

## مقرر مواد بناء

### لطلاب الهندسة المدنية- السنة الثانية

مدرس المقرر

د.م. مهند سليم مهنا

## الخرسانة



الخرسانة هي مادة إنشائية تنتج من خلط عدة مواد: طبيعية (مثل الرمل والبحص والماء) وصناعية (مثل الاسمنت والإضافات). وهي تشبه الصخور من ناحية تحملها للضغط ولكنها لا تحمل الشد لذلك يوضع بداخلها حديد التسليح (لإكسابها هذه الخاصية) وبالتالي يمكن استخدامها في جميع أجزاء المنشآت.



تعتبر الخرسانة من أكثر المواد الإنشائية استخداماً للأسباب التالية:

- توفر المواد اللازمة لتصنيعها (البحص والرمل والأسمنت والماء).
- رخص تكلفتها وصيانتها.
- لها قدرة عالية على تحمل الأحمال.
- عمر طويلاً إذا صنعت بطريقة سليمة ولم تتعرض لعوامل تتلفها.

## CONCRETE Mix Design

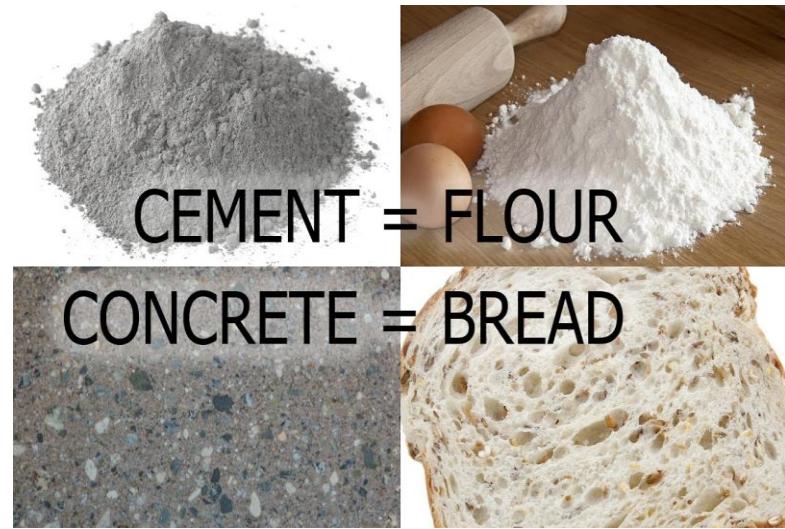


### مكونات الخرسانة:

1. ركام صغير (رمل).
2. ركام كبير (بص).
3. أسمنت.
4. ماء.
5. إضافات (إن لزم الأمر).
6. فولاذ تسليح (في الخرسانة المسلحة فقط).



## الفرق بين الإسمنت والخرسانة



خلافاً للاعتقادات الشائعة عند البعض، فإن الخرسانة والاسمنت لا يمثلان الشيء نفسه، فالإسمنت هو عامل ربط مائي يأتي على هيئة مسحوق يعمل على زيادة تماسك والتصاق مكونات الخرسانة وتصلّبها مع الزمن، وتحدث عملية التصلب من خلال تفاعلات الإماهة لكل من سيليكات وألومنيات وكبريتات الكالسيوم. أما الخرسانة فت تكون من الاسمنت مضافاً للحصوبيات والرمل والماء مع إضافات أخرى أحياناً.

توجد العديد من الأنواع المختلفة للخرسانة التي تختلف عن بعضها بطريقة التحضير أو الاستخدام ، أبرز هذه الأنواع:

الخرسانة العادية، الخرسانة المسلحة، الخرسانة مسبقة الاجهاد، الخرسانة الخفيفة ، الخرسانة الخضراء



## الفرق بين الخرسانة العاديّة والخرسانة المسلحة

### أولاً: الخرسانة العاديّة:

يقصد بها الخرسانة التي تستخدم بدون وضع حديد التسليح بداخلها.

- وعادة تستخدم النسب التالية في صناعتها

$$(0.8 \text{ م}^3 \text{ بحص} + 0.4 \text{ م}^3 \text{ رمل} + 250 \text{ كجم اسمنت} + 160 \text{ لتر ماء}).$$

### استخدامات الخرسانة العاديّة:

1. في طبقة النظافة أسفل أساسات المنشآت.
2. في صبة الأرضيات في الدور الأرضي للمنشآت.
3. في خرسانة الميول على الأسطح لعمل ميول لتصريف مياه الأمطار.

### ثانياً: الخرسانة المسلحة:

يقصد بها الخرسانة التي تستخدم مع وضع حديد التسليح بداخلها.

