بلدية مدينة الشارقة
SHARJAH CITY MUNICIPALITY

إدارة الهندسة ورقابة المباني
Engineering & Building
Control Department

ضبط جودة الخرسانة في أعمال الإنشاءات

دليل إرشادي مبسّط لمهندسي ومشرفي المواقع الإنشائية والمهتمّين بأعمال البناء

في هذا الدليل

الباب الأول	
الدور الذى تقوم به بلدية الشارقة لضبط جودة الخرسانة المصبوبة بالمواقع	4
عناصر ضبط جودة الخرسانة	5
الباب الثاني	
الأعمال الخرسانية (العادية والمسلحة) (Concrete Works)	7
2 – 1 : المتطلبات الأساسية في الأعمال الخرسانية:	7
2 – 1 أ: المواد المستخدمة (Materials):	7
2 – 1 - ب : الخلطات الخرسانية (Concrete Mix) :	7
2 – 1 - ج : الصب والإيناع (Casting & Curing) :	8
2 – 1 - د : فحوصات الخرسانة (Testing) :	8
تحضير عينات اختبارات الخرسانة الطازجة	10
اختبار الهبوط	10
2–2 مرحلة ما بعد صب الخرسانة	14
2–2 –أ طرق المعالجة كثيرة منها:	14
2–2 – ب إزالة الفرم والشدات	15
الباب الثالث	
مشاكل شائعة في الخرسانة	16
3–1 التعشيش والانفصال الحبيبى في الخرسانة	17
3–1 –أ التعشيش فى الخرسانة	17
3–1 –ب أسباب تكوّن التعشيش في الخرسانة	17
3–1 –ج كيفية تجنب التعشيش في الخرسانة	17
3–1 –د معالجة التعشيش فى الخرسانة	17
3–2 الانفصال الحبيبي في الخرسانة	17
3–3 النزيف/النضح في الخرسانة	18
4 – الخلط الموقعي	19
5 – نصائح هامة	20

المقدمة

الخرسانة هى أكثر مواد البناء شيوعًا وانتشارًا ليس فقط محليًا وإنما عالميًا على نطاق واسع، ولذا فإن ضبط جودة الخرسانة يمثل ضمانًا لسلامة المنشآت الخرسانية وعاملاً هامًا في إطالة عمر المبنى.

فمن الطبيعى عندما نفكر فى عملية البناء والتشييد أن تأتي الخرسانة على رأس أولوياتنا، لذا فقد أعددنا هذا الدليل المبسط للتعريف ببعض الجوانب الخاصة بضبط جودة الخرسانة المصبوبة موقعيًا.

ويشمل هذا الدليل:

- **مراحل ضبط جودة الخرسانة.**
- **المتطلبات الأساسية في الأعمال الخرسانية.**
- **المواد المستخدمة.**
- **الخلطات الخرسانية.**
- **الصب والإيناع.**
- **فحوصات الخرسانة.**
- **أعمال المعالجة.**
- **فك الفرم والشدات.**
- **نصائح عامة.**

1 - 1 الدور الذي تقوم به بلدية الشارقة لضبط جودة الخرسانة المصبوبة بالمواقع

من أجل ضمان ضبط جودة الخرسانة، تقوم بلدية الشارقة بدور رئيسي وفعال في مراقبة جودة الخرسانة المصبوبة بالمواقع، وذلك من خلال العديد من الإجراءات الرقابية والتفتيشية التي تتم في إطار برنامج ضبط جودة الخرسانة.

فبالإضافة إلى عمليات التدقيق الإنشائي على العناصر الخرسانية قبل الصب ومطابقة الأعمال المنفذة للمخططات المعتمدة وضمان التنفيذ طبقًا للمواصفات، يقوم مهندسو قسم رقابة المباني أيضًا بعمل حملات تفتيشية ميدانية أثناء عمليات صب الخرسانة بالمواقع للتأكد من أن عمليات الصب تتم تحت إشراف هندسي من قبل مهندسي المقاول والاستشاري طبقًا للمواصفات والتدقيق على اختبارات الخرسانة الطازجة، والتأكد كذلك من أن الخرسانة الموردة مطابقة للمواصفات وللخلطات المعتمدة.

كما أصدرت البلدية تعاميم للمكاتب الاستشارية وشركات المقاولات العاملة بمدينة الشارقة بضرورة تواجد مهندسيها أثناء عمليات الصب بالمواقع، وأن تنفِّذ جميع الاختبارات والاعتمادات قبل بدء أعمال الصب.

الإمارات العربية المتحدة - حكومة الشارقة
بلدية مدينة الشارقة
United Arab Emirates – Sharjah Government
SHARJAH CITY MUNICIPALITY

التاريخ: 2020/09/07م
المرجع: 137/2624/2020

السادة / مكاتب الاستشارات وشركات المقاولات المحترمين.

