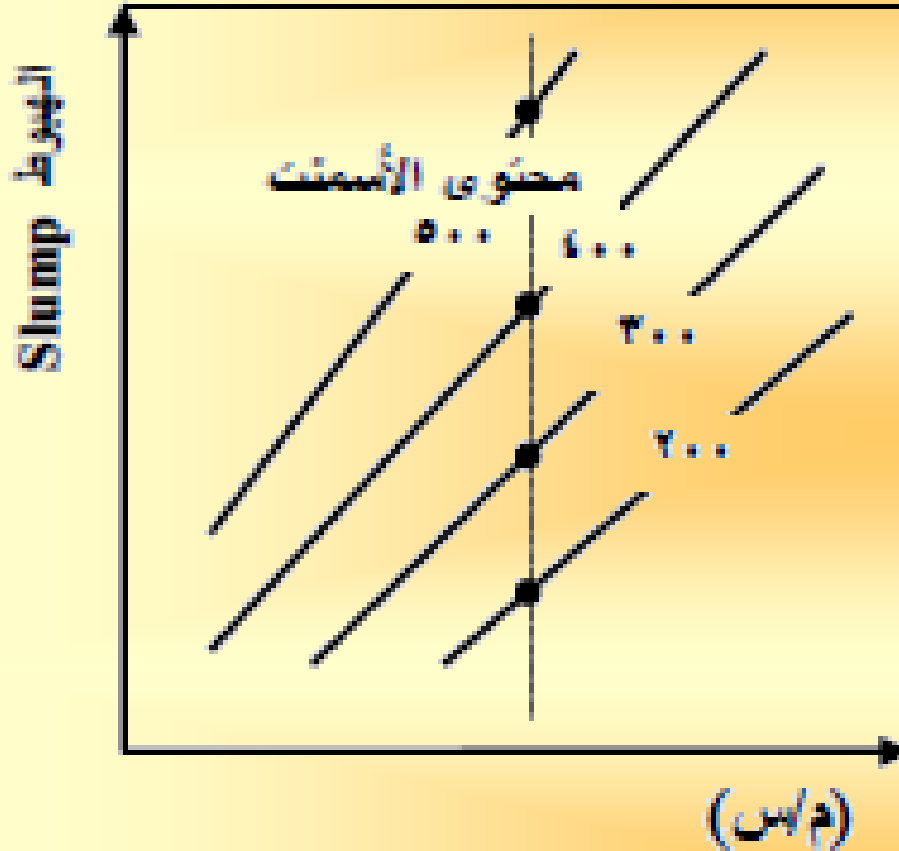


تأثير زيادة نسبة الماء الى الاسمنت W/C على مقاومة ضغط الخرسانة الناتجة

بزيادة نسبة الماء:الاسمنت w/c في الخلطة تزداد مقاومة الضغط وذلك حتى الوصول الى opt. water content بعدها تنخفض مقاومة الضغط

