تكنلوجيا الخرسانة 1

الجزء العملي

المرحلة الثانية

Asst. Lec. Nora AL-Anssari

-1-

فحوصات الاسمنت

1- فحص نعومة الأسمنت Fineness of cement

هو اختبار يتم إجراؤه لتحديد مدى نعومة حبيبات الاسمنت، وهو أمر مهم لأنه يؤثر بشكل كبير على خصائص الأسمنت مثل معدل التفاعل مع الماء، زمن الشك، وقوة التحمل.

إن سرعة عملية الإماهة تعتمد على نعومة حبيبات الاسمنت، كلما زادت نعومة الأسمنت، زادت سرعة عملية الاماهة ولكن من الناحية الأخرى فأن الحصول على نعومة عالية تحتاج إلى كلفة اقتصادية لا يستهان بها ويجعل الاسمنت أسرع تضرراً عند التعرض للجو وأشد تفاعلاً مع الركام القابل للتفاعل مع القلويات الموجودة في الاسمنت ولهذا يجب السيطرة على نعومة الاسمنت بدقة وعناية.

طرق فحص نعومة الأسمنت:

- **فحص المنخل(Sieve Analysis) :** وهي الطريقة التقليدية لقياس نعومة الاسمنت وفيها تقاس نسبة الاسمنت المتبقي على المنخل رقم (200)، (75) مايكرون). ويجب ان لا تزيد نعومة الاسمنت عن 10% من وزن الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي, و 5% من وزن الاسمنت سريع التصلب.

الأدوات المطلوبة:

1. منخل رقم 200 (75 ميكرون): وهو المنخل القياسي لقياس نعومة الأسمنت.
2. ميزان دقيق.
3. فرشاة ناعمة.

خطوات الفحص:

1 - يتم أخذ 100 غرام من الأسمنت المجفف.

2 - يتم هز العينة على المنخل رقم 200 لمدة 10-15 دقيقة.

3 - بعد انتهاء الهز، يتم وزن كمية الاسمنت المتبقية على المنخل.

4 - يتم حساب النسبة المئوية للمواد المتبقية على المنخل مقارنة بالوزن الكلي للعينة.

الحساب:

$$\textbf{النعومة\%} = \frac{\text{وزن الاسمنت المتبقية على المنخل}}{\text{وزن الاسمنت الكلي}} * 100$$

❖ فحص نفاذية الهواء (Blaine's Air Permeability Test)

هذه الطريقة تقيس المساحة السطحية النوعية للأسمنت بناءً على كمية الهواء التي تمر عبر طبقة مضغوطة من الأسمنت. وكلما زادت المساحة السطحية، زادت نعومة الأسمنت.

الأدوات المطلوبة:

1. جهاز بلين لفحص نفاذية الهواء(Blaine's Apparatus)

ويتكون الجهاز من الاجزاء التالية:

- خلية التنافذ: تتكون من اسطوانة جاسئ مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ.
- القرص: يصنع القرص من معدن غير قابل للتأكل وينطبق القرص على جدار الخلية بصورة محكمة.
- الكباس: يصنع الكباس من الفولاذ المقاوم للصدأ وينطبق بإحكام داخل الاسطوانة.
- ورقة ترشيح يكون ورق الترشيح من نوع متوسط السرعة بشكل اقراص دائرية وبقطر مساوي لقطر الخلية الداخلية.
- مضخة هواء وأنبوب زجاجي قطره الخارجي 9 ملم وبسمك اعتيادي.

2. ميزان دقيق.

جهاز بلين

خطوات الفحص:

1 - يتم ضغط كمية معينة من الأسمنت في أسطوانة قياسية بالجهاز.

2 - يتم قياس الوقت الذي يستغرقه تدفق كمية محددة من الهواء عبر العينة.

3 - يتم حساب سطح الإسمنت النوعي بناءً على معدل تدفق الهواء.

النتائج:

يتم التعبير عن النعومة بوحدة متر مربع لكل كيلوغرام.(m^2/kg)

بالنسبة للأسمنت البورتلاندي العادي، تكون النعومة عادة بين 225 إلى 400 m^2/kg

أهمية فحص نعومة الأسمنت:

- ✓ تحديد معدل التفاعل: الأسمنت الأكثر نعومة يتفاعل بشكل أسرع مع الماء، مما يؤدي إلى زيادة الحرارة الناتجة وسرعة تصلب الخرسانة.
- ✓ تحسين قابلية التشغيل: النعومة العالية للأسمنت تعطي الخرسانة قابلية تشغيل أفضل، وتزيد من مقاومتها.
- ✓ ضبط خصائص الشك: النعومة تؤثر على أوقات الشك (الابتدائي والنهائي)، حيث الأسمنت الناعم يشك بشكل أسرع.