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع: ضبط جودة الخرسانة للمشاريع قيد التنفيذ

تتقدم بلدية مدينة الشارقة لكم بأطيب التحيات وأرق الأمنيات بدوام التقدم والازدهار.

وفي إطار الجهود المشتركة لتحقيق جودة الأعمال الخرسانية ورفع كفاءتها، وتأكيداً على ضرورة تكاتف الجميع للوصول للنتائج المرجوة، فإننا نود أن نفيدكم بأن البلدية ستقوم بتنفيذ حملات تفتيشية على مواقع العمل بالمباني قيد التنفيذ، للتأكد من تنفيذ أعمال وإجراءات صب الخرسانة طبقاً للمواصفات ووفقاً لأصول الصناعة.

ويهيب البلدية بكم الالتزام بتواجد مهندسي الاستشاري والمقاول أثناء الصب وتنفيذ كافة الاختبارات والإجراءات المطلوبة قبل وأثناء الصب وتجهيز الأدوات والمستندات والنتائج اللازمة والتعاون وبذل كافة الجهود الممكنة للعمل بما جاء في هذا التعميم لما فيه من مصلحة للجميع.

شاكرين حسن تعاونكم سلفاً ومتمنين لكم في الوقت نفسه دوام التوفيق والسداد.

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير.

ثابت سالم عبيد الحزيني
مدير عام بلدية مدينة الشارقة

2 - 1 عناصر ضبط جودة الخرسانة

- الحصول على اعتماد تصميم الخلطة الخرسانية قبل الصب.
- ضبط جودة المواد المكوِّنة للخرسانة والتأكد من مصادرها واختباراتها.
- التأكد من سلامة القوالب والشدات.
- التدقيق الإنشائي على العناصر قبل الصب.
- ضبط جودة أعمال الصب.
- المعالجة الجيدة بالماء للخرسانة بعد التصلد.
- فك القوالب والشدات بالطريقة الصحيحة.

• اعتماد تصميم الخلطة الخرسانية

تقوم بلدية الشارقة بمراجعة تصميم الخلطات الخرسانية للتأكد من تحقيقها الإجهاد التصميمي المطلوب والتحقق من اشتراطات الخرسانة الخضراء المعتمدة، وذلك قبل البدء بأي عملية من عمليات الصب بالمواقع الإنشائية، ويعتبر إجراء اعتماد الخلطة الخرسانية من المستندات الضرورية لمنح موافقة الصب على العناصر الإنشائية.

• ضبط جودة المواد المكونة للخرسانة والتأكد من مصادرها واختباراتها

جميع المواد المستخدمة – كما سيتم توضيحه فيما بعد – يجب أن تكون مستوفاة للاشتراطات المنصوص عليها وموردة من مصادر معتمدة بالدولة، ويجب أن يتم تخزينها وتشوينها بالطرق الصحيحة ومراعاة عمل الاختبارات اللازمة قبل الاستخدام.

• التأكد من سلامة القوالب والشدات

يتم عمل القوالب والشدات حسب المواصفات والتصميم والتدقيق عليها من طرف ثالث معتمد في العناصر ذات الطبيعة الخاصة أو التي تتطلب الشروط التدقيق من طرف ثالث.

يتم اتخاذ الاحتياطات اللازمة ومراعاة عوامل السلامة العامة للأعمال والعاملين فيما يتعلق بأعمال السقالات.

الباب الثاني

الأعمال الخرسانية (العادية والمسلحة)
(Concrete Works)

تمر الخرسانة من لحظة الخلط وإضافة الماء لها وحتى انتهاء عمرها الافتراضي بالمراحل الثلاث التالية:

1 - الخرسانة الطازجة (الطرية)

مرحلة الخرسانة الطرية بدءًا من الخلط والإيناع و,حتى مرحلة الشك الابتدائي.

2 – الخرسانة المتصلدة

المرحلة النهائية من الخرسانة (من عمر 24 ساعة حتى نهاية عمر الخرسانة)
وتمتاز هذه المرحلة بأنها بداية زيادة المقاومة الرئيسية للخرسانة (مقاومة الضغط) وقدرتها على مقاومة الأحمال بمرور الزمن.

