

# صناعة الخرسانة *Concrete Manufacturing*

# الخرسانة Concrete

# الخرسانة Concrete

الخرسانة هي خليط من الركام aggregates المتماسك مع بعضه البعض بمادة لاحمة bonding material (عبارة عن عجينة أسمنتية cement paste).

يمثل الركام الجزء الخامل inert filler لجسم الخرسانة (75% من جسم الخرسانة).

عند خلط الركام والاسمنت والماء نحصل على الخرسانة الطازجة fresh concrete التي تكون عادة بحالة لدنة plastic سهلة التشغيل workable تمكن من تشكيلها بالشكل المطلوب ثم يبدأ الاتحاد الكيميائي بين الماء والاسمنت hydration وبعد بضعة ساعات من تحضير الخرسانة الطازجة يحدث وينتج عنه التجمد solidification ثم التصلد التدريجي لعجينة الأسمنت

# Concrete Uses إستخدامات الخرسانة

- المباني Buildings
- أعمال الخزانات Tanks
- السدود Dams
- الكباري Bridges
- الطرق والمطارات Pavement
- تبطين الترعة Lining of canals

كما تقوم المنتجات الخرسانية الجاهزة بسد احتياجات كثيرة مثل اجزاء المباني الجاهزة والمواسير والأعمدة والبلوكات والبلاطات الخرسانية.



## عيوب الخرسانة Disadvantages of Concrete

- ضعف المقاومة للشد .
- التحركات الناتجة من التمدد أو الانكماش بسبب الجفاف او من الرطوبة .
- التحركات الحرارية .
- النفاذية للماء

## تحديد مكونات الخرسانة

تحديد مكونات الخرسانة يعنى تحديد نسب خلط المواد الداخلة فى صناعة الخرسانة:

الركام ( كبير / صغير ) – الاسمنت – ماء الخلط - الاضافات

يجب أن تتضمن متطلبات الخرسانة في حالتها الطازجة والمتصلدة للمبنى وعناصره ما يساعد على تحقيق كل من:

1. التشغيلية المناسبة (درجة القوام المطلوبة) **workability** ..... للخرسانة الطازجة.
2. المقاومة **Strength** ..... للخرسانة المتصلدة.
3. التحمل مع الزمن ( الديمومة ) **Durability** ..... للخرسانة المتصلدة.

## كيفية تحديد مكونات الخرسانة

أولاً: تبعاً للتشغيلية المطلوبة *According to Workability*

يتم اختيار وتحديد التشغيلية المطلوبة للخرسانة الطازجة بناءً على:

- أبعاد القطاع الخرساني.
- كثافة التسليح.
- كيفية الصب (يدوي - ميكانيكي - مضخة خرسانة Pump).

يتم قياس درجة التشغيلية للخرسانة الطازجة اللازمة لإتمام عمليات الصب من خلال :

- اختبار الهبوط "Slump Test"
- اختبار الانسياب "Flow"
- اختبار إعادة التشكل (تعيين زمن في بي "Ve Be Time")

# كيفية تحديد مكونات الخرسانة

ثانيا: تبعا للمقاومة المطلوبة *According to Strength*

تحدد مقاومة الضغط compressive strength المطلوبة للخرسانة المتصلة بناء على:

- نوعية المنشأ.
- الغرض منه واستخدامه.
- عدد الطوابق.
- الظروف البيئية المحيطة.

يتم قياس قيمة المقاومة المطلوبة للخرسانة بعد تصلدها من خلال :

- إختبار تعيين مقاومة الضغط Compressive Strength

ولكن للحصول على تلك المقاومة يجب أولا تحديد:

1. المقاومة المميزة للخرسانة ( رتبة الخرسانة  $F_{cu}$  ).
2. المقاومة المتوسطة المستهدفة  $F_m$ .

## 1. المقاومة المميزة للخرسانة ( رتبة الخرسانة $F_{cu}$ ) *Characteristic Strength*

مقاومة الضغط المميزة للخرسانة:

هي قيمة إجهاد كسر المكعب الخرسانتي القياسي (15×15×15 سم) عند 28 يوم الذي لا يحتمل ان يقل عنه أكثر من 5% من عدد نتائج إختبارات تحديد المقاومة اثناء التنفيذ وهي التي يجري على اساسها المهندس الانشائي حساباته.

لا تقل رتبة الخرسانة العادية عن 15 نيوتن/مم<sup>2</sup>

لا تقل الرتبة للعناصر الخرسانية المسلحة عن 18 نيوتن/مم<sup>2</sup>



## هامش أمان تصميم الخلطة

يحسب هامش امان تصميم الخلطة الخرسانية من العلاقة التالية :

$$M = K \cdot S$$

حيث :

$M$  = هامش الامان .

$K$  = ثابت يحدد طبقا للنسبة المئوية من عدد نتائج اختبارات تحديد المقاومة المسموح بان تقل فيها المقاومة عن مقاومة الضغط المميزة  $F_{cu}$  , ويساوي 1.64 تبعا لنسبة عينات معيبة 5% ( تقابل درجة ثقة **Confidence = 95%** ) طبقا لمتطلبات الكود المصري للخرسانة لضمان تحقيق المقاومة المميزة المذكورة في البند السابق .

$S$  = الانحراف المعياري **standard deviation** لنتائج اختبارات المقاومة على خلطات سابقة استعملت فيها نفس المواد التي ستستخدم لإنتاج الخرسانة تحت نفس الظروف.

$$M = K \cdot S$$

# تحديد قيمة هامش الأمان M

هامش أمان تصميم خلطة الخرسانة M عندما تكون المقاومة المميزة $F_{cu}$			عدد البيانات الإحصائية المتوافرة عن نتائج اختبار المقاومة
$40 \leq F_{cu} \leq 60$ نيوتن / مم <sup>2</sup>	$20 \leq F_{cu} < 40$ نيوتن / مم <sup>2</sup>	$F_{cu} > 20$ نيوتن / مم <sup>2</sup>	
( $1.64 \times$ الانحراف المعياري ) لا يقل عن ( 7.5 نيوتن / مم <sup>2</sup> )	( $1.64 \times$ الانحراف المعياري ) ولا يقل عن ( 6 نيوتن / مم <sup>2</sup> )	( $1.64 \times$ الانحراف المعياري ) لا يقل عن ( 4 نيوتن / مم <sup>2</sup> )	توافر (40) نتيجة اختبار او اكثر بمواد و ظروف مماثلة
لا يقل عن ( 15 نيوتن / مم <sup>2</sup> )	لا يقل عن ( 12 نيوتن / مم <sup>2</sup> )	لا يقل عن ( 0.6 من المقاومة المميزة )	عدم توافر بيانات او توافر اقل من (40) نتيجة اختبار بمواد و ظروف مماثلة
الاختبار يمثل متوسط نتيجة ثلاثة مكعبات قياسية مأخوذة من خلطة واحدة			

$$M = K . S$$

## 2. المقاومة المتوسطة المستهدفة $F_m$ Target Mean Strength

يتم تصميم الخلطة الخرسانية بحيث تتحمل مقاومة اعلى من المقاومة الفعلية المطلوبة (رتبة الخرسانة  $F_{cu}$ ) وذلك لزيادة معامل الامان حيث تسمى تلك المقاومة بالمقاومة المتوسطة المستهدفة  $F_m$ .

