

## التركيب الكيماوي للسمنت

يحتوي السمنت على اكاسيد رئيسية هي (  $SO_3, MgO, Fe_2O_3, CaO, Al_2O_3, SiO_2$  ) يكون قسم منها متحد بعضه البعض وقسم منها حر ، والاكاسيد المتحددة مع بعضها مكونة مركبات سمنتية رئيسية ، حيث (  $Fe_2O_3, SiO_2, Al_2O_3, CaO$  ) تكون مركبات السمنت الرئيسية التي هي :  
**١- سليكات ثلاثي الكالسيوم  $(3CaO.SiO_2)$  Tricalcium Silicate ( يرمز لها ( C3S ) ) .**

١- يكون نسبة عالية من السمنت الاعتيادي ( 50-60 ) % ٢- ويتميز بسرعة تفاعل معتدلة ويحرر كمية لا بأس منها من الحرارة اثناء التفاعل مع الماء ٣- ويكون تحمله الابتدائي والنهائي جيد ٤- لو أردنا زيادة نسبته نزيد كمية حجر الكلس من المواد الأولية ٥- وهو مرغوب به في السمنت ناتج تفاعله مع الماء هو أساس قوة السمنت ومركباته مستقرة فيزيائيا وكيماويا ويتم حساب نسبته من معادلات ( Bogue Formula )

$$C3S\% = 4.071CaO - 7.6 SiO_2 - 6.718 Al_2O_3 - 1.43Fe_2O_3 - 2.852 SO_3$$

## ٢- سليكات ثنائية الكالسيوم ( Dicalcium Silicate ) ( $2CaO. SiO_2$ ) ويرمز لها بالرمز (C2S)

١- نسبة C2S تكون من ( 15-25 ) % من وزن السمنت وتزداد نسبته بزيادة نسبة الطين على حساب حجر الكلس بالإضافة إلى انخفاض درجة حرق المواد الأولية ٣- ويكون تحمله الابتدائي قليل إلا إن تحمله النهائي يكون جيد ٤- يكون مجموع نسبة ( C2S ، C3S ) ثابت حوالي % ( 75 ) من وزن السمنت الاعتيادي ٥- حرارة اماهته قليلة .

$$C2S \% = 2.87SiO_2 - 0.7544C3S$$

## ٣- الومينات ثلاثي الكالسيوم ( Tricalcium Aluminate ) ( $3CaO .Al_2O_3$ ) ويرمز لها C3A

١- تزداد نسبة C3A بزيادة نسبة الومينا وانخفاض نسبة اوكسيد الحديد ٢- يمتاز بتفاعله السريع ( أسرع المركبات تفاعلا ) ٣- تطور مقاومته سريع جدا ولكن قوة التحمل الناتجة قليلة بالمقارنة مع ( C2S, C3S ) ٤- تحمله النهائي ضعيف ٥- وتعتبر المركبات ( C3A ) المائية غير مستقرة فيزيائيا وكيماويا وخاصة بسبب تفاعله مع الأملاح الكبريتية التي تؤدي إلى إضعافه للسمنت .