2–1: المتطلبات الأساسية في الأعمال الخرسانية:

2–1أ: المواد المستخدمة (Materials):

1 – الإسمنت (Cement):

- تكوَّن مادة الإسمنت المستخدمة لجميع أعمال الخرسانة من أحد المصادر المعتمدة بالدولة.
- الإسمنت المستخدم لجميع أعمال الخرسانة السفلية (Sub–Structure) سواء كانت من الخرسانة العادية أو المسلحة أو الإسمنت المستخدم لأعمال الطابوق (Block Work) والمسام (بياض المونة أو القصارة أو اللياسة Plaster Work) يكون من الإسمنت البورتلاندي المقاوم للأملاح (SRPC)، وحسب ما هو وارد في تقرير فحص التربة، ويكون من الإسمنت البورتلاندي العادي (OPC) لأعمال الخرسانة فوق الأرض ومن مصادر معتمدة بالدولة.
- يورّد الإسمنت إلى موقع العمل في عبوات، ويخزن في مستودعات جافة (مع حمايته من الرطوبة) حسب الأصول.
- لا يسمح للمقاول باستخدام أي كمية من الإسمنت الذي تصلب أو تكتل على شكل حبيبات بغض النظر عن تاريخ إنتاجه، ولا يسمح للمقاول باستخدام الإسمنت الذي مضى على إنتاجه مدة تزيد عن أربعة أشهر.
- كمية الإسمنت (Cement Content) المستخدمة في الخلطات الخرسانية تكون حسب التفاصيل الواردة في المخططات الإنشائية.

2 - الركام (Aggregates):

- الركام المستعمل لجميع أعمال الخرسانة يجب أن يكون (Crushed Aggregates) من مصادر معتمدة، ويشترط إجراء الاختبارات المسبقة على العينات قبل إستخدامها.
- الرمل المستعمل يجب أن يكون بحرياً مغسولاً ومنخولاً لجميع الأعمال الخرسانية، وكذلك لأعمال المباني والمسام (بياض المونة أو القصارة أو اللياسة Plaster Work).

3 - حديد التسليح (Reinforcement):

- حديد التسليح يكون من النوع المعتمد المطابق للمواصفات (High Tensile Deformed Bars) بالأقطار والتفاصيل الواردة في الرسومات (Diameters, Grade and details as per drawings & Structural Schedule).
- يتم إجراء فحوصات قوّة تحمّل الشد لجميع أقطار الحديد المستخدمة في التسليح وأيّة فحوصات أخرى تحددها المواصفات أو يطلب إجراءها من جهة الإشراف على المشروع.
- الغطاء الخرساني لحديد التسليح (Concrete Cover) يكون حسب التفاصيل الواردة في الملاحظات الإنشائية مع مراعاة انتظام غطاء حديد التسليح.
- حديد التسليح لجميع أجزاء المبنى لا يتطلب أن يكون مغلفاً بالإيبوكسي (إلا إذا ذكر خلاف ذلك).
- يراعى إضافة (2) من كل جانب للغطاء الخرساني لتسليح رقاب الأعمدة زيادة على أبعاد مقاطع الأعمدة والحوائط الخرسانية المبينة في الرسومات (مع إبقاء قضبان حديد التسليح على استقامتها).

4 - الخشب والقوالب (Shuttering & FormWork) ونظام التدعيم (Scaffolding): -

- خشب القوالب لجميع الأعمال الخرسانية في المبنى يكون (New Marine Plywood) بالسماكات اللازمة حسب متطلبات العمل وجهة الإشراف.
- يتم عمل القوالب للقبعات (القواعد) الخرسانية (جوانب تلك الأسطح الخرسانية) من الخشب مع الضبط والتقوية والتدعيم الجيد أو من الطابوق المصمت مع طبقة من البلاستر بالإضافة إلى طبقات العزل ما لم يذكر خلاف ذلك.
- يتم اتخاذ الاحتياطات اللازمة ومراعاة عوامل السلامة العامة للأعمال والعاملين فيما يتعلق بأعمال السقالات.

5 - الماء (Water):

- يتم توفير الماء اللازم للأعمال والعاملين بالكمية والتوقيت بما يقتضيه حسن سير العمل طيلة مدة التنفيذ (ويشمل ذلك توفير المياه اللازمة لفحص وتشغيل جميع الخدمات).
- الماء المستخدم لجميع أعمال التنفيذ يجب أن يكون نقياً وخالياً من الشوائب بما يحقق معايير الجهات الرسمية المعنية الخاصة بذلك.

6 - الإضافات (Additives & Admixtures):

- لا يسمح باستخدام أية إضافات للخلطات الخرسانية الخاصة بأعمال الخرسانة عدا الإضافات التي تستخدم عادة في الخلطات الخرسانية المعتمدة من جهة الإشراف.
- يمكن استخدام مادة/مواد مضافة (Admixures) في خلطة الخرسانة الخاصة لخزّان المياه الخرساني ولبركة السباحة لتقليل نفاذية الخرسانة ومنع تسرب المياه من خلالها، وتكون تلك المادة/المواد من (Admixures Proofmarine) بالكمية المطلوبة ومعتمدة من جهة الإشراف، ويتم الأخذ في الاعتبار وجود هذه الإضافات أثناء تصميم الخلطة الخرسانية.
- يتم مراعاة الملاحظات الواردة في المخططات الإنشائية فيما يتعلق بالإضافات الخاصة بالخلطات الخرسانية ومحتوى الإضافات في كل منها.