تأثير نسبة ماء الخلط على هبوط الخرسانة

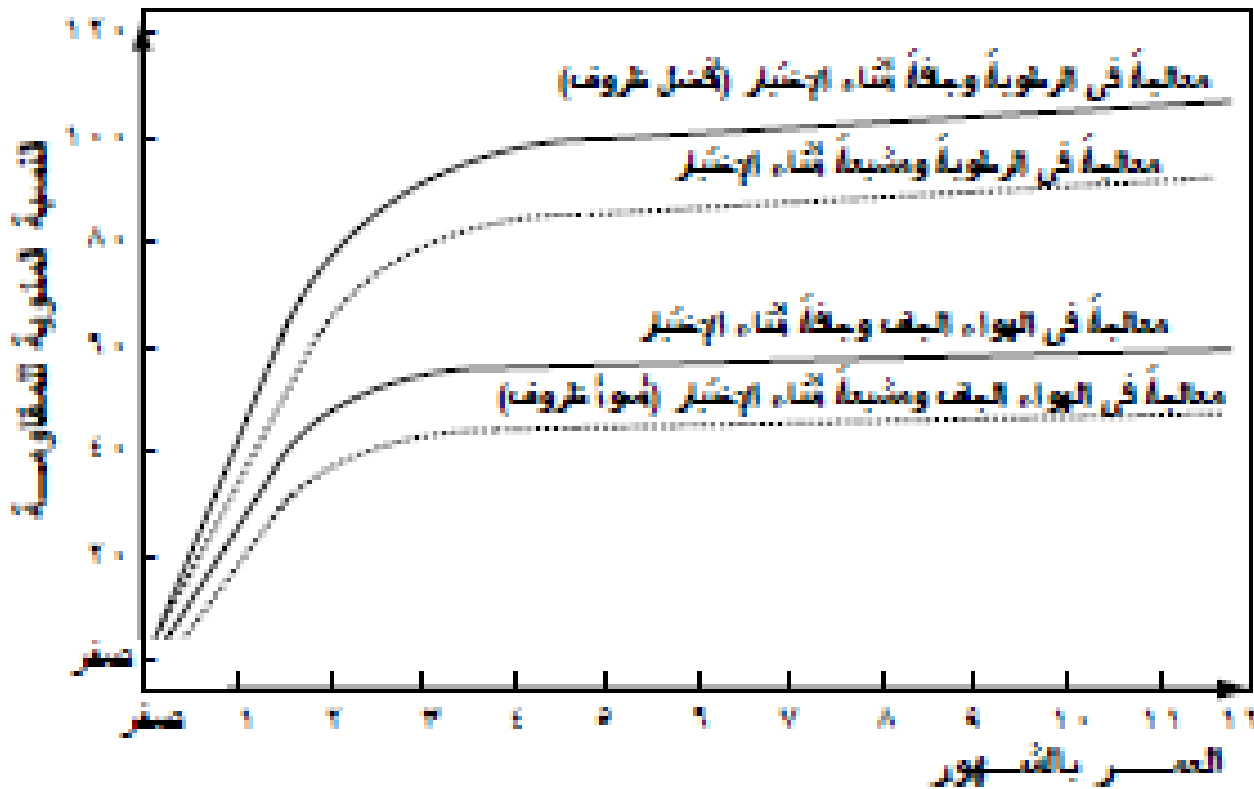
Effect of w/c Ratio on the Concrete Slump



لنفس محتوى الاسمنت: بزيادة نسبة الماء: الاسمنت w/c في الخلطة يزداد الهبوط (التشغيلية)
لنفس نسبة w/c : بزيادة محتوى الاسمنت يزداد الهبوط (التشغيلية)

تأثير كيفية/ طريقة المعالجة على مقاومة الخرسانة

Effect of Curing Method on the Concrete Compressive Strength



- عند معالجة الخرسانة في وسط رطب فإن مقاومة الخرسانة الناتجة تكون أعلى من المعالجة في وسط جاف.
- عندما تكون عينة الخرسانة جافة أثناء الاختبار فإن قيم المقاومة تكون أعلى من تلك المسجلة عندما تكون الخرسانة مشبعة.