$$C3A \% = 2.65 Al_2O_3 - 1.692 Fe_2O_3$$

## ٤- الومينات الحديد رباعية الكالسيوم Tetra Calcium aluminoferrite ( $4CaO.Al_2O_3. Fe_2O_3$ ) ويرمز لها بالرمز C4AF

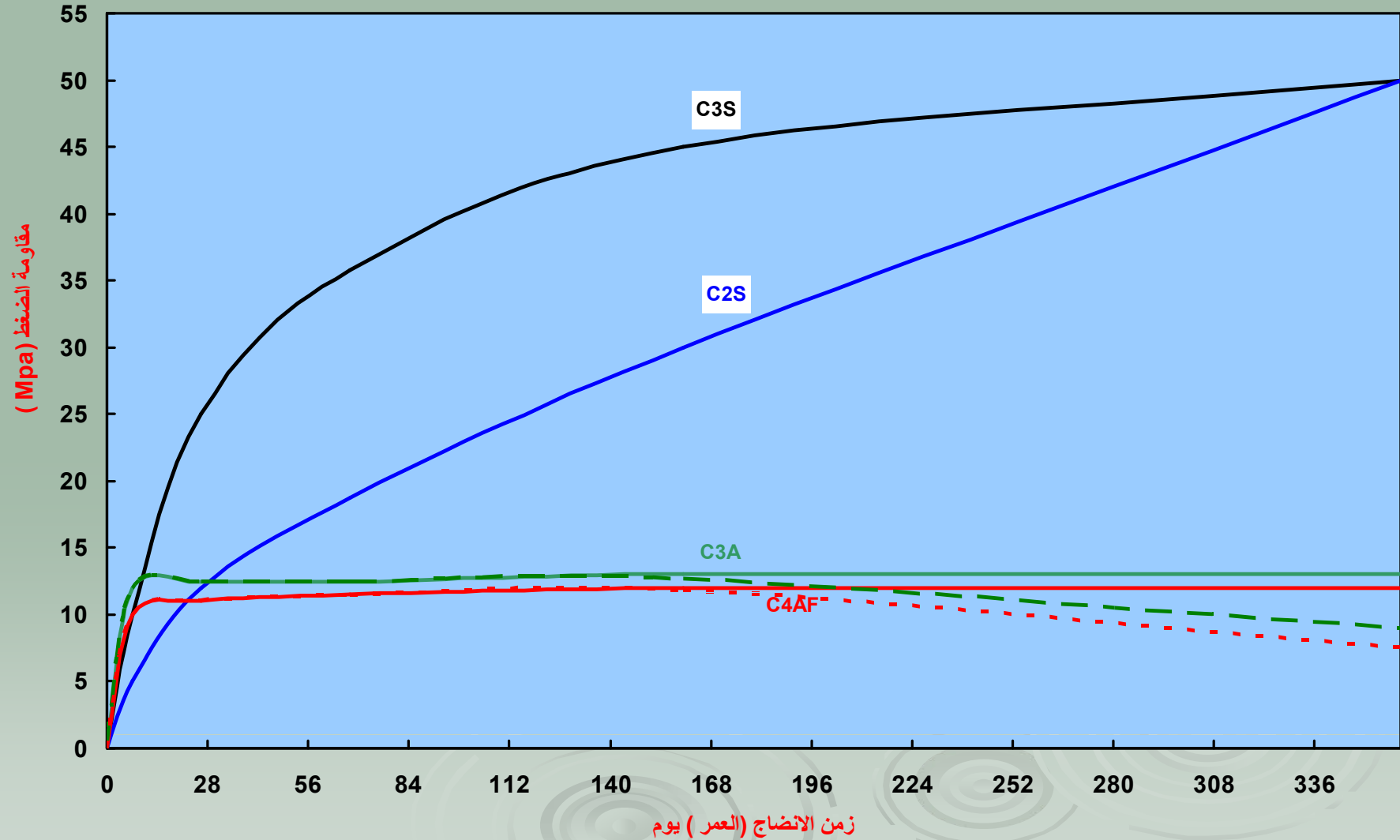
١- تزداد نسبة C4AF بزيادة اوكسيد الحديد مع انخفاض C3A ٢- وهو يشابه C3A ولكن أكثر استقرارا منه ٣- وحرارة اماهته أكثر من حرارة اماهة C2S وأقل من باقي المركبات ، وتحدد نسبته ( 5-10 ) % من وزن السمنت ، وان مجموع نسبة ( C3A ، C4AF ) أقل من ( 20-15 ) % من وزن السمنت ، والقوة التي تحصل عليها قليلة نسبيا .

$$C4AF\% = 3.043 Fe_2O_3$$

## ٥- الاكاسيد الحرة الغير متحدة

١- MgO ينتج من تفكك  $MgCO_3$  وهذا المركب يتفاعل مع الماء مصحوب بزيادة عالية بالحجم ويستمر بالتمدد بعد تصلب الخرسانة مما يؤدي إلى ضرر في الخرسانة ( التكرس ) وحددت المواصفة العراقية نسبة  $MgO \geq 5\%$

٢- CaO الطليق يبقى من دون تفاعل مع باقي الاكاسيد وهو يشكل ضعف في الخرسانة .



## الخواص الفيزيائية للسمنت

تتطلب عملية تصنيع السمنت سيطرة نوعية صارمة ، لذلك تجري فحوصات في مختبرات معامل السمنت والمختبرات الإنشائية لتأمين أن السمنت الناتج يكون بالنوعية المطلوبة والخواص هي .