المواصفات القياسية لفحص نعومة الأسمنت:

- ✓ ASTM C204: Standard Test Methods for Fineness of Hydraulic Cement by Air-Permeability Apparatus (لفحص نفاذية الهواء).

- ✓ ASTM C430: Standard Test Method for Fineness of Hydraulic Cement by the 45-µm (No. 325) Sieve (لفحص المنخل).

- ✓ BS EN 196-6: Methods of testing cement – Determination of fineness.

2- فحص القوام القياسي للأسمنت Standard Consistency of cement

هو اختبار يستخدم لتحديد نسبة الماء اللازمة لتشكيل عجينة إسمنتية ذات قوام قياسي. هذا القوام هو الذي يسمح لإبرة جهاز فيكات بالاختراق إلى عمق معين عند إجراء اختبار القوام القياسي، ويتم استخدام هذه النسبة لاحقًا في اختبارات زمن الشك الابتدائي والنهائي وقوة الضغط.

الأدوات المطلوبة:

1 .جهاز فيكات :(Vicat Apparatus) يتكون من إبرة متحركة وقالب وصينية اختبار.

2 .ميزان: لوزن كمية الأسمنت والماء.

جهاز فيكات

خطوات إجراء فحص القوام القياسي:

1 .تحضير العجينة: يتم وزن 400 غرام من الأسمنت.

- ✓ يتم إضافة كمية معينة من الماء النظيف بنسبة محددة (عادةً 26-30% من وزن الأسمنت) لتحضير العجينة.
- ✓ يتم خلط الأسمنت والماء جيدًا للحصول على عجينة متجانسة تكون مدة الخلط 4 دقائق. (مدة الخلط: هي الزمن المحصور بين اضافة الماء الي الاسمنت الجاف حتى بداية مليء قالب جهاز فيكات بعجينة الاسمنت).

2 .وضع العجينة في قالب جهاز فيكات:

- ✓ يتم وضع العجينة المحضرة في قالب جهاز فيكات بحيث تملأه بشكل متساوٍ دون وجود فراغات.
- ✓ يتم تسوية سطح العجينة مع حافة القالب.

3 .إجراء الفحص باستخدام إبرة فيكات:

- ✓ يتم ضبط جهاز فيكات بحيث تكون الإبرة الاسطوانية A (قطرها 10 ملم) ملامسة لسطح العجينة.
- ✓ يتم تترك الإبرة الاسطوانية لتهبط بشكل حر تحت تأثير الجاذبية وتخترق العجينة.
- ✓ يتم قياس عمق الاختراق: مقدار نفاذ الطرف الاسطواني في عجينة الاسمنت لتعيين المسافة بينه وبين قاع القالب بواسطة التدرج الموجود بالجهاز.

تحليل النتائج:

- ✓ الهدف هو تعديل نسبة الماء حتى تصل الإبرة إلى عمق يتراوح بين 5-7 ملم من قاع القالب.

إذا اخترقت الإبرة أكثر من المطلوب، يتم تقليل نسبة الماء، وإذا اخترقت أقل، يتم زيادة نسبة الماء.

- ✓ يُعاد الاختبار عدة مرات حتى يتم الوصول إلى النسبة الماء المناسبة التي تحقق الاختراق المطلوب للإبرة (5-7 ملم); هي القوام القياسي للأسمنت.
- ✓ هذه النسبة تُستخدم لاحقًا في اختبارات زمن الشك، وقوة الضغط، وغيرها من الاختبارات ذات الصلة.
- ✓ يمكن استعمال النتائج التي تم الحصول عليها من العجائن المختلفة لرسم منحني يمثل العلاقة بين النسبة المئوية للماء وبعد طرف اسطوانة الجهاز عن قاع القالب ويحدد من هذا المنحني كمية الماء التي تعطي عجينه قياسية وتتراوح نسبة الماء اللازمة لتشكيل العجينة القياسية بين 26-30 % من وزن الاسمنت لجميع انواع الاسمنت.

أهمية الفحص:

1 .تحسين جودة العمل: يساعد هذا الفحص في تحديد نسبة الماء المثلى التي يجب إضافتها للأسمنت لتحسين قابلية التشغيل.

2 .أساس لاختبارات أخرى: نتائج هذا الفحص تُستخدم كمرجع في اختبارات زمن الشك، الانتفاخ، وقوة الضغط.

3 .التأكد من جودة الأسمنت: يتم استخدام هذا الفحص في مختبرات الفحص لضمان أن الأسمنت المستعمل يلبي المواصفات المطلوبة.

