الباب الأول
الاحجار وأنواعها أجراءات الاختبار على الاسمنت

obeikandl.com

obeikandl.com

الاحجار وانواعها

سنتعرض في هذا الباب إلي أحجار البناء وأنواعها وتكوينها الجيولوجي وطرق تصنيعها .

والأحجار تستخدم في أعمال البناء وإقامة السدود ويستخدم الكسر منة **Broken stone** وأعمال السكك الحديدية **Paving stone** .

وتنقسم أنواع الأحجار حسب الخواص الجيولوجية أو الطبيعية إلي أحجار متعددة جيولوجيا كالآتي :-

- صخور نارية .
- صخور رسوبة .
- صخور متحولة .
- صخور طينية .
- صخور جيرية : **Limestone**
- صخور طبقية .

obeikandl.com

نوع الصخر	مواصفاتة
صخور نارية	هي صخور تكونت في باطن الأرض تحت تأثير حرارة عالية والضغط مثل الجرانيت والبازلت ▪ الجرانيت :- يتكون الجرانيت من الكوارتز والفلسبار وكمية مختلفة من الميكا والهورنبلند ▪ هو من الصخور شديدة الصلابة ومن خصائصة مقاومة التآكل ومساميتة لا تتعدي ١٪ وأن وجود مادة الميكا أو مواد أخري مثل الحديد بنسب عالية تقلل وتضعف من صلابتة وقدرة تحملة ومقاومتة للنار . ▪ يستعمل في تكسية السلالم لقدرتة علي تحمل الإحتكاك ، كما يستعمل في الديكور والتكسية
	▪ البازلت :- حجر صلد لونة رمادي داكن ذو أصل بركاني . يتكون البازلت من البيروكسين والفلسبار مع قليل من الكوارتز وحبيبات سوداء ورمادية . ▪ يستعمل في أعمال الرصف وبعض السلالم والحوائط الخارجية وغيرها من الأعمال المعرضة للضغط والإحتكاك كذلك يستخدم الكسر منة في أعمال السكك الحديدية وكركام للخرسانة المسلحة .

صخور رسوبية :	▪ صخور رسوبية : وهي عبارة عن صخور كونت عن طريق الرياح أو مياه الأنهار والأمطار وتم ترسيبها ثم إلتساقها بعضها البعض . ▪ هذه النوعية من الصخور متغيرة مستويات ترسيبها ومستويات إنفصالها ، ويعتبر الحجر الجيري والحجر الرملي من الصخور الرسوبية . ▪ الحجر الجيري : يتكون من كربونات الكالسيوم أو كربونات والمنجنيز مع الإضافة إلي بعض المواد الأخري مثل أكسيد الحديد والسليكا والطين وتكون النسب بسيطة وإذا زادت نسبة السيليكا يسمي حجر جيري سيليسي وفي حالة زيادة نسبة الطين يسمي بالأحجار الطينية ، كما يسمي حجر منجنيز وذلك في حالة زيادة نسبة المنجنيز عن ١٥٪ ويمتاز بسهولة التشغيل وهذة النوعية مقاومة للحرارة حتي ٩٠٠ درجة مؤية . ▪ هذة النوعية من الصخور تتأثر إتلافيا بالمياة والحرارة كما أن شوائب الحديد تعتبر شوائب غير مرغوب بها و تصيبة ببقع بني اللون وتتكون من حامض الكبريتات الضار بالكربونات .

obeikandl.com

▪ وتستعمل هذة الأحجار في صناعة الحد يدية وا لأسمنت و يستعمل كركم في الأعمال الخرسانية ٠ ▪ **الحجر الرملي Freestone**: تم تكوينها من حبيبات رملية رسبت ثم نم إلتصاقها ببعضها بواسطة السليكا أو كربونات الكالسيوم أو أكسيد الحديد أو مأواد طينية ٠ ولذلك يختلف ألوان الأحجار الرملة ودرجة صلابتة ، ووجود مادة السليكا يجعل لونة فاتح ويكسبة صلابة وصعوبة في تشغيلة وهو يسمي حجر رملي سيليسي . وفي حالة وجود كربونات الكالسيوم تجعل لونة فاتح أيضا ولكن أقل صلابة من الحجر السيليس وتكون عملية تشغيلة أكثر مرونة وسهولة في تشغيلة ، وفي حالة وجود أكسيد الحديد فكسبة اللون الأحمر أو البني وتقلل من صلابتة ومتانتة ، وفي حالة وجود الطين يون أقل ضعفا سهل القطع والتكسير لذلك تكون خواص هذا الحجر متوقفة علي حجم جزيئاتة ونوعية المادة الاحمة لجزيئاتة ، وهذة النوعية من الأحجار تتحمل درجة حرارة تبلغ عالية تبلغ ٨٠٠ ↑م(هذه النوعية تأثر فيها الماء تأثير سيئ ٠	

صخور طبقية	▪صخور طبقية : وهي عبارة عن صخور أفقية أو مائلة أو منحنية حسب ظروف الترسيب مثل الأحجار الرملية ٠ ▪صخور غير طبقية : وهي ناتجة عن إلتصاق وإتحاد جزيئاتها مع بعضها البعض لتكون الصخر مثل الجرانيت والبازلت ٠ ▪التقسيم الكيمائي : وذلك حسب التركيب الكيمائي لها، ▪صخور سليسية: وتتكون من ثاني أكسيدالسيلوكون(السليكا)مثل الحجر الرملي ٠ ▪صخورجيربة : وهي مكونة من كربونات الكالسيوم وتتحد أحيانا مع المغنسيوم مثل الرخام والحجر الجيري . ▪ صخور طينية : والمواد الطينية من سليكات الألمنيوم والصديوم والبوتأسيوم والكالسيوم مثل الحجر الطيني ٠

وسنتعرض هنا إلي طرق التفتيش علي الأحجار في المحجر لمعرفة تكوين الحجر ومقاساتة والتي يمكن الحصول عليها ومدي مقاومتة للرطوبة والمياه ومقاومتة للعوامل الجوية ومدي إمكانيات المحجر في توريد الكميات المطلوبة والزمن الازم لذلك

طرق التفتيش : علي الأحجار في المباني الي تم إنشائها ، وذلك لمعرفة مدي تحمل هذة الأحجار لمختلف العوامل الحوية ومقومتها للتفتت وتأثير التربة عليها ٠

وتتم الإختبارات المعملية الأتية علي الأحجار لمعرفة خواصها الطبيعية والكيميائية والميكانيكية

١. المعاينة والفحص بالنظر ٠
٢. إجراء أختبار مقاومة الضغط ٠
٣ إجراء إختبار قدرة الإمتصاص ٠
٤. إجراء إختبار مدي الإنكماش ٠
٥. وزن المتر المكعب وإختبار الوزن النوعي ٠
٦. إختبار نفاذ الماء
٧. التأثير الكيميائي علي الأحجار ٠
٨. أختبار مقاومة التأكل ٠

وذلك لمعرفة خواص ونوعية الأحجار وحجم الجزيئات ومدي تماسكها وتداخلها والمكونات الكيمائية وقوة صلابتها وهنالك ثلاث خواص لأحجار البناء هي :-

١. (المتانة) ،
٢. (الإمتصاص) ،
٣ (الإنكماش) .
٤ (المقاومة للحريق) ،
٥. (المقاومة للبرودة) ،
٦. (عوامل كيميائية) ،
٧. (تفتت الأحجار)،
٨. (العوامل الميكانيكية)،
٩. (عوامل حية) ،
١٠ (طرق حفظ سطح الأحجار من التلف)،
١١ (الجواص الميكانيكية) .

obeikandl.com

الجدول التالي يبين متوسط بعض خواص الأنواع الرئيسة لأحجار البناء الجافة ،

جدول رقم (١)

نوع الحجر					
الجرانيت	١١٠٠–٢٢٠٠	٨٥ – ٢٨٠	٤٢٠ – ٧٠٠	٢,٥ – ٢,٨٥	صفر – ١٪	٣,١ – ٤,٢
الحجر الجيري	٢٠٠ – ١٩٠٠	٣٥–٣٦٠	٢٨٠ – ١٠٨٠	٢,٢٢–٢,٧	٠,٣ – ٢٠٪	٠,٦ – ٤,٧
الجرانيت	٧٠٠ – ١٨٠٠	٧٠ – ٢٨٠	٢٨٠ – ٩٥٠	٢,٥٦ – ٢,٧٧	٠,٢ – ٠,٦ ٪	٢ – ٥,٦
الحجر الرملي	٥٠٠ – ١٤٠٠	٣٥–١٧٥	٧٠ – ٥٧٥	٢,١٤ – ٢,٥٦	٥ – ٢٨٪	٣,٢ – ٦,٩

المتانة : إن متانة الأحجار تتوقف علي تركيبها وتكوينها وتركيب نسيجها ومدي مقاومتها للعوامل الجوية ٠ وأن عملية البناء للأحجارفي حالة عدم جودتها تقلل من متانتها والأحجار ذات الجزيئات الكبيرة أقل صلابة من الأحجار ذات الجزيئات الصغيرة ٠ وكلما كثرت الفراغات في البناء والمسام قلت متانتها ٠ والأحجار الجيرية والألومينية تؤثر فيها العوامل الجوية بسرعة بعكس الأحجار السليسية فهي أكثر مقاومة لحدوث تفتت كذلك فوجود أملاح غير مرغوب فيها مثل أملاح الكبروتور ومركبات الحديد والتي تعمل علي التقليل من متانتها ٠

الإمتصاص : _تقيم نسبة الإمتصاص علي مدي جفاف الأحجار ونسبة الماء التي يمصها الأحجار الجافة في ٤٢ ساعة (وهي منسوبة إلي وزن الحجر وهو جاف) .

- الإمتصاص = وزن العينة الرطبة – وزن العينة الجافة x ١٠٠

وزن العينة الجافة

ويلاحظ أنة كلما زادت مسامية الأحجار زادت خاصية الإمتصاص وترتبط هذة الخاصية إرتباط عكسيا كلما زادت مقاومة الأحجار للضغط قلت خاصية الإمتصاص ، مثل الأحجار المتحولة والنارية فخصيتها للإمتصاص لا يتعدي ١٪ في حين أن قدرة الأحجار الرسوبية والأحجار الرملية قدرتها علي الإمتصاص عشر أمثال الأحجار النارية أما بالنسبة للأحجار الجيرية فإن نسبة الإمتصاص تزيد عن ١٠ ٪ عن مثيلاتها النارية ٠

التمدد والإنكماش :- من خواص الأحجار تأثيرها بالحرارة والبرودة فهي تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة ، ولكن لا تعود إلي حجمها الأول بعد أن نبرد ولقد دلت التجارب علي أن نسبة الزيادة بعد عملية التبريد تتراوح بين ٠,٠٢٪ إلي ٠,٠٤٥٪ ولكن هذة النسبة متغيرة حسب نوعية الأحجار ٠

- مقاومة الأحجار للحرارة : عندما تتعرض الأحجار إلي حرارة مرتفعة ، يحدث تفتت لها نتيجة لحدوث إجهادات داخليتة مختلفة في جسم الكتلة الحجرية وعدم توزيع الحرارة بإنتظام من جزء إلي أخر وإختلاف درجات التمدد٠
- **أحجار الجرانيت** من الأحجار ضعيفة المقاومة للحرارة وذلك نتيجة عدم إنتظام تركيبها(وتتركب من٣ عناصر أو أكثر) ٠
- **الأحجار الجيرية** : الأحجار الجيرية فإنة يتحمل درجات حرارة عالية تصل إلي ٦٠٠ م وهي الدرجة التي يبدأ فيها التأثير بالتفتت والتحلل ٠

- **الأحجار الرملية** : يتأثر الحجر الرملي بالحرارة الذي تكون مادتة الاصقة السليكا أو كربونات الكالسيوم أكثر من الأحجار الرملية التي كونت مدتها الاصقة من أكسيد الحديد والطين ٠
- **مقاومة البرودة** : عندا تعرض الأحجار إلي نسبة رطوبة عالية وزيادة نسبة المياه داخل فرغات الحجر يحدث تفتت بوضوح وخاصة في الأحجار الضعيفة ٠
- **تفتت الأحجار**: هناك ثلاث عوامل لحدوث التفتت للآحجار:

١- عوامل ميكانيكية ٠

٢- عوامل كيميائية ٠

٣- عوامل حية ٠

١- عوامل ميكانيكية: تعتبر مقاومة الأحجار للشد ضعيفة جدا وهي تستخدم في بعض الأحيان لتحمل أحمال(ضغط فقط) وتختلف درجة تحملها للضغط بإختلاف نوعيتها وكلما زادت وزن الحجر كلما زادت مقاومتة للضغط (أنظر جدول ١)

٢- عوامل كيميائية Chemical Force: تتأثر جو المصانع بأبخرة المواد الكيميائية وخاصة حامض الكبريتيك وحامض النتريك وحامض الكربونيك وهذة الأحماض تعمل علي تآكل وتفتيت الأحجار بأنواعها وخاصة الأحجار الجيرية والرملية ٠

٣- عوامل حية: يحدث الآكل للأحجار نتيجة لتواجد أحماض عضوية ناتجة عن وجود البيكتريا والديدان وبعض الحشرات البحرية وهناك عوامل أخري تعمل علي تفتيت الأحجار مثل:-

- تأثير الحجر بعملية التسوية والتشكيل.
- تأثر عملية التخزين في موقع العمل .
- تأثرحماية الأحجار بالمياه أثناء التخزين .