### Fineness

### ١- النعومة

بما ان عملية الاماهة تبدأ عند سطح الحبيبات للسمنت ، فإن المساحة السطحية الكلية للسمنت هي التي تمثل المواد المتوفرة لعملية الاماهة ، حيث تزداد الاماهة مع زيادة النعومة ( زيادة المساحة السطحية ) وقد اعتمدت طرق لقياس النعومة

١- نسبة المواد المتبقية على منخل رقم 170 مقياس ( 90 مايكرون )

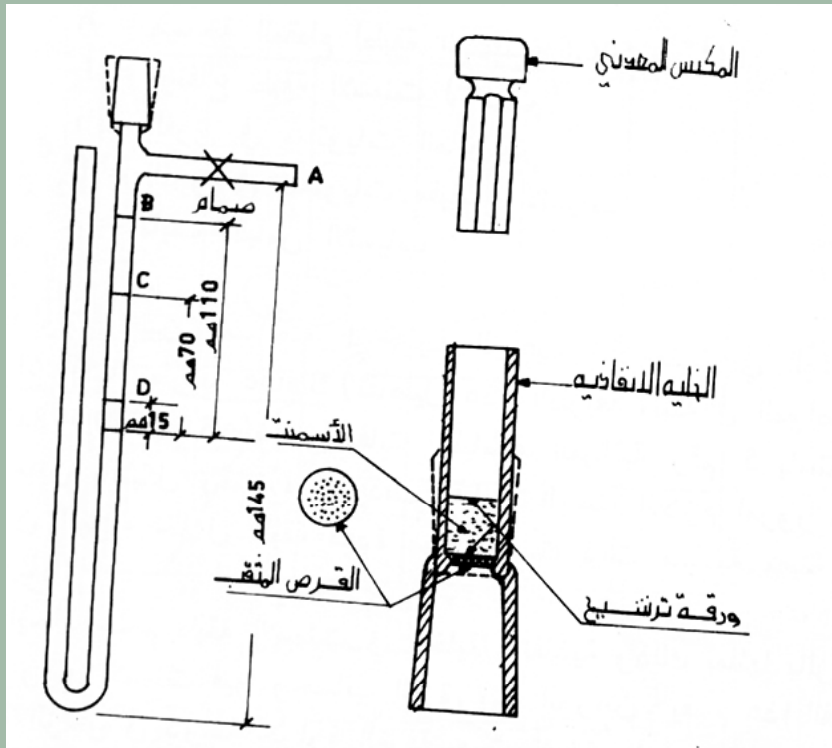
أيجاد السطح النوعي للسمنت هو المساحة السطحية الكلية لكمية السمنت في غرام واحد مقاسه بالسنتيمترات المربعة ( سم<sup>2</sup> / غم ) والطريقة المستخدمة لقياس النعومة هي حسب ( م.ق. ع ) الدليل الاسترشادي المرجعي رقم 198 لعام 1990. باستخدام طريقة بلين ( Blaine )

$$س = س ن \left( \frac{ن}{ن ق} \right) ٠.٥$$

حيث: س = المساحة السطحية النوعية للنموذج المراد اختباره ، سم<sup>2</sup> / غم س ق = الساحة السطحية النوعية للنموذج القياسي ، سم<sup>2</sup> / غم

ن = معدل نزول السائل للنموذج المراد فحصه ، ثانية ن ق = معدل نزول السائل للنموذج القياسي ، ثانية

للسمنت الاعتيادي لا تقل النعومة عن 2300 سم<sup>2</sup> / غم للسمنت المقاوم لا تقل النعومة عن 2500 سم<sup>2</sup> / غم



## ٢- القوام القياسي ( Consistence of Standard Paste )

قوام العجينة القياسية تحديد كمية الماء اللازمة للحصول على قوام قياسي لعجينة السمنت التي تستخدم في فحوص تحديد الوقت اللازم للتماسك الابتدائي وفحص السلامة .

يستخدم في الفحص جهاز فيكات ( Vicat ) مع استخدام مرود (Plunger) بقطر ( 10 ) ملم تأخذ نسب مختلفة من الماء وتخلط مع الاسمنت . إن كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة سمنت ذات قوام قياسي هي كمية الماء التي تعطي عجينة ذات قوام قياسي هي كمية الماء التي تعطي عجينة تسمح للطرف الاسطواني بالنفوذ إلى نقطة تبعد عن القاعدة بمقدار (  $5 \pm 1$  ) ملم