المقاومة المتوسطة المستهدفة  $F_m$  تعادل المقاومة المميزة  $F_{cu}$  مضافا اليها هامش الامان  $M$

$$F_m = F_{cu} + M$$



# اختيار نسب مكونات الخلطة

## Choice of Mixture Content Proportional

1. يقوم المهندس القائم بتحديد مكونات خلطة الخرسانة سواء كانت بمعمل معتمد او في مصنع خرسانة جاهزة معتمد.
2. يختار الطريقة التي يراها مناسبة لتصميم الخلطات بناء على المواد المستخدمة وسابق الخبرة.
3. يهدف تصميم الخلطة الخرسانية الى تحديد مكوناتها وبخاصة نسبة (الماء : الاسمنت)  $w/c$  water/cement ratio.
4. يلتزم بالحد الأقصى لنسبة  $w/c$  (الماء : الاسمنت) والحد الأدنى لمحتوى الاسمنت و الحد الأقصى لمحتوى ايونات الكلوريدات والكبريتات بالخرسانة .
5. يمكن استخدام الإضافات المخفضة للماء او عالية التخفيض للماء لتحقيق درجة التشغيلية .
6. مكونات الخلطة تفي بمتطلبات الخرسانة في حالتها الطازجة والمتصلدة.
7. مراعاة ظروف وإمكانيات إنتاج الخلطة.
8. مراعاة ظروف وإمكانيات و مستوى التنفيذ واستخدامات المنشأ.

## خلطات التحكم Control Mixes

### خلطات تجريبية بالمعمل :

على مصمم الخلطة عمل خلطات تجريبية معملية بنفس المواد التي تضمنها تصميم الخلطة وذلك للتأكد من درجة التشغيلية والكثافة ومقاومة الضغط التي يجب ان تكون محققة للقيمة المستهدفة المتوسطة  $F_m$  في ظروف المعمل, وعمل التعديلات اللازمة لتحقيق القيمة التصميمية, ويعتبر هذا شرطا لقبول نسب الخلطة معمليا .

### خلطات تأكيدية لتحديد المقاومة ( الزامية ) :

على منتج الخرسانة – بالموقع او بمصنع الخرسانة الجاهزة - ان يجري ثلاث خلطات تجريبية منفصلة من الخرسانة باستعمال المواد المزمع استخدامها, ويفضل ان تكون كل خلطة – على حدة – بحجم و ظروف الانتاج كاملة, مع ضرورة الالتزام الصارم لمنتج الخرسانة بنوعية المواد ونسب الخلط .

# صناعة الخرسانة Concrete Manufacturing

# مراحل صناعة الخرسانة

**Preparation** مرحلة ما قبل الصب (الاعداد)

**Concrete Casting** (Fresh Concrete) مرحلة الصب

**Concrete Finishing** (Green Concrete) مرحلة ما بعد الصب



## مرحلة ما قبل الصب (الإعداد) Preparation

1. إختيار المكونات وتصميم الخلطات

Choice of construction materials and mixture design

2. تشوين المواد Storage .

3. إعداد الفرص والشدات Formworks .

4. تحضير الكميات والعبوات Quantities and packaging .

# 1. إختيار مكونات الخرسانة

\* يراعى ان يتم طبقا للمواصفات القياسية المصرية

يتم تحديد واختيار النوع المناسب (فنيا واقتصاديا) من كل مادة :  
(الركام – الاسمنت – ماء الخلط – الاضافات)

- الاسمنت المناسب للعملية (بورتلاندى عادى او مقاوم للكبريتات او منخفض الحرارة او.....)
- الركام الصغير المتمثل فى الرمل (ناعم او خشن او .....
- الركام الكبير المناسب:

1. كنوعيه ( زلط – كسر دولوميت – كسر احجار ) .

2. كمقاس طبقا لنوعية وابعاد القطاعات الخرسانية التى ستصب

(بلاطات أو كمرات أو اعمدة أو قواعد أو لبشة).

- امكانية إستخدام بعض الاضافات أم لا وفى أى مرحلة صب سيتم اضافتها.

وبناء عليه يتم عمل تصميم للخلطة المطلوبة وتحديد الكميات اللازمة من كل مادة بالوزن والحجم.



# الاسمنت \* 1 Cement

## \* تبعاً لمتطلبات الكود المصري للخرسانة بند 2-2-1

1. أن يكون الأسمنت المستعمل من النوع البورتلاندي العادي أو سريع التصلد أو البورتلاندي المقاوم للكبريتات أو البورتلاندي منخفض الحرارة أو البورتلاندي الأبيض أو الأسمنت عالي الخبث .
2. عند استخدام أسمنت بخلاف العادي وسريع التصلد يجب أن تتوافر الخبرة السابقة في إستعماله بنجاح .
3. يمكن استعمال الأسمنت البورتلاندي الحديدي على أن يكون مطابقاً لجميع الاشتراطات المنصوص عليها بالموصفات القياسية المصرية ضرورة استمرار معالجة الخرسانة لمدة لا تقل عن أربع أسابيع .
4. يمكن استعمال الأسمنت البورتلاندي عالي الخبث في منشأة البيئة البحرية وما يشابهها .
5. عند استخدام الأنواع المختلفة من الأسمنت البوزولاني كوسيلة للحد من ظاهرة التمدد التي تحدثها التفاعلات القلوية السليسية داخل الخرسانة أو التفاعلات المهاجمة بتركيزات عالية من الكبريتات - يشترط أن تكون المكونات الكيميائية للشق البوزولاني لهذه الأسمنتات مطابقة للمواصفات كما يجب أن تكون على هيئة زجاجية تضمن نشاطه مع المحتوى الأسمنتي.
6. يشترط ألا تزيد نسبة القلويات في الأسمنت - معبراً عنها كأكسيد صوديوم مكافئ - عن 0.6 % من وزن الأسمنت في حالة استخدام ركام ذي مركبات سليسية نشطة .
7. يورّد الأسمنت للموقع في أكياس محكمة أو حاويات مغلقة ويشوّن بحيث تكون طريقة التخزين كافية لمنع وصول الرطوبة للأسمنت وعدم تعرضه لأشعة الشمس المباشرة .
8. في حالة توريد الأسمنت للموقع سائباً في حاويات يجب انتظار فترة قبل استخدامه بحيث لا تزيد درجة حرارته عند الاستخدام عن 75° مئوية .
9. يجب اختبار الأسمنت قبل الاستخدام وفي حالة تخزينه بالموقع لمدة تزيد عن شهر حتى وإن كان التخزين بطريقة سليمة وذلك للتحقق من عدم تغيير خواصه على الحدود الواردة بالموصفات القياسية المصرية . يتم تحديد واختيار النوع.



# الركام\* Aggregates

\* تبعاً لمتطلبات الكود المصري للخرسانة بند 2-2-2

تعتبر مجاري الأنهار والصحراء وشواطئ البحار من المصادر الأكثر شيوعاً للركام الطبيعي وأن كان يحظر استخدام ركام الشواطئ إلا بعد التأكد من صلاحيته الكيميائية أو التحكم في نسبة الأملاح به. كما يمثل كسر الصخور والحجارة مصدراً رئيسياً آخر للركام الطبيعي الذي تتنوع خواصه مع الاختلاف في التكوينات الجيولوجية للصخور والحجارة وأماكن تواجدها .