2-1 – ب: الخلطات الخرسانية (Concrete Mix):

- الخرسانة المستخدمة لجميع العناصر الإنشائية الأساسية يجب أن تكون من الخلطات الخرسانية الجاهزة، ويتم اعتماد تصميم الخلطات الخرسانية المختلفة ومكونات الخرسانة المراد استخدامها في المشروع من جهة الإشراف ومن مختبر بلدية الشارقة، وعلى شركة الخرسانة الجاهزة اعتماد ذلك قبل البدء في العمل.
- تراعى الملاحظات الإنشائية الواردة في المخططات وفي تقرير فحص التربة فيما يتعلق بالخلطات الخرسانية ومحتوى الإسمنت في كل منها.
- لا يسمح بإستخدام الخلطات الخرسانية الموقعية لأي جزء من أجزاء المبنى الأساسية، ولا يسمح باستخدام تلك الخلطات للأجزاء الثانوية (Minor Concrete Works) إلا بموافقة وتعليمات جهة الإشراف وبعد اعتماد نسب الخلط الجافة من مختبر البلدية.

2 - 1 – ج: الصب والإيناع (Casting & Curing):

- يتم تنفيذ جميع الأعمال المتعلقة بالخلطات الخرسانية من خلط (Mixing) ونقل (Transporting) وضخ الخرسانة (Pumping) وصبها (Casting/Placing) ودمكها (Compacting) حسب التفاصيل والشروط الواردة في المواصفات العامة وحسب تعليمات جهة الإشراف.

- درجة الحرارة للخلطة الخرسانية عند الصب يجب أن لا تتجاوز (°25) أو الحد الأعلى المسموح من جهة الإشراف، ويتم اتخاذ كافة الاحتياطات والإجراءات اللازمة لتحقيق ذلك.
- لا يسمح بتوقف صب الخرسانة لأي جزء من أجزاء المبنى الأساسية، وإذا اقتضت ضرورات العمل ذلك، فيجب أن يكون حسب الأصول الفنية وبتوجيهات جهة الإشراف.
- يتم معالجة سطح الخرسانة عند جميع الفواصل الإنشائية (Construction Joints) قبل صب أي خرسانة جديدة، وتتم المعالجة حسب الأصول الفنية.
- تستخدم مصدات المياه (Water stoppers) للفواصل الإنشائية حيثما يلزم ذلك، وتكون من نوع جيد ومعتمد من جهة الإشراف.
- تتم عملية المعالجة بالمياه (Curing) لجميع أعمال الخرسانة (والمباني والبياض) في كامل المبنى حسب الأصول الفنية، مع مراعاة ما ورد في المواصفات العامة بهذا الخصوص.
- يتم استخدام رولات الخيش لتغطية جميع العناصر الإنشائية التي جرى صبها وذلك طيلة فترة المعالجة بالمياه (للحفاظ عليها رطبة طيلة فترة المعالجة)، وذلك لتخفيف أثر الحرارة المرتفعة وضمان المعالجة الجيدة للخرسانة.

2 - 1 - د: فحوصات الخرسانة (Testing):

- يتم عمل فحوص الخرسانة (الطرية والمتصلبة) لكل مرحلة من مراحل الصب، واعتماد نتيجة الفحص قبل صب الجزء التالي.
- يتم إجراء أي فحوص فنية تقتضيها ضرورات العمل ويُتطلب إجراؤها.
- يتم إجراء جميع الفحوص (بما في ذلك فحوص الخرسانة) من قبل مختبر فني متخصص معتمد بالإمارة، وأما الفحوص التي تجرى في الموقع فيتم إجراؤها من قبل فنيين مهرة مع ضرورة استخدام كافة الوسائل والمعدات حسب الأصول.
- تشمل فحوص الخرسانة الطرية المطلوب إجراؤها في الموقع (على سبيل المثال لا الحصر): فحص الهبوط (Slump Test) وفحص درجة الحرارة، وفحص مستندات مكونات الخلطة.

تحضير عينات اختبارات الخرسانة الطازجة

- يجب أن تكون العينة المأخوذة من الخرسانة الطازجة ممثلة تمامًا للخلطة.
- يجب أن تكون العينة مأخوذة من أماكن متفرقة من الخلطة.
- يجب حماية عينة الاختبار من التأثيرات الجوية مثل الشمس والرياح والأمطار والتربة، وذلك

في الفترة ما بين تحضير العينة وإجراء الاختبار، والتي يجب ألا تزيد عن 15 دقيقة، وتختلف تلك المدة طبقًا لنوع الاختبار.

اختبار الهبوط

- فى هذا الاختبار يتم تحديد القوام للخرسانة عن طريق تعيين هبوط الخرسانة بعد تشكيلها على هيئة مخروط ناقص.
- ويعتبر هذا الاختبار من أبسط وأفضل الوسائل لضبط الجودة فى محطات الخلط وفى مواقع التنفيذ.
- يجب مراعاة ألا يزيد المقاس الاعتباري الأكبر للركام المستخدم عن 40 مم وألا تزيد الفترة بين انتهاء الخلط واجراء الاختبار عن دقيقتين.