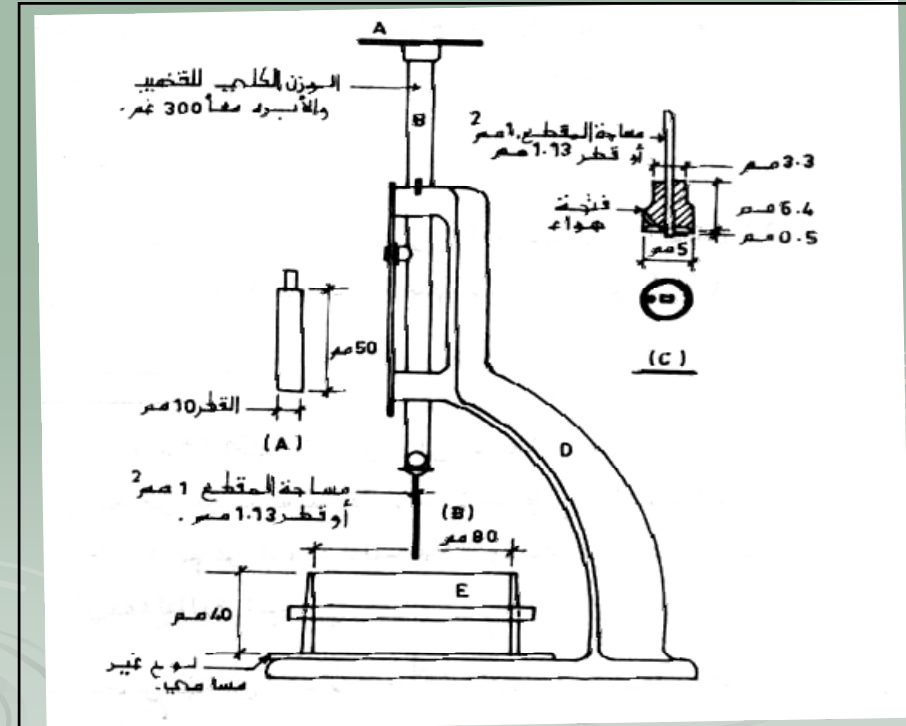
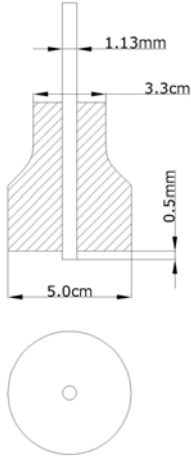
### ٣- الوقت اللازم للتماسك الابتدائي والنهائي ( Initial and Final Setting Time )

وقت التماسك الابتدائي هي الفترة الزمنية الواقعة بين إضافة الماء إلى السمنت الجاف ولحين توقف نفاذ إبرة فيكات قطر ( 1.13 ) ملم ( أ ) بمسافة اقل ( 5 ) ملم ، والغرض منه لمعرفة الفترة الزمنية لبقاء العجينة أثناء الصب دون التأثير على عملية الصقل ، وقت التماسك يعتمد على ، درجة الحرارة ، الرطوبة وكمية العجينة المستخدمة .  
حسب ( م . ق . ع ) رقم ( 5 ) لعام ( 1984 ) زمن التماسك الابتدائي لا يقل عن ( 45 ) دقيقة

وقت التماسك النهائي : هي الفترة الزمنية الواقعة بين بدأ إضافة الماء إلى السمنت الجاف لحين ظهور اثر نتوء الإبرة ( ب ) لجهاز فيكات على عجينة السمنت فقط دون ظهور الأثر للجزء المعدني المثبت حولها ويحسب تقريبا من المعادلة التالية

وقت التماسك النهائي بالدقائق =  $1.2 + 90$  ( زمن التماسك الابتدائي بالدقائق )

حسب ( م . ق . ع ) رقم ( 5 ) لعام ( 1984 ) زمن التماسك النهائي لا يزيد عن ( 10 ) ساعة



## الثبات ( Soundness )

إن بقاء الأكاسيد الحرة (CaO , MgO) وبعد عملية تميأ مركبات السمنت وتصلد العجينة السمنتية ، تبدأ ( CaO , MgO ) بالتميأ وبتطو ولفترة زمنية طويلة فأن المركب الناتج



إن  $\text{Ca(OH)}_2$  و  $\text{Mg(OH)}_2$  , حجمهما أكبر من حجم ( CaO, MgO ) وبالتالي فأن زيادة الحجم ضمن العجينة المتصلبة يؤدي إلى التمدد والإجهاد ومن ثم تمزيق وتكسير العجينة المتصلبة وعليه فأن المواصفات القياسية العراقية تحدد نسبة MgO لا تزيد عن 5% في جميع أنواع السمنت .