1. يجب أن تكون حبيبات الركام الطبيعي صلبة وقوية الاحتمال وخالية من المواد الضارة وألا يكون لها تأثير سلبي على شك وتصلد ومقاومة الخرسانة ومدى تحملها مع مرور الزمن أو على صلب التسليح ويجوز الأخذ بالبيانات المتوفرة عن الأنواع المختلفة عن الركام على أن تستكمل أي اختبارات أخرى بالقدر الذي يناسب مصدر الركام وطبيعة المنشأ .
2. بالنسبة للركام الذي سيستخدم في العناصر الإنشائية المعرضة للبلل فيجب التأكد من خلوه من أي مكونات سليسية نشطة أو كربونية لها قابلية التفاعل مع قلويات الأسمنت منتجة تمهداً أو شروخاً غير مرغوب فيها . وعلى الاستشاري اللجوء للفحوصات الدقيقة مثل فحص الأشعة السينية المتفرقة والتحليل البتروجرافية والاختبارات التي تنص عليها المواصفات القياسية في هذا الشأن للتأكد من صلاحية الركام .
3. يجب التأكد من عدم احتواء الركام الكبير على نسب تزيد عن القيم المسموح بها من الحبيبات المفطحة أو العصوية وخاصة الركام الناتج من كسارات ركام الخرسانة .
4. يجب ألا تحتوي حبيبات الركام على مواد ضارة بالخرسانة أو بصلب التسليح مثل كبريتيت الحديد أو الفحم وألا تحوي على شوائب عضوية تؤثر تأثيراً ضاراً على شكل أو تصلد أو مقاومة الخرسانة أو مدى تحملها مع الزمن أو على صلب التسليح.
5. يجوز في حالات خاصة استخدام ركام مصنع بشرط استيفائه لحدود ومتطلبات المواصفات القياسية التي تحدد صلاحيته لأعمال الخرسانة المسلحة .
6. يجب أن يكون الركام متدرجاً طبقاً للمواصفات القياسية المصرية بمقاسات مختلفة للحبيبات وموزعة توزيعاً منتظماً في الخليط الشامل كما يجب ألا تقل نسبة الرمل بالوزن عن 40 % من الركام الشامل في خرسانة الضخ.
7. لا يقل معايير نعومة الركام الصغير عن 2.6 في الخرسانة سابقة الإجهاد.
8. في حالة عدم توافر الركام بالتدرجات الحبيبية الواردة بالمواصفات القياسية المصرية يمكن تحديد منحنيات تدرج حبيبي مناسبة بناءً على دراسات وتجارب مختبرية وحقلية.
9. يجب أن يكون المقياس الاعتباري الأكبر للركام الكبير في الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية المصرية على ألا يتعدى ذلك المقياس ( 1/5 ) البعد الأصغر بين جانبي شدة القطاع الخرساني.
10. لا يزيد المقياس الاعتباري الأكبر للركام الكبير عن 40 ملم في الخرسانة المسلحة كما لا يزيد عن 25 ملم في الخرسانة سابقة الإجهاد.

# ماء الخلط والمعالجة\*<sup>3</sup> Curing Water

\* تبعاً لمتطلبات الكود المصري للخرسانة بند 2-2-3

1. يستخدم في خلط الخرسانة ماء نظيف خالي من المواد الضارة (الزيت والأحماض والمواد العضوية) والأملاح وكذلك الطين والطيني وأي مواد تؤثر تأثيراً متلفاً على مكونات الخرسانة أو صلب التسليح.
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 تستعمل 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 عل هيئة CL
0.30	جم في اللتر من أملاح الكبريتات على هيئة SO <sub>4</sub>
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.

# إضافات الخرسانة\* 4 Additives/ Admixtures

\* تبعاً لمتطلبات الكود المصري للخرسانة بند 4-2-2

هي مواد تضاف للخلطات الخرسانية بكميات محدودة وذلك لتحسين خواص معينة للخرسانة أو إكسابها خواص جديدة وذلك نتيجة تأثير كيميائي أو فيزيقي ويجب ألا تؤثر هذه الإضافات بأي قدر ملحوظ على الحجم الكلي للخرسانة باستثناء إضافات الهواء المحبوس أو الإضافات المعدنية.

ويمكن تصنيف الإضافات الأكثر شيوعاً للاستخدام - بصفة عامة - في أعمال الخرسانة المسلحة على النحو التالي :

1. إضافات كيميائية : وتشمل إضافات المعالجة للشك - الإضافات المبطنة للشك - الإضافات المخفضة للماء والإضافات عالية التخفيض للماء ويمكن إنتاج بعض هذه الإضافات بما يؤهلها بالقيام بأكثر من دور قبل الإضافات المبطنة للشك والمخفضة للماء .
2. إضافات الهواء المحبوس .
3. إضافات معدنية : تشمل خبث الأفران العالية - الرماد المتطاير - غبار السليكا الأتربة البوزولانية الطبيعية ومعظم هذه الإضافات لها خاصية بوزولانية . أي تتفاعل مع نواتج مركبات تفاعلات الأسمنت مع المياه .
4. إضافات أخرى : مثل المواد الملونة للخرسانة والمواد الواقية ضد صدأ حديد التسليح.

## إشتراطات استخدام الإضافات

### تبعاً لمتطلبات الكود المصري للخرسانة بند 2-2-4

يجب أن تفي الإضافات بحدود المواصفات القياسية المصرية لكل نوع أما الإضافات التي ليس لها مواصفات قياسية مصرية أو أجنبية فتستخدم على أساس المعلومات السابقة والخبرة ونتائج التجارب والاختبارات التأكيدية من مختبرات معتمدة بما يحقق المتطلبات الواردة بمواصفات المشروع .

يجب أن يقوم المورد بتقديم كافة التفاصيل الفنية اللازمة لاستخدام الإضافات بنجاح بما يحقق إنتاجية خرسانة متجانسة بالخواص المطلوبة يجب ألا تؤثر الإضافات تأثيراً ضاراً على الخرسانة أو صلب التسليح وبخاصة مدى تحملها مع الزمن .

يجب ألا يزيد محتوى أيون الكلوريدات في الإضافات على 2 % بالوزن من الإضافات أو 0.03 % بالوزن من المادة الأسمنتية في حالة الخرسانة المسلحة أو التي بها معادن أو المصنعة من الأسمنت البروتولاندي المقاوم للكبريتات .

يجب أن تكون الإضافات المستخدمة في الخرسانة سابقة الإجهادات خالية من الكلوريدات .  
يجب عدم إضافة كلوريد الكالسيوم أو الإضافات التي أساسها من الكلوريدات إلى الخرسانة المسلحة أو الخرسانة سابقة الإجهاد أو الخرسانة التي بها معادن مدفونة .

يجب أن تفي الإضافة بحدود الصلاحية من مختبرات معتمدة وذلك قبل استخدامها .

يتعين على مستخدم الإضافة إجراء خلطات تأكيدية في الموقع باستخدام الإضافة قبل الشروع في استخدام الخرسانة للتحقق من استيفاء متطلبات الأدائية للخرسانة في حالتها الطازجة والمتصلدة لتلافي حدوث بعض الظواهر غير المقبولة فيها مثل عدم شك الخرسانة .

