Concrete Technology II

50601212

تكنلوجيا الخرسانة ٢

Lecture 2 : Workability of Fresh Concrete

Dr. Ahmed A. Ahmed

Al-Mustansiriyah University

College of Engineering - Civil Engineering Department

Learning Outcomes

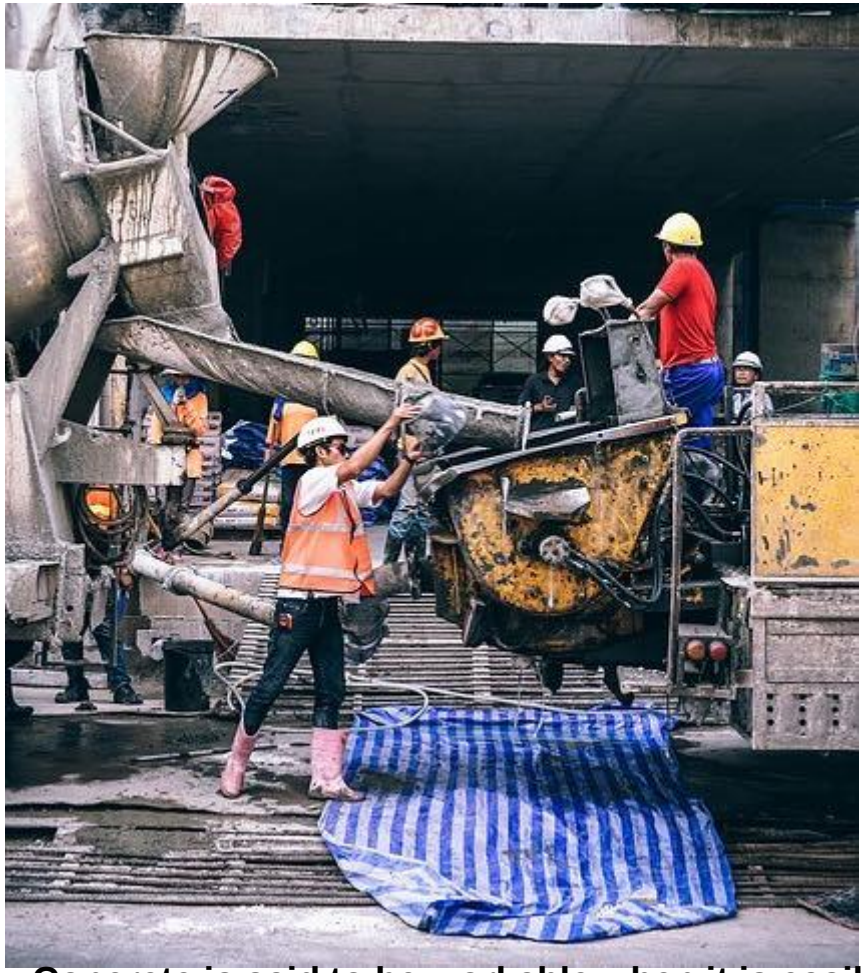
في هذه المحاضرة سنتعرف على:

- تعريف قابلية تشغيل الخرسانة الطرية Definition of workability
- الحاجة لقابلية تشغيل الخلطة الخرسانية
- أنواع قابلية التشغيل للخرسانة
- العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة
- طرق تحديد درجة قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية

في المحاضرة السابقة

- للخرسانة الطرية أربعة خواص رئيسية هي :
  - قوام الخلطة الخرسانية Consistency
  - قابلية التشغيل Workability
  - الانفصال الحبيبي Segregation
  - النضح Bleeding

قابلية تشغيل الخرسانة الطرية Workability



Concrete is said to be workable when it is easily placed and compacted homogeneously i.e without bleeding or Segregation.