الإختباربالبصر Visual Inspection Test

يتم الفحص بالنظر لمعرفة نوعية الحجر وأخذ أنطباع عن جودتة وتكوينة وسلوك هذا الحجر ومدي صلاحيتة للبناء وهذ الفحص ليعطينا مدلو صلاحيتة . ويمكن إجراء الفحص بإستخدام عدسة مكبرة أو أخذ عينة للفحص المكرسكوبي علي قطعات رفيعة من الحجر علي أن تكون أسطح مستوية مصقولة ويتم الفحص كما يلي :

لون الأحجار Color :- يجب أن يكون لون الحجر متجانس وفي حالة وجود بقع لونية غير متجانسة غريبة عن اللون الطبيعي للحجر فيعطينا مأشر بأن هناك مواد ضعيفة أو مركبات طينة أو حديدية .

- **نسيج الأحجار Texture of stone** :- يشطرت في أحجار البناء تجانسها وأن تكون خالية من الشروخ والفجوات وخالية من المواد العالقة العازلة .
- **التكوين الإنشائي للإحجارة Structure of Stone** - وهو إما أن يكون بلوري مثل الجرانيت أو الرخام أو البازلت . أويكون حجر جيري أو رملي .

- **معرفة حجم الحبيبات وترتيبها في الأحجار الرسوبية وترتيب البلورات والشوائب التي تعمل علي تفكك الأحجار .**

■ إختبار مقاومة الضغط Compressive Strength Test

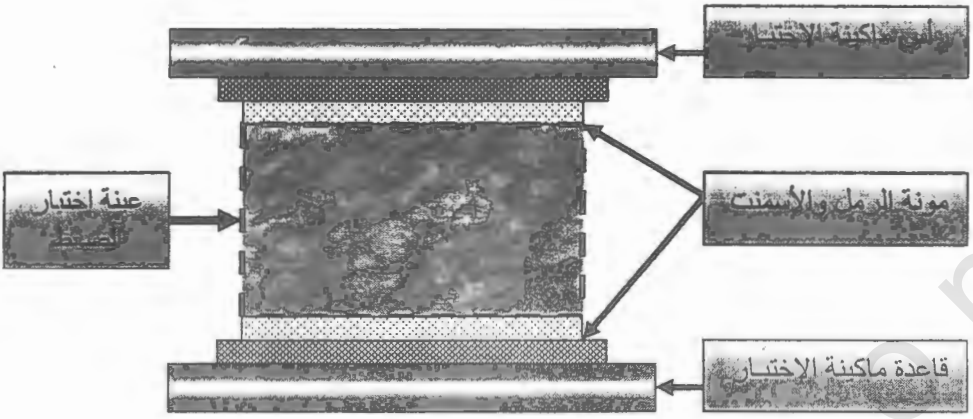
إن من أهم الأمور معرفة مقدار مقاومتها للأحمال المختلفة والضغوط الواقعة عليها وأن الحمل الذي تتعرض لة المبني الحجري أقل من بكثر من حمل التهشيم ٠ إلا أن المقاومة القصوي للضغط تعطي مؤشر عن خواص الحجر مثل مقاومتة للبري ، والإمتصاص والعوامل الجوية والنفاذية وهي تدلنا علي سلوك الكتلة الحجرية كمادة للبناء ٠

وأن عملية إختبار الشد علي الأحجار لاتستخدم لأن مقاومة الشد تكاد أن تكون معدومة أما بالنسبة لإختبار الإنحناء للأحجار يمكن حدوثة في حالات درجات السلالم وأعتاب الشبابيك والأبواب وكوابيل البلكونات ٠ ولمعرفة سلوك الأحجارالمختلفة وهي واقعة تحت تأثير قوي الضغط Pressure Force وتحديد إجهاد التشريخ ٠

كيفية الإختبار لعينة : يجري الإختبار علي عينة مقاس ١٠⟷١٠ ⟷١٠سم او منشور ١٠⟷١٠ سم وإرتفاعها ضعف طول ضلع القاعدة (٢٠ سم) علي أن تكون سطح العينة أملس ومستوي ومتوازية وعمودية علي محاور العينة ٠

ويراعا إنتظام توزيع الحمل علي السطح ويمكن استعمال عينات اختبار اسطوانية الشكل إرتفاعها ضعف قطر مقطع الإسطوانة ٠

obeikandl.com



عينة إختبار الضغط بماكينة الإختبار

ويجب رصد مستويات الترسيب بالنسبة لمحاور التحميل ويحدث الكسر غالبا بشكل مائل بزاوية $\theta = 45 + \frac{\phi}{2}$

حيث أن ϕ تدل علي زاوية الإحتكاك وتتراوح قيمة ϕ بين $45 - 60$ ϕ وتتغير المقاومة القصوي للضغط معتمدة علي مايلي :

١. نوع الحجر ومكان أخذ العينة وموقع المحجر ٠

٢. ظروف عوامل تكوين الحجر ٠

٣. حجم ومقاس وشكل الحجر ٠

وهناك تغير واضح في مقاومة الضغط في العينة الأسطوانية الشكل حيث تكون أقل مقاومة عن العينة المكعبة الشكل وذلك لنفس نوع العينة لنفس الحجر ٠ وأن العلاقة بينهما هو:

معامل الضغط علي الإسطوانية الشكل = $\phi \leftarrow$ مقاومة ضغط العينة المكعبة (العينة الكبيرة تكون أضعف من العينة الصغيرة للحجر نفسة وتتضائل مقاومة الضغط للعينة بزيادة إرتفاع العينة أنظر مايلي ٠

النسبة المئوية لمقاومة الضغط علي عينات مكعبة مختلفة المناسيب لمقاومة ضغط مكعب طول ضلعة ٢٠سم

الأبعاد بالسم	٧	١٥	٢٠	٣٠
النسبة المئوية للمقاومة	١٠٨,٥	١٠٤,٧	١٠٠	٧٥

النسبة المئوية لمقاومة الضغط علي عينات أسطوانية ذات أبعاد مختلفة ومنسوب إرتفاع الإسطوانة ١٥ سم

الطول سم	١٥	٢٢,٥	٣٠	٣٧,٥	٤٥	٦٠
النسبة المئوية المقاومة	١١٢	١٠٠	١٠٠	٩٨	٩٦	٩٢

وفي حالة عينات غير قياسة (ع = ٢ق) لذا يمكن إستنتاج مقاومة الضغط للعينات القياسية (ع = ٢ق) بضرب مقاومة الضغط التي حصلنا عليها من العينات الغير قياسية في عامل التصحيح المناظر الموضح في الجدول التالي :

نسبة الارتفاع ع/ق	٢,٠	١,٧٥	١,٥	١,٢٥	١,١٠	١,٠	٠,٧٥	٠,٥٠
عامل التصحيح	١,٠	٠,٩٨	٠,٩٦	٠,٩٤	٠,٩٠	٠,٨٥	٠,٧٠	٠,٣٠

معدلات الإمتصاص والتشبع للأحجار

سنتعرض هنا إلي درجات الإمتصاص الكامل والطبيعي ومعامل التشبع للأحجار وهناك شواهد ومعطيات تدلنا بطريقة غير مباشرة عن مقاومة الأحجتر للمؤثرات المناخية ومقاومتها لحمل الضغط ٠

التجهيزات : إحضار عينة منتظمة الضكل علي أن تكون ابعادها من ٥ — ١٠ سم ، تجهيز (ميزان حساس ، فرن تجفيف ، ساعة إقاف)

- كيفية تعين الإمتصاص الطبيعي Natural Absorption ٠

١– تجفف العينة في فرن التجفيف مع إختبار الوزن حتي يثبت وزنها ، تترك داخل الفرن حتي تبرد ثم توزن ٠

٢- توضع العينة المجففة في وعاء ويسكب عليها ماء نقي ببطئ حتي يغمرها الماء وتترك لمدة ٤ ساعات ثم توزن وتوضع مرة أخري فب الماء لمدة ٢٠ ساعة أخري وتستخرج من الماء ثم توزن ٠

كيفية الحصول علي النسبة المئوية للإمتصاص الطبيعي

= الوزن الرطب ـ الوزن الجاف ⟷ ١٠٠

الوزن الجاف

الإمتصاص الكامل Total absorption

١ - يتم تجفيف العينة في فرن وقياس الوزن حتي ثبوت الوزن ثم تبرد في مجفف ثم توزن

٢ - توضع العيتة في ماء نقي يغلي ولمدة ساعة ويترك في هذا الماء لمدة خمس ساعات أخري حتي يبرد ثم تأخذ العينة بعد تبريدها وتوزن .

النتيجة :-

إجاد النسبة المئوية للإمتصاص الكلي =

الوزن الرطب (ماء يغلي) ـ الوزن الجاف X ١٠٠

الوزن الجاف

معامل التشبع Saturation dealt :=

النسبة المئوية للإمتصاص الطبيعي

النسبة المئوية للإمتصاص الكامل

أختبار الإنكماش Drying shrinkage test

ان من اهم خواص الاحجار تأثرها بالرطوبة ومدي تشبعها والتغيرات الناتجة بهذا التشبع والتفتت الناتج لأسطح هذة الاحجار ، حيث تتعرض اسطح الأحجار الي درجة حرارة عالية في النهار مما يفقدها جزء كبير من نسبة رطوبتها وبالتالي يحدث تغير في حجمها ، ةلكن لا يتأثر باطن الحجر بهذه العوامل (الأحجار رديئة التوصيل للحرارة) ، وعند تكرار ذلك يحدث إنفصال

للطبقة السطحية للحجر وتكشف عن سطح جديد للحجر وتتكرر هذة المؤثرات وهكذا ٠

ويتأثر الحجر الرملي بهذة الرطوبة عن الأحجارالنارية الي خمس أضعاف التغير في الأحجار الجيرية ويمكن تحديد ذلك من الإختبار التالي وحساب النسبة المئوية للإنكماش عند الجفاف٠

ويتم الإختبار بأخذ عينة علي شكل منشور قاعدتة مربعة طول أضلاعها ٤ ↔ ٤↔ ٩ بوصة ٠

معدة الإختبار:-فرن تجفيف وجهاز لقياس التغير في الطول(أنظر الرسم).

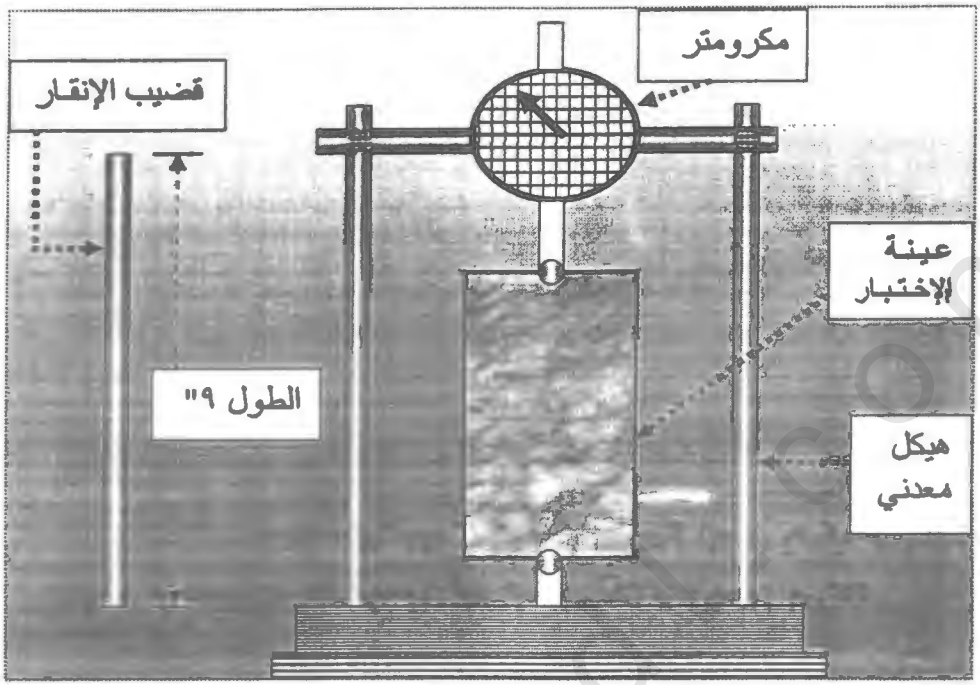
خطوات الإختبار **Experiment test**

- تجهز العينة المراد إختبارها بالمقاس المذكور ويثبت في نهايتها كورتين من الصلب بقطر ↑ بوصة بحيث يكون نصف قطر الكرة داخل العينة (انظر الرسم) ٠
- توضع العينة في الماء درجة حرارتة ١٩ – ٢١ ↑م ولمدة ٤ ايام
- ترفع العينة من الماء وتوضع في جهاز التغير في الطول وتأخذ القياس بواسطة الميكرومتر ويوضع قصيب الإنفار (وهو قضيب من الصلب بطول ٩بوصة) في الجهاز وتؤخذ القراءة للميكرومتر وذلك لإجراء المقارنة بين القرائتان وتعين الطول الرطب للعينة