يجب التأكد دورياً من مدى ملائمة وفعالية أي من الإضافات بواسطة خلطات تجريبية من الأسمنتات والركام والمواد الأخرى التي تستخدم من الأعمال الخرسانية مع مقارنة الخلطات بخلطات تحكم بدون إضافات مع الأخذ في الاعتبار الخواص الأخرى للخرسانة عند تقويم الخلطات .

يشترط في الخرسانة المحتوية على إضافات ألا تقل مقاومتها للضغط والشد والتماسك بينها وبين صلب التسليح عن القيم المناظرة لخرسانة التحكم المجهزه بدون إضافات وذلك بجانب كل ما سبق ذكره وإذا إقتضت الضرورة السماح بانخفاض المقاومة بهدف تحقيق خواص أخرى مطلوبة فيجب ألا يزيد الانخفاض المسموح به عن 10 % وبموافقة المهندس المصمم.

يلزم لقبول أي رسالة من الإضافة الموردة أن يكون لها نفس التكوين للإضافة السابق اعتمادها واختبارها وقبولها وذلك بإجراء اختبارات التجانس على الأقل التي تنص عليها المواصفات القياسية المصرية .

يجب ألا يزيد محتوى الهواء بالخلطة الخرسانية ذات الإضافات عن 2 % من محتوى الهواء في خلطة التحكم بدون إضافات بحيث لا يزيد محتوى الهواء الكلي لأي حالة من الإضافات عن 3 % وذلك باستثناء اضافات الهواء المحبوس.

يفضل استخدام نوع واحد من الإضافات وإذا إقتضت الضرورة استخدام أكثر من نوع من الإضافات في نفس الخلطة الخرسانية فيلزم أن تتواجد معلومات كافية لبيان مدى مقاومتها للإجهادات .



## 2. تشوين مواد الخرسانة Storage

\* يراعى ان يتم طبقا لكود الخرسانة المصرى بند 2-9

يتم تشوين المواد بالموقع في أماكن التشوينات التي يتم تحديدها عند إعداد وتجهيز الموقع ويجب أن تتم إجراءات ضبط الجودة على جميع التشوينات فور ورودها الموقع للتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية المصرية مع مراعاة:

1. التأكد من توافر كل المواد اللازمة لصب الخرسانة قبل البدء فى الصب.
2. تشوين المواد بالطريقة والوضعية المناسبة والتي تسهل نقلها الى أماكن الصب.
3. التشوين طبقا للمواصفات والكودات.

# إشتراطات تشوين مواد الخرسانة

## طبقاً لكود الخرسانة المصري بند 2-9

**الأسمنت :** يشون على ارضيات خشبية في مكان جيد التهوية بحيث يكون محمياً من تأثير العوامل الجوية وخاصة الرطوبة والمطر مع مراعاة أن يتم الفصل في أماكن التخزين بين أنواع الأسمنت المختلفة وفي حالة تشوين الأسمنت على هيئة شكاير فيجب رصها بحيث تكون غير ملاصقة للأرض ويلزم أن يسمح التوزيع للرصات بالتهوية المستمرة بحيث لا يزيد عدد الطبقات في الرصة الواحدة عن 10 طبقات ويدون على الرصات تاريخ إنتاج الأسمنت مع مراعاة عدم استخدام أسمنت مضى على تاريخ إنتاجه أكثر من 30 يوم في أعمال الخرسانة المسلحة ويجب ألا يستخدم في أعمال الخرسانة المسلحة أي أسمنت بدأت تتكون به حبيبات متصلة أو كتل أو مضى على تشوينه أكثر من ثلاثة أشهر ويجوز استخدام الاسمنت بعد مضى 6 أشهر طبقاً لكود المصري ولكن يجب أولاً التأكد من سلامته وإجراء الاختبارات اللازمة للتأكد من عدم تغيير خواصه .

**الركام:** يجب تشوين الركام الصغير والكبير كلاً على حده وبكيفية تجنّبه التلوث واختلاطه بأي مواد أخرى وطبقاً للتدرج المحدد مسبقاً بالخلطات التصميمية بالمشروع ، وفي الأعمال التي تحتاج إلى خرسانة خاصة يجب عمل أرضية صلبة جيدة الصرف (خرسانية أو خشبية) لتشوين الركام حسب مقاساته المختلفة طبقاً للتدرج الحبيبي المطلوب ويجوز أن يغسل لإزالة الشوائب منه قبل الخلط بزمان كافى لجفافه حتى لا يؤثر على نسبة الماء عند الخلط .

**ماء الخلط والمعالجة:** الماء الصالح للخلطات الخرسانية هو الماء الصالح للشرب وفي حالة عدم توافر مصدر مياه مستمر بالموقع فيمكن تخزين الماء بالموقع 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.

**صلب التسليح :** يشون صلب التسليح بحيث يكون محمياً من التعرض للصدأ ولا يلاصق الأرض بحيث لا يتعرض لأي مواد تؤثر على تماسكه بالخرسانة ويفضل إجراء عمليات تشكيل صلب التسليح قبل الاستعمال مباشرة (التجنيش والتكسيح والتقطيع).

**الإضافات:** تحفظ في درجة حرارة الغرفة بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة وتراعى جميع التعليمات الخاصة بكل مادة على حدا حيث يتم تشوين الإضافات طبقاً لشروط التخزين الواردة بنشرة المنتج كما يجب تشوين الإضافات كلا على حدة في عبوتها الأصلية مدوناً عليها تاريخ انتهاء الصلاحية .



