University Of Anbar
College of Engineering
Civil Engineering Department

# Properties of Concrete Lab

## 2nd Stage

مدرس المادة :
م.م. محمد وجيه يونس
م.د. سعدون مشرف عبدالله
م.د. إبراهيم حكيم موسى
م.م. بيداء حمدي صالح

Prepared By:
أ.م. محمد حمود مهنا

## الخرسانة Concrete

تحتل الخرسانة مكان الصدارة في مواد البناء المستعملة في تنفيذ المشاريع. فقد تطورت وتحسنت طرق انتاجها وصناعتها بصورة هائلة وتعددت أنواعها المنتجة تبعا" للأغراض المستعملة من اجلها في المجالات المختلفة عن طريق تنوع مكوناتها أو باستعمال الإضافات أو تنوع طرق الإنتاج.

### ما هي الخرسانة

الخرسانة مادة مركبة (Composite Material) تتكون من المادة المالئة (Filler) كالركام (Aggregate) المنتشرة في نسيج المادة الرابطة (عجينة الاسمنت)، والتي تملأ الفراغات بين جزيئات الركام وتربطها سوية، ويمكن اضافة بعض المواد الأخرى (المضافات Admixtures) للحصول على خواص معينة.

### بعض مصطلحات الخرسانة

1-الخرسانة (Concrete) = مادة مالئة ( Filler) + مادة رابطة (Binder)

2-عجينة الاسمنت (Cement Paste) = الاسمنت (Cement) + الماء (Water)

3-مونة الاسمنت (Mortar) = الركام الناعم (Fine Aggregate) + عجينة الاسمنت (Cement Paste)

4-الخرسانة الاعتيادية (Plain Concrete) = الركام الخشن والناعم (Coarse & Fine Agg) + عجينة الاسمنت (Cement Paste)

5-الخرسانة المسلحة = الركام الخشن والناعم + عجينة الاسمنت + حديد التسليح
Steel + Cement Paste + (Coarse & Fine Agg) = Reinforced Concrete

6-الخرسانة المسلحة الخاصة = الركام الخشن والناعم + عجينة الاسمنت + حديد التسليح + المضافات
Admixture + Steel + Cement Paste + Coarse & Fine Agg = Special Steel Concrete

# الفصل الاول

## الاسمنت البورتـــلانـدي *Portland Cement*

## فحوصات الاسمنت

إن الفحوصات التي تجري على الخواص الفيزيائية للإسمنت هي :-
فحص النعومة (Fineness)
فحص القوام القياسي (Standard Consistence)
فحص زمن التجمد (Setting time)
فحص الثبات (Soundness)
فحص مقاومة الاسمنت (Strength of cement)

## 1- فحص النعومة Fineness Test

توصف نعومة الاسمنت بدلالة المساحة السطحية النوعية (Specific surface) وذلك بحساب مجموع المساحة السطحية لحبيبات الاسمنت بالسنتمتر المربع لكل غرام من الاسمنت وكلما زادت نعومة الاسمنت زادت المساحة السطحية النوعية .
يتم تعيين المساحة السطحية للإسمنت بطريقة (Blaine) وذلك بقياس الزمن الذي يستغرقه مرور حجم معين من الهواء خلال طبقة محضرة من الاسمنت ذات مساحة معلومة . يعتمد عدد وحجم المسامات الموجودة في طبقة الاسمنت المحضرة ذات المسامية المعلومة على حجم ذرات الاسمنت والتي تعتبر العامل المحدد لسرعة مرور الهواء خلال تلك الطبقة .

او تفحص نعومة الاسمنت بواسطة منخل رقم 325 (45 مايكرون) حسب المواصفات العراقية او على المنخل رقم 170(90 مايكرون) حسب المواصفات البريطانية.

**الغرض من الاختبار:- Purpose of Test**

لإيجاد نعومة الاسمنت البورتلاندي.

**الادوات والاجهزة المستعملة:- Apparatus and Device**

1- منخل رقم 325(45 مايكرون) مع غطاء وقاعدة,
2- ميزان حساس.
3- فرشاة حديدية لتنظيف المنخل.

**طريقة الفحص:- Test Method**

1- يوزن (500) غم من الاسمنت البورتلاندي المراد فحصه.
2- يتم نخل الاسمنت على منخل رقم 325 (45 مايكرون) مع ملاحظة وجود الغطاء والقاعدة بواسطة هزاز لمدة 20 دقيقة.
3- توزن الكمية المتبقية على المنخل رقم 325(45 مايكرون) وبعد تنظيفه نهائيا" بواسطة الفرشاة (W).