الطول الرطب = ٩ بوصة + فرق قرائتي الميكرومتر ↔ ١
١٠٠

المحصلة :-

النسبة المئوية للإنكماش بعد الجفاف =الطول الرطب ـ الطول الجاف ↔ ١٠٠
الطول الجاف

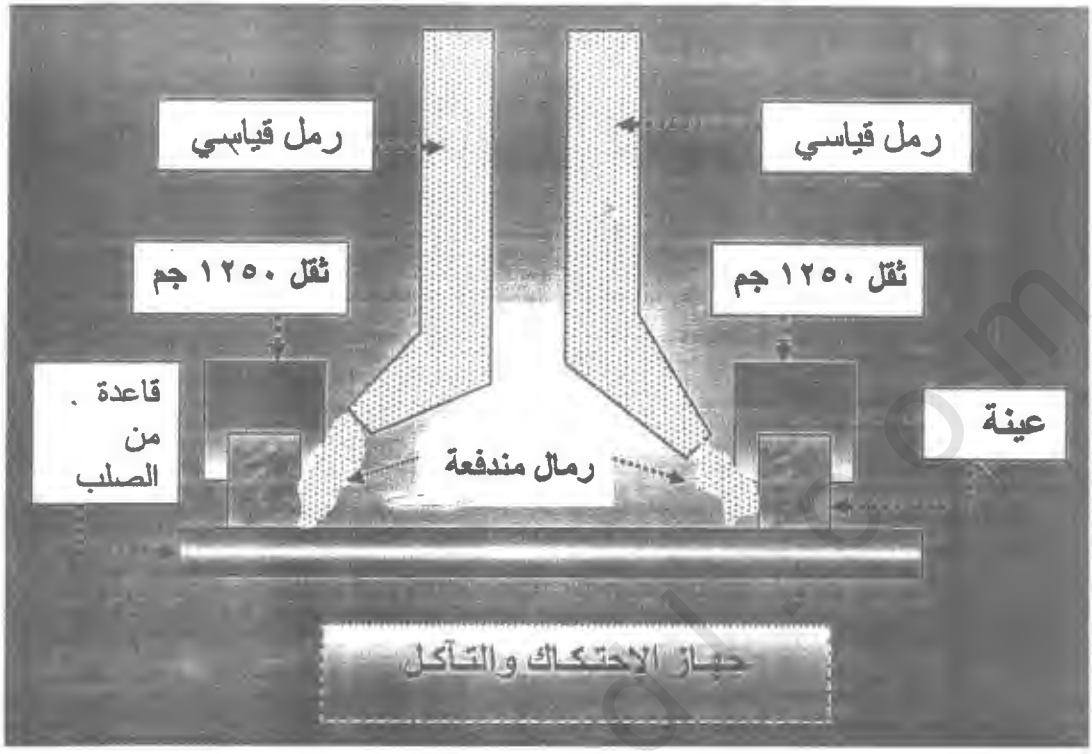


جهاز لقياس التغير فى الطول

فحص مقاومة التآكل والبري :-

يتم هذا الإختبار للأحجار في الأحجار المستخدمة في درجات السلالم وتغطية الأرضيات ورصف الطرق ودورات المياة ويحسب معامل الصلابة لهذة الأحجار لمعرفة الصلابة ومقاومة نوعية الحجر للتآكل او البري الناتج عن الإحتكاك ٠ حيث يظهر لنا المقاومة المختلفة لنوعية الأحجار للبري والتآكل ٠

- **ولإجراء الفحص** : إحضار قطعة من الحجر المراد فحصة وبمقاس ١ بوصة ⟷ ١ بوصة ٠
- **الأجهزة الخاصة بالإختبار** : جهاز إحتكاك وتآكل وميزان حساس (أنظر الرسم) ٠



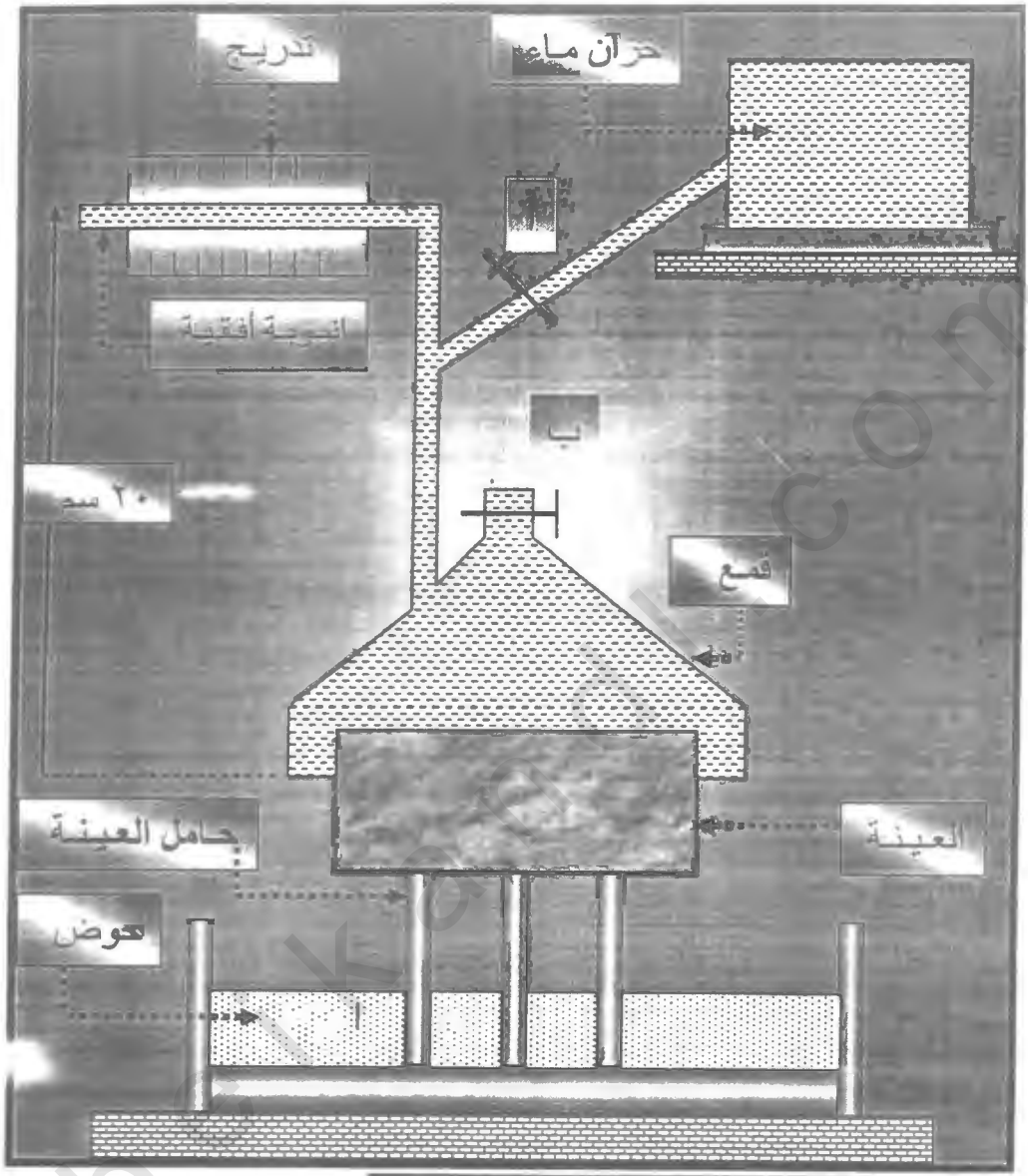
إختبار المسامية في الأحجار Permeability test (Porosity) :

ان الغرض من هذا الاختبار هو معرفة مقاومة الاحجار للنفاذ قبل أستخدامها في إنشاءات خاصة يشترط فيها عدم النفاذية مثل السدود والحوائط الساندة

ولإجراء الفحص : إجراء الإختبار علي منشور مربع الأضلاع ١٠ سم ← ١٠ سم والإرتفاع ٥سم .

الأجهزة الخاصة بالإختبار: جهاز نفاذية الأحجار (مبين في الرسم)

obeikandl.com



جهاز النفاذية

الخطوات المتبعة لإجراء الإختبار Performance stage test

١- تدهن العينة من الجوانب الأربعة بالشمع

٢- توضع العينة كما هو موضح بالرسم ويفتح المحبس (أ) والمحبس (ب) لطرد الهواء من الجهاز وبعد خروج المياه من المحبس (ب) والتأكد من ملئ القمع بالماء يقفل المحبس(ب) حتي تمتلئ الإنبوبة الأفقية بالمياه ثم يقفل المحبس(أ)

٣- في هذة الحالة يكون الضغط الواقع علي للمياه علي سطح العينة = ٢٠ سم ماء ،

٤ – الإنتظار حتي تظهر المياه بسطح العينة السفلي ويلاحظ حركة إنخفاض الماء في الأنبوبة الأفقية٠

٥ – تسجل مسافة الماء في الأنبوبة الأفقية ولمدة ٦٠ ثانية وبذلك يمكن تحديد معامل النفاذ (كلما زادت المسافة تعطينا المؤشر علي أن الحجر أكثر نفاذية ٠

مقاومة تأثير الكيماويات علي الأحجار

Test of Resistance to chemical effects efflorescence staining

١. التزهير (البقع)

عند إمتصاص الأحجار للأملاح والمواد المجاورة والمواد الاحمة أو الأتربة أو أتربة الأساسات أو من الهواء الجوي وخصوصا إذا كانت الأحجار يوجد بها أملاح متكونة مع الحجر وهذة المواد تعمل علي إظهار التزهيرفي الأحجار ٠

وفي حالة وجود مواد عضوية في الأحجار الرسوبية والتي تحت تأثير المحاليل القلوية تكون أملاح عضوية ذائبة وهي تظهر علي هيئة بقع علي سطح الحجر عند التبخر ٠

١- تأثير حامض الكبريتيك sulfuric acid

في حالة تواجد ثاني أكسيد وثالث أكسيد الكبريت في الهواء الجوي الناتج عن المناطق الصناعية فإن تأثيرة الناتج عن الإحتراق يؤثر علي الأحجار مكونا كبريتات أو كبريتيد الكالسيوم ، وعند الجفاف تظهر البقع علي سطح الأحجار (تزهير) ٠

٢ – بلورة الأملاح داخل الحجر : Crystallization salts

تحدث عند الجفاف السريع وهذة الظاهرة ضارة جدا للأحجار ذات الفراغات حيث ينتج عنها قوي ميكانيكية داخل هذه الشروخ والتي تعمل علي نفتيت الأحجار ٠

٣ – يحدث تنفير وتآكل في سطح الحجر لعدة عوامل فعند زوبان اكسيد الكربون الموجود في الهواء مع ماء المطر مكونا حامض الكربونيك والذي يذيب كربونات الكالسيوم ويتكون بيكربونات الكالسيوم ، والتي تتحول مرة ثانية إلي كربونات الكالسيوم نتيجة التبخر ولكن هذة الكربونات لا يوجد في تركيبها البنياني مثل الكربونات الرئيسية ولكن تركيبها يكون أضعف و وجود هذة الكربونات علي سطح الحجر وتحت تأثر العوامل الجوية يؤدي إلي تآكل سطح الحجر وإلي تنفيرة ٠

٤ – تأثير الكيماويات علي الأحجار:

إن الماء المتص من مياه الأساسات أوتربتها توجد بة نسبة عالية من الكيماويات مذابة في هذة المياه وهي أكثر من وجودها في الهواء ، وقد تحتوي هذة التربة علي الكثير من الكيماويات مثل نترات أو كلوريدات أو كبريتات وهي تأثر علي الأحجار وتعمل علي تفتيتها ٠

أختبار الوزن الحجمي والوزن النوع
Volumetric and Specific Weight Tests

الهدف:- إن الهدف من عملية الوزن الحجمي للأحجار لمعرفة الوزن للمتر المكعب من الأحجار اما تحديد الوزن النوعي للأحجار لمعرفة وزن وحدة الحجوم للحجر ولا يشمل هذا الوزن حجم الفراغات الهوائية أما الوزن الحجمي لمعرفة وتحديد الأوزان الأحجار المستعماة في المبني أما الوزن النوي يفيد في تصميم الخرسانة المستعل في تركيبها كسر هذة الأحجار.

إجراء الفحص: أحضار عينة من الحجر المراد فحصة علي أن يكون منتظم .

