Manara University

Faculty of Architectural engineering

جامعة المنارة

كلية الهندسة المعمارية

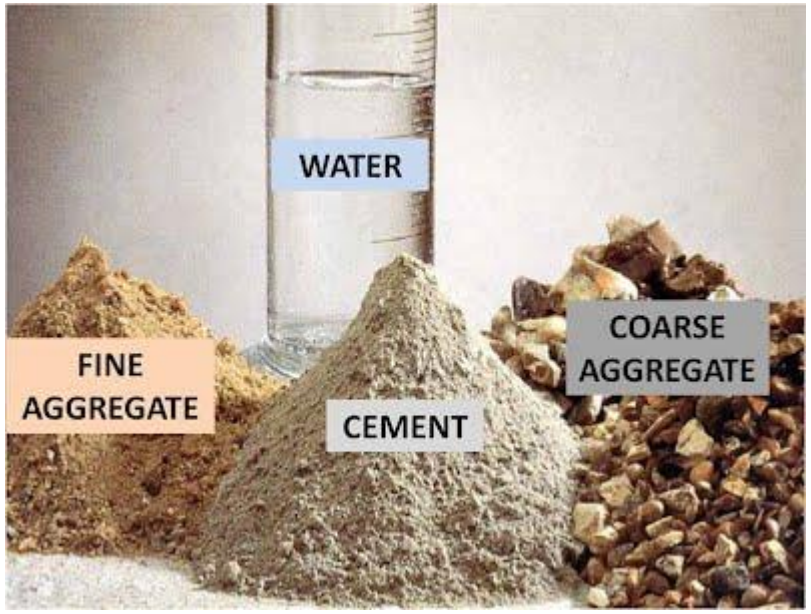
# مقرر تكنولوجيا المواد

## لطلاب هندسة العمارة

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 للضغوط ولكنها لا تتحمل 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:

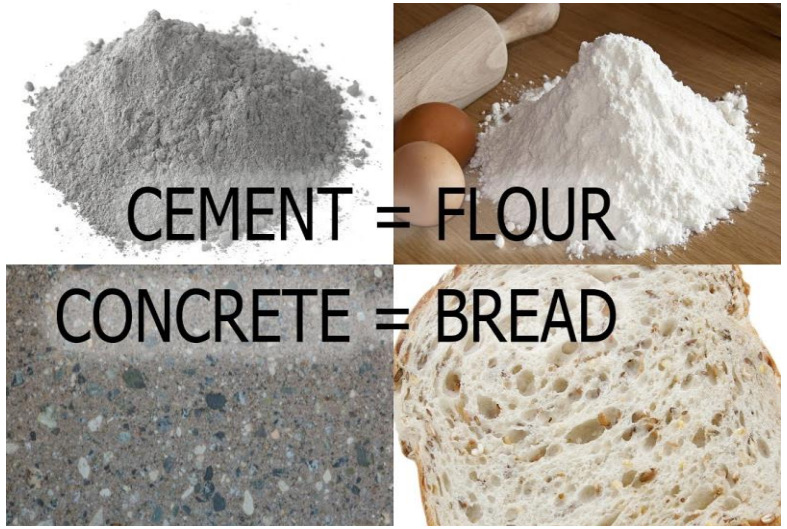
- توفر المواد اللازمة لتصنيعها (البحص والرمل والأسمنت والماء).
- رخص تكلفتها وصيانتها.
- لها قدرة عالية على تحمل الأحمال.
- تعمر طويلا إذا صنعت بطريقة سليمة ولم تتعرض لعوامل تتلفها.

## مكونات الخرسانة:

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

جامعة المنارة MANARA UNIVERSITY

# الفرق بين الإسمنت والخرسانة




خلافًا للاعتقادات الشائعة عند البعض، فإن الخرسانة والاسمنت لا يمثلان الشيء نفسه، فالإسمنت هو عامل ربط مائيّ يأتي على هيئة مسحوق يعمل على تصلب مكونات الخرسانة وزيادة تماسكها والتصاقها مع بعضها البعض، وتحدث عمليّة التصلب من خلال تفاعلات الإماهة لكل من سيليكات وألومينات وكبريتات الكالسيوم.