الأجهزة:

- مخروط ناقص ارتفاعه 30 سم وقطر قاعدتيه 20, 10 سم.
- قضيب دمك طوله 60 سم وقطره 15 مم.

خطوات الاختبار:

1 – ينظف السطح الداخلى للمخروط المعدني بحيث لا يوجد أي مياه عالقة أو آثار لخرسانة قديمة.

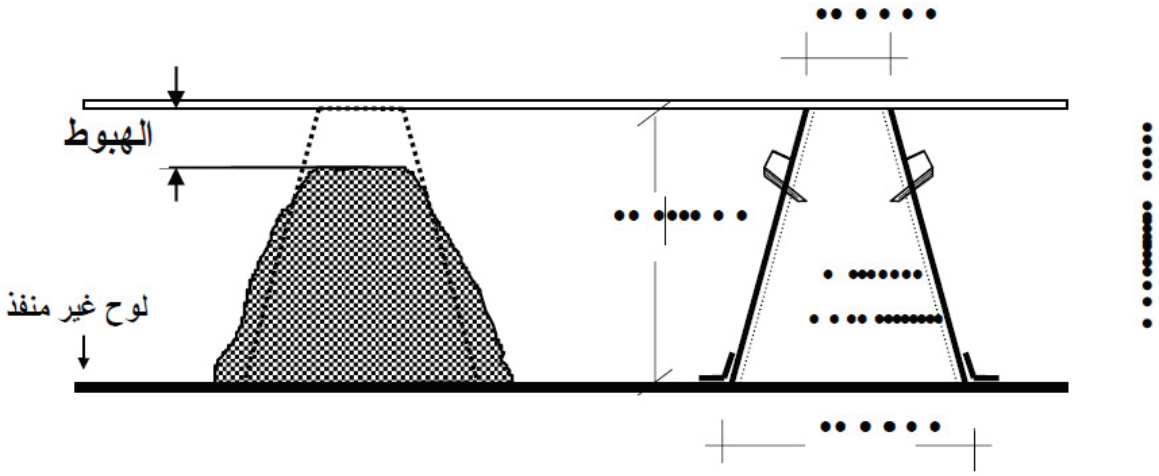
2 – يوضع المخروط على سطح أفقي غير منفذ.

3 – يُملأ المخروط بالخرسانة على 3 طبقات، ارتفاع كل منها حوالي ثلث ارتفاع المخروط، ويتم دمك كل طبقة 25 مرة باستخدام قضيب الدمك.

4 – بعد امتلاء المخروط يتم تسوية السطح وإزالة أي خرسانة زائدة.

5 – يرفع القالب مباشرة في اتجاه رأسي وببطء.

6 – يلاحظ حدوث هبوط للخرسانة، ويتم قياس مقدار الهبوط، وهو الفرق بين ارتفاع المخروط وارتفاع مركز سطح الخرسانة.



ملاحظـــــــات

يجب ألا يزيد المقاس الاعتباري الأكبر للركام المستخدم عن ٤٠ مم.
يجب أن ألا تزيد الفترة بين انتهاء الخلط وبداية إجراء الاختبار عن دقيقتين.
تحدث ثلاثة أشكال مختلفة لحالة الهبوط فقد يكون هبوطاً حقيقياً أو هبوط قص أو انهيار.
يراعى إعادة الاختبار على عينة أخرى في حالة حدوث انزلاق جانبي (Slipping) في العينة أو انهيار (Collapse).

اختبار الهبوط الخرساني (Slump Test) مراقبة درجة حرارة الخرسانة قبل الصب مباشرة

وتجدر الإشارة إلى أنه في حالة الخرسانة ذات درجة السيولة العالية أو التي يزيد فيها الهبوط عن 22سم مثل الخرسانة ذاتية الدمك، فإنه يتم قياس انسياب الهبوط وهو القطر المتوسط للخرسانه المنسابة بعد رفع مخروط الهبوط، وأما في الخرسانة ذاتية الدمك فيشترط ألا يقل انسياب الهبوط عن 60–70 سم.

– وتشمل فحوص الخرسانة المتصلبة المطلوب إجراؤها من قبل مختبر فني متخصص ومرخص من الجهات المختصة (على سبيل المثال لا الحصر): فحص قوة التحمل (Cube Crushing Strength)، وفحص مكونات الخلطة ونسبة الإسمنت، وفحوصات حديد التسليح المختلفة.
– فيما يتعلق بخرسانة الأوتاد (الخوازيق) فإنه يتم عمل الفحوص الإضافية التالية اللازمة لقوة تحمّل ونوعيّة الخرسانة:
- فحص تجانس وسلامة الخرسانة (Integrity Test) لجميع الأوتاد المصبوبة.