أجهزة الفحص : فرن تجفيف ، ميزان حساس ، أنبوبة مدرجة

أختبار الوزن الحجميي :-

- فحص الكتلة الحجرية والتأكد من عدم وجود رطوبة بها وفي حالة وجود رطوبة توضع في فرن التجفيف وتتراوح درجة حرارتة بين ١٠٠ - ١١٠ ↑م٠
- تبرد في مجفف وتوزن (وليكن وزنها ١,٠
- يحسب حجم العينة " أ " وتوضع العينة في الإنبوبة المدرجة وتوضع عليها كمية من الماء معلوم مقدارها فتكون الزيادة في حجم الماء بالأنبوبة المدرجة مساويا لحجم العينة ح ١,٠
- النتيجة :

$$\text{الوزن الحجمي للحجر} = \frac{\text{و ١}}{\text{ح١}}$$

الخطوات الإختبار للوزن النوعي :

١- تجفف العينة كمت سبق سالفا في فرن درجة حرارتة ١٠٠ -١١٠ ↑م للتأكد من خلو العينة من الرطوبة ٠

٢- تبرد العينة في مجفف (بعيدا عن أي مصدر للرطوبة) ثم تطحن وتحويلها إلي مسحوق ناعم جدا قبل وزنة وليكن مثلا (و٠٢)

٣- يوضع كمية من الماء معلومة الحجم في الإنبوبة المدرجة ثم يوضع المسحوق في الأنبوبة ، فتكون الزيادة في كمية الماء هي حجم الحجر ، بدون فرغاغت وليكن (ح ٠٢)

٤- النتيجة :- الوزن النوعي = $\frac{\text{و٢}}{\text{ح٢}}$

ويلاحظ الفرق بين الوزن الحجمى والوزن النوعي للأحجار التي ليس بها فراغات مثل أحجار الجرانيت والبازلت صغيرة جدا اما الأحجار التي بها نسبة عالية من الفراغات مثل الحجر الرملي والجيري فإنة يوجد فرق كبير بين الوزن الحجمي والوزن النوعي لتلك الأحجار

الأسمنت

إن مادة الأسمنت من المواد ذات خاصي تماسكية لاصقة وتعمل علي ربط مواد البناء والخرسانات وتجعلها كتلة واحدة متماسكة وهي تعتبر من أهم مواد البناء في عصرنا هذا ٠ ويعتبر الأسمنت هي المادة الثانية بعد الحديد في أعمال البناء ومن خواصها مايلي:

١- هي مادة تستخدم في ربط الأجزاء بعضهابعض مثل خلط الأسمنت بالرمل للحصول علي كتلة متماسكة وتستخدم في صناعة الطوب ٠

٢- وهي مادة ذات لون رمادي أو أسود أو الأبيض وتستخدم في أعمال التكسية للحواط والجدران ويمكن أستخدامها بدون إضافات ٠

٣- وهي مادة أساسية في أعمال الخرسانات وعمل الأعمدة والكمرات والبلاطات ٠٠٠ الخ وهي تستخدم بعد خلطها بالركام (زلط أو كسر الأحجار) بنسب محددة لعمل الخرسانة ٠

٤- الأسمنت البورتلندي هو مادة ناتجة عن حرق الأحجار الجيري والمواد الطينية (مع نسبة بسيطة من الألمونيا وأكسيد الحديد والسليكا) و طحن وتنعيم جيدا بعد الحرق

٥- الحجر الجيري المصري والمستخدم في صناعة الأسمنت يحتوي علي كربونات كالسيوم بنسبة ٩٠٪ ـ ٩٨ ٪ وسيليكت بنسبة ٠,٥ ـ ٥,٤ ٪

٦- عدم إستخدام الأحجار الجيرية التي تحتوي علي نسبة عالية من المغنسيوم لتأثيرة علي نوعية الأسمنت الناتج وأنواع الطين المستخدمة بوجة عام ٠

٧- الطين وطبقة الطباشير

النوع	النسبة المئوية
كربونات كالسيوم	٪٣٣
صوديوم	٪١٣
بيريت وفوسفات كالسيوم	ـــــ
الطين الغريني: وهو يوجد عند مصب الأنهار وقاع البحيرات ويتكون من	
سليكا	٥١,٩٨ ٪ ماء ١٥,٥١٪
ألومنيا	١٥,٦٣ ٪ قلويات ٠,٩٢ ٪
أكسيد كالسيوم	٩,١٢ ٪
كربونات كالسيوم	٣. ٧٦ ٪
الطين الخزفي وهو مخلوط من كربونات الكالسيوم والطين والنوع المستخدم م في صناعة الأسمنت يجب أن تحتوي علي نسبة ٦٠٪ كربونات كالسيوم	

تركيب المواد الخام المكونة للأسمنت :

يتركب الأسمنت من المواد الخام الأولية المخلوطة مادة كربونات الكالسيوم بنسب تتراوح بين ٧٥ ـ ٧٧ ٪ كما يضاف ٢٥ ـ ٢٣ ٪ طين ٠ ويتم صناعة الأسمنت بطريقتين وهي الطريقة الجافة والطريقة الرطبة

١ — الطريقة الجافة :

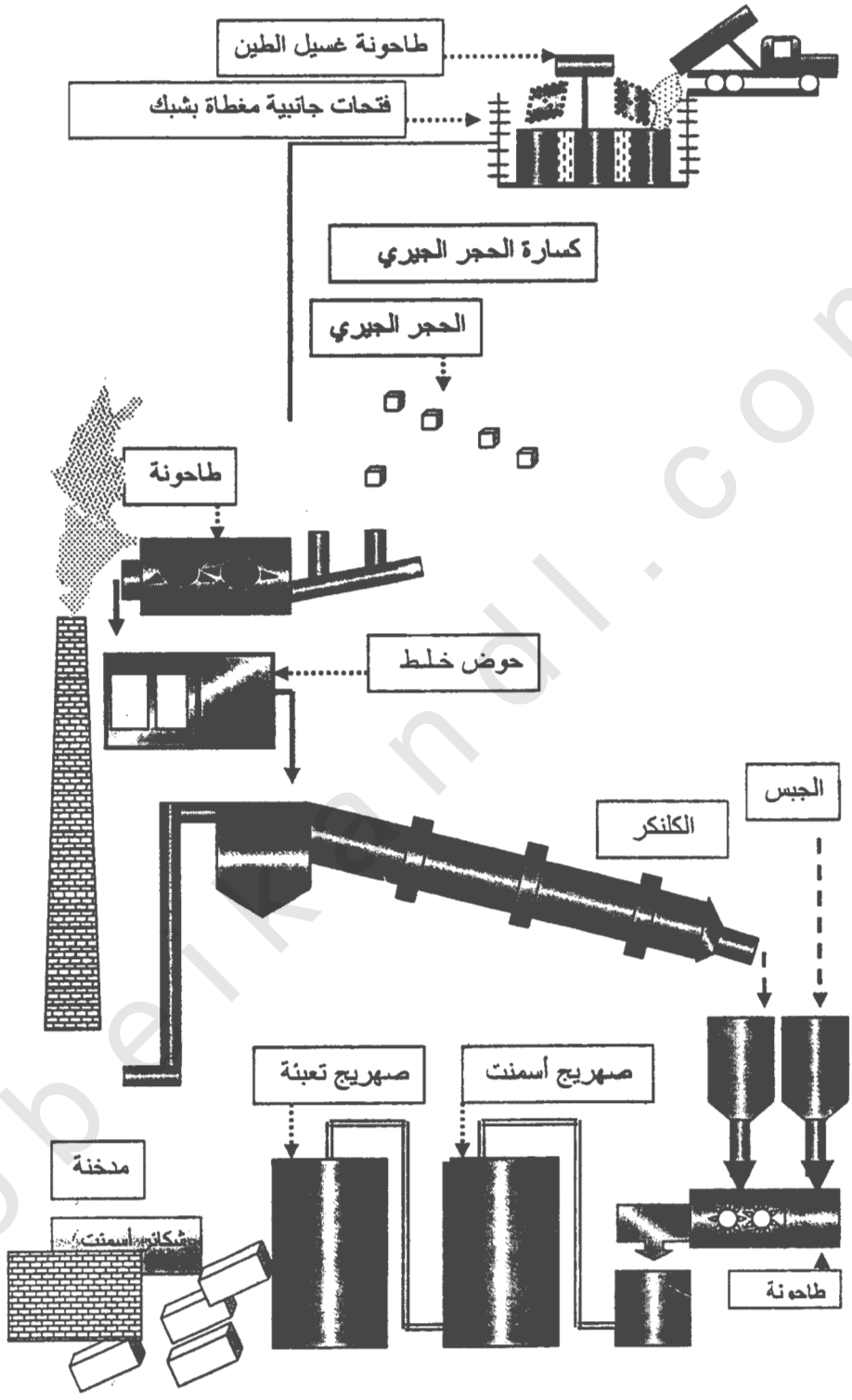
التأكد من أن جميع المواد الخام الطينية والأحجار الجيرية في حميع مراحل التصنيع جافة . وهذة الطريقة أفضل عن الطريقة الرطبة وذلك في حالة إرتفاع سعر الوقود أو عدم وجود مياة الازمة أو عندما يكون الخام شديد الصلابة ويصعب تفتيتة بالمياة .

٢ — الطريقة الرطبة :

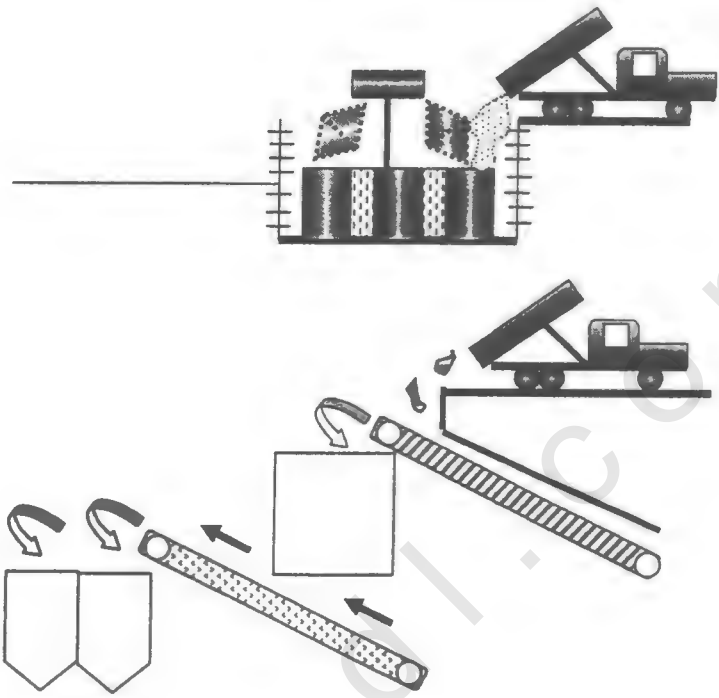
يخلط الخام المراد تصنيعة مع الماء بنسبة تتراوح بين ٣٢ ـ ٤٠ ٪ من كمية المخلوط (هذة الطريقة تعتبر أفضل في حالة تشبع الخام بالرطوبة العالية وتوافر مصادر المياة) ، وأن إستخدام الطريقة الرطبة أفضل لإمكان الحصول علي خليط جيد متجانس للخام قبل دخولة الفرن وهذة النوعية من الأسمنت ذو خاصية متجانسة و تستخدم الطريقة الرطبة في جميع مصانع مصر .

خطوات التصنيع :

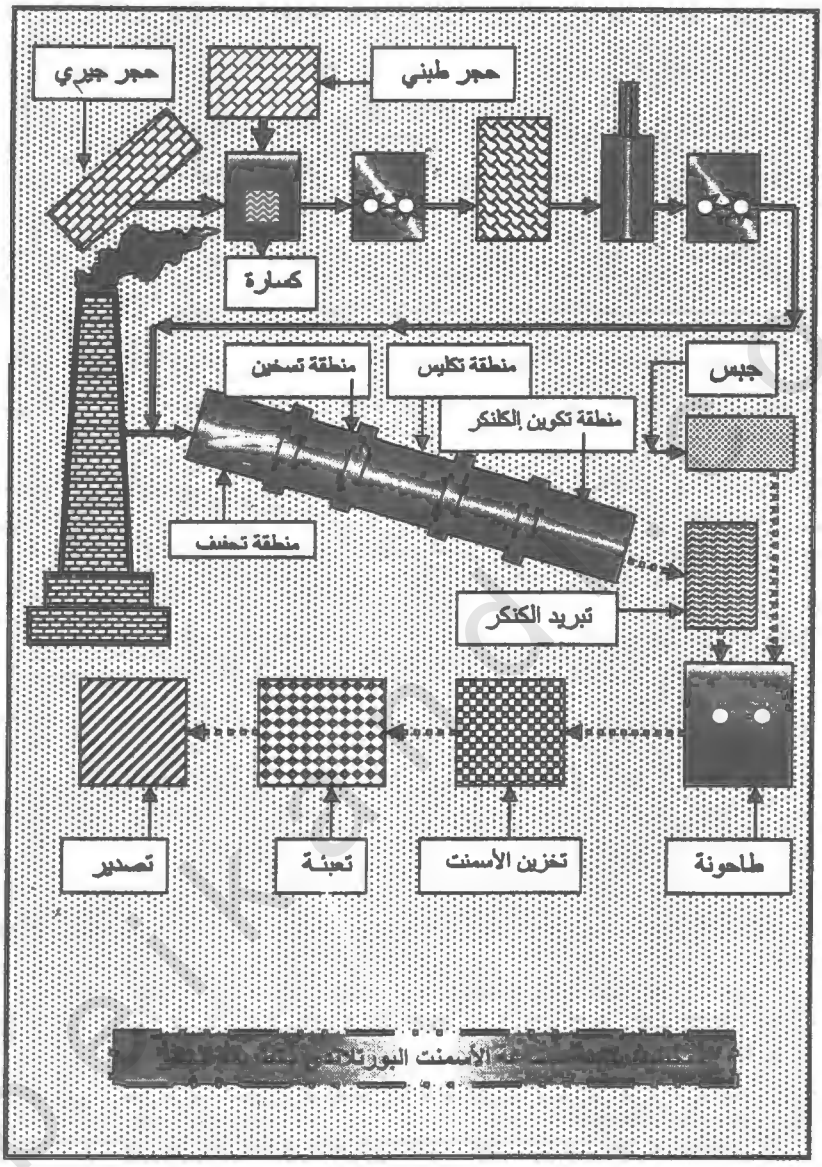
١ — أختيار مكان المصنع في مكان مجاور لوجود الخام بكمية وفيرة وإمكان إمداد المصنع بكميات وفيرة ومدة زمنية طويلة وأن يكون في كردون المدينة لمراعات عملية النقل كما أن يراعا في الموقع الوضع البيئي للمنطقة والتوسع العمراني . وأن تكون المواد الخام تحتوي علي المكونات الكيمائية المطلوبة في التصنيع وتكسيرة وطحنة وخلطها وتكليسها أي سخينها إلي درجة حرارة عالية ثم يبرد الكنكر (ناتج التسخين) وطحنة مع إضافة الجبس بنسبة معلومة ثم ينعم الناتج جيدا وتعبئة الأسمنت للإستهلاك (أنظر الرسم الموضح عملية صناعة الأسمنت بالطريقة الرطبة والجافة .