أما الخرسانة فتتكون من الاسمنت مضافاً للحصويات 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**

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

# الفرق بين الخرسانة العادية و الخرسانة المسلحة

## آولاً: الخرسانة العادية:

يقصد بها الخرسانة التي تستخدم بدون وضع حديد التسليح بداخلها.

- وعادة تستخدم النسب التالية في صناعتها

( 0.8 م3 بحص + 0.4 م3 رمل + 250 كجم اسمنت + (160 ـــ 180 ) لتر ماء).

### استخدامات الخرسانة العادية:

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 م3 بحص + 0.4 م3 رمل + 350 كجم اسمنت + (160 ـــ 180) لتر ماء)

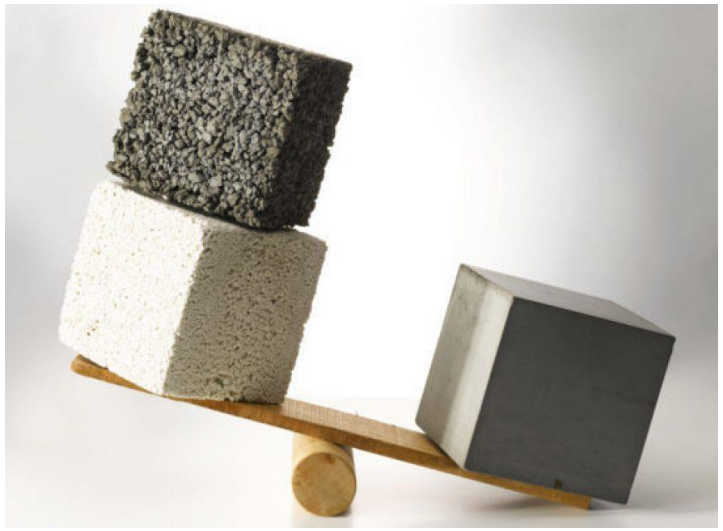
مضافاً إلى ذلك نسبة حديد التسليح(فولاذ) المحددة حسب المخططات في الأجزاء المختلفة للمنشأة

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

**خرسانة مسبقة الإجهاد:**

من الأنواع الشائعة بكثرة لما تقدمه من مزايا كبيرة.

حيث تُصنع العناصر الخرسانيّة 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 للحصويات يكون أقل وزناً، مثل حصويات الخفاف البركاني أو الأردواز وحتى الفوم ، تساعد في تقليل وزن المقاطع الخرسانية وبالتالي تقليل الحمولات

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

MANARA UNIVERSITY

Fine Aggregate s are:

Manufactured Sand For Concrete

Recycled Glass Aggregate

Blast Furnace Slag (BFS)

Fly Ash

**AshCrete**

**PaperCrete**

## الخرسانة الخضراء:

الخرسانة من أكثر مواد البناء استهلاكًا في العالم مع إنتاج يصل إلى حوالي 10 مليار طن سنويًا، حيث تشكل أساس البنية التحتيّة ويعيش أكثر من 70% من سكان العالم في مبانٍ خرسانيّة. مع هذا الإنتاج الهائل والاستخدام الكبير، ظهرت بعض المخاوف من تأثير انبعاثات الغازات الدفيئة الصادرة عن التصنيع على ظاهرة الاحتباس الحراريّ، وأصبح العالم يبحث عن البدائل الخضراء والمستدامة الصديقة للبيئة.

تعتمد الخرسانة الخضراء على استخدام النفايات والمخلفات الصناعيّة، والتي بدورها تتطلب كميات أقل من الطاقة لإنتاجها، كما أنّ كمية انبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المرافقة لتصنيعها أقل بكثير من نظيرتها التقليديّة.

من المواد المستخدمة: خبث الأفران، الرماد المتطاير، الكارتون، الزجاج، قصب البامبو....