إشتراطات الكود لاختيار وتشوين ماء الخلط أو المعالجة

**Code Requirements to Chose and
Storage Mixing and Curing Water**

ماء الخلط والمعالجة* 3 Curing Water

* تبعا لمتطلبات الكود المصري للخرسانة بند 3-2-2

1. يكون الماء المستعمل في خلط الخرسانة نظيفاً وخالياً من المواد الضارة مثل الزيت والأحماض والمواد العضوية والأملاح وكذلك الطين والطيني وأي مواد تؤثر تأثيراً متلفاً على مكونات الخرسانة أو صلب التسليح واخلط الخرسانة لا يزيد محتوى الأملاح فيها عن المسموح به
2. لا يقل - بصفة عامة - الأس الهيدروجيني لماء الخلط عن (7) ويجب إجراء تحاليل لمعرفة الرقم الفعلي قبل استخدام الماء .
3. يعتبر الماء الصالح للشرب مناسباً في جميع الأحوال لخلط الخرسانة وفي حالة عدم توافره يمكن استخدام ماء من مصادر أخرى للخلط والمعالجة بشرط استيفائه للشروط الواردة سابقاً وذلك بالإضافة إلى:
 - لا يزيد زمن الشك الابتدائي لعينات الأسمنت المجهزة بهذا الماء عن 30 دقيقة على زمن الشك الابتدائي لعينات بنفس الأسمنت جهزت بالماء الصالح للشرب وعلى ألا يقل زمن الشك الابتدائي بأي حالة عن 45 دقيقة.
 - لا تقل مقاومة الضغط لمكعبات المونة القياسية بعد 28 يوم والتي استعمل فيها هذا الماء عن 90 % من مقاومة الضغط لعينات مماثلة جهزت بماء خلط صالح للشرب عند نفس العمر (يستخدم القالب القياسي لاختبار المونة القياسية في كلتا الحالتين)
4. يجب عند تصميم الخلطة الخرسانية استخدام نفس نوع الماء الذي سيستخدم في الخلط عند تنفيذ المنشأ وذلك في مراحل كلا من الخلطات المختبرة التجريبية والتأكيدية.
5. لا يسمح على الإطلاق باستخدام ماء البحر في خلط الخرسانة المسلحة بجميع أنواعها .
6. يجوز استعمال ماء البحر - عند الضرورة - عند خلط الخرسانة العادية بدون تسليح , مع زيادة محتوى الأسمنت في الخلطة للوصول إلى المقاومة المطلوبة للخرسانة بشرط عدم ملاستها لسطح خرسانة مسلحة مع توافر الخبرة السابقة في استخدام ماء البحر بنجاح
7. يعتبر الماء الصالح في خلط الخرسانة المسلحة صالحاً للاستعمال في معالجتها.
8. يجب ألا يحدث الماء المستخدم في المعالجة بقاءً أو ترسيباً أو أي ظواهر غير مرغوبة على سطح الخرسانة.
9. يشترط في ماء الخلط ألا يزيد محتوى الأملاح والمواد الضارة على:-
 - 2.00 جم في اللتر من الأملاح الذائبة .
 - 0.50 جم في اللتر من أملاح الكلوريدات على هيئة CL
 - 0.30 جم في اللتر من أملاح الكبريتات على هيئة SO₄
 - 1.00 جم في اللتر من أملاح الكربونات والبيكربونات .
 - 0.10 جم في اللتر من أملاح كبريتيد الصوديوم .
 - 0.20 جم في اللتر من المواد العضوية .
 - 2.00 جم في اللتر من المواد الغير عضوية من الطين والمواد العضوية .

إشتراطات تشوين ماء الخلط

طبقاً لكود الخرسانة المصري بند 2-9

ماء الخلط والمعالجة:

1. الماء الصالح للخلطات الخرسانية هو الماء الصالح للشرب.
2. في حالة عدم توافر مصدر مياه مستمر بالموقع فيمكن تخزين الماء بالموقع
3. يتم التخزين في حاويات مغلقة غير قابلة للصدأ ولا تسمح بحدوث تلوث له بالمواد الضارة مثل الزيوت والأحماض والمواد العضوية وأي مواد قد تؤثر تأثيراً متلفاً على مكونات الخرسانة أو صلب التسليح.

اختبارات ماء الخلط

1. تعيين نسبة الأملاح الذائبة

2. تعيين نسبة الكلوريدات

3. تعيين نسبة الكبريتات

4. تعيين نسبة الكربونات والبيكربونات

5. نسبة المواد العضوية

6. نسبة المواد العالقة

7. تعيين نسبة كبريتد الصوديوم