- وعادة تستخدم النسب التالية في صناعتها:

$$(0.8 \text{ م}^3 \text{ بحص} + 0.4 \text{ م}^3 \text{ رمل} + 350 \text{ كجم اسمنت} + 160 \text{ لتر ماء}).$$

مضافاً إلى ذلك نسبة حديد التسليح (فولاذ) المحددة حسب المخططات في الأجزاء المختلفة للمنشأة



## خرسانة مسبقة الإجهاد:

من الأنواع الشائعة بكثرة لما تقدمه من مزايا كبيرة.

حيث تُصنع العناصر الخرسانية في مصانع مختصة تعمل على إكسابها إجهادات ضغط مناسبة قبل تحميلها لتجعلها عناصر مسبقة الإجهاد ويمكن تركيبها بشكل مباشر في المشروع لتلقي حمولات تصميمية كبيرة.



## الخرسانات الخفيفة:

تُصنّع باستخدام بديل للحصوّيات يكون أقل وزناً، مثل حصوّيات الخفاف البركاني أو الأردوaz وحتى الفوم ، تساعد في تقليل وزن المقاطع الخرسانية وبالتالي تقليل الحمولات الكلية للمنشأة.

تُستخدم في العناصر غير الحاملة كالقواطع الداخلية وبلاطة العزل الحراري للأسطح أو غطاء للأغراض المعمارية.



Fine Aggregate s are:



Manufactured Sand For Concrete



خبث الأفران



AshCrete



Recycled Glass Aggregate



الرماد المتطاير



PaperCrete

## الخرسانة الخضراء:

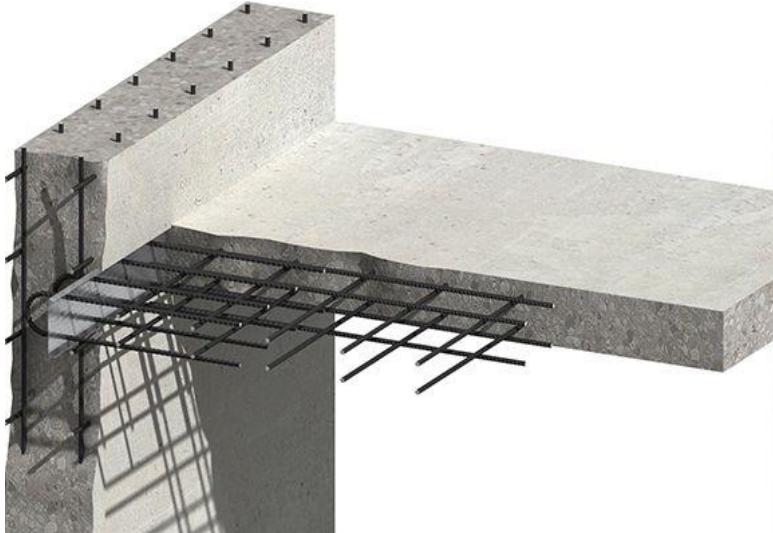
الخرسانة من أكثر المواد استهلاكاً في العالم في عالم البناء مع إنتاج يصل إلى حوالي 14 مليار  $m^3$  سنوياً، حيث تشكل أساس البنية التحتية ويعيش أكثر من 70% من سكان العالم في مبانٍ خرسانية. مع هذا الإنتاج الهائل والاستخدام الكبير، ظهرت بعض المخاوف من تأثير انبعاثات الغازات الدفيئة الصادرة عن التصنيع على ظاهرة الاحتباس الحراري، وأصبح العالم يبحث عن البدائل الخضراء والمستدامة الصديقة للبيئة.

تعتمد الخرسانة الخضراء على استخدام النفايات والمخلفات الصناعية، والتي بدورها تتطلب كميات أقل من الطاقة لإنتاجها، كما أنّ كمية انبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكربون المرافقة لتصنيعها أقل بكثير من نظيرتها التقليدية. من المواد المستخدمة: خبث الأفران، الرماد المتطاير، الكرتون، الزجاج، قصب الباامبو....

## استخدامات الخرسانة المسلحة:

تمتاز الخرسانة المسلحة بتحملها للضغط والشد بخلاف الخرسانة العادية التي لا تتحمل سوى الضغط فقط.  
وتشمل الاستخدامات التالية:

1. عمل الهيكل الخرساني لجميع أنواع المنشآت (أساسات وأعمدة وشنادات وجوائز وأسقف)
2. في الجسور والأنفاق.
3. في المنشآت البحرية.
4. في خزانات المياه.
5. في رصف الطرق



## الإضافات للخرسانة المساحة

هي مواد كيميائية تضاف للخرسانة غالباً أثناء الخلط ويمكن أن تعالج بها بعد تصلتها بغرض إكسابها خواص معينة.