# استخدامات الخرسانة المسلحة:

تمتاز الخرسانة المسلحة بتحملها للضغط والشد بخلاف الخرسانة العادية التي لا تتحمل سوى الضغط فقط. وتستخدم في الحالات التالية:

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

# الاضافات للخرسانة المسلحة

هي مواد كيميائية تضاف للخرسانة سواء أثناء الخلط أو تعالج بها بعد تصلدها بغرض إكسابها خواص معينة.

1. زيادة التشغيلية للخلطة الخرسانية بدون زيادة محتوى المياه.
2. زيادة زمن الشك الإبتدائي للخرسانة الطازجة أو تسريع التصلب.
3. تسهيل عملية ضخ الخرسانة الطازجة.
4. زيادة مقاومة الخرسانة.
5. تقليل النفاذية وتحسين المتانة المحتملة للخرسانة
6. التغلب على مشاكل الصب كالتعشيش أو نضح الخرسانة.
7. الحصول على خرسانة خفيفة الوزن.

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

توجد أنواع كثيرة من الإضافات أكثرها شيوعا 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 للأسمنت.

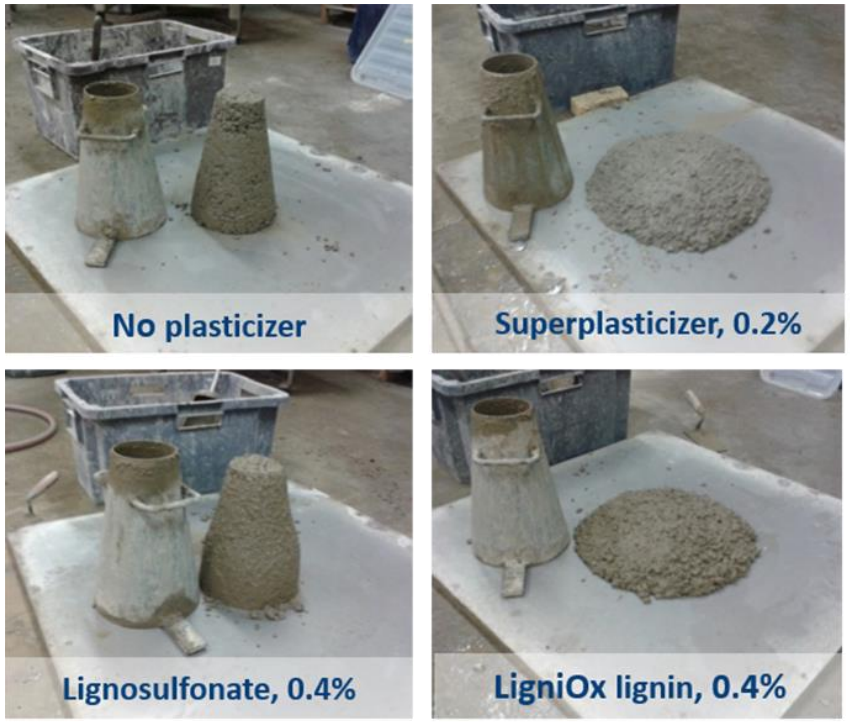
### استخداماتها:

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

MANARA UNIVERSITY

## 3.اضافات تحسين القابلية للتشغيل:

هي مواد تستخدم بغرض تحسين قابلية التشغيل للخرسانة بدون إضافة مياه أكثر من اللازم حيث أن زيادة الماء في الخلطة يقلل من قوة الخرسانة. **قابلية التشغيل** هى الخاصية التي تبين سهولة صب ومناولة الخلطة الخرسانية كما تبين درجة تجانسها ومقاومتها لانفصال مكوناتها.




**استخداماتها:**

أ .عند وجود تسليح كثيف داخل الشدات الخشبية.

ب .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 لتقليل الأوزان ، عمل تشكيلات زخرفية، مقاومة الصقيع.