**النتائج والحسابات:-**

1- وزن الاسمنت = 500 غم
2- وزن الاسمنت المتبقي = W

$$3- \text{ نسبة الاسمنت المتبقي} = 100 \times \frac{W}{500}$$

**تحدد المواصفات العراقية (م.ق.ع رقم 1984/5) أن لا تزيد نسبة الاسمنت المتبقي على 10% للإسمنت البورتلاندي الاعتيادي و(5 %) وزناً للإسمنت البورتلاندي السريع التصلب.**

## 2- اختبار القوام القياسي Standard Consistence Test

**الغرض من الاختبار Purpose of Test**

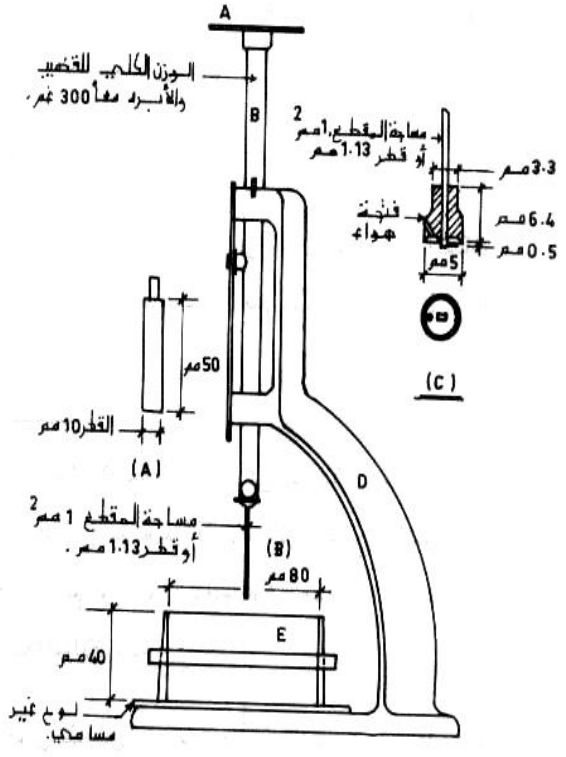
ان الغرض من اجراء هذا الفحص لإيجاد كمية الماء اللازمة لإنتاج عجينة الاسمنت ذات القوام القياسي والتي تستعمل لتعيين زمن التجمد الابتدائي والنهائي وفحص الثبات (Soundness) لعجينة الاسمنت.
إن كمية الماء اللازمة لتحضير عجينة الاسمنت ذات القوام القياسي هي الكمية التي تسمح للطرف الاسطواني قطره (10) ملم لجهاز فيكات بالنفاذ داخل العجينة إلى نقطة تبعد بمقدار (7 – 5) ملم من قاع قالب فيكات ( 40*80 ) ملم عند فحص الاسمنت.

**الادوات والاجهزة المستعملة :- apparatus and Device**

1- جهاز فيكات (Vicat apparatus) شكل رقم (1) .

2- قالب فيكات يكون من المطاط الصلد وعلى شكل مخروط ناقص عمق ( 40 ± 0.2 ) مم القطر الداخلى العلوى ( 70 ± 5 ) مم والسفلى ( 80 ± 5 ) ملم.
**3-** لوح زجاجي ابعاده ( 300 * 300) **ملم.**
4- مالج تسوية.

**شكل رقم (1) جهاز فيكات**



**شكل رقم (1) جهاز فيكات**

**طريقة الاختبار:- Test Method**

**الطريقة المتبعة في هذا الاختبار مبنية على المواصفات البريطانية ( B.S.12:part 2:1971).**

1- تحضر كمية من الاسمنت وزنها 400 غم (بواسطة ميزان دقته 1غم ) وتخلط مع كمية من الماء ( تتراوح بين 26-33 % من وزن الاسمنت الجاف) على لوح زجاجي( ابعاده 300 * 300) ملم بصورة جيدة لمدة 4 ± 4/1 دقيقة وهذه المدة تقاس من لحظة اضافة الماء الى الاسمنت الجاف حتى بدأ ملء قالب فيكات بعجينة الاسمنت.
2- يملأ قالب فيكات المرتكز على لوح زجاجي غير مسامي بعجينة الاسمنت السابق تحضيرها بصورة تامة وبدفعة واحدة ثم يسوى سطح العجينة مع حافة القالب بسرعة وباستخدام المالج.
3- يوضع القالب المملوء بالعجينة داخل جهاز فيكات تحت عمود المرود ( الغطاس قطره 10 ملم ) ويخفض المرود بهدوء حتى يلامس سطح العجينة ويترك ليغطس بصورة حرة تحت تأثير وزنه, وتتم هذه العملية بعد ملا القالب مباشرة.
4- يحدد مقدار نفاذ المرود (الغطاس) في عجينة الاسمنت بتعيين المسافة بين قاعدته وقاعدة القالب بواسطة التدرج الموجود على الجهاز.
5- يعاد عمل عجائن تجريبية اخرى بكميات ماء مختلفة وتكرر نفس خطوات العمل اعلاه للوصول الى كمية الماء التي تعطي عجينة اسمنت ذات قوام قياسي (الكمية التي تسمح للطرف الاسطواني لجهاز فيكات بالنفاذ داخل العجينة إلى نقطة تبعد بمقدار 5-7 ملم من قاع قالب فيكات).