مقياس الثبات يكون بواسطة طرق

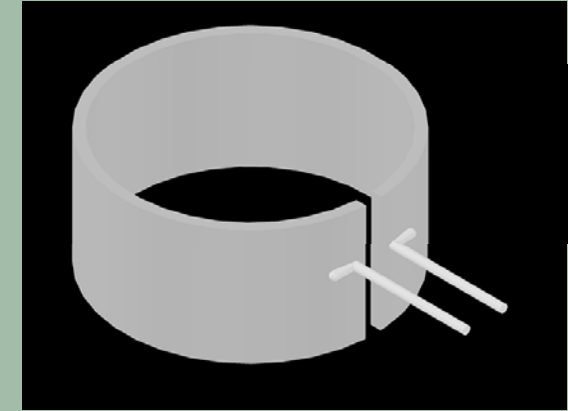
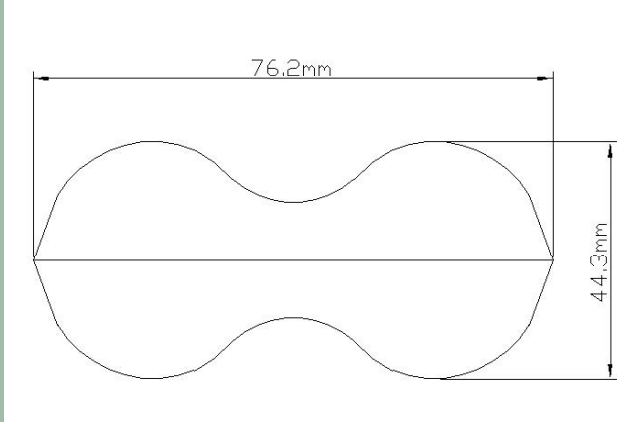
- طريقة المحمم ( Autoclave ) حيث تستخدم أصابع من عجينة السمنت بأبعاد ( 10 x1 x1 ) انج لمدة ( 3 ) ساعات في درجة ( 215 ) م • بضغط ( 21 ) كغم /سم<sup>2</sup> ويقاس مقدار التمدد بالأصابع بحيث لا يتجاوز في جميع أنواع السمنت ( 0.8 % ) وهي طريقة أكثر دقة لقياس تأثير ثبات ( CaO , MgO )





## - طريقة ( Lechatelier )

فإنها تستخدم نموذج قالب اسطواني الشكل ،قطره 3 سم وارتفاعه (3) سم وفي نهايته إبرتين يمتدان لمسافة وتكون المسافة بينهما ( 13.5 ) ملم ،  
توضع العجينة في القالب مع وضع زجاجة في الوجهين وتوضع لمدة يوم واحد في الماء وبعدها تقاس المسافة بين نهايتي الإبرتين وثم يسخن الماء إلى  
درجة 100 م° ويترك لمدة ساعة وبعدها تبرد وتقااس المسافة بين نهايتي الإبرتين مرة ثانية ، بحيث أن المسافة لآتزيد بين النهايتين عن ( 10 ) ملم  
وهي طريقة تم إهمالها في المواصفة القياسية العراقية لأنها تظهر فعالية ( الثبات ) فقط ( CaO ) الحر .



ان استخدام درجات الحرارة العالية مع الماء تؤدي إلى تفاعل  $CaO, MgO$  وبالتالي حدوث التمدد نتيجة تميأ ( $CaO, MgO$ ) وعليه فإن  
عملية طحن السمنت بنعومة عالية يجعل من التفاعل مبكرا وبالتالي يذهب خطر  $CaO$

## ٤- مقاومة الانضغاط ( Strength of Cement)

تعتبر المقاومة الميكانيكية للاسمنت المتصلب الخاصة الأكثر حاجة وأهمية في مجال الاستعمال الإنشائي ، وتعتمد مقاومة المونة أو الخرسانة  
على تماسك العجينة الأسمنتية والتحامها بحبيبات الركام . ولا تجري فحوصات المقاومة على عجينة السمنت الخالصة ، ولذلك لصعوبة عمليات  
الصب والفحص والاختلافات بالنتائج لذا تستخدم مونة (Mortar) سمنت مع رمل ( قياسي) في عملية فحص المقاومة  
- مقاومة الانضغاط هي قابلية المونة للضغط وقد حددت ( م.ق.ع ) المقاومة حسب نوع السمنت المستخدم والمكعب المطلوب فحصه يكون بأبعاد  
( 7.07 X7.07 X 7.07 ) سم ونسب الخلط ( 3:1 ) ،سمنت : رمل ، ونسبة الماء إلى الاسمنت = (0.4).

## مقاومة الشد المباشر

قابلية المونة للشد ، وبطبيعة الحال فإن المونة لها قابلية للانضغاط أفضل بكثير من قابليتها للشد ، تحدد المواصفة القياسية العراقية قالب الفحص  
يكون بالشكل التالي ، وان النتيجة المطلوبة فإنها ذات فحص اختباري