- قابلية تشغيل الخرسانة مصطلح واسع يصف كيف يمكن بسهولة خلط الخرسانة المخلوطة حديثًا ونقلها ووضعها ورصها وإنهائها مع الحد الأدنى من فقدان التجانس.
- قابلية تشغيل الخرسانة هي خاصية للخرسانة المخلوطة التي تحدد السهولة والتجانس الذي يمكن من خلاله مزجها ووضعها وتوحيدها وإنهائها على النحو المحدد في معيار مصطلحات الإسمنت والخرسانة

قابلية تشغيل الخرسانة الطرية Workability

- قابلية تشغيل الخرسانة هي خاصية تُؤثّر بشكل مباشر على المقاومة والجودة والمظهر وحتى تكلفة العمالة لعمليات الصب والانهاء.
- تعرف قابلية تشغيل الخرسانة على انها مقدار الجهد النافع لإنتاج خرسانة مرصوصة كليا" والمواصفة الأمريكية ASTMتعرف قابلية التشغيل على إنها الجهد المطلوب لوضع وصب. الخرسانة الطرية بدون فقدان للتجانس من دون النضح Bleeding او الانفصال الحبيبي Segregation

الحاجة لقابلية تشغيل الخلطة الخرسانية

- لغرض الحصول على خصائص متفوقة للخرسانة المنتجة وان تكون ملبية لمتطلبات التصميم الانشائي فإن جميع الخلطات الخرسانية الطرية تحتاج الى ان تكون ذات قابلية تشغيل مناسبة لكي يتم صبها ورصها وملي القالب بشكل كامل وان تتغلغل بين طبقات حديد التسليح وتحيط بها بشكل كامل.

أنواع قابلية التشغيل للخرسانة

يمكن تقسيم قابلية الخرسانة إلى ثلاثة أنواع:

- خرسانة ذات قابلية تشغيل منخفضة
- الخرسانة ذات قابلية تشغيل متوسطة
- الخرسانة ذات قابلية تشغيل عالية

أنواع قابلية التشغيل للخرسانة

❑ خرسانة ذات قابلية تشغيل منخفضة

وهي خرسانة ذات محتوى مائي قليل جدا، إنَّ الخلط اليدوي لهذه الخرسانة ليس سهلاً. تمتاز هذه الخرسانة بضعف الالتصاق بين مونة الاسمنت والركام، ومن الصعب للغاية الحفاظ على تجانس خليط الخرسانة، كما ان ضغط الخرسانة يتطلب الكثير من الجهد حيث تكون نسبة الماء/الإسمنت لهذه الخرسانة أقل من 0.4

High----------w/c----------Low

أنواع قابلية التشغيل للخرسانة

❑ خرسانة ذات قابلية تشغيل متوسطة

يستخدم هذا النوع من قابلية التشغيل الخرسانية في معظم أعمال البناء ومن السهل نسبيًا خلط هذه الخرسانة ونقلها وصبها ورصها دون الكثير من الفصل وفقدان التجانس. يستخدم هذا النوع من قابلية الخرسانة بشكل عام في جميع الإنشاءات الخرسانية مع نسب التسليح الغير كثيفة مما يسمح بدك (رص) الخرسانة بشكل فعّال، نسبة الماء/الإسمنت لهذا النوع من الخرسانة هي بين 0.4 إلى 0.55