ولا تستخدم في الأجزاء الأساسية من الهياكل الإنشائية للمباني

(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 الي تتعرض للرطوبة .وهي إما مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط أو مواد تعالج بها الأسطح النهائية للخرسانة فتسد فراغاتها وتكسبها 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:

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

MANARA UNIVERSITY

# رتبة الخرسانة

تعمل الخرسانة في المنشآت الهندسية على مقاومة الضغط الناتج عن الحمولات وتُقاس بواحدات مختلفة مثل $kg/cm^2$ أو $N/mm^2$ (ميغاباسكال)، وتشير رتبة الخرسانة إلى قوتها والتي يمكن أن تُقاس من خلال التجارب المخبرية على عينات اسطوانيّة ومكعبة الشكل، حيث تُجهّز 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 تتكوّن من نسبة مزيج 1:3:6 أي 1 اسمنت و3 رمل و6 بحص.

هناك أربع رتب شائعة الاستخدام :

M20: مقاومة الضغط $20N/mm^2=200kg/cm^2$

M30: مقاومة الضغط $30N/mm^2=300kg/cm^2$

M35: مقاومة الضغط $35N/mm^2=350kg/cm^2$

M40: مقاومة الضغط $40N/mm^2=400kg/cm^2$

الاستخدامات .. 👇

M20 : تستخدم أسفل القواعد وتكون عازلة ولتسوية المناسيب اللازمة.

M30 : تستخدم مع أسمنت عادى لبلاطات الأسقف والجسور

M35 : تستخدم مع أسمنت مقاوم للقواعد والشناجات ورقاب الأعمدة اي للأجزاء الملامسة 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/mm2 | 1 | 5 | 10 | 60 |
| M7.5 | 7.5 N/mm2 | 1 | 4 | 8 | 45 |
| M10 | 10 N/mm2 | 1 | 3 | 6 | 34 |
| M15 | 15 N/mm2 | 1 | 2 | 4 | 32 |
| M20 | 20 N/mm2 | 1 | 1.5 | 3 | 30 |
| M25 | 25 N/mm2 | 1 | 1 | 2 | |

المنارة
MANARA UNIVERSITY

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

**الخرسانة الطازجة - *Fresh Concrete*:**

وهى 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*:**

وهى الخرسانة المتكونة 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 كما أنها لا تقوى على تحمل أي نوع من الإجهادات.

**الخرسانة المتصلدة - *Hardened Concrete*:**

وهى تبدأ بتصلد 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.

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

## تحضير عينات اختبارات الخرسانة الطازجة

1. يجب أن تكون العينة المأخوذة من الخرسانة الطازجة ممثلة تماما 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.

## 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)

MANARA UNIVERSITY

**تعريف القوام:**

➢ قوام الخرسانة الطازجة يعبر عن درجة ترطيب وبلل الخرسانة Degree of wetness فمثلاً يقال خرسانة جافة القوام (Dry) و صلبة 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 الإنشائية. كما أنه من أهم وأبسط الخواص التي تساعد على التأكد من إنتظامية خلطات الخرسانة الطازجة وتجانسها وضبط جودتها وذلك قبل الصب مباشرة.

**طرق تعيين القوام**

يوجد عدة طرق رئيسية لتعيين قوام الخرسانة ، أشهرها:

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

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

# اختبار الهبوط 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 وفى مواقع 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.

