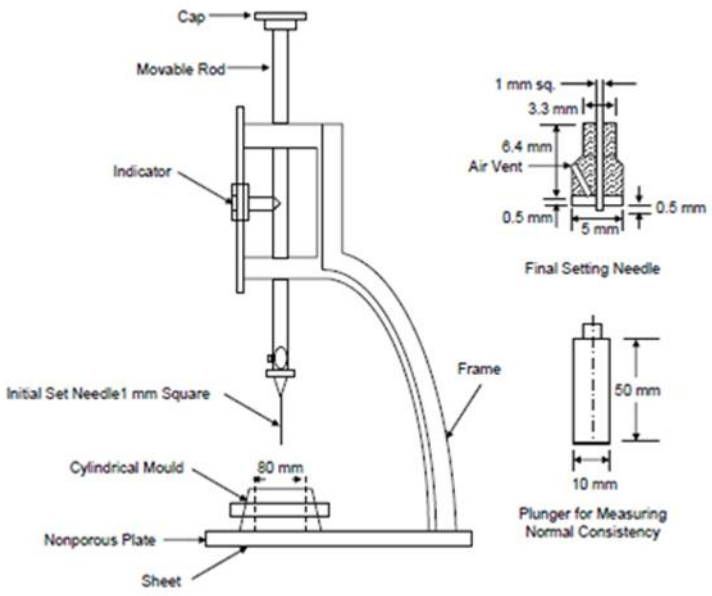
المحاضرة الخامسة

الخواص الفيزيائية للاسمنت وفحوصاتها

- **القوام القياسي للاسمنت Standard consistence of Cement**

كمية الماء اللازمة لاعطاء الاسمنت قواما قياسيا اي انها النسبة المثلى للماء الى الاسمنت w/c. هذا من الناحية الفيزيائية وليست بالضرورة هي النسبة المثلى لاتمام عملية الاماهة من الناحية الكيميائية. يستخدم جهاز فيكات الموضح في الشكل لغرض تحديد القوام القياسي. (تاخذ التجربة كاملة في المختبر الا ان المبدأ الرئيس يجب ان يوضح هنا).



شكل ومخطط يوضح جهاز فيكات المستخدم في تحديد القوام القياسي وزمن التجمد الابتدائي والنهائي للاسمنت

- **التجمد والتصلب في الاسمنت Setting and Hardening of Cement**

بعد خلط الاسمنت بالماء هناك نوعان رئيسيان من أنواع التجمد:

- التجمد الابتدائي Initial setting :- الزمن اللازم لوضع الخرسانة في القوالب ولا يقل عن 45 دقيقة حسب المواصفات العراقية رقم 5 لسنة 1984 . (لماذا يحدد)
- التجمد النهائي Final Setting :- الزمن اللازم لتصلب الخرسانة ورفع القوالب ولايزيد عن 10 ساعات حسب المواصفة المذكورة أعلاه . (لماذا يحدد)
- (تاخذ التجربة لقياس هذين الزمنين في المختبر الا ان المبدأ الرئيس يجب ان يوضح هنا).

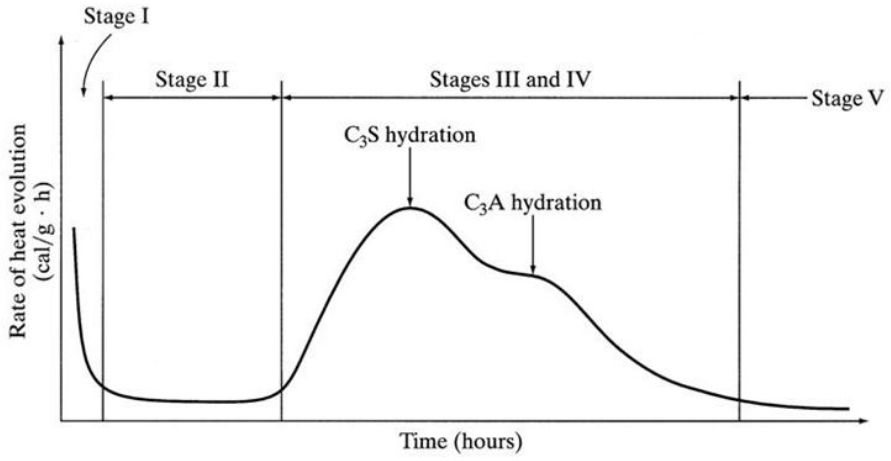
تمر عملية التجمد " الابتدائي والنهائي " بخمس مراحل :-

1- المرحلة الأولى :- تستمر عدة دقائق وتبدأ أثناء خلط الاسمنت والماء وتتولد حرارة للتفاعل.