- اختبار التجانس Integrity Test))
- فحص المكعبات الخرسانية للأوتاد (الخوازيق) بعد 7 أيام وبعد 28 يوم بتوجيه ومراقبة جهة الإشراف.
- فحص قوة التحمل الاستاتيكي (Static Load Test) حسب التفاصيل الواردة في الرسومات.
- اختبار التحميل الاستاتيكي للأوتاد (Static Pile Load Test)
- فحص الموجات (Sonic Test) حسب متطلبات العمل وجهة الإشراف.

- يجب إجراء فحوصات الأوتاد (الخوازيق) الخرسانية في مختبر فني متخصص مستقل ومرخص من البلدية.
- يتم تقديم جميع نتائج الفحوصات المتعلّقة بالأوتاد (الخوازيق) الخرسانية للمهندس الاستشاري ولمهندس البلدية عند الطلب حتى يتسنى للمهندسين الاطلاع على هذه النتائج والتأكد من مطابقتها الفنية قبل المباشرة بصب الأساسات.
- يتم تقديم مخطط تفصيلي معتمد من جهة الإشراف يوضح الإزاحات الحادثة في الأوتاد (الخوازيق) للاطلاع عليها قبل صب قبعات الأوتاد.

2-2 مرحلة ما بعد صب الخرسانة

إن مقاومة الخرسانة للضغط وقوة احتمالها ومقاومتها لنفاذ الماء وثبات حجمها يزداد بمرور الوقت بشرط أن تكون الظروف مهيأة لاستمرار التفاعل الكيماوي بين الماء والإسمنت، وذلك بحفظ درجة معينة ومناسبة من الرطوبة أو منع الماء من التبخر والمعالجة.

2-2 - أ طرق المعالجة كثيرة منها:

- الغمر بالماء على شكل برك (في أسطح أفقية وأرضيات).
- الرش بالماء (حفظ السطح رطبًا بين مواعيد الرش مع عدم السماح له بالجفاف).

- التغطية بالخيش الرطب.
- التغطية باللفائف المانعة لتسرب الماء.
- المعالجة باستعمال المركبات الكيماوية (العازلة للرطوبة – السدودة).
- المعالجة بالبخار

2-2 - ب. إزالة الفرم والشدات

المدة الواجب انقضاؤها بين صب الخرسانة وفك الشدات تتوقف على درجة الحرارة وطول البحر (المجاز) ونوع الإسمنت المستخدم، كما يتوقف على أسلوب المعالجة والحمل الذي سيتعرض له المنشأ بعد الفك.

ويشترط ألا ينتج عن الفك حدوث أي ترخيم أو شروخ أو تشوهات غير مسموح بها، ويجب مراعاة ألا تتعرض الخرسانة للاهتزازات أو الصدمات أثناء الفك.

كما يشترط الالتزام بمدة وزمن فك الشدات وذلك بعد مراجعة جهة الإشراف.

مشاكل شائعة في الخرسانة

1-3 التعشيش والانفصال الحبيبي في الخرسانة

مشاكل الخرسانة متعددة، منها ما يظهر بعد التصلب ومنها ما يظهر وقت الصب في مرحلة مبكرة، لكننا هنا سنتطرق لذكر أبرز ثلاث مشكلات وأكثرها انتشارًا للخرسانة بالمواقع الإنشائية وكيفية تجنب حدوثها.

1-3 - أ التعشيش في الخرسانة

تُصَب الخرسانة في قوالب وشدات عناصر هيكلية مختلفة مثل الأعمدة والكمرات والقواعد والبلاطات وما إلى ذلك حسب التصميم الهيكلي أو الأبعاد المطلوبة، وتتدفق الخرسانة مثل تدفق السوائل وفي بعض الأحيان تتشكل التجاويف أو الفراغات في الخرسانة المصبوبة عندما لا تصل إلى جميع الأماكن في القوالب لأسباب متعددة.

التعشيش يمكن تشبيهه ببيوت نحل العسل، فإذا لم يتم دمك الخرسانة بشكل صحيح، قد تترك فراغات أو يظهر الركام الكبير بدون المادة اللاحمة (العجينة الأسمنتية)، والتعشيش لا يقلل فقط من قوة الخرسانة ولكن أيضًا يسمح بمرور الماء (زيادة نفاذية الخرسانة) والذي يؤدي بدوره إلى تآكل قضبان التسليح في النهاية، كما أنه يزيد من فرص الصدأ والتآكل ويسرع هلاك قضبان التسليح بصورة كبيرة للغاية، وهذا يؤدي إلى فقدان الرابطة بين الأسياخ والخرسانة، وهو أمر خطير للغاية على استخدام وسلامة وعمر الهياكل الخرسانية.
وعادة ما يتم رؤية التعشيش الخرساني عند تقاطع العمود والكمرة بسبب اكتظاظ قضبان التسليح مما يؤدي إلى صعوبة تعبئة وصب الخرسانة، ويظهر التعشيش بصورة أكبر في القطاعات الرأسية مثل الأعمدة والحوائط النحيفة.