## 3- فحص زمن التجمد Setting Time Test

يتم هذا الاختبار باستعمال جهاز فيكات ويشمل على تعيين زمن التجمد الابتدائي (Initial setting) وزمن التجمد النهائي (Final setting).
**إن زمن التجمد الابتدائي هو الفترة المحصورة بين وقت إضافة الماء إلى الاسمنت الجاف ووقت نفاذ إبرة جهاز فيكات في عجينة الاسمنت إلى مسافة لا تزيد عن 5 ملم تقريبا" من قاع قالب فيكات.**
**أما زمن التجمد النهائي (Final setting time) فهو الفترة المحصورة بين لحظة إضافة الماء إلى الاسمنت الجاف واللحظة التي تترك إبرة جهاز فيكات أثرا" بعجينة الاسمنت بينما لا يظهر الأثر الدائري للجزء المثبت حول الإبرة.**

**الغرض من الاختبار Purpose of Test**

تعيين زمن التجمد الابتدائي (Initial setting) وزمن التجمد النهائي (Final setting) للاسمنت.

**الادوات والاجهزة المستعملة apparatus and Device**

1- جهازفيكات (Vicat apparatus) .

2- قالب فيكات يكون من المطاط الصلد وعلى شكل مخروط ناقص عمق ( 40 ± 0.2 ) مم القطر الداخلى العلوى ( 70 ± 5 ) مم والسفلى ( 80 ± 5 ) مم

**3-** لوح زجاجي ( ابعاده 300 * 300)**.**
4- مالج تسوية.

**طريقة الفحص Test Method**

**الطريقة المتبعة في هذا الاختبار مبنية على المواصفات البريطانية ( B.S.12:part 2:1971).**

1- يتم عمل عجينة اسمنت ذات قوام قياسي وحسب خطوات العمل في اختبار القوام القياسي.
2- يملا قالب فيكات بصورة تامة بالعجينة ثم يسوى سطح العجينة مع حافة القالب.

**لإيجاد زمن التجمد الابتدائي:-**

3- يوضع قالب فيكات أسفل الإبرة ( ابرة مدورة او مربعة مساحة مقطعها 1 ملم2) المثبتة في جهاز فيكات.
4- تخفض الابرة ببطء حتى تلامس سطح العجينة ثم تترك لتنفذ في العجينة تحت تأثير الوزن الكلي للحامل والابرة (300غم).
5- تكرر نفاذ الابرة في العجينة في مواضع مختلفة منها الى ان تنفذ الابرة الى مسافة لا تزيد عن (5ملم) من قاعدة القالب . وعندها يحسب زمن التجمد الابتدائي **(زمن التجمد الابتدائي هو الفترة المحصورة بين وقت إضافة الماء إلى الاسمنت الجاف ووقت نفاذ إبرة جهاز فيكات في عجينة الاسمنت إلى مسافة لا تزيد عن 5 ملم تقريبا" من قاع قالب فيكات).**

**لإيجاد زمن التجمد النهائي:-**

تستبدل الابرة المستخدمة في فحص التجمد الابتدائي (ابرة مدورة او مربعة مساحة مقطعها 1ملم$^2$) بأخرى ( ابرة مربعة مساحة مقطعها 1ملم2 مثبتة مع حلقة معدنية دائرية). وتكرر الخطوة 3 و 4 اعلاه.