2- المرحلة الثانية (وتسمى أيضا مرحلة السبات) :- في هذه المرحلة تتغلف حبيبات الاسمنت بغلاف مائي رقيق يمنع التفاعل بينه وبين الماء وتستمر من .hr 1-4

3- المرحلة الثالثة والرابعة:- في هذه المرحلة يبدأ التفاعل من جديد وتبدأ الجزيئات بالانحلال وترتفع درجة الحرارة ويصل التفاعل الذروة خلال .hr 6

4- المرحلة الخامسة:- مرحلة التصلب واكتساب المقاومة.



شكل يوضح مراحل تجمد الاسمنت

يعتمد زمن التجمد على :

- التركيب الكيميائي للاسمنت ، - نعومة الاسمنت ،- درجة الحرارة ، - كمية الماء الداخلة في العجينة

- **أنواع التجمد تبعا لفاعلية C3A وتوفر ايونات الكبريتات SO3 في المحلول :-**

الجدول التالي يوضح هذه الأنواع :-

فاعلة C3A	توفر SO3 في المحلول	زمن التجمد .hr	نوع التجمد
واطئ	واطئ	2-4	تجمد اعتيادي Normal setting
عالي	عالي	1-2	تجمد اعتيادي Normal setting
عالي	واطئ	10 - 45 min	تجمد سريع Quick setting
عالي	قليل أو معدوم	اقل من 10 min	تجمد فجائي Flash setting
واطئ	عالي	اقل من 10 min	تجمد كاذب False setting

التجمد الكاذبFalse Setting :- وهو تجمد غير حقيقي يحصل في غير أوانه في خلال بضع دقائق من إضافة الماء إلى الاسمنت ويختلف عن التجمد الفجائي لان الحرارة المتولدة تكون قليلة جدا ويمكن السيطرة على هذا النوع من التجمد كما ويمكن استرجاع اللدونة وإعادة خلط العجينة من جديد دون إضافة الماء وبدون فقدان للمقاومة ومن أسبابه :-

1- جفاف ماء الجبس $CaSO_4.2H_2O$
2- الخزن الردئ .
3- تنشيط فاعلية C3S المعرض للجو الرطب .

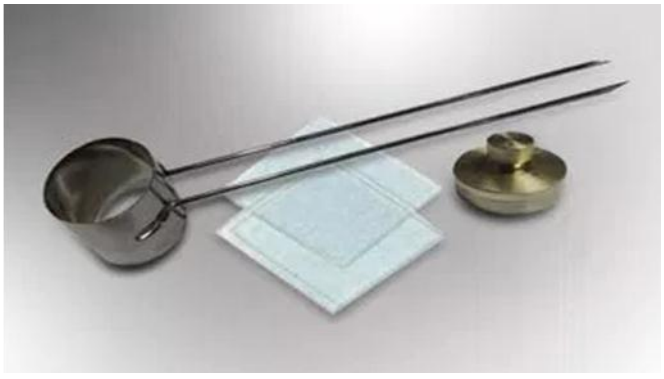
- **ثبات الاسمنت Soundness of Cement**

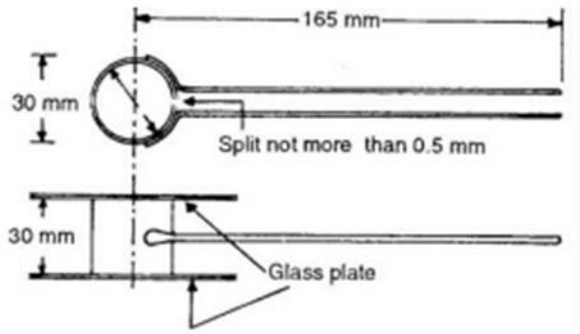
من الضروري أن لا يحصل أي تمدد في عجينة الاسمنت بعد التجمد لان ذلك يؤدي إلى التغير ألحجمي وبالتالي تمزق العجينة المتصلبة عندما تكون تحت ظروف مقيدة

- أسبابه :

1- تأخر أو بطئ عملية الاماهة للجير الحر CaO والمغنيسيا الحرة MgO ولا يمكن تحديد الجير الحر بالتحليل الكيميائي لصعوبة التمييز بين CaO الغير متفاعل و Ca(OH)2 الناتج من اماهة السيليكات
2- وجود سلفات الكالسيوم المائية التي تضاف إلى الكلنكر ففي حالة توفر الجبس بكمية اكبر من C3A فان الجبس الفائض يتمدد ببطء مسببا عدم الثبات للاسمنت.