3 - 1 - ب أسباب تكوُّن التعشيش في الخرسانة

- دمك غير كافٍ للخرسانة.
- غطاء خرساني أقل لقضبان التسليح.
- قدرة تشغيلية غير مناسبة في الخرسانة.
- بداية شك (تصلب) الخرسانة قبل صبها.
- وضع القضبان بشكل غير صحيح عند تقاطع العمود والكمرة.
- كثافة التسليح بصورة غير مدروسة.
- إضافة المزيد من الماء أكثر مما تم تصميمه في الموقع لتحقيق قابلية تشغيل أعلى.
- عمالة غير ماهرة.

1-3 - ج كيفية تجنب التعشيش في الخرسانة

- يجب الحفاظ على الحد الأدنى من ارتفاع رمي أو صب الخرسانة.
- استخدام خلطة ذات قابلية التشغيل المناسبة للحالة التي يتم صبها فيها.
- التأكد من دمك الخرسانة بالكامل بدون حدوث انفصال حبيبي.
- التأكد من أن تقوية القوالب، والوصلات محكمة السد لمنع تسرب الخلطة الإسمنتية في أماكن تقاطع الأعمدة والكمرات الخرسانية.
- استخدم ركام كبير مقاسه لا يزيد عن ٢٠ ملم.
- استخدام إبرة هزاز ٢٥ ملم أو أقل في الأماكن الضيقة من القوالب.
- الطرق الخفيف بمطرقة خشبية على جوانب القالب من الخارج أثناء صب الخرسانة سيساعد في تقليل التعشيش إلى حد كبير في حالة الأعمدة والكمرات العميقة.
- إسناد الأعمال إلى العمالة الماهرة المدربة.
- استخدام الملدنات التي تضاف إلى الخرسانة بغرض تحسين قابلية التشغيل.
- الصب بمعرفة جهة التصميم والإشراف.

1-3 - د معالجة التعشيش في الخرسانة

بمجرد ظهور التعشيش على السطح الخارجي من العضو الخرساني يتم اللجوء إلى جهة التصميم والإشراف لدراسة الحلول طبقًا لحجم التعشيش الموجود، فإذا كان التعشيش بسيطًا يتم تكسير المنطقة المصابة كاملة إلى أن تظهر الخرسانة السليمة، ثم يتم ملء هذه الفراغات باستخدام مواد مخصصة لعلاج التعشيش.

التعشيش غير المرئي

يمكن حدوث ذلك، وببساطة يمكن اكتشاف هذا التعشيش عن طريق الطرق بمطرقة حديدية على المنطقة المشكوك فيها، فالخرسانة السليمة سوف تصدر صوت رنان لعدم وجود فراغات داخلها، أما الخرسانة المعطوبة فستصدر صوت خافت مكتوم (مطبل كما يقال) ما يدل على وجود فراغ داخلي.

2-3 الانفصال الحبيبي في الخرسانة

الانفصال الحبيبي هو «انفصال المواد المكونة في الخرسانة»، ويكون على ثلاثة أشكال:

- انفصال الركام الخشن عن خليط الخرسانة.
- انفصال عجينة الإسمنت عن الخرسانة خلال مرحلتها اللدنة.
- انفصال الماء عن الخرسانة (نزيف في الخرسانة).

3 - 2 - أ العوامل المسببة للانفصال في الخرسانة:

- نقل الخلطات الخرسانية لمسافات طويلة.
- الخلطة ضعيفة النسب، حيث لا توجد عجينة إسمنتية كافية لربط وتغليف الركام.
- إسقاط أو رمي الخرسانة من ارتفاعات.
- استخدام الهزاز في دمك الخرسانة لفترة طويلة.

يمكن التحكم في الانفصال عن طريق:

- الحفاظ على التناسب المناسب بين مكونات الخلطة عن طريق الممارسات السليمة في نقل وصب ودمك وتسوية وتشطيب الخرسانة.
- استخدام إضافات الهواء المحبوس والمواد البوزولانية للتحكم في انفصال المزيج إلى حد ما.

3-3 النزيف/النضح في الخرسانة

النزيف هو شكل من أشكال الانفصال حيث يتم دفع المياه الموجودة في خليط الخرسانة إلى أعلى بسبب ترسيب الأسمنت والركام، ويحدث النزيف عادة في الخلطة الغنية بالماء.

3-3 - أ أسباب حدوث النزف/النزيف في الخرسانة

العامل الأساسي للنزيف في الخرسانة هو الجرعة العالية من الماء أو زيادة نسبة الماء إلى الأسمنت (م/س)، حيث أن ارتفاع نسبة الماء إلى الأسمنت يضعف الخرسانة ويؤدي إلى نزيف مفرط.