- .1. زيادة التشغيلية للخلطة الخرسانية بدون زيادة محتوى المياه.
- .2. زيادة زمن الشك الإبتدائي للخرسانة الطازجة.
- .3. التغلب على مشاكل الصب كالتعشيش أو نضح الخرسانة.
- .4. تسهيل عملية ضخ الخرسانة الطازجة.
- .5. زيادة مقاومة الخرسانة.
- .6. تقليل النفاذية وتحسين المتانة المحتملة للخرسانة
- .7. تقليل تكلفة المواد المستخدمة في تكوين الخلطة الخرسانية.



توجد أنواع كثيرة من الإضافات أكثرها شيوعاً الأنواع الآتية:

### أولاً: إضافات تعجيل الشك:

هي مواد تستخدم للحصول على مقاومة مبكرة عالية للخرسانة.  
استخداماتها:

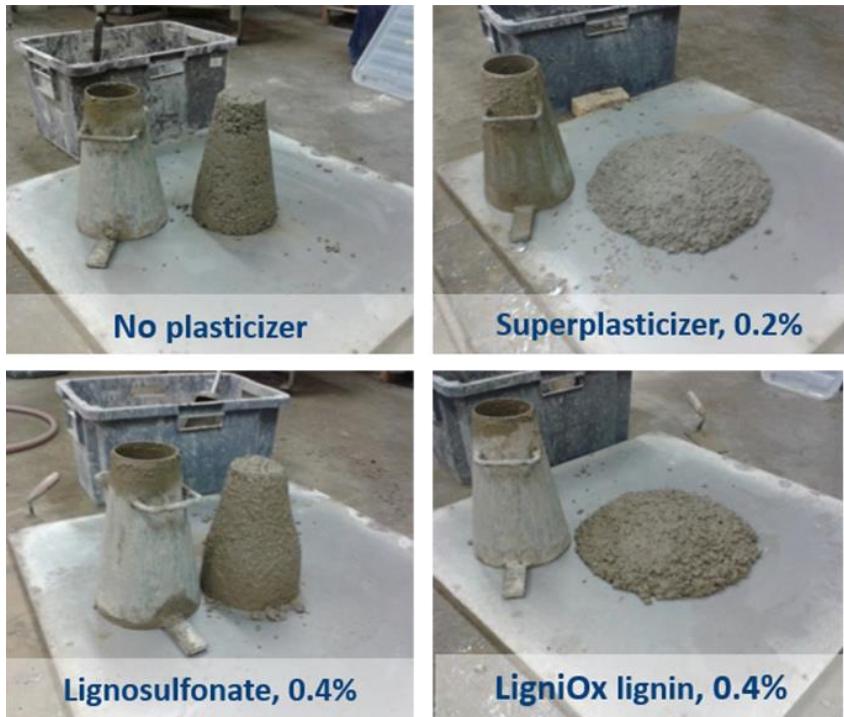
1. توفير الوقت اللازم لتنفيذ المنشآت.
2. إزالة الكوفراج مبكراً.

### ثانياً: إضافات إبطاء الشك:

هي مواد تستخدم بغرض تأخير الشك الابتدائي أو النهائي للأسممنت.  
استخداماتها:

1. صب الخرسانة في الأجواء الحارة حيث يكون شك الأسممنت سريعاً بسبب حرارة الجو التي تسرع من تفاعلاته مع الماء.
2. الحاجة إلى عمل تشكييلات إضافية لسطح الخرسانة مما يتطلب بقاء الخرسانة لدنة مدة أطول.





No plasticizer

Superplasticizer, 0.2%

Lignosulfonate, 0.4%

LigniOx lignin, 0.4%

### 3. إضافات تحسين القابلية للتشغيل:

هي مواد تستخدم بغرض تحسين قابلية الخرسانة للتشغيل دون إضافة مياه أكثر من اللازم لأن إضافة الماء الكثير للخلطة يقلل من قوة الخرسانة. قابلية التشغيل هي الخاصية التي تبين السهولة التي يمكن بها صب وتناول الخلطة الخرسانية كما تبين درجة تجانسها ومقاومتها للإنفصال الحبيبي.

استخداماتها:

- عند وجود تسليح كثيف داخل الشدات الخشبية.
- عند استخدام المضخات في رفع الخرسانة.

### 4. إضافات الهواء المحبوس:

هي مواد تستخدم بغرض إحداث فراغات دقيقة داخل الخرسانة وذلك للحصول على خرسانة خفيفة الوزن.