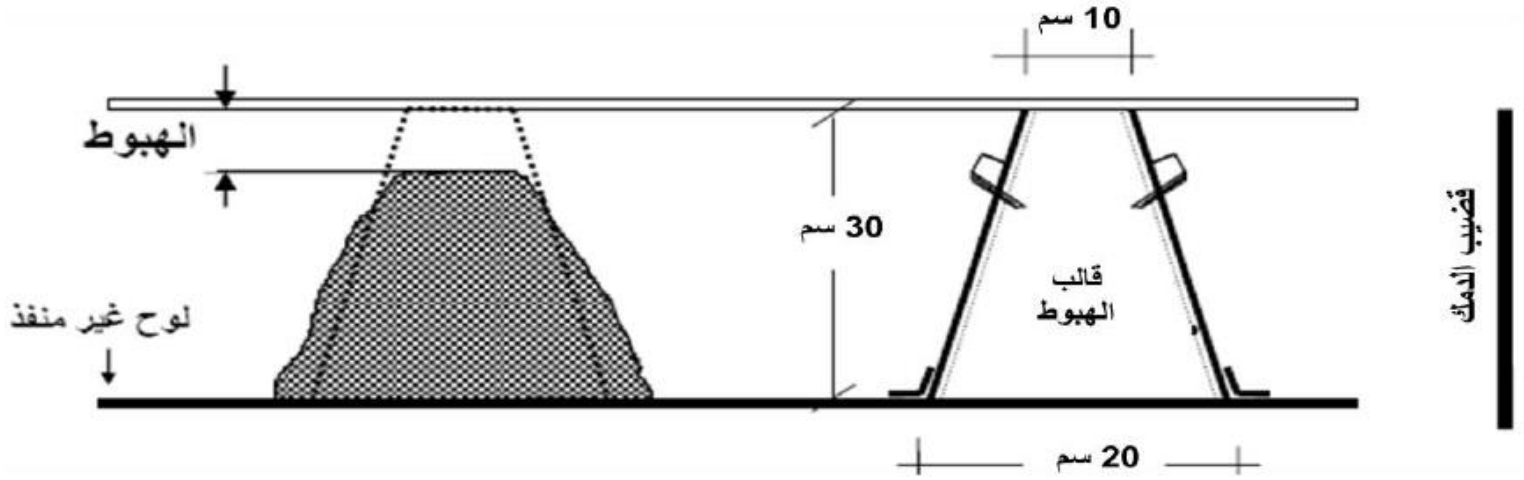
**قضيب الدمك:** وهو سيخ من الصلب بقطر - ١٥ مم وطول ٦٠ سم.

**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 ثلاث 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 فى إتجاه رأسي وببطء وعناية.

MANARA UNIVERSITY

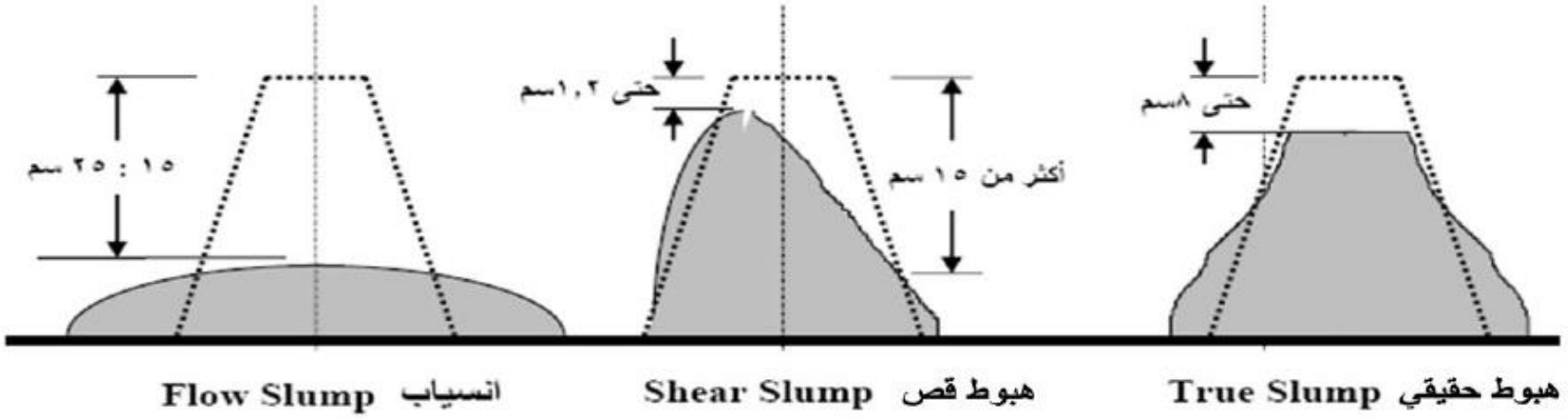
يقاس مقدار الهبوط (Slump) بعد رفع القالب مباشرة وهو الفرق بين إرتفاع القالب وارتفاع مركز عينة الخرسانة الطازجة.
يتم توصيف القوام إما جاف أو صلب أو لدن أو مبتل أو رخو وذلك وفقاً لقيمة الهبوط المقاس.