المواصفات القياسية:

- ✓ ASTM C187: Standard Test Method for Amount of Water Required for Normal Consistency of Hydraulic Cement.

- ✓ BS EN 196-3: تغطي طرق اختبار القوام القياسي للأسمنت.

3- فحص زمن الشك للأسمنت Setting time of cement

فحص زمن الشك الابتدائي والنهائي للأسمنت هو اختبار مهم لتحديد الوقت الذي يبدأ فيه الأسمنت بالتصلب (الشك الابتدائي) والوقت الذي تصبح فيه عجينة الاسمنت صلبة بشكل تام (الشك النهائي). هذه الفحوصات ضرورية في مواقع البناء لضمان التعامل الصحيح مع الخرسانة ومنع التشققات أو المشاكل أثناء التنفيذ. يتم إجراء الفحص باستخدام جهاز فيكات (Vicat Apparatus).

الأدوات المطلوبة:

1. جهاز فيكات (Vicat Apparatus): يتكون من إبرة قياس، قالب, صينية اختبار، وجهاز ميكانيكي لرفع وخفض الإبرة.
2. عجينة الأسمنت: يتم تحضير عجينة من الأسمنت والماء بنسبة تحدد عادة حسب معايير قياسية، مثل الحصول على القوام القياسي (Standard Consistency).
3. ميزان: لوزن كمية الأسمنت والماء.
4. زمنية أو ساعة توقيت: لتسجيل زمن الشك بدقة.

جهاز فيكات

الابرة B

الابرة C

خطوات إجراء الفحص:

1. يتم خلط الأسمنت مع الماء للحصول على عجينة ذات قوام قياسي. هذا القوام يتم تحقيقه عندما تخترق إبرة جهاز فيكات العجينة لمسافة معينة (عادة 5-7 ملم من القاع).
2. توضع العجينة في قالب جهاز فيكات والذي يوضع على لوح مستوي غير مسامي ثم يسوى سطح العجينة مع حافة القالب.
3. وضع قالب فيكات المملوء بعجينة الاسمنت القياسية تحت ابرة الجهاز (B) ثم تخفض الابرة بهدوء حتى تلامس سطح العجينة وتترك حرة لتنفذ في العجينة تحت تأثير الوزن الكلي للحامل والابرة.
4. تكرر عملية نفاذ الابرة في العجينة بين فترة وأخرى وفي مواضع مختلفة منها (مع مراعاة تنظيف الابرة كل مرة إلى أن تنفذ الابرة الى مسافة لا تزيد عن 5 مم من قاعدة قالب فيكات، وبذلك يكون الزمن اللازم للتجمد الابتدائي هو الفترة المحصورة بين وقت اضافة الماء إلى الاسمنت الجاف ووقت نفاذ ابرة جهاز فيكات في عجينة الاسمنت المسافة لا تزيد عن 5 مم تقريبا من قاعدة قالب فيكات.
5. لغرض تعيين زمن التجمد النهائي تستبدل الابرة (B) بالجزء (C) المكون من ابرة مع جزء اضافي ذو مقطع دائري مثبت حولها، ويدلى هذا الجزء ببطء الى ان يمس سطح عجينة الاسمنت وحينئذ يترك حرا لينفذ في العجينة تحت تأثير الوزن الكلي للحامل مع الجزء (C).
6. تكرر عملية نفاذ الجزء (C) بين فترة واخرى وفي مواضع مختلفة من سطح العجينة الى ان تترك الابرة اثرا على سطح عجينة الاسمنت بينما لا يظهر الاثر للجزء المثبت حولها وبذلك يكون الزمن اللازم للتجمد النهائي هو الفترة المحصورة بين لحظة اضافة الماء الى الاسمنت الجاف ولحظة ترك الابرة اثرا على سطح العجينة دون أن يظهر الاثر الدائري للجزء المثبت حولها.

فحص زمن الشك الابتدائي:

الشك الابتدائي: يُعرّف بأنه الوقت الذي يفقد فيه الأسمنت قدرته على الانسياب ويبدأ بالتصلب وهو الفترة المحصورة بين وقت اضافة الماء إلى الاسمنت الجاف ووقت نفاذ ابرة جهاز فيكات في عجينة الاسمنت حتى نفاذ الإبرة إلى عمق (عادة 5 ملم) من قاعدة القالب، يتم تكرار العملية كل 15 دقيقة تقريبًا

زمن الشك الابتدائي: يجب ألا يقل عن 45 دقيقة في معظم أنواع الأسمنت.