# كيفية التشوين الصحيح لمواد الخرسانة



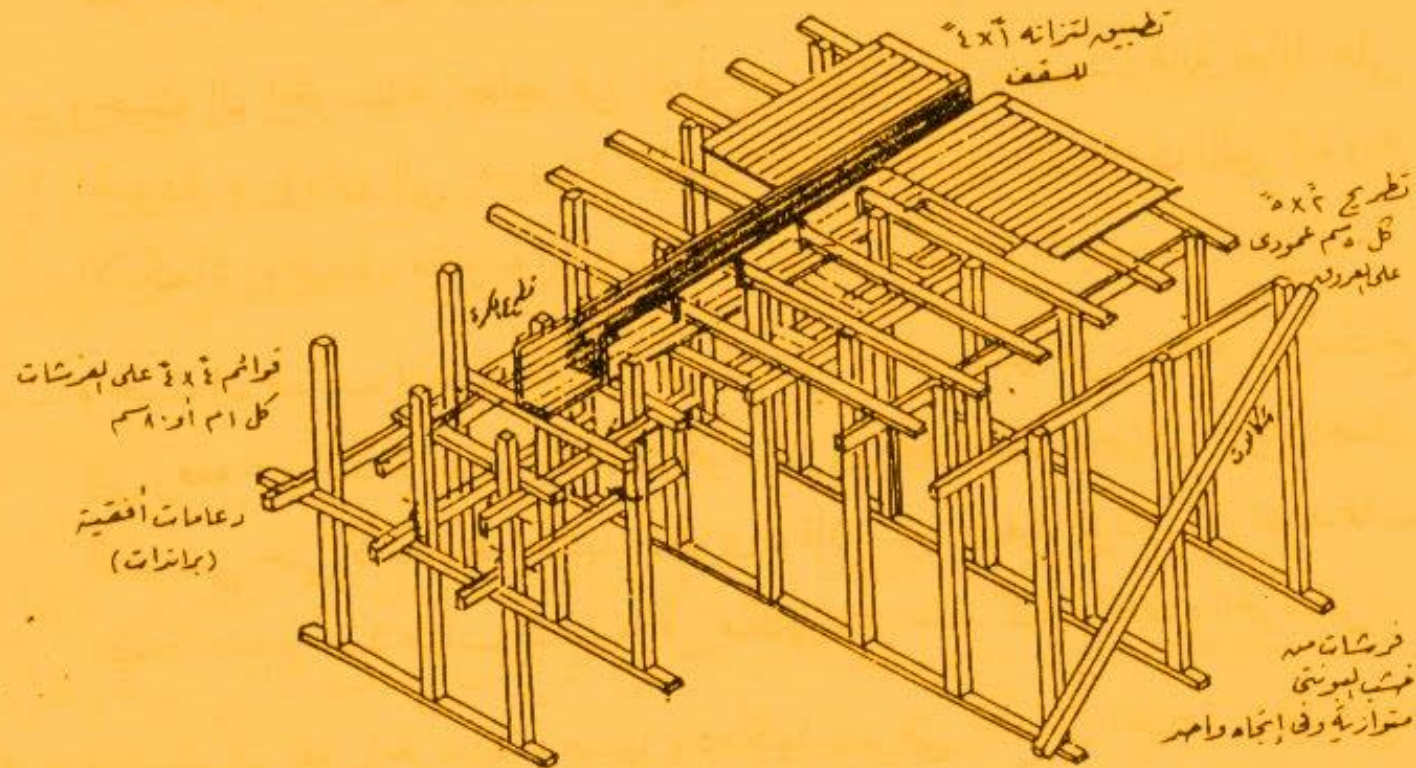
## 3. اعداد الفرم والشدات Formworks

\* يراعى ان يتم طبقا لكود الخرسانة المصرى بند 4-9

1. يتم اختيار نوع الشدات المناسب للعملية (شدات عادية - شدات منزلقة - شدات صلب).
2. تكون الشدات قوية لتحمل وزن الخرسانة والاحمال الحية أثناء الصب.
3. يجب ان تركز قوائم الشدات على قواعد ثابتة.
4. أن تكون القوالب محكمة لمنع تسرب اللباني من الخرسانة.
5. يجب تربيط الركائز بحيث لا تؤثر عليه الصدمات الناتجة عن حركة العمال أو المعدات الصغيرة وكذلك ضغط الرياح والارتجاجات الناتجة عن المعدات المستخدمة في العمل.
6. ترش أسطح الفرم الخشبية بالماء قبل الصب لمنع امتصاص الأخشاب لماء الخلط ويجب اعداد مسارات للعمل بحيث لا تؤثر حركتها على أبعاد وأشكال حديد التسليح.
7. يفضل وضع تخانات تفصل بين سطح القوالب والاسياخ.
8. يجب ان تنظف الفرم من الداخل بعناية قبل رص أسياخ التسليح وقبل صب الخرسانة مباشرة وذلك بإزالة الأتربة والفضلات ويمكن أن يتم ذلك باستخدام الماء أو الهواء المضغوط.

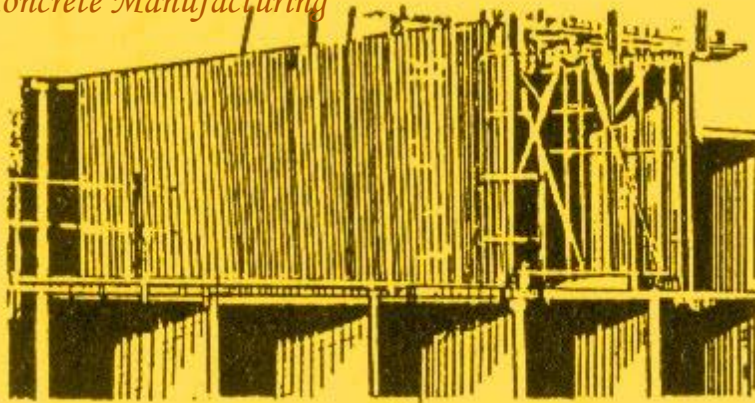




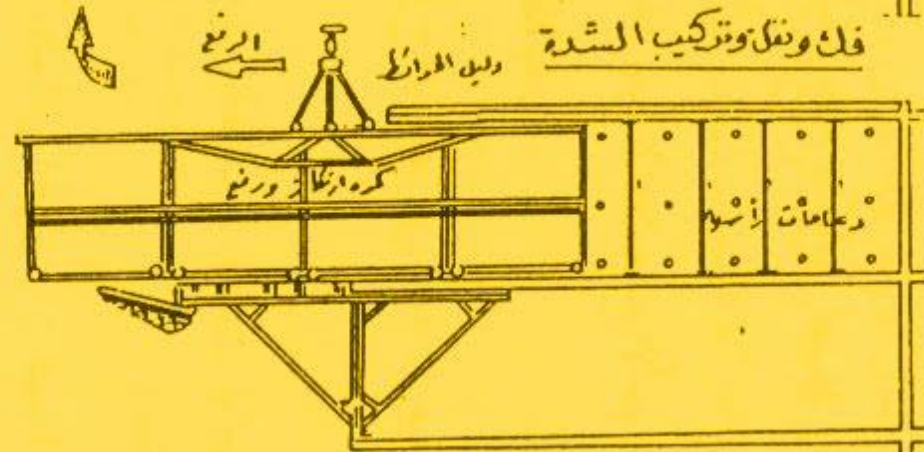
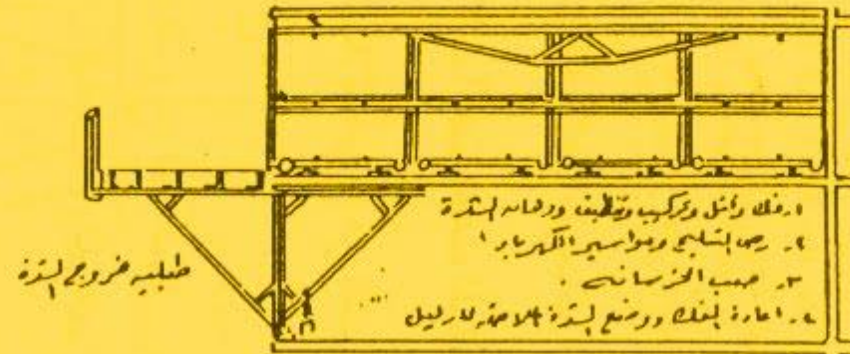
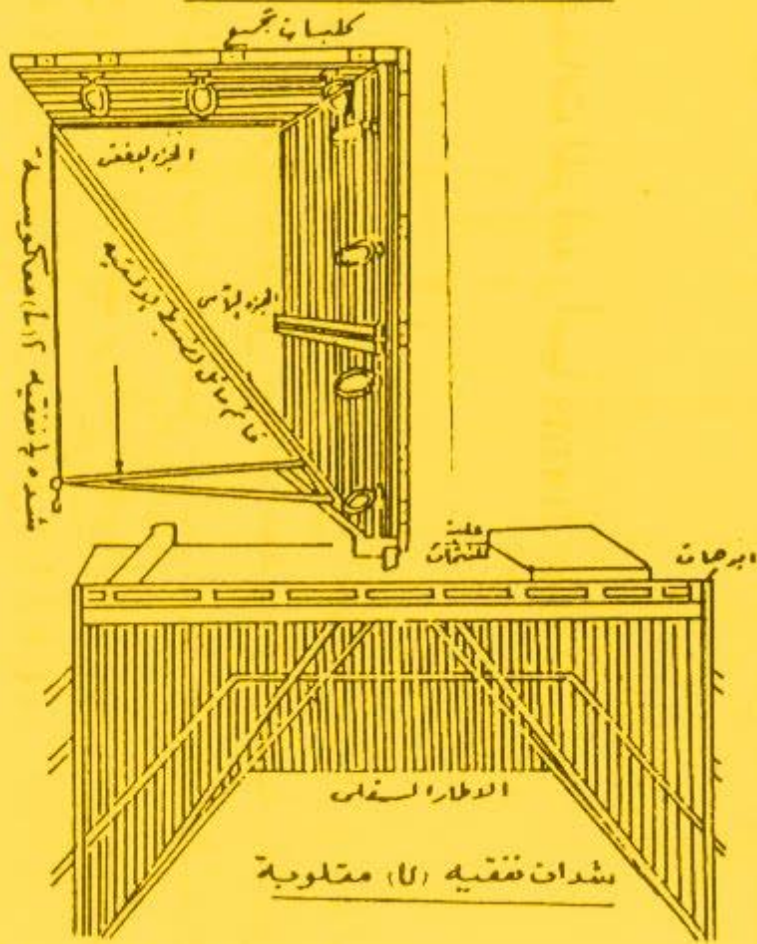