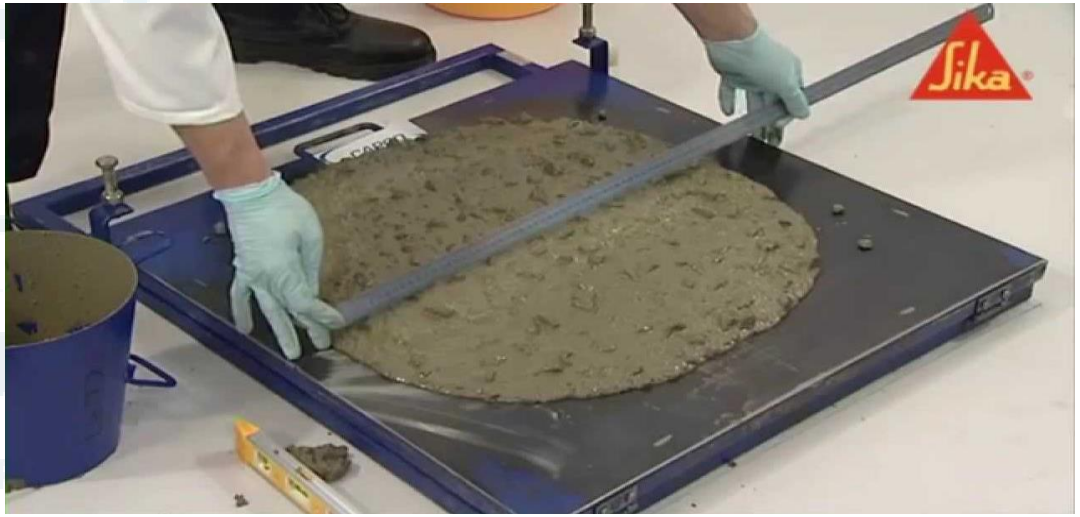
| نوع العنصر الإنشائي | درجة الدمك | الهبوط (مم) |
|---|---|---|
| خرسانة كتلية. | دمك ميكانيكي | صفر- ٢٥ |
| القواعد الخرسانية خفيفة التسليح ومتوسطة التسليح.<br>قطاعات خرسانية خفيفة التسليح. | دمك ميكانيكي | ٢٥ : ٥٠ |
| قطاعات خرسانية متوسطة وعالية التسليح.<br>قطاعات خرسانية خفيفة التسليح. | دمك ميكانيكي<br>دمك يدوي | ٥٠ : ١٠٠ |
| قطاعات خرسانية كثيفة التسليح. | دمك خفيف | ١٠٠ : ١٢٥ |
| أساسات عميقة وخرسانة قابلة للضخ مع استخدام إضافات كيميائية (ملدنات أو ملدنات فائقة) | دمك خفيف | ١٢٥ : ٢٠٠ |

| 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 فإنه يتم قياس انسياب الهبوط وهو القطر المتوسط للخرسانة المنسابة بعد رفع مخروط الهبوط. في الخرسانة ذاتية الارتصاص يشترط أن لا يقل انسياب الهبوط عن 60 سم.



# قابلية التشغيل

هي الخاصية التي تبين السهولة التي يمكن بها صب ومناولة الخلطة الخرسانية كما تبين درجة تجانسها ومقاومتها للانفصال الحبيبي.