obeikandl.com



obeikandl.com



الأسمنت البورتلاندي

١- **الكسارة** : وهي تستعمل في تكسير الأحجار الجيرية وهي مكونة من فكين من الصلب تعمل علي تكسير الأحجار إلي أحجام (أقطار) مختلفة حتي أقطار ٢٠ سم ٠

٢- **كسارة المطرقة** : تكسر الأحجار الواردة من الكسارة لتكسيرها الي مقاسات صغيرة يمكن ادخالها الي طواحين المصنع مباشرة

٣- **غسيل الطين** : وهي عبارة عن أحواض موجود بها ذراع دائري متحرك يتدلي منة اذرعة رأسية تضل الي قاع الحوض **MIXER** لعدم حدوث ترسيب وتعمل علي مزج الطين وعدم ترسيبة علي جوانب حوض الغسيل ، ويخرج الطين من فتحات جانبية اثناء الخلط وغطاة بشبك من المعدن يسمح بخروج الخليط

٤- يخزن الناتج في صهاريج ويخلط كسر الحجر الجيري والمواد الطينية وتجري عملية طحن المواد الأولية في اسطوانات كبيرة بها هرات حديدية صلبة تقوم بعملية تكسير الخليط وطحنة

٥- تحرق المواد المطحونة في افران دوارة جسمها من الخارج من الصلب ومبطنة من الداخل بالطوب الحراري ، كما انة يوضع طبقة عازلة بين جدار الإسطوانة والطوب الحراري وذلك للحفاظ علي درجة الحرارة داخل الإسطوانة وعدم تسرب الحرارة ،

٦- **ملحوظة** : العمل علي التخلص من بعض المياه المخلوطة مع الخام قبل إدخالة إلي الفرن وذلك بإستخدام مرشحات وتغذية الأفران بهواء ساخن من خزانات تستقبل الهواء الساخن والحرارة الناتجة عن الحرق في الأفران وذلك لتوفير كمية من الوقود المستعمل في عملية التجفيف ٠

٧- **الفرن الدوار** : تدخل المواد الخام الي الفرن الدوار من أعلي في جميع الحالات " رطب او جاف " وفي الجزء الأول من الفرن تتم عملية التجفيف

٨- للمادة الخام حتي درجة حرارة ١٠٠ ↑ ، حيث يتم تبخير المياه ، وفي المرحلة الثانية يتم عملية التكليس وعندها ترتفع درجة الحرارة إلي ٨٠٠ — ٩٠٠ ↑م وعند هذة الدرجة يفقد ثاني اكسيد الكربون من كربونات الكالسيوم ويتكون اكسيد الكالسيوم الذي يتفاعل مع اكسيد الالومنيا واكسيد السيليكون الناتجين من الطين مكون الكلنكر عند نهاية الفرن من الناحية السفلية ،

٩- **الناتج من الفرن** : ينتج مركب جديد ، يبرد ثم يضاف الي مادة الكلنكر مادة الجبس بنسبة تتراوح بين ٤ — ٦ ٪ بالوزن ثم يطحن خليط الجبس والكلنكر الي درجة النعومة المطلوبة ، يخزن الأسمنت ويعبأ في أكياس ذات طبقات متعددة من الورق حسب مكان تصديرها وذلك لعدم وصول الرطوبة إلي مادة الأسمنت ، وبعد ذلك يكون جاهزا للإستخدام ٠

التركيب الكيمائي للأسمنت وخواصة الكيمائية :-

عند خلط الجير والسيليكا والألومنيا وأكسيد الحديد وهي المكونات الئيسية فإن الكلنكر يحتوي علي الأربع مكونات الرئيسية الأتية :-

- ثالث سليكات الكالسيوم ٢٥ — ٥٠ ٪
- ثاني سليكات الكالسيوم ٢١ — ٤٥ ٪
- ثالث الومنيات الكالسيوم ٥ — ١١ ٪
- رابع الومنيات حديد الكالسيوم ٩ — ١١ ٪

هذا بالإضافة إلي كميات بسيطة من الجير وهو غير مرغوب فبة والمغنسيوم الغير متحد وكبريتات الكالسيوم وبعض القلويات

١-وتفسيرا لما يحدث من تفاعلات في الفرن داخل منطقة تكوين الكلنكر وهو إتحاد أكسيد الحديد كلة مع جزء من أكسيد الالومنيا وجزء من أكسيد الكالسيوم مكونا رابع الومنيات حديد الكالسيوم

٢- يتحد أكسيد السليكون من جزء من أكسيد الكالسيوم وينتج عن هذا الإتحاد ثاني أسليكات الكالسيوم ٠

٣ - أتحاد المتبقي من أكسيد الألومنيا مع جزء من أكسيد الكالسيوم فيتكون ثالث ألومنيات الكالسيوم ٠

٤ - يتكون ثاني سليكات الكالسيوم مكونا ثالث سليكات الكالسيوم بعد إتحاد ما تبقي من أكسيد الكالسيوم في الخطوات السابقة ٠

٥ - يتبقي أكسيد الماغنسيوم دون إتحاد

وهذة نتيجة لتحليل لعينة من ألأسمنت البورتلاندي :

جير (كا أ)	٦٠ إلي ٦٥ ٪
سليكات (س أ ٢)	٢٠ إلي ٢٤ ٪
الومنيا (لو أ ٢)	٤ إلي ١٠ ٪
أكسيد الحديد (ح٢أ ٣)	٢ إلي ٤ ٪
ماغنسيوم (ما أ)	١ إلي ٣ ٪
ثالث أكسيد الكبريت (كب أ ٣)	١ إلي ٢ ٪
ماء وثاني أكسيد الكربون	١ إلي ٢ ٪
قلويات	½ إلي ١ ٪
مواد غير ذائبة	١,٥ ٪

ملحوظة :

١- يتكون الكلنكر مبكرا في حالة زيادة كمية الجير وتؤدي إلي التقليل من حرارة التسخين فتمنع الطين والألومنيا من إتمام التفاعل وهذا التفاعل ينتج عنة ثبات حجم الاسمنت ٠

٢- زيادة السليكا مع خفض نسبة الالومنيا تجعل الاسمنت بطئ الشك بينما خفض نسبة السليكا وزيادة نسبة الالومنياتجعل الاسمنت سريع الشك ٠

٣- إن زيادة أكسيد الحديد تكسب الأسمنت اللون الرمادي

٤- وجود الماغنسيوم في الأسمنت ضار ، وأن لا تزيد نسبتة عن ٤٪ ٠

٥- ويلاحظ أن ثالث أكسيد الكبريت يعمل علي تأخير زمن الشك للأسمنت ويجب ألآ تزيد كميتة عن ٢,٧٥٪ من وزن الأسمنت ٠

٦- ويراعي عدم تواجد القلويات بكثرة فإن تواجدها يعمل علي التفاعل القلوي للركام في الخرسانة ٠

تفاعل الأسمنت : عند إضافة الماء إلي الأسمنت (بدرة) يتفاعل ثالث سليكات الكالسيوم مع الماء بسرعة ويتكون مادة جيلاتينية (خليط عجبني) وهي مادة لها خاصية التلاحم ٠ وينتج حرارة ناتجة عن هذا التفاعل وهو ما يكسب الخرسانة المقاومة في مدة زمنية مدتها ١٤ يوما الأولي أما سليكات الكالسيوم فتتفاعل مع الماء ببطئ وتتصاعد الحرارة وهي تعمل علي زيادة مقاومة الخرسانة في الفترة مابين ١٤ — ٢٨ يوما ٠ وهي تثبت حجم الأسمنت وتقلل من نسبة الإنكماش بعد الجفاف ومقاوم لتأثيرات الكيماويات ٠ أما ثالث الومنيات الكالسيوم فيتفاعل مع الماء بسرعة ويصحبة ارتفاع في درجة حرارة عالية وهو يعمل علي عملية التصلد الأولي وتأثيرة بسيط علي قوي الأسمنت النهائية ٠ وهو غير مقاوم التأثيرات الكيميائية وخاصة الكبريتات اما رابع الومنيات حديد الكالسيوم فيتفاعل مع الماء ببطئ وليس هناك تأثير علي خاصية من خواص الاسمنت وهي تعتبر مادة لاحمة وليس لها تأثير علي قوة ضغط الأسمنت ٠

- تصل درجة حرارة تفاعل الأسمنت مع الماء الي حوالي ١٠ ↑
- تصل درجة حرارة تفاعل الأسمنت البورتلاندي حوالي ٤٠ ↑
- تصل درجة حرارة تفاعل الأسمنت سريع التصلد ١٠٠ ↑ الأسمنت الالوبيني

تأثير درجة نعومة الأسمنت :-

■**نعومة الأسمنت** : تعتبر من الخواص المميزة لة كمادة لاحمة وهي تزيد من المساحة السطحية لة مما يساعد علي سرعة تفاعلة مع الماء

المضاف إلية ٠ حيث أن الجبيبات الخشنة لا يتفاعل الجزء الداخلي منها مع الماء الا بعد مدة زمنية طويلة وقد لا يحدث تفاعل هذة الحبيبات مطلقا وخاصة في الخلطة الجافة ٠ لذلك فإن درجة نعومة الآسمنت كما ذكرنا سلفا تعتبر ميزة لجودتة حيث يثبت حجمة وتقل نسبة الإنكماش ، وتحسن من قابلية الأسمنت والخرسانة للتشغيل ٠

■**المواصفات القياسية** :

تنص المواصفات القياسية علي ان درجة نعومة الأسمنت عند نخلها (منخل رقم ١٧٠) أكثر من ١٠ ٪ للأسمنت البورتلندي والعادي (مواصفات مصرية) ولا يتبقي من منخل ٢٠٠ أكثر من ٢٢ ٪ (مواصفات الجمعية الأمريكية لإختبار المواد) ٠

تحديد نعومة الأسمنت :

بواسطة إستخدام جهاز زبلن يمكننا من تحديد درجة نعومة الأسمنت وذلك بحساب المساحة السطحية وهي تتراوح بين ٢٤٠٠ — ٢٨٠٠ سم٢ ٪ جم للأسمنت البورتلاندي العادي و ٣٥٠٠ — ٤٢٠٠سم٢ /جم وللأسمنت سريع الشك (التصلد) ٠ وتتوقف درجة النعومة للأسمنت علي طريقة صناعتة والمكونات الكيميائية ودرجة حرارتة عند الإحتراق ودرجة الطحن ونوعية الطواحين المستعملة .