- الجهاز المستخدم للفحص هو جهاز لي شاتيليه . (تاخذ التجربة في المختبر الا ان المبدأ الرئيس يجب ان يوضح هنا).





شلل وخطط جهاز لي شاتيليه المستخدم في قياس ثبوتية الاسمنت

- **نعومة الاسمنت Fineness of Cement**

- تؤثر على عملية تفاعل الاسمنت مع الماء حيث كلما زادت نعومة الاسمنت كان التفاعل أسرع وبالتالي زيادة المقاومة وخصوصا بالأعمار المبكرة
- كلما كانت النعومة عالية فهذا يعني أن الاسمنت الناعم سوف يدخل بين الفراغات الموجودة داخل الركام وبذلك يعمل على الربط الجيد بين الاسمنت والركام .
- بالرغم مما ذكر أعلاه من محاسن زيادة نعومة الاسمنت يجب تحديدها للأسباب التالية :-

1- كلفة طحن الكلنكر سوف تزداد بزيادة النعومة

2- الاسمنت ذو النعومة العالية جدا يتعرض إلى عملية الاماهة أثناء الخزن السيئ

3- زيادة النعومة تؤدي إلى زيادة المساحة السطحية للقلويات (K_2O , Na_2O) التي تتفاعل مع سليكا الركام وتسبب تلف الخرسانة وتشققها .

4- زيادة النعومة تسبب زيادة المساحة السطحية للمركب C3A مما يتطلب زيادة كمية الجبس لتأخير تفاعل C3A مع الماء .

- سابقا الطريقة المتبعة لقياس النعومة الطريقة البريطانية حيث المتبقي على منخل 90 لاتزيد على 10% الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي و 5% للاسمنت سريع التصلب .
- المتبقي عل المنخل 75 لا تزيد على 22% للاسمنت البورتلاندي الاعتيادي
  - هنالك طرق أخرى لقياس النعومة :-

1- طريقة لي ونيرس (Lee and Nurse) - air premability BS part 12 :1971

2- طريقة واكنر (Wagnor method) ASTM C115-10

3- طريقة البلين (Blain method) ASTM C204-07-, BS EN 196-6:2010. وهذه الطريقة هي المعتمدة في الامواصفات القياسية العراقية للاسمنت IQS No.5 1984

- **مقاومة الانضغاط لمونه الاسمنت Compressive strength of cement mortar**

(تاخذ التجربة في المختبر الا ان المبدأ الرئيس يجب ان يوضح هنا).

- فحوصات المقاومة لا تجري على عجينة الاسمنت الخالصة بسبب صعوبة الحصول على نماذج جيدة للفحص

- تستخدم للفحص مونة اسمنت بنسبة رمل : اسمنت (2.75)1:3 على التوالي وبنسبة ماء الى اسمنت w/c مقدارها 0.485 لكافة انواع الاسمنت البورتلاندي او مايحقق انسياب مقداره % 5±110لانواع الاسمنت الاخرى حسب المواصفه الامريكية ASTM C109/C 109M-07
- الرمل المستخدم يجب أن يكون قياسيا ذو مقاس واحد تقريبا عابر من منخل 850 مايكرون ومتبقي على منخل 600 مايكرون والعابر من 600 مايكرون لايتجاوز 10% .
- يجب ان يكون الرمل القياسي المستخدم مشبعا جاف السطح.
- القوالب المستخدمة قوالب حديديه بأبعاد 50mm او 70mm.

- من خلال الاطلاع على الخواص الفيزيائية للاسمنت مثل التجمد والنعومة والمقاومة، هل لهذه الخواص اهمية في الواقع العملي؟ وماهي مقترحاتك لتحسين هذه الخواص؟ ناقش ذلك مع زملائك او مع المحاضر.