High----------w/c----------Low

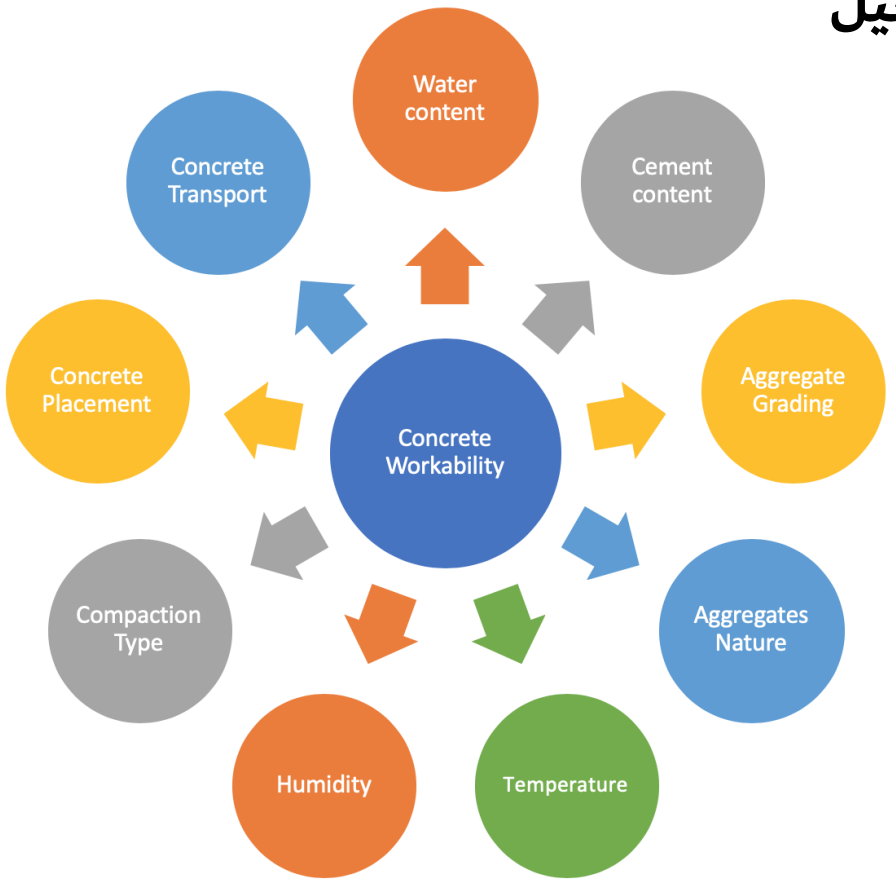
أنواع قابلية التشغيل للخرسانة

❑ خرسانة ذات قابلية تشغيل عالية

من السهل جدًا خلط هذا النوع من الخرسانة ونقلها ووضعها وضغطها في الهياكل، يتم استخدام هذه الخرسانة في حالة استخدام نسب التسليح الكثيفة حيث لا يمكن رص الخرسانة، مثال على الخرسانة عالية العمل هي الخرسانة ذاتية الرص وتكون نسبة الماء/الإسمنت لهذه الخرسانة (بدون استخدام الملدنات الفائقة) أكثر من 0.55

High----------w/c----------Low

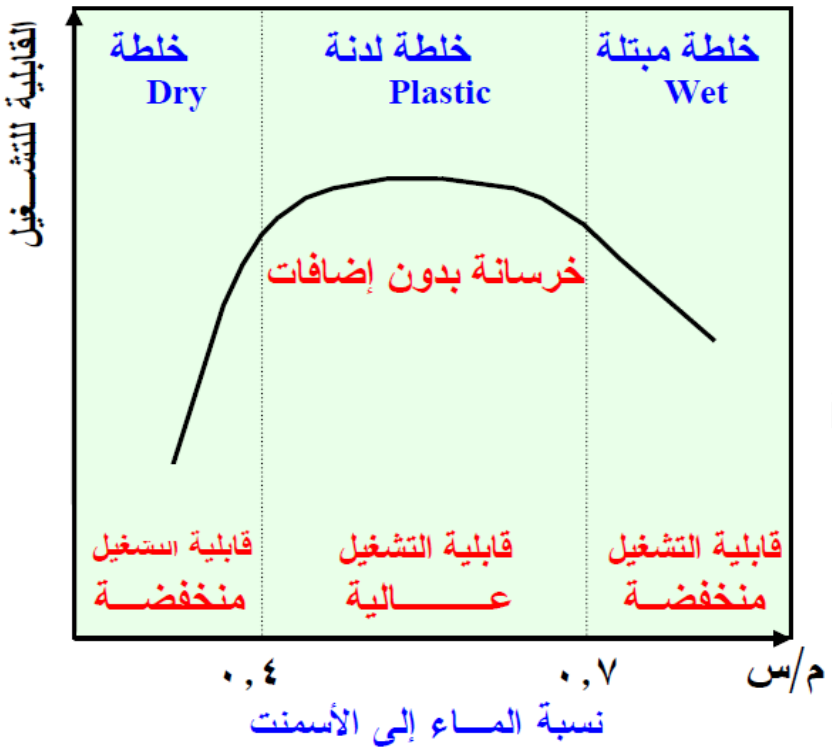
العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة



يمكن تلخيص العوامل الرئيسية المؤثرة على قابلية التشغيل الخرسانة فيما يلي:

- محتوى ماء الخلط ونسبة الماء/الاسمنت
- خصائص الاسمنت
- خصائص الركام
- استعمال المضافات
- تأثير الزمن ودرجة الحرارة والرياح