6- تكرر نفاذ الابرة في العجينة في مواضع مختلفة منها الى ان تترك الابرة اثرا" على العجينة دون ظهور الاثر الدائري للحلقة المعدنية المثبتة حولها. وعندها يحسب زمن التجمد النهائي **(زمن التجمد النهائي هو الفترة المحصورة بين لحظة إضافة الماء إلى الاسمنت الجاف واللحظة التي تترك إبرة جهاز فيكات أثرا" بعجينة الاسمنت بينما لا يظهر الأثر الدائري للجزء المثبت حول الإبرة).**

**ملاحظة:-**
**يجب ان تتراوح درجة حرارة المواد والغرفة التي يجري بها الفحص بين 23-18 م°**

**<u>تحديدات المواصفات</u>**

**تنص المواصفات العراقية والبريطانية على ان:-**
**زمن التجمد الابتدائي لا يقل عن 45 دقيقة وزمن التجمد النهائي لا يزيد عن 10 ساعة .**

**ملاحظة:-**
**ان تحديد وقت التجمد الابتدائي بما لا يقل عن (45) دقيقة لأجل اتمام عملية الخلط والنقل والصب والتسوية للاسمنت في هذا الوقت قبل تماسك الاسمنت, اما تحديد وقت التجمد النهائي بما لا يزيد عن (10) ساعة لغرض التسريع في رفع القوالب الخاصة بالصب.**

## اختبار الثبات Soundness Test

يتم اختبار الثبات للاسمنت بطريقة (Le-Chatelier) وذلك بمعرفة مقدار التمدد لعجينة الاسمنت . وتشترط المواصفات البريطانية والعراقية بان لا يزيد تمدد الاسمنت المفحوص بهذه الطريقة عن 10 ملم.

### الغرض من الاختبار Purpose of Test

تحديد ثبات الاسمنت بطريقة لي شاتليه لمعرفة مقدار التمدد لعجينة الاسمنت.

### الادوات والاجهزة المستعملة:- Apparatus and Device

1- جهاز لي شاتليه شكل (2).
2- لوح زجاجي.
3- ميزان حساس
4- اسطوانة قياس ماء.
5- سكينة خلط الاسمنت.
6- حمام مائي.

**شكل (2) جهاز لي شاتليه**

### طريقة الاختبار Test Method

**الطريقة المتبعة في هذا الاختبار مبنية على المواصفات البريطانية ( B.S.12:part 2:1971).**

1- تحضر عجينة اسمنت ذات قوام قياسي باستخدام (200غم) من الاسمنت وحسب الطريقة المتبعة في فحص القوام.
2- يوضع القالب على لوح زجاجي صغير ويملا بعجينة الاسمنت مع الاحتفاظ بشقي القالب بصورة منطبقة قدر الامكان بحيث لا تزيد الفتحة بين الشقين عن (0.5ملم).
3- يغطى القالب بلوح زجاجي اخر ويوضع فوقه ثقل صغير.
4- يغمر القالب مع لوحيه الزجاجيين بعد ذلك مباشرة في ماء نظيف درجة حرارته (19±1) م° ويترك لمدة (24 ساعة).
5- يرفع القالب من الماء وتقاس المسافة بين طرفي مؤشري القالب.
6- يغمر القالب ثانية في ماء درجة حرارته (19م°) وترفع درجة حرارة الماء تدريجيا" الى ان تصل الى درجة الغليان خلال مدة (25-30 ) دقيقة ويستمر الغليان لمدة ساعة واحدة.

7- يرفع القالب من الماء ويترك ليبرد ثم تقاس المسافة بين طرفي مؤشري القالب للمرة الثانية.
8- يحسب الفرق بين القرآءتين للمسافة بين طرفي مؤشري القالب ويكون معبرا" عن تمدد الاسمنت.

**تحديدات المواصفات:-**
**تنص المواصفات البريطانية على ان لا يزيد تمدد الاسمنت المفحوص بهذه الطريقة على 10 ملم.**
**وفي حالة عدم مطابقة الاسمنت لهذا الشرط يعاد اختبار ثبات الحجم على عينة من نفس الاسمنت بعد تهويته لمدة أسبوع وذلك بفرشه بارتفاع 75ملليمتر تقريبا على سطح جاف رطوبته النسبية 50-80% وفي هذه الحالة لا يزيد تمدد الأسمنت على 5مم.**

## اختبار مقاومة الاسمنت Strength Of Cement Test

ان من أهم الخواص اللازمة للأغراض الإنشائية هي المقاومة الميكانيكية للإسمنت.
تعتمد مقاومة الملاط (Mortar) أو الخرسانة على: -

1- تماسك (Cohesion) عجينة الاسمنت.
2- تلاصق (Adhesion) عجينة الاسمنت بحبيبات الركام.
3- مقاومة حبيبات الركام.

## اختبار مقاومة الانضغاط Compressive Strength Test

### الغرض من الاختبار Purpose of Test

تعيين مقاومة الانضغاط لملاط الاسمنت ( مونة الاسمنت).