استخداماتها:

تستخدم عند الحاجة لخرسانة خفيفة الوزن في عمل تشكيلات زخرفية ولا تستخدم في الأجزاء الأساسية من الهياكل الإنسانية للمبني لأن الفراغات داخل الخرسانة تقلل من مقاومتها)



## 5. إضافات تقليل النفاذية:

هي مواد تستخدم بغرض تقليل نفاذية الخرسانة للماء وبالتالي تمنع حدوث مشكلة صدأ حديد التسليح في الأجزاء التي تتعرض للرطوبة. وهي إما مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط أو مواد تعالج بها الأسطح النهائية للخرسانة فتسد فراغاتها وتكتسبها صفة عدم النفاذية للرطوبة.

### استخداماتها:

- أ. في الجسور التي تنفذ فوق مياه البحار والأنهار.
- ب. في المنشآت الخرسانية المعرضة لنسبة عالية من الرطوبة (القريبة من شواطئ البحار)
- ج. في خرسانات الخزانات.

### الشروط الواجب مراعاتها عند استخدام الإضافات:

- لا تتجاوز نسبة استخدام الإضافات في الخلطة النسبة المحددة من قبل المصنع حتى لا تؤثر على مقاومة الخرسانة.
- أن يكون هناك تناوب بين تكلفة استخدام الإضافات والفائدة التي ستعود منها.
- لا تقل مقاومة الخرسانة وتماسكها مع حديد التسليح عن 85% من القيم الأساسية لها في حالة عدم استخدام إضافات.

تمر الخرسانة من لحظة إضافة الماء لها وحتى انتهاء عمرها الافتراضي بالمراحل الثلاثة الآتية:

**الخرسانة الطازجة - *Fresh Concrete***

وهي الخرسانة من لحظة إضافة الماء إلى مكونات الخرسانة الجافة وحتى لحظة حدوث زمن الشك الابتدائي. وتمتاز هذه المرحلة بالقدرة على الخلط والنقل والصب.

**الخرسانة شبه الصلبة- *Green Concrete***

وهي الخرسانة المكونة في الفترة من بداية شك الاسمنت وحتى بداية تصلد الخرسانة اي في حدود 24 ساعة. وفي هذه المرحلة لا يسمح للخرسانة بالخلط والنقل والصب لأنها تكون قد شكت (فقدت لدونتها) كما أنها لا تقوى على تحمل أي نوع من الإجهادات.

**الخرسانة المتصلدة - *Hardened Concrete***

وهي تبدأ بتصلدة الخرسانة أي عند عمر ٢٤ ساعة وحتى نهاية عمرها الافتراضي وتمتاز هذه المرحلة بأنها بداية زيادة المقاومة الرئيسية للخرسانة (مقاومة الضغط) وقدرتها على مقاومة الأحمال بمرور الزمن.

## اختبارات الخرسانة الطازجة

### تحضير عينات اختبارات الخرسانة الطازجة

1. يجب أن تكون العينة المأخوذة من الخرسانة الطازجة مماثلة تماماً للخلطة.
2. يجب أن تكون العينة مأخوذة من أماكن متفرقة من الخلطة.
3. يجب حماية عينة الاختبار من التأثيرات الجوية مثل الشمس والرياح والأمطار والأتربة وذلك في الفترة بين تحضير العينة واجراء الاختبار.



What is SEGREGATION &  
BLEEDING of Concrete?



الخواص الرئيسية للخرسانة الطازجة :  
للخرسانة الطازجة أربعة خواص رئيسية هي:

1. قوام الخلطة الخرسانية – (Consistency)
2. قابلية التشغيل – (Workability)
3. الانفصال الحبيبي – (Segregation)
4. النزيف (النضح) – (Bleeding)

## تعريف القوام:

- ﴿ قوام الخرسانة الطازجة يعبر عن درجة ترطيب وبلل الخرسانة فمثلاً يقال خرسانة جافة القوام (Dry) وصلبة القوام (Stiff) أو لدنة القوام (Plastic) أو مبتلة القوام (Wet) أو رخوة القوام (Sloppy)﴾
- ﴿ قوام الخرسانة الطازجة يعبر عن السيولة النسبية للخرسانة أي أنه يبين النسبة بين كمية ماء الخلط وكمية المواد الجافة بالخرسانة.﴾

الغرض من تحديد القوام ضمان الحصول على خرسانة ذات درجة سيولة أو لدونة تتناسب مع مختلف الأعمال الإنسانية. كما أنه من أهم وأبسط الخواص التي تساعد على التأكد من إنتظامية خلطات الخرسانة الطازجة وتجانسها وضبط جودتها وذلك قبل الصب مباشرة.