زمن الشك للاسمنت البورتلندي والعادي :

عند إضافة المياء إلي مسحوق الأسمنت تكون مخلوط علي شكل عجينة لدنة وعندما تترك فترة زمنية فإنها تتحجر ويقال عنها أن ألأسمنت شك ، وهناك زمن شك إبتدائي وزمن شك نهائي وتتطلي المواصفات بألا يقل زمن الشك الإبتدائي عن ٤٥ دقيقة وألا يزيد زمن الشك النهائي عن ١٠ ساعات وأن زمن الشك الإبتدائي لا يسمح بوضع المون في مكانها جيدة وصالحة كمادة لاحمة ويعمل علي تصلد الخرسانة قبل نقلها

ووضعها علي الصبة وان زيادة زمن الشك النهائي يعمل علي تأخير العمل علي الشدة الخشبية ٠

العوامل التي تؤثر علي زمن الشك :

١- التركيب الكيمائي ونسبة الجبس المضاف (٢ — ٦ ٪) الي الكلنكر وذلك لتأخير زمن الشك ٠

٢- درجة النعومة ودرجة التكليس ٠

٣- درجة الحرارة والرطوبة ٠

٤- كمية الماء المضافة للخلط ومدة زمن الخلط ٠

تنوية :

إن عدم إضافة الجبس فإن ثالث الومنيا الكالسيوم ورابع الومنيات حديد الكالسيوم يعملا علي سرعة زمن الشك اللحظي للأسمنت وذلك ناتج عن تكوين بلورات الومنيات ثلاثي الكالسيوم المائية أما في حالة إضافة الجبس فإنة يعمل علي تقليل تركيز ثالث الومنيات الكالسيوم فلا تنفصل هذة البلورات حتي يستنفذالجبس ٠ ويعمل المتبقي من ثالث الومنيات الكالسيوم علي شك الأسمنت اللحظي نتيجة هذة البلورات إذا كانت كمية الجبس كبيرة بحيث يستهلك ثالث المونيا الكالسيوم اولا ويبدأثالث سليكات الكالسيوم في العمل علي إنفصال البلورات وسط جيلاتيني من سليكات الكالسيوم الذي يتم بلورتة ببطئ ٠

أنواع الأسمنت البورتلاندي :

ان المواد الخام المكونة للأسمنت البورتلاندي وعمل الدرساتلتحديد خواص كل منها جعلت من الممكن التحكم في انواع مختلفة من الأسمنت البورتلاندي عن طريق تغير نسب هذة المكونات بحيث تتميز كل منها بخواص معينة وتجعلة صالحا لإستعملات خاصة معينة وجميع هذة الأنواع لها خاصية التحجر والشك المميز لمادة الأسمنت ٠

مقاومة الأسمنت البورتلاندي :-

يعتبر الأسمنت من ناحية إختبار الشد ضعيف جدا وبالتالي تعتبر الخرسانات هي أيضا ضعيفة أيضا ٠ وعامل الشد ليس ذو أهمية ولا يعتبر أختبار الشد أختبار قياسي في المواصفات٠ ولتحديد مقاومة الشد تصنع قوالب خاصة من مونة الاسمنت والرمل (رمل قياسي) بنسبة ١ :٣ بالوزن مع إضافة ٨ ٪ من وزن الرمل والأسمنت ويعمل إختبار الشد للأسمنت سريع التحجر (التصلد)

أما مقاومة الأسمنت للضغط فهي عالية ةأن مقاومة الضغط للخرسانة والمون الأسمنتية عالية ويحدد إجهاد الضغط من مونة الأسمنت والرمل (رمل قياسي) وبنسبة ١ :٣ بالوزن مع إضافة ماء بنسبة ١٠ ٪ من وزن الرمل والأسمنت وتصب في قوالب مكعبة من مونة الأسمنت " طول الضلع ٧,٠٦ سم (مساحة سطح المكعب = ٥٠سم) ولقد نصت المواصفات علي أن مقاومة الضغط لمونة الأسمنت وبعض أنواع الأسمنت البورتلاندي كما يلي :

نوعية الأسمنت	مقاومة الضغط بالكجم/ سم٢	
	بعد٣ أيام	بعد ٧ أيام
بورتلاندي عادي	لا تقل عن ١٥٤	لاتقل عن ٢٣٨
بورتلاندي حديدي	لاتقل عن ١١٢	لا تقل عن ٢١٠
بورتلاندي سريع التصلد	لا تقل عن ٢١٠	لا تقل عن ٢٨٥

الأسباب المؤثرة علي مقاومة الضغط :

- تقل مقاومة الأسمنت للضغط في حالة إنخفاض درجة حرق المواد المكونة لة عن الدرجة المطلوبة ٠
- زيادة نعومة حبيبات الأسمنت ترفع من درجة مقاومتة للضغط ٠
- عند زيادة ألومنيات الكالسيوم وثالث سليكات الكالسيوم تزيد من مقاومة الأسمنت مبكرا ٠

▪ تزيد مقاومة الأسمنت مع مرور الزمن بمعدل يتناقص كلما زاد الزمن

▪ زيادة كمية الرمال في مونة الأسمنت وقلة كمية الأسمنت تأثر في إنخفاض مقاومة مونة الأسمنت ٠

ثبات حجم الأسمنت : ثبات حجم الأسمنت يعني عدم زيادة حجمة بعد عملية الشك (التصلد) نتيجة تمدد بعض المواد الداخلة في تكوينة ٠

▪ عند تواجد حبيبات الجير الحي في الأسمنت وعند مزج الأسمنت بالماء وعند إختراق الماء (الرطوبة) للحبيبات الجير الحي المكون للأسمنت يكون الأسمنت قد بدأ في الشك (عدم تجانس الحبيبات) وعندما تتم عملية تشبع وأطفاء الجير الحي المكون للأسمنت فيعمل علي زيادة حجمة فيسبب تفتت وتشريخ الخرسانة او المون الأسمنتية ، لذلك فإن إضافة الجبس بالكمية المناسبة لتأخير زمن الشك للأسمنت حتي تتم عملية تشبع الجير الحي بالرطوبة الازمة قبل وصول الأسمنت إلي مرحلة التصلد (الشك) ٠

▪ يمكن تقليل عدم ثبات الحجم بزيادة نعومة الأسمنت حيث تساعد هذة النعومة علي مساعدة حبيبات الجير الحي علي التفاعل بسرعة مع الماء وذلك لصغر حجم الحبيبات ٠

▪ إن إرتفاع نسبة الماغنيسيوم في الأسمنت بعد حرق الكلنكر مما يتطلب مدة أطول لحدوث التصلد (التحجر) وحتي يتم إطفائها فتسبب عدم ثبات حجم الأسمنت والمواصفات تنص علي عدم زيادة نسبة الماغنسيوم في الأسمنت عنه ٪

▪ وجود الكبريتات بالأسمنت يتسبب في تكوين كبريتات الكالسيوم الألومنية وكلما زادت هذة النسبة فإنها تسبب عدم ثبوت الحجم ، ولقد نصت المواصفات علي نسبة ثالث أكسيد الكبريت الموجودة في الأسمنت علي نسبة لا تزيد عن ٣ ٪ ٠

أنواع الأسمنت المختلفة :

سنتعرف في هذا الباب علي الأنواع المختلفة للأسمنت وجميع هذة الأنواع تشترك في خاصية التصلب والشك الذي يتميز بة الأسمنت وهو:

١- الأسمنت البورتلاندي سريع التصلب (أسمنت سوبر كربت) ٠

High early strength Portland cement .

٢- الأسمنت البورتلاندي ذو حرارة التفاعل المنخفضة ٠

Low Heat Portland Cement.

٣- الأسمنت البورتلاندي الأبيض ٠

White Portland Cement .

٤- الأسمنت البورتلاندي الملون

Colored Portland Cement .

٥- الأسمنت البورتلاندي المقاوم لنفاذ الماء ٠

Water Tight Portland Cement

٦ – الأسمنت البورتلاندي الحديدي ٠

Blast Furnace Slag Portland Cement

٧ – الأسمنت عالي الألومنيا

Cement High alumina

٨ – الأسمنت المخلوط (أسمنت كرنك)

٩ – الأسمنت البورتلاندي المقاوم لمياه البحار ٠

Sea Water Cement .

تعريف خصوصيات الأسمنت :

١ – الأسمنت البورتلاندي سريع التصلب(أسمنت سوبر كربت)

High early strength Portland cement .

٠٠ تصنع هذة النوعية من الأسمنت بطحن المواد الغنية بالجير لدرجة عالية من النعومة بعد إحراقها ، وهي تحتوي علي نسبة عالية من ثالث ساليكات الكالسيوم وثالث الومنيات الكالسيوم وهو يعمل علي الحصول علي جزء كبير من مقاومة الأسمنت في اليوم الأول كما نحصل كل المقاومة تقريبا خلال الأيام الثلاثة الأولي ، وزمن الشك لهذة النوعية

متقارب لزمن الشك للأسمنت البورتلاندي العادي ٠ وتكلفة تصنيعة تزيد عن تكلفة الأسمنت البورتلاندي العادي بحوالي ٢٠ : ٣٠ ٪ ٠ وأحيانا يكون أستخدام هذة النوعية من الأسمنت أرخص رغم إرتفاع تكلفتها عن الأسمنت البورتلاندي العادي وذلك لسرعة التصب وإمكانية فك الشدات الخرسانية وسرعة الإنتهاء من تشيد المنشأة والإستفادة منة إقتصاديا ، مما يعوض زيادة فرق السعر ٠ ودرجة حرارة تفاعل هذة النوعية من الأسمنت مع الماء عالية ويجب سرعة معالجتة بالماء حتي لا ينتج إختلاف في درجات الحرارة في الأجزاء المختلفة أثناء إضافة المياه حتي لا يحدث إجهادات شد داخلية مختلفة داخل الخرسانة وينتج عنها شقوق (لا نوصي بإستخدام هذة النوعية في المنشآت الخرسانية المختلفة القطاعات ٠

٢ – الأسمنت البورتلاندي ذو حرارة التفاعل المنخفضة ٠

Low Heat Portland Cement.

بمقارنة هذة النوعية بالأسمنت البورتلاندي العادي نجد أنة يحتوي علي نسبة صغيرة من الجير ونسبة عالي من السيليكات ، وهو أكثر نعومة من الأسمنت البورتلاندي العادي ، والحرارة المنبعثة منة نتيجة تفاعلة مع الماء حوالي ثلث الحرارة المنبعثة من الأسمنت البورتلاندي العادي ولذلك تقل نسبة التمدد والإنكماش في الخرسانة لإحتوائة علي نسبة اقل ثالث سليكات الكالسيوم ونسبة أكبر من ثاني سليكات الكالسيوم ، وينتج عنة بطئ في تصلب الأسمنت ويصبح أكثر صلاحية في عمليات كتل الخرسانة الكبيرة والتي تحتاج إلي وقت كبير مما يساعد علي جعل الإنكماش والتمدد في الكتلة الخرسانية متساوي من بدايتة إلي نهايتة ككتلة واحدة ، (تكون قوة المقاومة في الأيام الأولي ضعيفة ولكن تتساوي قدرة المقاومة بمرور الوقت وتتساوي مقاومتة مع خرسانة الأسمنت البورتلاندي

الأسمنت البورتلاندي الأبيض ٠

White Portland Cement .

يتم تصنيع الأسمنت الأبيض بنفس مواصفات وخواص تصنيع الأسمنت البورتلاندي العادي ، ةيتم حرق الحجر الجيري النقي مع الطين الأبيض النقي ٠ وتختلف نسبة أكاسيد الحديد في الطين الأبيض حيث أن نسبتها لا تزيد عن ٠,٥ ٪ مما يكسبة اللون الأبيض ، ومن المعروف أن أكسيد الحديد هو المادة المكسبة اللون الرمادي للأسمنت البورتلاندي العادي ، وأن صفات الأسمنت البيض هي نفس صفات الأسمنت البورتلاندي العادي ٠

النسبة المئوية لمركبات الأسمنت الأبيض هي :

- ثالث سليكات الكالسيوم ٥١ ٪
- ثالث لومنيات الكالسيوم ١٠,٣ ٪
- ثاني سليكات الكالسيوم ٣٢ ٪
- رابع الومنيات حديد الكالسيوم ١,٢ ٪

ويستعمل الأسمنت الأبيض في الكثير من أعمال الديكور والبياض والمحارة الخارجية للمباني وصناعة البلاط والقيشاني وتثبيت الرخام و الأدوات الصحية الخ ٠

الأسمنت البورتلاندي الملون ٠ Colored Portland Cement

هو أسمنت أبيض بورتلاندي يضاف إلية أصباغ مناسبة حسب الألوان المطلوبة ، وهذة الأصباغ خاملة لا تتفاعل مع مركبات الأسمنت ولا تتأثر بالجير ولا يتغير لونها وتضاف هذة الألوان عند عملية طحن الكلنكر ويراعا عدم زيادة نسبتها عن ١٠ ٪ من وزن الأسمنت المراد تلوينة حتي لا تؤثر علي مقاومة الأسمنت وتعمل علي زيادة نسبة الإنكماش حيث أن تأثير الألوان له نفس تأثير الطين ٠

الأسمنت البورتلاندي المقاوم لنفاذ الماء ٠

Water Tight Portland Cement

إن إضافة ٢ ٪ من مادة سترات الصوديوم إلي الكلنكر عند الطحن تكسب الأسمنت البورتلاندي قدرة علي عدم نفاذ الماء ٠ وأن سترات الصوديوم وهي مادة طاردة للماء وإضافتها للأسمنت تأثر علي رفع قدرة مقاومة الخرسانة لنفاذ الماء ٠ ولقد وجد أن إضافة المواد الغير منفذة للماء تضعف من مقاومة الخرسانة لذلك يجب زيادة نسبة الأسمنت أثناء خلط الخرسانة المستخدمة ٠