يتم تعيين قابلية التشغيل عن طريق:

- ❑ اختبار عامل الدمك Compacting Factor Test

## ❑ اختبارعامل الدمك 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**

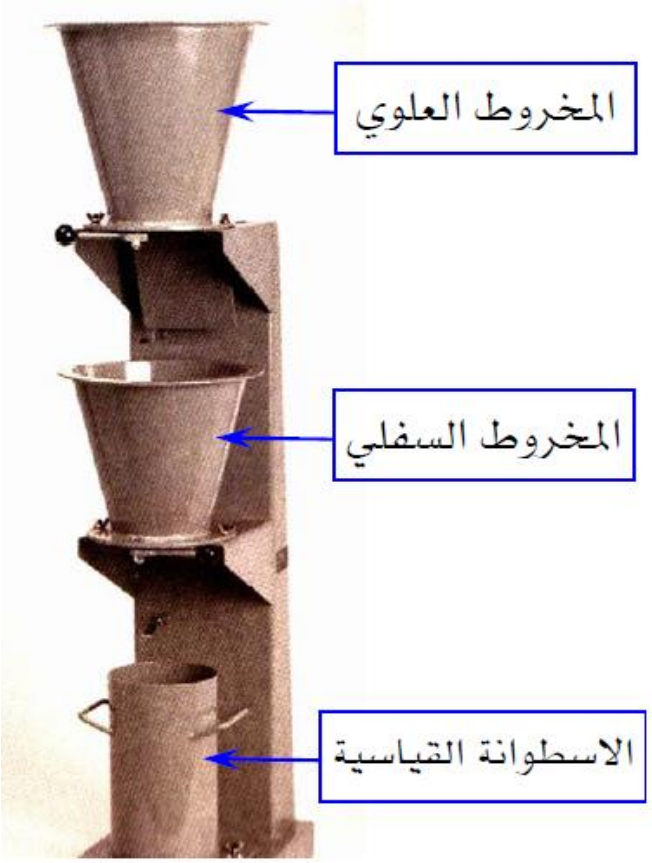
- ➢ توضع الخلطة الخرسانية في المخروط العلوي بواسطة الجاروف ويسوى سطحها مع حافة المخروط.
- ➢ يفتح الباب الموجود في أسفل المخروط العلوي بحيث يسمح بهبوط الخرسانة تحت تأثير وزنها فقط إلى المخروط السفلي.
- ➢ تكرر نفس الخطوات بالنسبة للمخروط السفلى فتمر الخرسانة إلى الأسطوانة.

MANARA UNIVERSITY

- بعد الانتهاء من ملء الأسطوانة يسوى سطحها وتنظف جوانبها وحوافها الخارجية ثم توزن ويعين وزن الخرسانة المالئة للأسطوانة وهو وزن الخرسانة المدموكة جزئيا = W1.
- 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 المالئة للأسطوانة وهو وزن الخرسانة المدموكة كلياً = W2.

$$\frac{W1}{W2} = \text{عامل الدمك} = \frac{\text{وزن الخرسانة المدموكة جزئياً (نتيجة هبوطها)}}{\text{وزن الخرسانة المدموكة كلياً (نتيجة دمكها)}}$$

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



# الانفصال الحبيبي - *Segregation*

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.

## اسباب حدوث الانفصال الحبيبي:

١ **الخلط:** عند زيادة زمن الخلط عن الزمن اللازم والمناسب فقد يحدث إنفصال نتيجة قوة الطرد المركزية لحلة الخلاط والذي ينتج عنه أن الركام الصغير يلتصق بالجدار والكبير يهبط الى أسفل. ولتلافي ذلك يجب عدم زيادة زمن الخلط عن الزمن المحدد لذلك.

٢ **النقل:** عند نقل الخرسانة إلى موضع الصب يمكن حدوث إنفصال نتيجة الرج و التأرجح لعربات النقل وخاصة في الخلطات المبتلة.

٣ **الصب:** يجب مراعاة عدم الصب من إرتفاعات عالية. لا تزيد مسافة التفريغ عن 1m

٤ **الدمك:** الدمك الزائد قد يسبب إنفصالاً حبيبياً

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

# النضح (النزف)

النضح هو تكون طبقة من الماء على سطح الخرسانة المصبوبة حديثا بعد دمكها و تسويتها.

**اسباب حدوث النضح:**

كثرة الدمك الذى يؤدى 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 تكوّن طبقة هشة على السطح بعد تبخر الماء وجفافه ولذلك يلزم إزالة هذه الطبقة قبل الاستمرار في الصب.