## طرق تعين القوام

يوجد عدة طرق رئيسية لتعيين قوام الخرسانة ، أشهرها:

- اختبار الهبوط للخرسانة (Slump Test) (مخروط أبرامز)
- اختبار الانسياب للخرسانة (Flow Test)

## اختبار ال�بوط للخرسانة (Slump Test)

الغرض من الاختبار: تحديد قوام الخلطة الخرسانية بتعيين مدى هبوطها بعد تشكيلها على هيئة مخروط ناقص وذلك إما في المعمل أو في موقع التنفيذ. ويعتبر هذا الاختبار من أبسط وأفضل الوسائل لضبط الجودة في محطات الخلط وفي موقع التنفيذ.

قالب الاختبار: عبارة عن مخروط ناقص مصنوع من معدن متين بسمك ١,٥ مم على الأقل مفتوح من أعلى ومن أسفل ، قطر فتحته العليا ١٠ سم والسفلى ٢٠ سم وارتفاعه ٣٠ سم، يسمى مخروط أبرامز.

قضيب الدمك: وهو سيخ من الصلب بقطر ١٥ مم وطول ٦٠ سم.

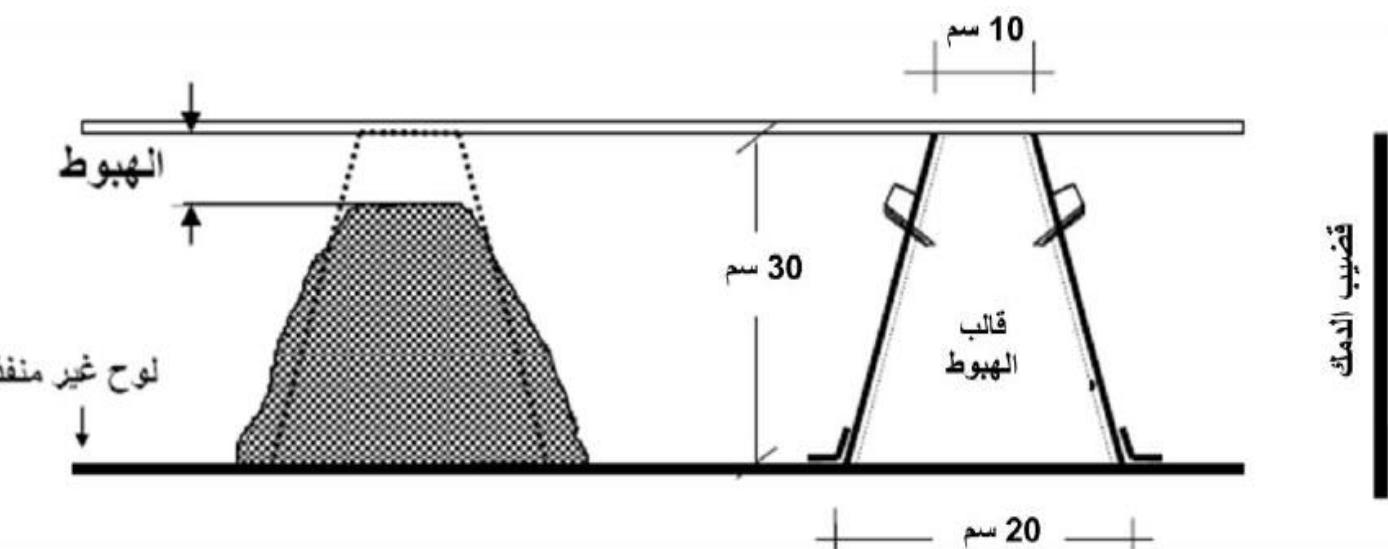


### طريقة إجراء الاختبار

- ينظف السطح الداخلي للقالب بحيث لا توجد به أي مياه عالقة أو آثار خرسانية.
- يوضع القالب على سطح أفقي أملس غير مُنفذ للماء على أن يثبت جيداً.
- يملأ القالب على ثلات طبقات ارتفاع كل منها يساوي ثلث ارتفاع القالب تقريباً على أن تدمك كل طبقة بواسطة قضيب الدمك ٢٥ مرة موزعة تقريباً على السطح وبشرط أن ينفذ القضيب إلى الطبقة التي تحتها.
- بعد الانتهاء من دمك الطبقة العليا للقالب يسوى سطحها مع حافة القالب.
- يرفع القالب بعد ملئه مباشرة في إتجاه رأسياً وببطء وعناء.



يُقاس مقدار الهبوط (Slump) بعد رفع القالب مباشرة وهو الفرق بين إرتفاع القالب وارتفاع مركز عينة الخرسانة الطازجة. يتم توصيف القوام إما جاف أو صلب أو لدن أو مبتل أو رخو وذلك وفقاً لقيمة الهبوط المقاس.