الأسمنت البورتلاندي الحديدي٠

Blast Furnace Slag Portland Cement

إن صناعة الحديد تتطلب أستخدام الطين والحجر الجيري كعامل مساعد في الأفران العالية مما ينتج عنة خبث الحديد بكميات كبيرة من مصانع الحديد والصلب وتركيبة الكيميائي هو:

- السليكا من ٣٠ — ٤٠ ٪
- الألومنيا من ٨ — ١٨ ٪
- أكاسيد الكالسيوم من ٤٠ — ٥٠ ٪

وهو قريب في تكوينة من ما ينتج عن تكليس الحجر الجيري والطين ٠ وحددت المواصفات البريطانية نسبة جلخ الحديد المستخدم ف٦ي صناعة الأسمنت البورتلاني الحديدي بحوالي ٦٥ ٪ ولقد أوصت المواصفات الأمريكية بأن تكون النسبة ما بين ٢٥ — ٦٥ ٪ ٠ وتقوم صناعة هذة النوعية من الأسمنت الحديدي في مصر بإضافة جلخ الحديد إلي الكلنكر بنسبة ٣٥٪ من المخلوط مع إضافة ٤ ٪ جبس للتحكم في زمن الشك ، ويستخدم في جميع أعمال الأسمنت البورتلاندي العادي ومن مزيا الأسمنت الحديدي ما يلي :

❖ مقاوم لمياه البحار والكيماويات لإحتوائة علي نسبة أقل من أكسيد الكالسيوم ونسبة أعلي من السليكا ٠

❖ عندما يفاعل مع الماء عند الخلط فإن درجة حرارتة تكون نسبتها أقل من الأسمنت البورتلاندي العادي مما يجعلة أكثر صلاحية للإستعمال في المنشئات الخرسانية ذات الكتل الكبيرة ٠

❖ أرخص من الأسمنت البورتلاندي ٠

الأسمنت عالي الألومنيا High alumina Cement

يتم تصنيع هذا الأسمنت بصهر المواد الجيرية والمواد الألمونية (الجير والبوكسيت) حتي درجة السيولة ثم يبرد المخلوط ويطحن ناعما بدون إضافة أي مواد أخري بعد عملية صهر المواد الخام سوي الماء ، وتكون نسبة الالومنيا في هذا الأسمنت عالية وتتراوح قيمتها بين ٣٥ – ٤٥ ٪ مما يساعد علي سرعة التصلب وحصولة علي المقاومة القصوي للأسمنت في مدة زمنية في حدود ٢٤ ساعة بينما يحتاج الأسمنت البورتلاندي العادي مدة تصل إلي ٢٨ يوما للتصلب التام وحصولة علي معظم المقاومة القصوي نتيجة تكون الومنيات الكالسيوم الأحادي والتي يصحبها إرتفاع كبير وسريع في درجة الحرارة ، (في حالة خلط هذة النوعية مع الأسمنت البورتلاندي العادي ينتج عنة أسمنت سريع الشك في لحظات ومن مزايا الأسمنت عالي الألومنية مايلي :

❖ الحصول علي درجة تصلب في وقت مناسب ٢٤ ساعة٠

❖ يقاوم مياة البحر وتأثيرات الكبريتات والأحماض المخففة أكثر من أي نوع أخر من الأسمنت البورتلاندي

♦ومن عيوب الأسمنت عالي الألومنيا ما يلي :

♦ يجب عدم أستخدام الأسمنت عالي الالومنيا في المنشئات ذات الكتل الخرسانية الضخمة وذلك نتيجة للإنبعاث الحراري عندما يتفاعل مع

الماء حيث يكون الإنكماش والتمدد كبيرا فينتج عنة تشققات في الخرسانة ٠

◆الأسمنت المخلوط (أسمنت كرنك)

هذة النوعية من الأسمنت رخيصة الثمن وهي تتكون من خلط كلنكر الأسمنت البورتلاندي والعادي مع ٢٥٪ رمل سيليس ثم يطحن لدرجة نعومة عالية ولقد دلت الأبحاث أن الأسمنت الكرنك تقل مقاومتة للضغط عن الأسمنت البورتلاندي العادي بحوالي ٣٠ — ٣٥ ٪ ٠

الأسمنت البورتلاندي ذو حرارة التفاعل المنخفضة ٠

Low Heat Portland Cement.

وهو أسمنت مقاوم للكبريتات والمياه المالحة ، ويتم صناعتة بخلط الرمال مع الطين مع إضافة بيريت الحديد (أو أي مصدر من مصادر الحديد) لإكتسابة نسبة عالية من رابع الومنيات حديد الكالسيوم ٠ ويستخدم في المنشئات القريبة والمعرضة لمياة البحار كذلك رصف الموانى وعمل تستائر ومصدات الأمواج وفي عمل الأساسات المعرضة لتعرضها إلي مياة تحتوي علي نسبة عالية من الكبريتات

إختبار الأسمنت

الهدف من إختبار الأسمنت وتحديد درجة نعومتة وذلك بقياس حجم حبيباتة أو بقياس مساحة سطحة ونتيجة هذا الإختبار يمكن تحديد بعض خواص الأسمنت عن الأخر حيث أن نعومة الأسمنت تعمل علي سرعة تفاعل الماء مع مكونات الأسمنت لكبر مساحة سطح الحبيبات وانتشار الماء علي هذة المساحة السطحية مما يساعد الاسمنت علي الحصول علي صلابتة مبكرا وبذلك تتولد درجة صلابتة ومقاومتة للضغط وتكون عالية كما ان زيادة نعومتة تزيد من قابلية الخرسانة للتشغيل وتزيد من درجة تماسكها اثناء الخلط ٠

كيفية إجراء الإختبار :-

يتم أخذ عينات من عدة شكائر أسمنت ومن أماكن متفرقة في الشيكارة الواحدة ، وهناك طريقتين لإجراء هذا الإختبار ٠

١- عن طريقة النخل (أحضار منخل قياسي ١٧٠ ، وميزان حساس)

•• توزن عينة من الأسمنت المراد إختبارة وليكن وزنها(W)١٠٠٠ جرام .

•• يتم نخل العينة بمنخل قياسي ١٧٠ لمدة ١٥ دقيقة يدويا ولمدم ٥ دقائق إذا كان المنخل كهربائيا والحرص علي عدم تسرب اجزاء من بدرة الأسمنت أثناء النخل ٠

•• يوزن المتبقي في المنخل وليكن ١ W ٠

$$\text{نعومة الأسمنت} = \frac{١ W \leftarrow ١٠٠}{W}$$

ونصت المواصفات القياسية المصرية علي ان لاتزيد نسبة المحجوز في منخل قياسي رقم ١٧٠ عن ١٠٪ بالوزن للأسمنت البورتلندي العادي وعن ٥٪ بالوزن للأسمنت البورتلاندي سريع الشك ٠

٢- الإختبار بواسطة طريقة بلين لتحديد المساحة السطحية :

يستخدم جهازبلين كما موضح في الرسم المرفق علي الأتي :

• أسطوانة بقرص معدني مزودة بثقب لة فتحات معينة عليها ورق ترشيح يوضع عليها الأسمنت ٠

• جزء خاص يدفع الهواء من خلال برج التجفيف ليمر من خلال الفراغات الموجودة بين حبيبات الأسمنت .

• مانومتير لقياس الضغط بين (B و A) ومانومتر لقياس فرق الضغط بين (D و C) ٠

الخطوات :-

١. توضع طبقة من الأسمنت علي ورقة الترشيح الموجودة علي الثقب المعدني ٠

٢. يدفع الهواء من برج التجفيف ليمر من خلال طبقة الأسمنت ومن خلال الدرجة المسامية للعينة والتي تتوقف علي مقاس حبيبات الأسمنت ٠

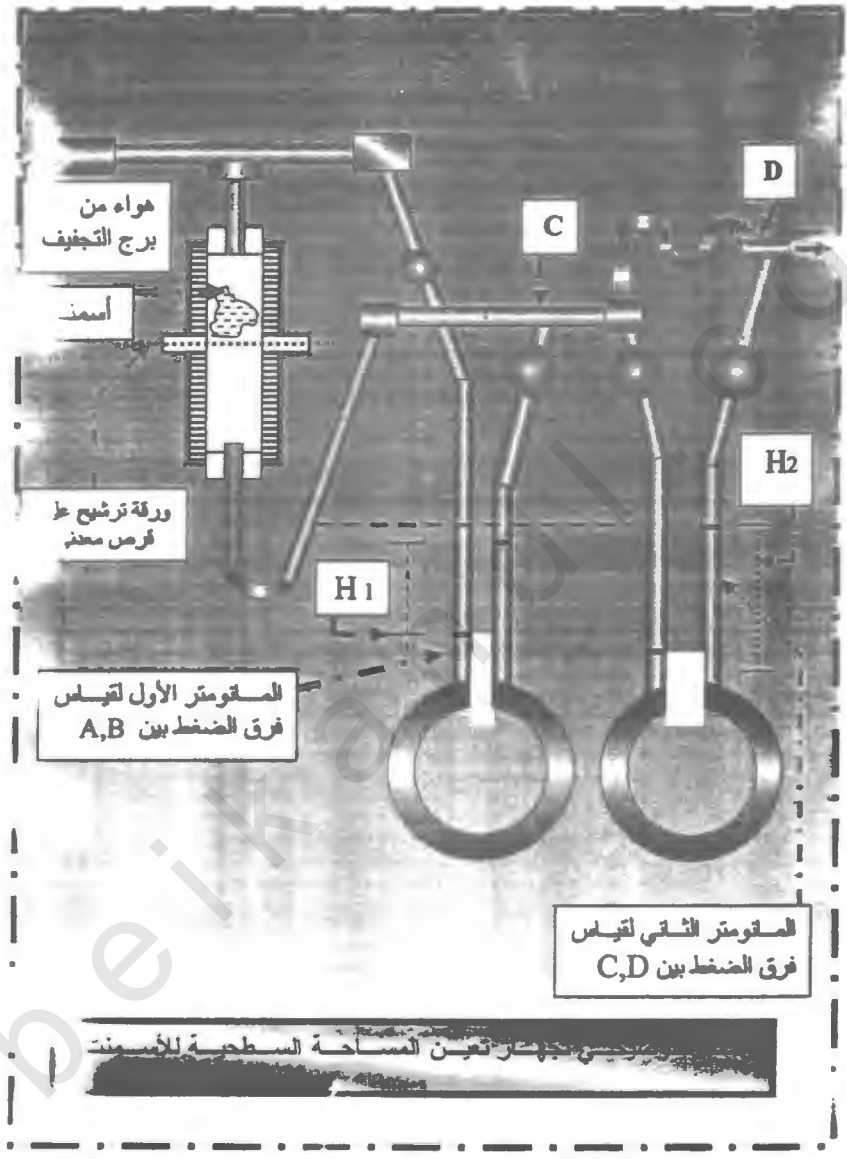
٣. يقاس مدي إختراق الهواء (مرورة) من خلال طبقات العينة للأسمنت عن قياس فرق الضغط h f بين B و A بواسطة مانوميتر الأول وفرق الضغط h 2 بين C,D بواسطة المانومتر الأخر ، وتحسب المساحة السطحية للأسمنت بالمعادلة التالية :-

٤. المساحة السطحية للأسمنت $\frac{C\sqrt{h2}}{h1}$

ولد أشارت المواصفات المصرية تحت رقم ٦٣/٣٧٣ علي أن لا تقل المساحة السطحية للأسمنت البورتلآندي عن ٢٢٥٠ سم٢ ٠ والأسمنت البورتلاندي المصنع حاليا تتراوح مساحتة السطحية بين ٢٤٠٠ ـ ٢٨٠٠ سم٢ / جم والأسمنت سريع التصلب تتراوح مساحت السطحية بين ٣٥٠٠ — ٢٨٠٠ سم٢ /جم

obeikandl.com

(انظر الرسم التوضيحي لجهاز تعين المساحة السطحية للأسمنت)



رسم توضيحي لجهاز تعين المساحة السطحية للأسمنت

obeikandl.com

❖ كيفية إختبار الوزن النوعي للأسمنت

إن إختبار نوعية الوزن للأسمنت لها أهميتها القصوي في تصميم خلطة الخرسانة وقيمة ثباتها للأسمنت البورتلاندي العادي ٠

ولتعين الوزن النوعي للأسمنت تجهيز المعدات التالية :-

١. أحضار أي سائل لا يتفاعل مع الأسمنت مثل الزيت أو الجاز ٠

٢. قنينة كثافة (كما في الرسم) ٠

٣. ميزان

كيفية إجراء الإختبار :