شادات الأسقف التقليدية





وضع وحدة الشدة النفقية



نظام الشدات النفقية

## 4. تحضير الكميات والعبوات Quantities and Packaging

\* يراعى ان يتم طبقا لكود الخرسانة المصرى بند 4-9

تتوقف درجة الدقة لأجهزة معايرة مواد الخرسانة على عدة عوامل طبقا لحجم المشروع ومعدل الإنتاج المطلوب ومواصفات الخرسانة المطلوبة على أن يتم معايرة هذه الأجهزة بصفة دورية .

**الاسمنت :** يفضل ان تحتوى عبوة الخرسانة على عدد صحيح من شكاير الأسمنت ولا يسمح بمعايرة الأسمنت بالحجم وفى حالة الاسمنت السائب يجب قياس الاسمنت بالوزن باستعمال موازين دقيقة معايرة.

**الركام :** يقاس بالحجم بصناديق معايرة ويجب ملئ الصناديق بدون دمك ويراعى احتمالية وجود زيادة فى حجم الرمل نتيجة الرطوبة أو البلل وعند التعامل مع الأعمال الإنشائية الهامة أو الاختبارات المعملية يفضل قياس الركام بالوزن لأنه يعطي نتائج أدق.

**الماء :** يضاف بالكميات المحددة بصورة دقيقة تقاس باللتر أو بالكيلو جرام ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار كمية الماء المحتمل وجودها فى الركام (محتوى رطوبة).

**الإضافات :** تحدد فى اغلب الاحيان بالوزن كنسبة من وزن الاسمنت ( غالبا تتراوح بين 0.5-2.5 % ) أو حسب تعليمات المنتج.



## مرحلة صب الخرسانة (Fresh Concrete) Concrete Casting

1. الخلط **Mixing**
2. النقل **Transport**
3. الصب **Casting**
4. الدمك **Compaction**
5. التشطيب **Finishing**



# 1. خلط المواد Mixing

\* يراعى ان يتم طبقا للكود المصرى للخرسانة المسلحة بند 5-9

الغرض من خلط الخرسانة هو توزيع الاسمنت والركام والماء توزيعا منتظما للحصول على خلطة متجانسة التكوين و القوام تكون فيها جميع الحبيبات مغلفة بعجينة الاسمنت مما يؤدي إلى خرسانة متصلة منتظمة الخواص .

## نوع الخلط :

يلزم خلط الخرسانة ميكانيكيا إما فى الموقع أو فى عربة خلط أو من خلال محطة خلط مركزية لخلطة وإذا دعت الضرورة القصوى لخلط الخرسانة يدويا فيتم ذلك بعد موافقة المهندس الاستشارى للمشروع وفى هذه الحالة يتم الخلط بتقليب المواد تقليبا جيدا بالنسب المطلوبة على طبليية مستوية صماء بواسطة الجاروف ذى الشداد ويلزم خلط الأسمنت مع الركام قبل وضع الماء ويقلب على ثلاث دفعات على الأقل ثم يضاف الماء تدريجيا بالقدر المطلوب للخلطة ويستمر التقليب والخلط حتى تتجانس الخلطة لونا وقواما

## زمن الخلط :

يجب أن لا يقل زمن الخلط عن دقيقتين بعد وضع الاسمنت والركام او لا يقل عن دقيقة بعد اضافة الماء وذلك حتى يصبح الخليط متجانس اللون والقوام مع مراعاة عدم زيادة سرعة الخلط عن السرعة المحددة له حتى لا يحدث انفصال حبيبي كذلك لا يجب زيادة زمن الخلط عن 5 دقائق لنفس السبب





## 2. النقل والمناولة Transport and Handling

- يلزم صب الخرسانة بعد تمام خلطها مباشرة مع مراعاة تجنب انفصال مكوناتها.
- لا تزيد المدة مابين إضافة ماء الخلط وصب الخرسانة على 30 دقيقة في الجو العادى و 20 دقيقة في الجو الحار.
- يتم دمكها قبل مضى 40 دقيقة في الجو العادى و 30 دقيقة في الجو الحار أما إذا إستلزم الامر زيادة الفترات السابقة فإنه يلزم إضافة مؤجلات للشك عند الخلط بعد موافقة المهندس الإستشارى للمشروع وذلك حتى لاتجف الخرسانة أو يحدث لها تشكل إبتدائيا وخاصة فى الأماكن الحارة وحتى لا يحدث وصلات أو فواصل فى الخرسانة المصبوبة.
- يجب مراعاة عدم حدوث أى إهتزازات للخرسانة أثناء النقل .

ويكون النقل على حسب درجة المشروع وحجمه كما يلى :

1. نقل الخرسانة على سطح الارض : باستخدام القواديس – عربات اليد – العربة القلابة
2. نقل الخرسانة على مستويات عالية : وذلك برفع القواديس باستخدام الونش
3. نقل الخرسانة على مستويات تحت الارض : وذلك بالجاذبية باستخدام مجارى مائلة أو فى انابيب.

يوجد مضخات للخرسانة **Concrete Pump** بمعدلات مختلفة تتناسب مع حجم المشروع يجوز تفريغ الخرسانة على طبليية صماء لنقلها يدويا مع مراعاة عدم تفريغ خلطة جديدة على الطبليية إلا بعد تمام نقل الخلطة السابقة.