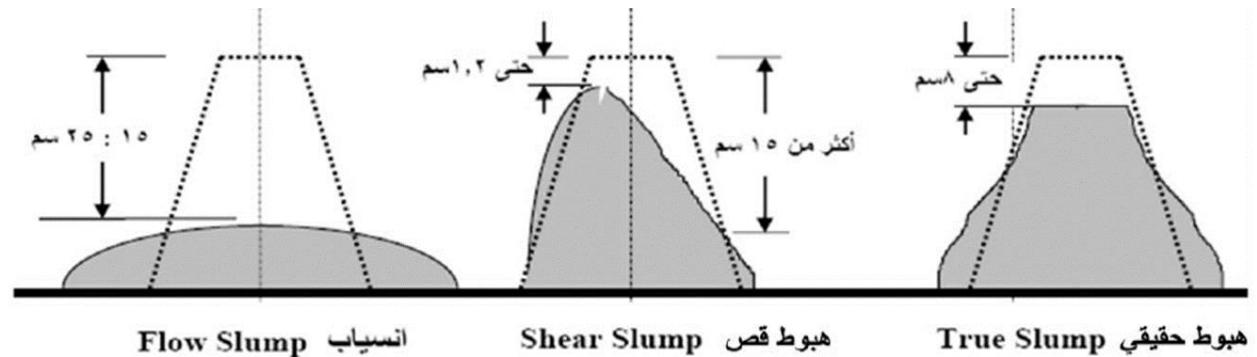




الحد الأعلى للهبوط (بالميليمتر mm)	نوع الغصص الإنشائي الخرساني
100	الأجزاء الخرسانية السميكة والأرضيات
75	بلاطات الطرق بالخرسانة دون تسليح
125	الأساسات والجدران بالخرسانة دون تسليح
75	جدران وركائز الأساسات بالخرسانة المسلحة
75	البلاطات والجيزان والأعمدة و الجدران بالخرسانة المسلحة

Consistency description	Slump, mm
Extremely dry	—
Very stiff	—
Stiff	0 to 25
Stiff plastic	25 to 75
Plastic	75 to 125
Very plastic	125 to 190

## أشكال الهبوط المختلفة في تجربة مخروط أبرامز



في حالة الخرسانة ذات درجة السيولة العالية والتي يزيد فيها الهبوط عن 22 سم مثل الخرسانة ذاتية الدمك (مع إضافات زيادة قابلية التشغيل) فإنه يتم قياس الانسياب وهو القطر المتوسط للخرسانة المنسابة بعد رفع مخروط الهبوط. في الخرسانة ذاتية الارتصاص يشترط أن لا يقل انسياب الهبوط عن 60 سم.



هي الخاصية التي تبين السهولة التي يمكن بها صب ومناولة الخلطة الخرسانية كما تبين درجة تجانسها ومقاومتها للانفصال الحبيبي. يتم تعين قابلية التشغيل عن طريق:

□ اختبار عامل الدmk Compacting Factor Test

### □ اختبار عامل الدmk Compacting Factor Test

الغرض من الاختبار: يجرى هذا الاختبار لتحديد درجة قابلية تشغيل الخرسانة الطازجة وهذا الاختبار مبني على أساس أن الجهد اللازم لدمك الخرسانة يعبر عن مدى القابلية للتشغيل.

#### طريقة إجراء الاختبار

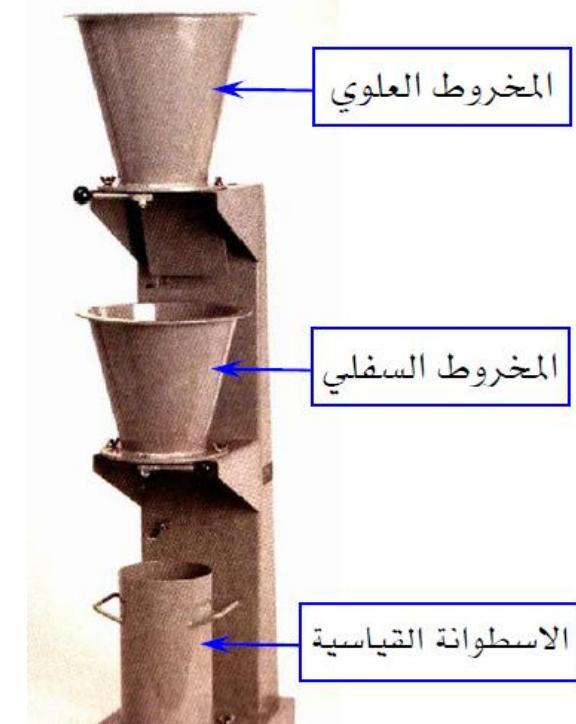
- توضع الخلطة الخرسانية في المخروط العلوي بواسطة الجاروف ويسوى سطحها مع حافة المخروط.
- يفتح الباب الموجود في أسفل المخروط العلوي بحيث يسمح بهبوط الخرسانة تحت تأثير وزنها فقط إلى المخروط السفلي.
- تكرر نفس الخطوات بالنسبة للمخروط السفلي فتتم الخرسانة إلى الأسطوانة.