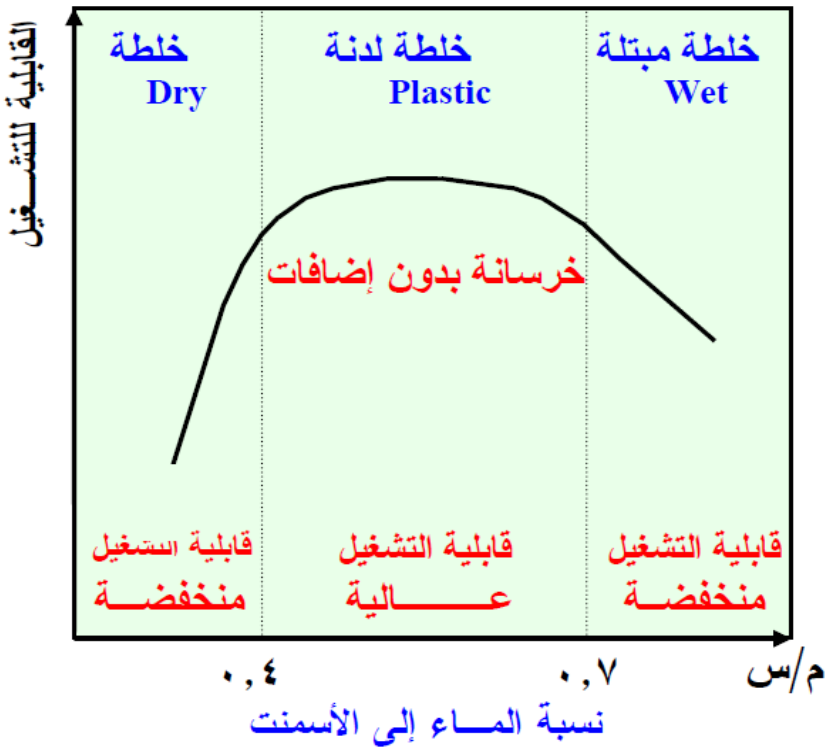
العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة



١- محتوى ماء الخلط ونسبة الماء/الاسمنت

- ان نسبة الماء/الإسمنت لها تأثير كبير على قابلية التشغيل. حيث ان قابلية التشغيل تتناسب طردياً مع نسبة الماء/الإسمنت الى مدى كبير.
- صغر نسبة الماء/الإسمنت تعطى خرسانة جافة وزيادة هذه النسب لدرجة معينة ينتج عنها خرسانة لها درجة تشغيل أفضل ولكن الزيادة الكبيرة فى نسبة الماء ينتج عنها خرسانة ذات تشغيلية رديئة نظراً لسيولتها.

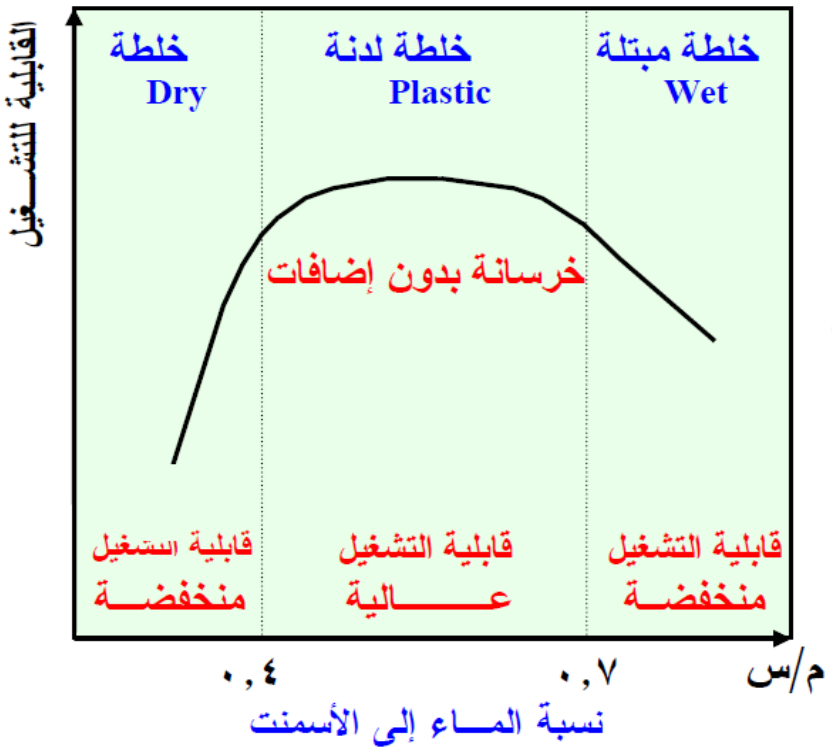
العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة



١- محتوى ماء الخلط ونسبة الماء/الاسمنت

- فى الخلطات الفقيرة بالأسمنت فإن زيادة الماء لا تؤثر تأثيراً كبيراً على قابلية التشغيل أما فى الخلطات الغنية فإن زيادة الماء لها تأثير كبير وحساس على قابلية التشغيل.
- يرتبط المحتوى المائي للخلطة الخرسانية بشكل أساسي بالامتصاص بواسطة الركام السطحي وملء الفراغات بين الركام.
- عند تثبيت نوع الركام ومقاسه الأقصى فان قابلية تشغيل الخليط تزداد بزيادة محتوى الماء، وكلما كان المقاس الأقصى للركام اصغر كلما كان التدرج انعم وبذلك تزداد كمية الماء اللازمة للحصول على قابلية تشغيل معينة.

العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة



١- محتوى ماء الخلط ونسبة الماء/الاسمنت

مكن أن تؤدي زيادة المحتوى المائي للخلطة الخرسانية الى:

- ضعف مقاومة الخرسانة المتصلبة.
- خروج كمية أكبر من الماء الى سطح الخرسانة مما يؤدي إلى النزيف (فقدان الخرسانة للمياه مع الاسمنت الناعم المختلط بالمياه).
- تسرب المونة من خلال مفاصل القوالب مما يؤدي إلى تقليل محتوى الأسمنت والرمل الناعم من الخرسانة.

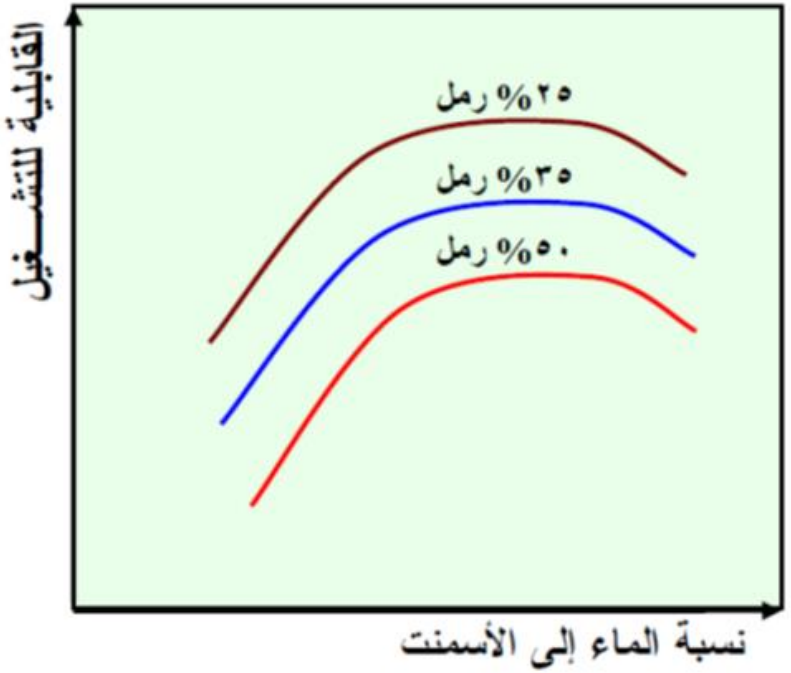
العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة

٢- خصائص الاسمنت

- نوع الاسمنت المستخدم في الخلطة الخرسانية يؤثر على قابلية التشغيل ، فمثلا يتطلب زيادة المحتوى المائي للحصول على قابلية تشغيل جيدة عند استخدام أسمنت بمحتوى عالي من Al_2O_3 أو C_2S.
- إن زيادة نعومة الاسمنت تزيد من قابلية تشغيل الخرسانة إلى حد معين ولكن تكاليف زيادة النعومة عالية ولاتتفق مع الزيادة في قابلية تشغيل الخليط.
- عند تقليل عجينة الاسمنت في الخليط نسبة إلى كمية الركام الموجود فان ذلك يجعل الخليط أكثر جفافا ولكن زيادة كمية عجينة الاسمنت تجعل الخليط أكثر سيولة وتزيد من قابلية تشغيله.

العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة

٣- خصائص الركام



- **مقاس الركام:** زيادة نسبة الرمل تزيد من الإحتكاك وبالتالى تزيد صلابة الخلطة.
- **شكل حبيبات الركام:** الحبيبات المدورة أكثر قابلية للتشغيل بينما الحبيبات الزاوية والمفلطحة والغير منتظمة صعبة التشغيل.
- **المسامية:** تقلل زيادة المسامية من حركة الحبيبات وتزيد من الإحتكاك الداخلى بينها وتقلل من قابلية التشغيل.
- **المقاس الاقصى للركام:** إزدياد حجم الحبيبات يقلل من قابلية التشغيل وممكن ذلك يكون معتمداً على كيفية صب الخرسانة وطبيعة المنشأ. (أفضل مقاس للخرسانات المسلحة هو ١٥ إلى ٣٠ مم و فى حالة خرسانة الطرق ٥٠ الى ٧٠ مم).

العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة

٤- استعمال المضافات

هناك بعض المواد بدرجة عالية من النعومة تضاف الى مكونات الخليط لغرض تحسين قابليته للتشغيل ولدونته ومنها:

- **مواد خاملة كيمياويا:** مثل الجير المطفأ, الرمل المطحون, الحجر الجيري المطحون والمواد المماثلة الأخرى حيث تسلك كمادة تشحيم في الخليط وبذلك تزيد من قابلية التشغيل.
- **مواد فعالة لها خواص بوزولانية:** مثل رماد مسحوق الفحم, رماد قشور الرز, خبث الأفران العالية, التراب الدياتومي, الطين المحروق وما إلى ذلك. إن هذه المواد لها القدرة على التفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم المتحرر من اماهة السليكات مكونة سليكات الكالسيوم المسؤولة عن مقاومة عجينة الاسمنت المتصلبة.

العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة

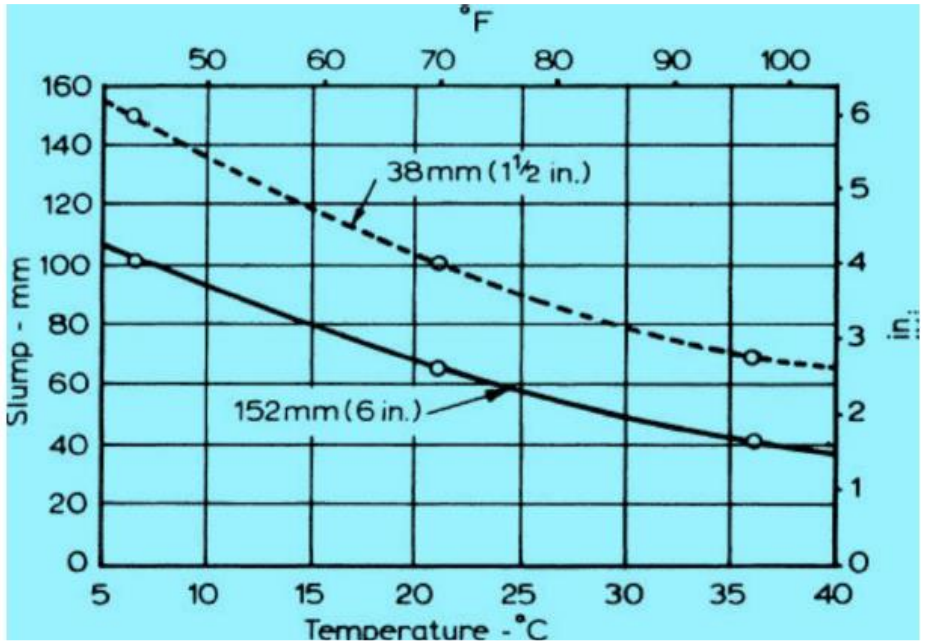
٤- استعمال المضافات

- **استعمال المضافات الكيمياوية:** تعمل الإضافات على تحسين درجة التشغيل للخرسانة بدرجات متفاوته وأهم هذه الإضافات هى الملدنات Superplasticizersوالتي يمكن اضافتها الى الخلطة الخرسانية بنسب تتراوح ١-٣ % من وزن الاسمنت.
- **استعمال إضافات الهواء المقصود:** إضافات الهواء المقصود هي عبارة عن مواد تضاف إلى الخرسانة الطرية أثناء عملية الخلط بواسطة مواد كيمياوية ذات فعالية سطحية (مثل الدهون الحيوانية والنباتية وأصباغ الأخشاب الطبيعية) لتكوين فقاعات هوائية كروية الشكل مقاسها بين ١٠-١٠٠٠ مايكرون. وهذه الفقاعات الهوائية تسلك كقطرات مائية أو كحبيبات من الرمل في داخل الخليط وبذلك تزيد من قابليته للتشغيل ولدونته. هذه الإضافات تستعمل في الأجواء المتجمدة لكي تمنع تفتت الخرسانة الطرية بسبب كبر جم الماء بعد انجماده فيها حيث إن هذه الزيادة بحجم الماء سوف تضيع داخل هذه الفقاعات الهوائية.

العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة

٥- تأثير الزمن ودرجة الحرارة والرياح

- تتصلب الخرسانة الحديثة الخلط بمرور الزمن وذلك قسما من الماء يمتص من قبل الركام, بعضه يفقد نتيجة للتبخر وخصوصا إذا كانت الخرسانة معرضة للشمس أو الرياح وبعضه يستعمل في عملية التفاعل الكيمياوي لمركبات الاسمنت مع الماء, لذلك فان قابلية التشغيل للخرسانة تقل مع مرور الزمن. ولهذا يفضل تأخير فحص قابلية التشغيل إلى حوالي ١٥ دقيقة بعد عملية الخلط.

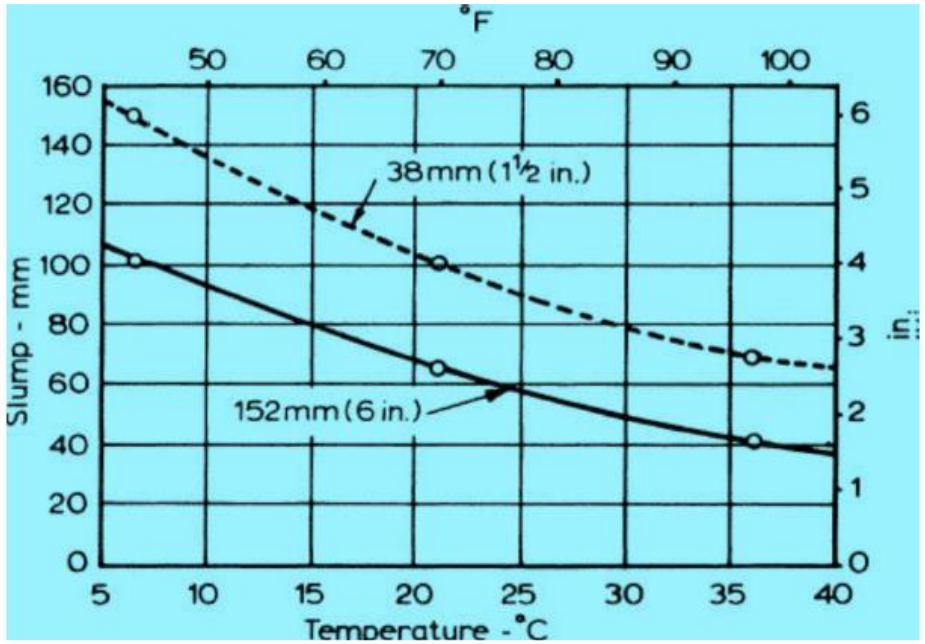


تأثير درجة الحرارة على قابلية التشغيل لخلطتين خرسانية تحتويان على مقاسين مختلفين

العوامل المؤثرة على قابلية تشغيل الخرسانة

٥- تأثير الزمن ودرجة الحرارة والرياح

- إذا كانت الرياح تتحرك بسرعة أكبر ، فإن معدل التبخر يزداد أيضًا يقلل من كمية الماء ويقلل في النهاية من قابلية العمل.
- تتأثر قابلية التشغيل أيضا بدرجة حرارة المحيط, حيث إنها تقل مع زيادة درجة حرارة المحيط لان قسم من ماء الخلط سوف يتبخر وقسم آخر منه سوف يشارك في التفاعل الكيمياوي لمركبات الاسمنت مع الماء لان ارتفاع درجة الحرارة يحفز ويزيد من هذا التفاعل.