## 2. النقل والمناولة Transport and Handling

ويكون النقل على حسب درجة المشروع وحجمه كما يلي :

1. نقل الخرسانة على سطح الارض : باستخدام القواديس - عربات اليد - العربة القلابة
2. نقل الخرسانة على مستويات عالية : وذلك برفع القواديس باستخدام الونش
3. نقل الخرسانة على مستويات تحت الارض : وذلك بالجاذبية باستخدام مجارى مائلة أو فى انابيب.

يوجد مضخات للخرسانة **Concrete Pump** بمعدلات مختلفة تتناسب مع حجم المشروع  
يجوز تفريغ الخرسانة على طبليّة صماء لنقلها يدويا مع مراعاة عدم تفريغ خلطة حديدية على الطبلية الا بعد  
تمام نقل الخلطة السابقة.



نقل الخرسانة على مستويات تحت  
الارض : وذلك بالجاذبية باستخدام  
مجارى مائلة أو فى انابيب

## 3. الصب Casting

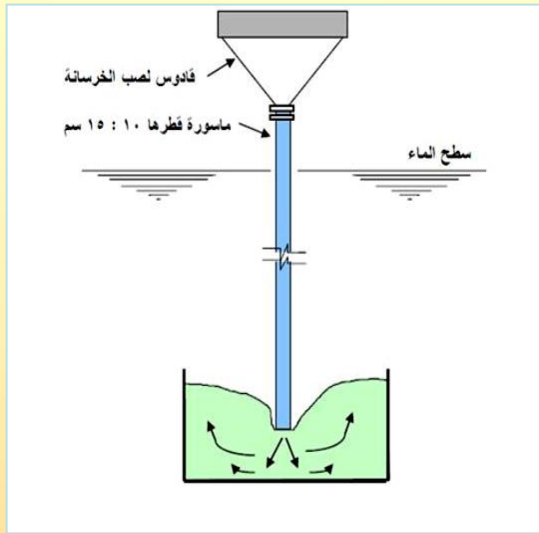
### يجب مراعاة الاحتياطات الآتية أثناء عملية الصب :

1. فى حالة صب الحوائط والأعمدة التى يتجاوز إرتفاعها 2.5 متر فلا يجوز صبها بكامل الإرتفاع ويجب عمل شباك فى أحد جوانب القالب على إرتفاعات لاتزيد عن 2,5 م ويتم الصب من هذه الفتحات حيث يتم تقفيلها أول بأول مع مراعاة دمك الخرسانة جيدا ميكانيكيا.
2. فى حالة صب بلاطة أو لبشة خرسانية بإرتفاع كبير يراعى أن تصب على طبقات سمكها يتراوح من 40 الى 50 سم .
3. يلزم مراعاة تحدد أماكن إيقاف الصب و سطح نهاية الصب (بلاطات وكمرات وأعمدة) مسبقا قبل بدأ الصب وينبغى أن يكون إيقاف الصب فى الأماكن التى عندها عزم الانحناء يساوى صفر أو أقل قيمة ممكنة ويراعى ترك سطح الخرسانة عند نهاية الصب مائلا خشنا فى البلاطات والكمرات وأفقيا خشنا فى الأعمدة ولايفضل وقف الصب عند المقاطع التى عندها قوى قص عالية.
4. يجب فى كل منطقة من مناطق الصب البداية بصب الكمرات الرئيسية ثم الكمرات الثانوية ثم الأسقف.
5. اذا زادت درجة الحرارة على 36 درجة مئوية فى الظل يجب مراعاة الاحتياطات الآتية:
  1. تظليل تشوينات الركام الكبير والصغير ويمكن تبريد الركام الكبير باستخدام رشاشات مياه.
  2. اذا كان الأسمنت سائبا فى صوامع فاتنه يجب دهانها من الخارج بمادة عاكسة لأشعة الشمس اما اذا كان فى اكياس فترص تحت سقيفة مهواة.
  3. يبرد الماء قبل استعماله فى خلط الخرسانة باستخدام الثلج او اى وسيلة اخرى.
  4. دهان الخلطات من الخارج بمواد عاكسة لاشعة الشمس او تغطية الحلة بطبقة من الخيش مع رشها بالماء.
  5. رش القوالب بالمياه قبل الصب مباشرة
6. الصب على خرسانة قديمة : ينبغى أن يترك سطح الخرسانة القديمة خشن وغير مستوى وقبل الصب عليه ينظف من الأتربة ويزال الركام غير المتماسك كما ينظف حديد التسليح بفرشة سلك ثم يُندى سطح الخرسانة ويُصب عليه لبانى الأسمنت ويُفضل أن يُرش أو يُدهن سطح الخرسانة القديمة بمادة راتنجية تعمل على لحام الخرسانة القديمة مع الخرسانة الحديثة.
7. صب الخرسانة الكتلية : ينبغى الصب على طبقات قليلة الإرتفاع بحد اقصى واحد متر مكعب وإستخدام أسمنت منخفض الحرارة وكذلك يمكن وضع مواسير داخل الخرسانة تمر خلالها دورات من الماء البارد لخفض درجة الحرارة.

# طرق صب الخرسانة تحت الماء

## 1. طريقه القادوس (التريميو) :

و فيها تُصب الخرسانة من خلال قادوس أو قمع متصل بماسورة قطرها من ١٠ إلى ١٥ سم تصل إلى القاع المطلوب صب الخرسانة عليه بحيث يراعى أن حافة الماسورة السفلية تكون غاطسة في الخلطة الخرسانية على أن تُرفع الماسورة أثناء الصب بمعدل لايسمح بخروج الخلطة من الماسوره حتى لا تتسرب المياه بداخلها كما بالشكل.



## 2. طريقه ضخ الخرسانه :

وهى تطوير لطريقة القادوس حيث تصب الخرسانة بالضخ عن طريق مواسير ممدودة إلى قاع مكان الصب.



## تابع: طرق صب الخرسانة تحت الماء

### 3. طريقه الدلو :

وهو عبارة عن وعاء على شكل متوازي مستطيلات أو إسطوانة مفتوحة من أعلى ومجهزة من أسفل ببوابة قابلة للفتح والغلق. يملء الدلو بالخرسانة ويغطي سطحه بطبقة من القماش المشمع ثم ينزل برفق في الماء حتى مكان الصب ويفرغ ثم يرفع.

### 4. طريقه الركام المحقون :

تعبأ الشدات بالركام ثم يحقن بالأسمنت اللباني بواسطة أنابيب تمتد إلى قاع الفرع حيث يدفع الأسمنت الماء خارج الفرع ويحل محله مائلاً الفراغات بين حبيبات الركام.

### 5. طريقه أكياس الخرسانه :

وفيها يتم وضع خرسانة ذات قوام جاف (مفلقلة) في أكياس (أجولة) من الجوت سعة كل منها واحد متر مكعب تقريباً وتربط الأكياس جيداً ثم ترص في مكان الصب في صفوف مترابطة كما في حالة بناء الحوائط بحيث تكون الأكياس في النهاية كتلة واحدة متماسكة متداخلة

## 4. الدمك Compaction

**الغرض من عملية الدمك :**

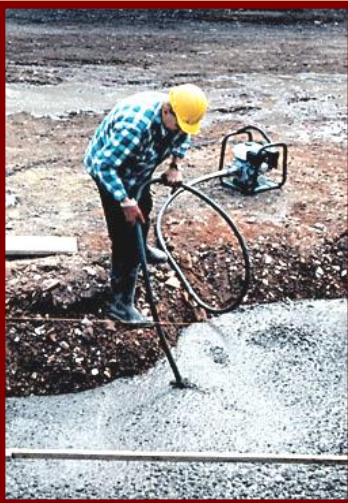
هو تقليل الفراغات والفجوات داخل الخرسانة والتأكد من تمام انسياب الخلطة الخرسانية حول حديد التسليح وملئ القالب تماما حتى المنسوب المطلوب.