### الادوات والاجهزة المستعملة:- Apparatus and Device

1 ماكنة اهتزاز
2- قوالب مكعبات (70,7± 0.1) ملم
3 ماكنة قياس الضغط
4- ميزان حساس.
5- اسطوانة قياس الماء
6- مالج خلط.

### طريقة الاختبار:- Test Method

**الطريقة المتبعة في هذا الاختبار مبنية على المواصفات البريطانية ( B.S.12:part 2:1971).**

لاختبار مقاومة الانضغاط لملاط الاسمنت تستعمل مكعبات ( عدد 6 ) بأبعاد (70*70 ±0.1 ) ملم وبنسبة خلط جزء واحد من الاسمنت إلى ثلاثة أجزاء( بالوزن) من الرمل القياسي. حيث يتم خلط (200) غم من الاسمنت مع (600) غم من الرمل القياسي مع (80) غم من الماء لكل مكعب حيث يخلط الاسمنت مع الرمل القياسي بحالتهما الجافة اولا بالمالج وعلى سطح غير مسامي لمدة دقيقة واحدة ثم يضاف الماء وتخلط لمدة (4) دقائق اخرى وبعد ذلك يثبت القالب على ماكنة الاهتزاز ويفرغ ملاط الاسمنت في القالب ويرص بواسطة جهاز اهتزاز قياسي لمدة دقيقتين بعدها يرفع القالب ويوضع في جو رطوبته النسبية لا تقل عن 90% ودرجة حرارة 19+1 درجة مئوية لمدة (24)

ساعة وتغطى القوالب بلوح مستوي وغير مسامي مثل المطاط لتقليل التبخر . بعد مرور (24) ساعة ترفع المكعبات من القالب وتوضع عليها علامات لغرض تميزها ثم تغمر مباشرة في ماء درجة حرارته 19+1 درجة مئوية وتترك لحين الاختبار.
وتفحص ثلاث مكعبات بعد (3) أيام والثلاثة الأخرى بعد (7) أيام.

$$\text{مقاومة الانضغاط} = \frac{P}{A}$$

**حيث:-**
**P = القوة المسببة لفشل النموذج ( نيوتن)**
**A = مساحة سطح النموذج (ملم$^2$)**

**الرمل القياسي:-**
1-يكون مغسولا" ومجففا".
2- ان لا يزيد ما يفقده بالغسل بحامض الهيدروليك الساخن عن (0.25%) ويجري التاكد من ذلك بوزن 2غم من الرمل المجفف بدرجة 100م لمدة ساعة ويضاف اليه 20 مللتر من حامض الهيدروكلوريك ( وزنه النوعي 1.16) و 20 مللتر ماء مقطر ويسخن فوق حمام مائي لمدة ساعة ثم يرشح ويغسل جيدا" بالماء الساخن ويجفف ثم يحرق في جفنة خزفية مغطاة سبق وزنها ثم يبرد ويوزن.
3- ان يمر بكامله من منخل قياسي سعة فتحته 850 مايكرون ( رقم 18) ولا يتجاوز المار من منخل600 (رقم 25) عن 10% من وزنه.
**تحدد المواصفات البريطانية:( B.S.12 ). معدل الانضغاط لثلاث مكعبات من ملاط الاسمنت (مونة الاسمنت) كما يلي:-**

**<u>*- الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي</u>**

**بعد (3) أيام لا يقل عن 15 نيوتن/ مم$^2$.**
**بعد (7) أيام لا يقل عن 23 نيوتن / مم$^2$ وهذه يجب أن تكون اكبر من مقاومة الانضغاط لثلاثة أيام.**

**<u>*- الاسمنت البورتلاندي سريع التصلب</u>**

**بعد (3) أيام لا يقل عن 21 نيوتن/ مم$^2$.**
**بعد (7) أيام لا يقل عن 28 نيوتن / مم$^2$ وهذه يجب أن تكون اكبر من مقاومة الانضغاط لثلاثة أيام.**

**<u>الشد المباشر (Direct Tension)</u>**

في هذا الفحص تستخدم عينات من ملاط الاسمنت ( عدد 6 ) على شكل الرقم 8 وبأبعاد محددة وتحسب مقاومة الشد لملاط الاسمنت من حاصل قسمة الثقل الذي ينكسر فيه النموذج على المساحة المعرضة لهذا الثقل.

**<u>الانثناء (Flexure)</u>**
هذا الفحص يحدد مقاومة الشد (Tensile Strength) بالانحناء (Bending) وذلك لان عجينة الاسمنت تكون أقوى تحت تأثير الانضغاط (Compression) عما هي تحت الشد (Tension).