3-3 - ب كيف يؤثر النزيف على الخرسانة؟

عندما يتحرك الماء لأعلى في النزيف، يتم نقل كمية معينة من الأسمنت إلى سطح الخرسانة مع هذا الماء في بعض الأحيان أثناء التحرك من الأسفل إلى الأعلى مشكلاً قنوات مستمرة، وبسبب هذه القنوات تصبح الخرسانة قابلة للاختراق وتسمح للماء بالتحرك، مما يشكل فراغات في الخلطة ويقلل من الترابط بين الركام ومعجون الأسمنت، ويؤدي تشكيل الماء على السطح العلوي للخرسانة إلى تأخير الانتهاء من السطح (تسوية السطح الخرساني)، وتصبح الخرسانة أكثر نفاذية وتفقد تجانسها، كما أن النزيف المفرط يكسر الرابطة بين التسليح والخرسانة.

يمكن التحكم في النزيف في الخرسانة عن طريق:

- عدم إضافة أي ماء للخرسانة بالموقع تحت أي شكل من الأشكال.
- عند التصميم للخلطة يمكن استخدام إضافات مثل الهواء المحبوس، وزيادة محتوى الإسمنت بالخلطة الخرسانية.

4 - الخلط الموقعي

لا يسمح بالخلط الموقعي للعناصر الإنشائية تحت أي ظرف من الظروف، وقد يستثنى من ذلك بعض العناصر مثل الخرسانة المستخدمة في حلوق وأعتاب الأبواب والشبابيك.

أنواع الخلطات حسب النسب:

الخلطات الغنية بالإسمنت

إسمنت	رمل	ركام
1	1	2

أسمنت	ركام
1	3

الخلطات المتوسطة

إسمنت	رمل	ركام
1	2	4

أسمنت	ركام
1	6

الخلطات الفقيرة بالإسمنت

إسمنت	رمل	ركام
1	3	5

أسمنت	ركام
1	8

وتتراوح نسبة الماء المستخدمة في الخلطات أعلاه ما بين 0.4 – 0.7 إلى نسبة الإسمنت.

خلطات أخرى مفضلة لأعمال المباني بالطابوق

لا تقل نسبة الإسمنت إلى نسبة الرمل الأسود عن

إسمنت	رمل
1	4

ولا يقل الاجهاد عن 7 نيوتن /مم2

خلطات أخرى مفضلة لأعمال البلاستر

لا تقل نسبة الإسمنت إلى نسبة الرمل عن:

إسمنت	رمل
1	3

مع مراعاة أن تكون المواد المستخدمة في الخلطات الموضحة سابقًا مطابقة للمواصفات ومعتمدة من جهة الإشراف.

نصائح هامة

- يجب التأكد من سلامة القوالب والفرم والشدات قبل الصب، ويجب أن تكون القوالب محكمة تمامًا لمنع تسرب روبة الإسمنت من الخرسانة.
- يجب أن تنظف الفرم والشدات من الداخل بعناية قبل رص حديد التسليح وقبل الصب.
- ترش أسطح الفرم الخشبية بالماء قبل الصب مباشرة لمنع امتصاص الأخشاب لماء الخلط.
- ينبغى الا تزيد المدة بين خلط الخرسانة وصبها عن ساعتين كحد أقصي، ويتم التأكد من ذلك بإذن التوريد المرفق مع السائق.
- يجب وضع خطة صب وتحديد أماكن التوقف واعتمادها من جهة الإشراف قبل البدء بأعمال الصب.
- يجب التأكد من توافر جميع الأدوات والمعدات اللازمة قبل صب الخرسانة وتوفير العمالة الكافية والمؤهلة لذلك.
- يجب حساب كمية الخرسانة بعناية لتجنب أي تأخير بتوريد الخرسانة مما يؤدى لحدوث فواصل صب غير محسوبة قد تؤثر على سلامة المنشأ.
- تجنب الصب فى أوقات الحرارة المرتفعة وخاصة وقت الظهيرة خلال فصل الصيف.
- لا يمكن بأى حال إضافة الماء إلى الخلطة الخرسانية بالموقع ويمكن بدلاً من ذلك استخدام الملدنات المسموح بها حسب المواصفات.
- تجنب صب الخرسانة من ارتفاعات وإذا زاد ارتفاع الصب عن 3 متر يلزم عمل شباك صب.
- ينصح باختيار مصنع خرسانة قريب من الموقع الإنشائي لضمان سرعة أعمال الصب.
- كشف بمصانع الخرسانة الجاهزة والتي تخضع لنظام مراقبة الجودة بقسم مختبر مواد البناء، ويتم من خلالها سحب العينات بشكل دوري من داخل إمارة الشارقة وخارجها.