فحص زمن الشك النهائي:

الشك النهائي: هو الوقت الذي تصبح فيه العجينة صلبة بشكل كامل وتتحمل الضغط هو الفترة المحصورة بين لحظة اضافة الماء الى الاسمنت الجاف ولحظة ترك الابرة اثرا على سطح العجينة دون أن يظهر الاثر الدائري للجزء المثبت حولها.

زمن الشك النهائي: لا يجب أن يزيد عن 10 ساعات (أو 600 دقيقة) في معظم الأنواع، ولكن قد تختلف هذه الحدود حسب نوع الأسمنت.

العوامل التي تؤثر على زمن الشك:

1. نوع الأسمنت: أنواع مختلفة من الأسمنت مثل الأسمنت البورتلاندي، الأسمنت المقاوم للكبريتات، أو الأسمنت سريع الشك قد يكون لها أزمنة شك مختلفة.

2. درجة الحرارة: ارتفاع درجة الحرارة يزيد من سرعة الشك، بينما درجات الحرارة المنخفضة تبطئ العملية.

3. نسبة الماء إلى الأسمنت: زيادة كمية الماء قد تؤخر زمن الشك، بينما تقليله يمكن أن يسرع من العملية.

4. المواد المضافة: إضافة مواد كيميائية مثل المسرعات أو المبكرات قد تؤثر على أزمنة الشك.

أهمية الفحص:

- ✓ يساعد في تحديد الوقت المتاح للعمل مع الخرسانة قبل أن تبدأ بالتصلب.
- ✓ يضمن جودة الأسمنت ومطابقته للمواصفات المطلوبة.

- ✓ مهم لتفادي حدوث مشاكل مثل التشقق أو عدم استقرار الخرسانة أثناء التنفيذ.

المواصفة القياسية لفحص زمن الشك الابتدائي والنهائي للأسمنت:

1. المواصفة القياسية الدولية (ISO):

ISO 9597:2008: Cement — Test methods — Determination of setting time and soundness

هذه المواصفة تحدد الطرق القياسية لتحديد زمن الشك الابتدائي والنهائي للأسمنت باستخدام جهاز فيكات.

2. المواصفة الأوروبية (EN):

EN 196-3: Methods of testing cement — Part 3: Determination of setting times and soundness

تُستخدم هذه المواصفة في أوروبا لتحديد زمن الشك الابتدائي والنهائي، بالإضافة إلى استقرار الأبعاد (الانتفاخ).

3. المواصفة الأمريكية (ASTM):

ASTM C191: Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle

هذه المواصفة القياسية تُستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية وتحدد طرق اختبار زمن الشك للأسمنت الهيدروليكي باستخدام إبرة فيكات.

4. المواصفة البريطانية (BS):

BS EN 196-3: تُعادل المواصفة الأوروبية EN 196-3 ، وهي معتمدة في بريطانيا لتحديد زمن الشك للأسمنت.

5. المواصفة العراقية:

المواصفة العراقية رقم 5: يتم في العراق استخدام هذه المواصفة لتحديد متطلبات وطرق اختبار الأسمنت، وتغطي جوانب مختلفة منها فحص زمن الشك.

تطبيق المواصفة:

يتم تطبيق هذه المواصفات بشكل موحد لضمان أن نتائج الاختبار متوافقة مع المتطلبات الهندسية والجودة، وتُستخدم هذه المواصفات في المصانع ومختبرات الفحص لضمان جودة الأسمنت قبل الاستخدام في المشاريع.

4- فحص مقاومة الانضغاط لعجينة الاسمنت Compressive strength of cement

فحص مقاومة الانضغاط لعجينة الاسمنت هو اختبار يهدف إلى قياس تحمل عجينة الأسمنت أو المونة (خلطة من الأسمنت والرمل والماء) لقوى الضغط المسلطة عليها دون أن تتعرض للكسر. يعتبر هذا الفحص من أهم الاختبارات التي تُجرى على الأسمنت لأنه يعكس مدى قوة ومتانة الأسمنت عند استخدامه في الخرسانة أو في الخلطات الأسمنتية.

الأدوات المطلوبة:

1. قالب مكعبات: عادةً بأبعاد (50×50×50) ملم أو (70.7×70.7×70.7) ملم.
2. جهاز فحص الانضغاط: يطبق الحمل حتى تصل العينة إلى الفشل (الكسر).
3. ميزان: لوزن الأسمنت والرمل والماء (بالاعتماد على القوام القياسي).
4. رمل قياسي: يستخدم في الخلط مع الأسمنت لإعداد عينات المونة.