## أسئلة عامة عن المحاضرة

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

| | | | |
|---|---|---|---|
| الخرسانة مادة انشائية تنتج عن خلط عدة مواد منها الرمل والبحص والماء و... | | | |
| الحديد | البازلت | الاسمنت | الرخام |
| من طرق تعيين قوام الخرسانة الطازجة: | | | |
| اختبار الضغط | التحليل الحبي | عامل الدمك | مخروط أبرامز |
| تختلف الخرسانة المسلحة عن الخرسانة العادية باحتوائها على: | | | |
| البحص | الفولاذ | الرمل | الاسمنت |
| رتبة الخرسانة M30 تعني أن: | | | |
| مقاومة الضغط 30MPa | الوزن الحجمي 30 KPa | النفاذية 30 µm/s | زمن التصلب 30 day |
| تستخدم رتبة الخرسانة M35 في: | | | |
| طبقة النظافة | بلاطة الأسقف | القواعد والشناجات | المنشآت الهامة |

## اختر المصطلح الهندسي المناسب:

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| زيادة النفاذية | تعجيل الشك | تقليل النفاذية | ابطاء الشك |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| ابطاء الشك | قابلية التشغيل | الهواء المحبوس | الحصويات الخفيفة |

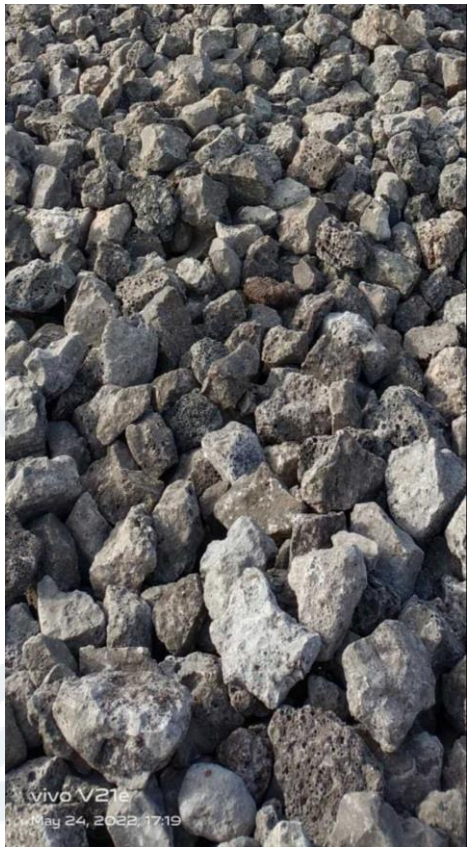
ظاهرة تكون طبقة من الماء على سطح الخرسانة المصبوبة حديثاً بعد دمكها تسمى :

| | | | |
|---|---|---|---|
| النضح (النزف) | الدمك | القوام الرطب | الانفصال الحبيبي |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| الخفيفة | مسبقة الاجهاد | المسلحة | الخضراء |

| حدد الإجابة الخاطئة : تستخدم الخرسانة العادية في : | | | |
|---|---|---|---|
| صبة الأرضيات | طبقة النظافة | خرسانة الميول للأسطح | القواعد والأساسات |
| حدد الإجابة الخاطئة : تعتبر الخرسانة من أكثر المواد الانشائية استخداماً للأسباب الآتية: | | | |
| توفر مواد تصنيعها | فوائدها البيئية | رخص تكلفتها نسبيا | مقاومتها للأحمال |
| حدد الإجابة الخاطئة: من الخواص الرئيسية للخرسانة الطازجة: | | | |
| القوام | قابلية التشغيل | الانفصال الحبيبي | مقاومة الضغط |
| **من الأسباب الشائعة لحدوث الانفصال الحبيبي في الخرسانة** | | | |
| زيادة زمن الخلط | مشاكل النقل | الإضافات | الصب من ارتفاعات عالية |


vivo V21e
May 24, 2022, 17:19