**وطرق الدمك هي:**

دمك ميكانيكى			دمك يدوى
هزازات سطحية <b>Surface vibrators</b>	هزازات الفرغ <b>Formwork vibrators</b>	هزازات داخلية <b>Internal vibrators</b>	قضيب الدمك <b>Tamping rod</b>

# اشتراطات عملية الدمك

1. يجوز استخدام الدمك اليدوى اذا لم ينص على استخدام الوسائل الميكانيكية.
2. يجب ان يقوم بالدمك شخص متخصص وله خبرة فى الدمك.
3. يجب الاستمرار فى الدمك حتى ينتهى ظهور الفقاعات الهوائية او تظهر طبقة رقيقة من عجينة الاسمنت على السطح النهائى للخرسانة ولا يسمح بالدمك بعد ذلك لانه يسبب النضح **bleeding**.
4. ينبغى عدم لمس الهزاز الداخلى لحديد التسليح اثناء عملية الدمك.
5. يراعى ان لا يتسبب الدمك باى حال من الاحوال فى قلقلة الخرسانة السابق صبها او زحزحة اسياخ التسليح عن مكانها.



## 5. التشطيب Finishing

1. معاملة السطح طبيعيا للحصول على معمارى ناعم وذلك باستخدام الواح ذات اسطح مستوية وملساء لعمل الفرمة الخاصة وقد تكون من الابلالكاج أو الاستبستوس أو الكونتر أو....
2. يمكن تجهيز الفرمة بفواصل معينه للحصول على سطح يوحى انه مبنى من الحجر.
3. من الممكن عمل رسومات هندسية مثل الدوائر أو اوراق الشجر على طول ممرات الحدائق.
4. يمكن ايضا تمشيط الخرسانة أو اظهار الركام الكبير بها ويتم ذلك غالبا فى المرحلة الخضراء من الخرسانة.





## مرحلة ما بعد الصب (Green Concrete) Concrete Finishing

1. المعالجة Curing .
2. إزالة الفرغ والشدات Removing the formworks .
3. الترميم والبياض Finishing .

# 1. مرحلة المعالجة Curing

الغرض منها هو المحافظة على محتوى الخرسانة من الماء اللازم لتمام التفاعلات الكيميائية بين الماء والاسمنت ولتقليل حدوث الانكماش بما يقلل من احتمالات ظهور شروخ ناتجة عن الانكماش.

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

والمعالجة تتم عن طريق:

- ١ - إما منع تبخر ماء الخرسانة بتغطيتها أو قفل مسامها بعمل غشاء أو طبقة مانعة للتبخر.
- ٢ - أو إضافة الماء باستمرار للتعويض عن الماء الذي يتبخر.

## المواد المستخدمة في المعالجة:

1. الماء.
2. الخيش المرطب.
3. مواد أخرى مثل الرمل الطبيعي 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.

## أشكال لـ كيفية المعالجة





# طرق المعالجة Curing Methods

تستمر عملية المعالجة بحد أدنى 7 أيام ولا تتم عملية المعالجة في وجود الشمس نظرا لارتفاع درجة حرارة سطح الخرسانة بالنسبة لماء المعالجة (المنخفض الحرارة بالنسبة لسطح الخرسانة) بما يودي 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 بالفائف 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.

## 2. مرحلة إزالة الفرغ والشدات Removing the formworks

المدة الواجب إنقضاؤها بين صب الخرسانة وفك الشدات تتوقف على:

1. حالة العنصر الإنشائي وقت فك الفرغ (غير محمل – محمل).

2. درجة حرارة الوسط المحيط.

3. طول البحر الفعال للعضو الإنشائي محل الصب .

4. نوع الأسمنت المستخدم .

5. أسلوب المعالجة .

6. نوعية الحمل الذي سيتعرض له المنشأ بعد الفك.

ويشترط أن لا ينتج عن الفك حدوث أى ترخيم أو شروخ أو تشوهات غير مسموح بها.  
ويجب مراعاة أن لا تتعرض الخرسانة للاهتزازات أو الصدمات أثناء الفك.



# الازمنة اللازمة لإزالة الفرغ والشدات \*

\* تبعاً لمتطلبات الكود المصرى للخرسانة 2007-203

العنصر الانشائي	المدة الواجب انقضاؤها حتى فك الفرغ
• الجوانب والاعمده المعرضه لحمل ضغط محورى فقط	- يمكن فكها بعد 24 ساعة
• الكمرات والبلاطات	- 2ل + 2 يوم ← (لا تقل المدة عن اسبوع) حيث (ل) هى طول البحر الأصغر
• الكوابيل	- 4ل + 2 يوم ← (لا تقل المدة عن اسبوع) حيث (ل) هى بروز الكابولى بالمتر
• عندما تكون الفرغ والركائز حاملة لأحمال اضافية	- لا يجوز فك الغرم الا بعد مرور 28 يوم مع اتخاذ كافة الاحتياطات التى تضمن ارتكاز القوائم على أرضية تتحمل الأثقال عليها بأمان وبعد التأكد ان مقاومة الخرسانة بعد 28 يوم قد اوفت باشتراطات المشروع
• فى حالة استعمال اسمنت بورتلاندى غير عادى أو فى الحالات التى تنخفض فيها درجات الحرارة عن 15 درجة مئوية	- يجب الحذر وتأجيل فك الفرغ والشدات الخشبية مدة مناسبة بالاضافة الى المدة المذكورة سابقا

### 3. مرحلة الترميم والبياض Finishing

**الغرض من عملية الترميم والبياض هو:**

**إزالة الزوائد - ملء الفجوات وأماكن التعشيش - تنظيف السطح الخارجى للخرسانة.**

**- طريقة ملء الفجوات:**

1. يتم تنظيف أماكن العيوب وإزالة المونة والركام الضعيف
2. تُبلل الفجوات بالماء ثم تُفرش بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ١:١ بالوزن
3. تُصب مونة الترميم والمكونة من أسمنت ورمل بنسبة ٣:١ بالوزن بحيث تكون بارزة قليلا عن سطح الخرسانة وتُترك مدة ٢ ساعة تقريبا ثم يسوى السطح على السطح المحيط به (يفضل استخدام مونة الجراوت مباشرة فى مثل هذه الأعمال).

**- أما معالجة السطح الخارجى فتتم بطرق عديدة منها:**

1. تنظيف السطح الخارجى باستخدام الخيش والمونة الغنية بالأسمنت وذلك لملء الثقوب الصغيرة و إعطاء سطح الخرسانة لون متجانس.
2. الغسيل بالأسمنت.
3. الطرطشة: وذلك برش طبقة من مونة الأسمنت والرمل الناعم على سطح الخرسانة.
4. البياض بالمحارة: وذلك بعمل طبقة من مونة الأسمنت والرمل بسمك ٢:١ سم ثم تمشط أو تنعم.