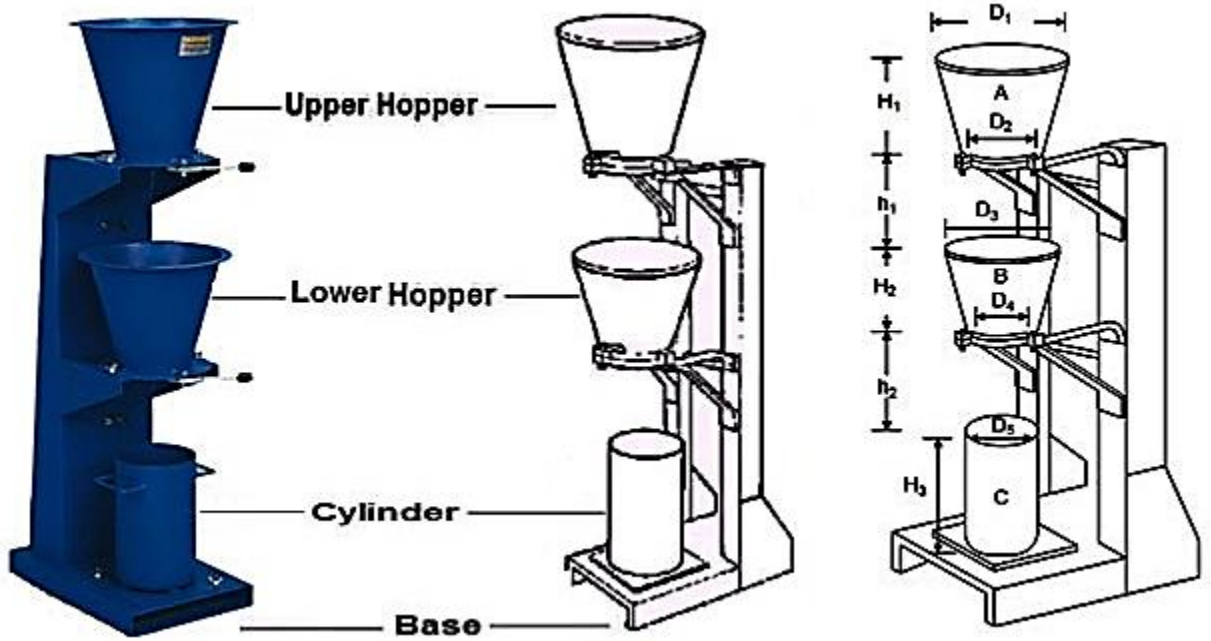


تأثير درجة الحرارة على قابلية التشغيل لخلطتين خرسانية تحتويان على مقاسين مختلفين

طرق تحديد درجة قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية

❑ اختبار عامل الرص (الدمك) Compaction Factor Test

يجرى هذا الإختبار لتحديد درجة قابلية تشغيل الخرسانة الطازجة وهذا الإختبار مبنى عل أساس أن الجهد اللازم لدمك الخرسانة يعبر عن مدى القابلية للتشغيل. ويبين الشكل الموضح الجهاز المستخدم فى هذا الإختبار.



https://www.youtube.com/watch?v=0d2dUXbdVzs&ab_channel=MobileTutor

طرق تحديد درجة قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية

❑ اختبار في بي VEE BEE consistometer test

وهذا الاختبار تعديل لاختبار إعادة التشكيل بحيث أُلغيت الإسطوانة الداخلية به وتم الرص بالهز ويفترض أن إعادة التشكيل قد إكتملت عندما يغطى اللوح الزجاجى الخرسانة تماما وعندما تتلاشى كل الفراغات فى الخرسانة ويحدد هذا بالنظر الذى يعتبر أحد عيوب إجراء الإختبار. ويتم الرص بواسطة منضدة إهتزاز بها حمل غير متمركز ويدور بسرعة ٣٠٠٠ لفة في الدقيقة وبتعجيل يعادل ٣-٤ اضعاف من قيمة التعجيل الارضي ، وبفرض أن كمية الطاقة اللازمة لاتمام الرص تمثل درجة التشغيلية للخليط معبراً عنها بالزمن اللازم بالثانية لإعادة التشكل الكامل.

https://www.youtube.com/watch?v=RzPoB0jJ88E&ab_channel=ConcreteTechnologyLAB

SO ... DO YOU HAVE ANY
QUESTIONS FOR ME?

THANK YOU FOR ATTENDING LECTURE 1