- بعد الانتهاء من ملء الأسطوانة يسوى سطحها وتنظف جوانبها وحوافها الخارجية ثم توزن ويعين وزن الخرسانة المائلة للأسطوانة وهو وزن الخرسانة المدموكة جزئياً  $W_1$ .
- يعاد ملء الأسطوانة من نفس الخلطة الخرسانية على 6 طبقات على أن تدمك كل طبقة يدوياً أو ميكانيكياً حتى تملأ تماماً بالخرسانة ثم توزن ويعين وزن الخرسانة المائلة للأسطوانة وهو وزن الخرسانة المدموكة كلياً  $W_2$ .

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\text{وزن الخرسانة المدموكة جزئياً (نتيجة هبوطها)}}{\text{عامل الدمك}} = \frac{\text{وزن الخرسانة المدموكة كلياً (نتيجة دمكها)}}{\text{وزن الخرسانة المدموكة جزئياً (نتيجة هبوطها)}}$$

درجة قابلية التشغيل	عامل الدمك
منخفضة جداً	0.78
منخفضة	0.85
متوسطة	0.92
عالية	0.95





هو انفصال مكونات الخرسانة بحيث يصبح توزيع هذه المكونات غير منتظم. حيث تنفصل الحبيبات الكبيرة من الركام كونها أكثر ترسباً، ويحدث ذلك عادة في الخلطات الجافة جداً وخاصة الفقيرة بالإسمنت.

### أسباب حدوث الانفصال الحبيبي:

1. **الخلط:** عند زيادة زمن الخلط عن الزمن اللازم والمناسب فقد يحدث انفصال نتيجة قوة الطرد المركزية لحالة الخلط والذي ينتج عنه أن الركام الصغير يتصلق بالجدار والكبير يهبط إلى أسفل. ولتلقي ذلك يجب عدم زيادة زمن الخلط عن الزمن المحدد لذلك.
2. **النقل:** عند نقل الخرسانة إلى موضع الصب يمكن حدوث انفصال نتيجة الرج والتآرجح لعربات النقل وخاصة في الخلطات المبتلة.
3. **الصب:** يجب مراعاة عدم الصب من إرتفاعات عالية، بحيث لا تزيد مسافة التفريغ عن 1,0 متر.
4. **الدمك:** الدمل الزائد قد يسبب انفصالاً حبيبياً

النضح هو تكون طبقة من الماء على سطح الخرسانة المصبوبة حديثاً بعد دمكها وتسويتها.

**أسباب حدوث النضح:**

كثرة الدمل الذي يؤدي إلى هبوط المكونات الثقيلة (الركام) إلى أسفل وصعود العجينة الأسمنتية إلى أعلى وكذلك زيادة ماء الخلط. وأضرار النضح تتلخص في الآتي:

- ١ احتواء الطبقة العليا على نسبة عالية من الماء مما يسبب وجود فراغات في تلك الطبقة نتيجة تبخر الماء وبالتالي ضعف مقاومة الخرسانة.
- ٢ عند صعود الماء إلى أعلى يحمل معه جزيئات ناعمة من الإسمنت تكون طبقة هشة على السطح بعد تبخر الماء وجفافه ولذلك يلزم إزالة هذه الطبقة قبل الاستمرار في الصب.



تعمل الخرسانة في المنشآت الهندسية على مقاومة الضغط الناتج عن الحمولات وتقاس بواحدات مختلفة مثل  $\text{kg}/\text{cm}^2$  أو  $\text{N}/\text{mm}^2$  (ميغاباسكال)، وتشير رتبة الخرسانة إلى قوتها والتي يمكن أن تُقاس من خلال التجارب المخبرية على عينات اسطوانية ومكعبية الشكل، حيث تُجهز العينات وتترك لمدة 28 يوم قبل إجراء اختبارات الكسر. يُشار إلى الرتبة بحرف يتلوه رقم؛ مثل M30، أي أنّ مقاومة الضغط هي 30 ميغاباسكال، ويمكن الحصول على المقاومة المطلوبة من خلال استخدام نسب مزيج محدّدة، فعلى سبيل المثال؛ الخرسانة M10 تتكون من نسبة مزيج 1:3:6 أي 1 أسمنت و3 رمل و6 بحص.