- تتوفر في الرمل القياسي المستخدم في هذا الفحص الشروط التالية:

✓ يكون مغسولا ومجففا.
✓ لا يزيد ما يفقده بالغسل بحامض الهيدروكلوريك الساخن عن 0.25%.
✓ أن يمر بكامله من منخل مقاس 850 مايكرون وان لا يزيد مقدار ما يمر من منخل مقاس 600 مايكرون للمواصفات المذكورة عن 10% من وزنه.

5. خلّاط ميكانيكي: لخلط المونة.
6. حوض الانضاج: لإنضاج العينات بالماء لعمر معين.

قوالب مونة الاسمنت

جهاز فحص مقاومة الانضغاط

خطوات الفحص:

1. تحضير المونة:

- ✓ يتم تحضير المونة عن طريق خلط جزء واحد من الأسمنت مع ثلاثة أجزاء من الرمل القياسي، مع إضافة نسبة ماء مناسبة (عادة ما تكون نسبة الماء 10% من وزن الاسمنت و الرمل معاً).
- ✓ ويتم خلط المكونات جيدًا باستخدام الخلاط الميكانيكي حتى نحصل على مونة متجانسة.

2. صب العينات في القوالب:

- ✓ يتم دهن القوالب بالزيت أو مادة مانعة للالتصاق لضمان سهولة إخراج العينات بعد التصلب.
- ✓ يتم صب المونة في القوالب على طبقات، وكل طبقة يتم رصها باستخدام عصا رص معدني للتأكد من إزالة الهواء وضغط المونة جيدًا.

3. معالجة العينات:

- ✓ بعد الصب، تُترك العينات لمدة 24 ساعة في جو رطب حتى تصلب جزئيًا.
- ✓ بعد 24 ساعة، يتم إخراج العينات من القوالب ووضعها في حوض ماء يتم ضبط حرارته عند 27±2 درجة مئوية لمدة 7 أو 28 يومًا (حسب متطلبات الفحص) لضمان معالجة كاملة.

4. اختبار العينات:

- ✓ بعد فترة المعالجة المطلوبة، تُخرج العينات من الماء وتجفف سطحها.
- ✓ يتم وضع العينة في جهاز الانضغاط بحيث تتوزع القوى بالتساوي على كامل سطح العينة.
- ✓ يتم تشغيل جهاز الانضغاط وتسليط الحمل بشكل تدريجي حتى يحدث الكسر.
- ✓ تُسجل قيمة الحمل الأقصى الذي تحملته العينة قبل الكسر.

حساب مقاومة الانضغاط:

مقاومة الانضغاط يتم حسابها لمعدل نتائج ثلاث مكعبات مفحوصة بنفس العمر وباستخدام الصيغة التالية:

$$\boldsymbol{Compressive\ strength\ (Mpa) = \frac{P\ (N)}{A\ (m^2)}}$$

P: هو الحمل الذي سجله جهاز الانضغاط عند حدوث الكسر (بالنيوتن أو بالكيلو نيوتن).

A: مساحة سطح العينة: هي مساحة السطح المقاس للمكعب أو العينة التي يتم تطبيق الحمل عليها (بالمتر المربع).

تحليل النتائج:

- ✓ تقاس مقاومة الانضغاط عادة بعد 7 أيام و28 يومًا من المعالجة.
- ✓ مقاومة الانضغاط بعد 28 يومًا تعكس قدرة الأسمنت على التحمل على المدى الطويل، وتعتبر مقياسًا هامًا لتحديد جودة الأسمنت.
- ✓ تعتمد النتيجة على نوع الأسمنت المستخدم، حيث تختلف المواصفات الفنية لكل نوع.

أهمية الفحص:

- ✓ تحديد جودة الأسمنت: يعكس الفحص مدى قوة تحمل الأسمنت عند استخدامه في الخلطات الخرسانية، وهو مؤشر أساسي لجودة الأسمنت.
- ✓ ضمان المتانة: يساعد في تحديد مدى متانة المنشآت التي يتم استخدام الأسمنت فيها، وضمان أنها ستحقق المتطلبات التصميمية المطلوبة.

المواصفات القياسية لفحص مقاومة الانضغاط:

- ✓ ASTM C109/C109M: Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars.

- ✓ BS EN 196-1: Methods of testing cement – Determination of strength.

- ✓ المواصفة العراقية: تعتمد نفس الطرق والمواصفات العالمية لفحص مقاومة الانضغاط.

القيم المعيارية لمقاومة الانضغاط:

- ✓ وفقًا للمواصفات القياسية مثل ASTM C109، تتراوح مقاومة الانضغاط للأسمنت البورتلاندي العادي بعد 28 يومًا بين 20 إلى 40 ميكا باسكال.