هناك أربع رتب شائعة الاستخدام :

M20: مقاومة الضغط  $20 \text{ N}/\text{mm}^2 = 200 \text{ kg}/\text{cm}^2$

M30: مقاومة الضغط  $30 \text{ N}/\text{mm}^2 = 300 \text{ kg}/\text{cm}^2$

M35: مقاومة الضغط  $35 \text{ N}/\text{mm}^2 = 350 \text{ kg}/\text{cm}^2$

M40: مقاومة الضغط  $40 \text{ N}/\text{mm}^2 = 400 \text{ kg}/\text{cm}^2$

الاستخدامات ..

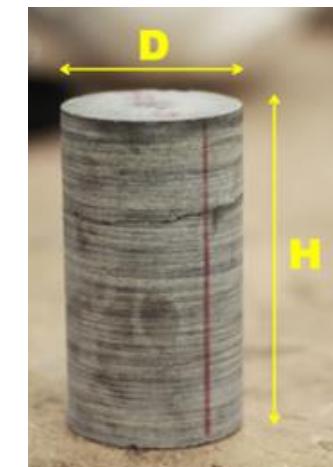
M20: تستخدم أسفل القواعد وتكون عازلة ولتسوية المنساب اللازم.

M30: تستخدم مع أسمنت عادي لبلاطات الأسقف والجسور

M35: تستخدم مع أسمنت مقاوم للقواعد والشن rejat ورقب الأعمدة اي للأجزاء الملمسة للتربة.

M40: تستخدم في بعض العناصر المهمة وبناء على توصيات المهندس المشرف.

Grade of Concrete	Compressive Strength	Mix Proportion			Qty of Water per 50kg of Cement in Litres
		Cement	Sand	Aggregate	
M5	5 N/mm <sup>2</sup>	1	5	10	60
M7.5	7.5 N/mm <sup>2</sup>	1	4	8	45
M10	10 N/mm <sup>2</sup>	1	3	6	34
M15	15 N/mm <sup>2</sup>	1	2	4	32
M20	20 N/mm <sup>2</sup>	1	1.5	3	30
M25	25 N/mm <sup>2</sup>	1	1	2	



الخرسانة مادة انشائية تنتج عن خلط عدة مواد منها الرمل والبصص والماء و...

الرخام

الاسمنت

البازلت

الحديد

من طرق تعين قوام الخرسانة الطازجة:

مخروط أبرامز

عامل الدمل

التحليل الحبي

اختبار الضغط

تخالف الخرسانة المسلحة عن الخرسانة العادية باحتوائها على:

الاسمنت

الرمل

الفولاذ

البصص

رتبة الخرسانة M30 تعني أن:

زمن التصلب 30 day

النفاذية  $30 \mu\text{m/s}$

الوزن الحجمي 30 KPa

مقاومة الضغط 30MPa

تستخدم رتبة الخرسانة M35 في:

المنشآت الهامة

القواعد والشنادات

بلاطة الأسفف

طبقة النظافة

### اختر المصطلح الهندسي المناسب:

إضافة للخرسانة تستخدم للحصول على مقاومة مبكرة عالية للاسمنت تسمى إضافة:

ابطاء الشك

تقليل النفاذية

تعجيل الشك

زيادة النفاذية

إضافات تستخدم لإحداث فراغات دقيقة داخل الخرسانة للحصول على خرسانة خفيفة الوزن تسمى إضافة:

الحصويات الخفيفة

الهواء المحبوس

قابلية التشغيل

ابطاء الشك

ظاهرة تكون طبقة من الماء على سطح الخرسانة المصبوبة حديثاً بعد دمكها تسمى:

الانفصال الحبيبي

القوام الرطب

الدمك

النضح (النزف)

خرسانة تصنع باستخدام بديل للحصويات مثل حصويات الخفاف البركاني والأردواز تسمى الخرسانة:

الخضراء

المسلحة

مبقة الاجهاد

الخفيفة

حدد الإجابة الخاطئة : تستخدم الخرسانة العادية في :

القواعد والأساسات

خرسانة الميول للأسطح

طبقة النظافة

صبة الأرضيات

حدد الإجابة الخاطئة : تعتبر الخرسانة من أكثر المواد الانشائية استخداماً للأسباب الآتية:

مقاومتها للأحمال

رخص تكلفتها نسبيا

فوائدها البيئية

توفر مواد تصنيعها

حدد الإجابة الخاطئة: من الخواص الرئيسية للخرسانة الطازجة:

مقاومة الضغط

الانفصال الحبيبي

قابلية التشغيل

القوام

## أسئلة عامة عن المحاضرة