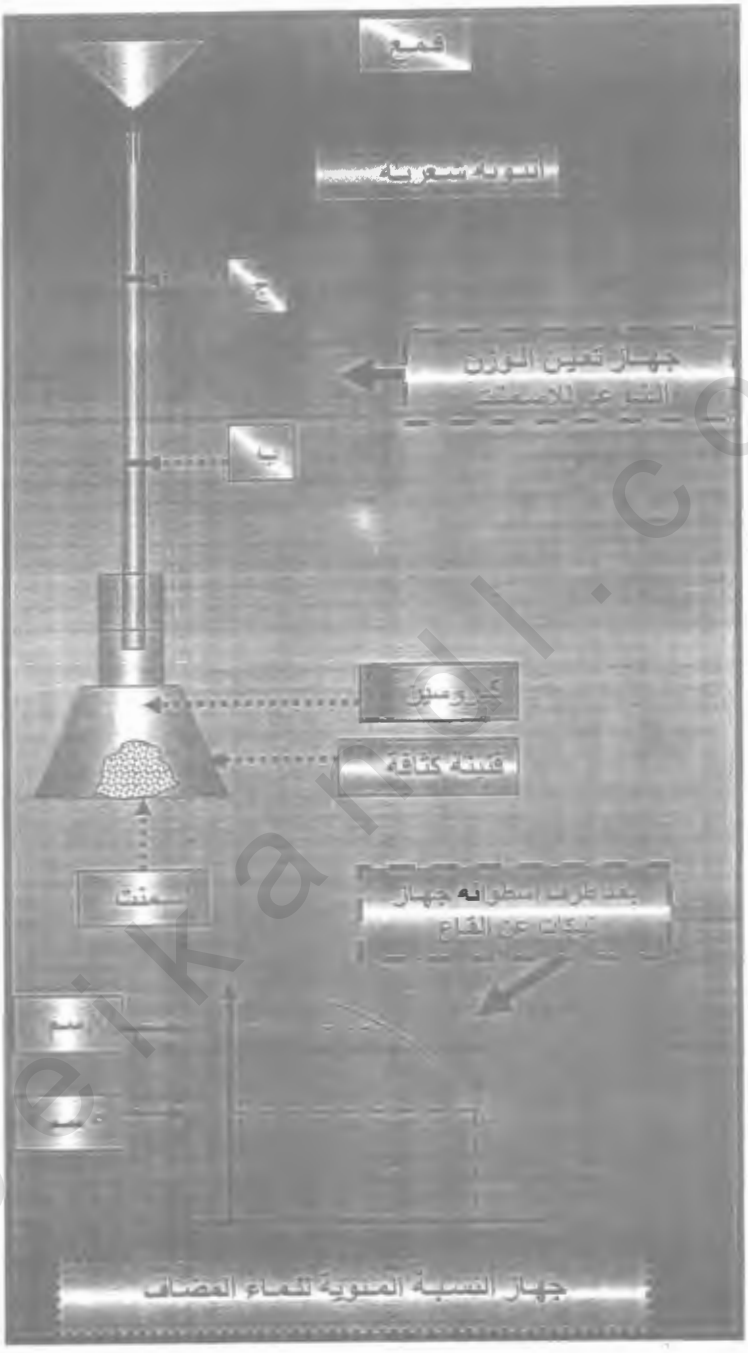
١. توزن عينة من الأسمنت ولتكن وزنها (أ) ٠

٢. يوضع السائل (جاز أو زيت) في قنينة الكثافة وتملأ إلي حجم معين وليكن (ب) ٠

٣. يوضع الأسمنت داخل قنينة الكثافة مع الطرق الخفيف لإخراج فقاعات الهواء من الأنبوبة الشعرية ٠

٤. يقرأ الحجم علي الأنبوبة الشعرية وليكن (ج) ٠

النتيجة : الوزن النوعي للأسمنت $= \frac{\text{أ}}{\text{ح - ب}}$



obeikandl.com

الأسمنت القياسي.وتعين كمية الماء الازمة لعجينة الأسمنت

يتم هذا الإختبار لتحديد كمية الماء الآزمة لعمل عجينة من الأسمنت ذات قوام قياسي ٠ ولإستخدام النتيجة في عينات إختبار زمن الشك وثبات الحجم ٠ وذلك بإحضار كمية الماء الازمة لعمل عجينة قياسية من الأسمنت يمكن المرور من طرف أسطوانة جهاز فيكات بقطر١٠سم (أنظر الرسم)٠

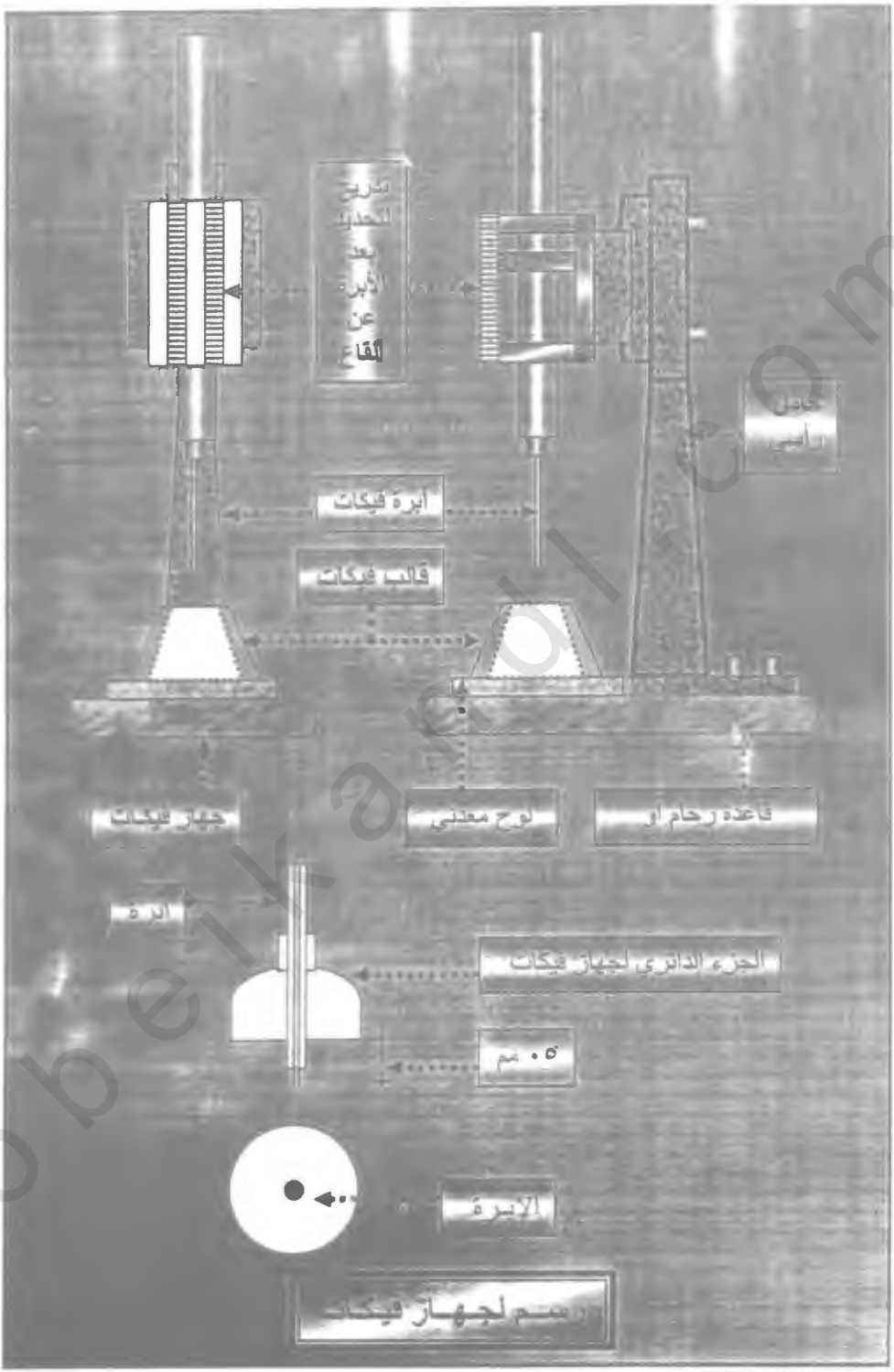
ويسمح بالنفاذ من خلالها إلي نقطة تبعد عن القاع الجهاز من ٥ ـ ٧ سم ٠

المعدات الازمة لإجراء الإختبار :

١. جهاز فيكات كما هتو موضح بالرسم ٠
٢. مخبار مدرج لتعين كمية الماء المضافة ٠
٣. ميزان ٠
٤. لوح غير مسامي من الرخام أو المعدن ٠

تعريف جهاز فيكات : ـ

هو عبارة عن حامل مثبت علي قاعدة وبة محري رأسي يتحرك بداخلها أسطوانة يمكن تثبيتها بواسطة مسمار تثبيت ومثبت بالمجري الرأسي لوحة مدرجة تبدأ من الصفر عندما يكون طرف أسطوانة جهاز فيكات عند قاع قالب الجهاز الموضوع علي قاعدة الجهاز قيكات وهو عبارة عن مخروط ناقص بإرتفاع ٤٠ سم وقطرة العلوي الداخلي ٨٠ سم ويمكن تثبيت أبرة معدنية مربعة الشكل طول ضلعها ١ مم بنهاية الطرف الإسطواني للجهاز وتستعمل عند إجراء إختبار زمن الشك الإبتدائي للأسمنت ويثبت بطرف الأبرة شكل دائري كما هو موضح بالرسم ٠وإختبار زمن الشك النهائي للأسمنت ٠



obeikandl.com

خطوات إجراء الإختبار :

• إحضار ٤٠٠ جم من الأسمنت المراد إختبارة وتنشر علي لوح غير مسامي ويضاف إليها الماء بنسبة معينة من وزن الأسمنت ٠

• يخلط الأسمنت بالماء لمدة أربع دقائق مع الخلط الجيد ثم يملأ قالب جهاز فيكات الموضوع علي الوح المعدني الغير مسامي مع مسوات سطح القالب ٠

• يوضع القالب علي الجهاز . فوق القاعدة ويدلي الطرف الإسطواني ببطئ حتي يلامس سطح العينة ثم يترك ليهبط بفعل تأثير وزنة ٠

• تسجل القراءة المبينة علي التدريج أمام العلامة الأفقية الموجودة علي أسطوانة الجهاز فتدل علي إرتفاع الطرف الإسطواني لجهاز فيكات عن قاع القالب ٠

• يتكرر الإختبار مرة ثانية نتيجة الإختبار الأول مع عجينة أخري ثانية بكمية ماء أكبر أو أقل من الإختبار السابق للوصول إلي كمية الماء التي تعطي عجينة الأسمنت ذات القوام القياسي ٠

• تكرر الإختبارات عدة مرات ثم يرسم منحني يمثل العلاقة بين النسبة المئوية للماء المضافة وبعد طرف أسطوانة جهاز فيكات عن قاع القالب ويحدد هذا المنحني كمية الماء التي تعطي عجينة قياسية من الأسمنت

إختبارمقاومة الضغط Compressive Strength Test

اهداف إجراء الإختبار

٥ يتم عمل ٦ قوالب مكعبة من مونة الأسمنت والرمل بنسبة ١ — ٣ مع إضافة ماء حوالي ١٠ ٪ من وزن الأسمنت والرمل ثم عمل إختبار علي ثلاث ٣ مكعبات بعد ٣ أيام و ٣ مكعبات الأخري بعد ٧ أيام وذلك لتحديد مقاومة الضغط بعد ٣ أيام و٧ أيام ٠ ويجري الإختبار بخلط

كمية من الأسمنت بالنسبة المذكورة سابقا (١ — ٣) بالوزن مع إضافة حوالي ١٠ ٪ من وزن المخلوط ماء وعمل عدد ٦ قوالب من هذة العجينة بحيث يكون طول ضلع المكعب ٧,٠٦ سم (مساحة جانب المكعب = ٥٠ سم٢) علي أن يمر الرمل جميعة من منخل ٨٥ مم) ولا يزيد الرمل المار من المنخل ٠,٦ مم علي ١٠٪ بالوزن وأن يكون نظيف وجاف وأن نسبة السليكا عت ٩٠٪ وتجهز المكعبات كل علي حدة والكميات الازمة لعمل المكعب كالأتي :-

أ- وزن الأسمنت = ١٨٥ جم

ب-وزن الرمل = ٥٥٥ جم

ت-حجم الماء = ٧٤ سم٣

- تشكل القوالب الأسمنية في قوالب معدنية متينة سميكة الجدار لتشكيل مكعبات منتظمة ويسمح بالضغط عليها ولا يحدث تسرب لماء وأثناء الصب وتدهن القوالب بمادة عازلة مثل الزيت أو الشحم لسهولة فكها ٠
- ويراعا عند خلط ألأسمنت والرمل لعمل مكعب واحد أن تعجن المونة علي سطح غير مسامي وتضاف الماء ولمدة لا تزيد عن ٤ دقائق مع مراعات درجة الحرارة لمكان الأختبار عن ١٨ — ٢٤ ↑م ٠
- يوضع القالب فوق هزاز ميكانيكي مع التثبيت الجيد ويملأ القالب بمونة الأسمنت يهز القالب بواسطة الهزاز لمدة دقيقتين علي أن تكون سرعة الإهتزاز ١٢٠٠٠ هزة/ الدقيقة ٠
- يرفع القالب القلب من الهزاز ويوضع في جو درجة حرارتة لا تقل عن ٢٠ ↑م ورطوبتة النسبية ٩٠٪ لمدة ٢٤ ساعة ٠
- تأخذ القوالب الستة بنفس الطريقة بعد إخراجها من القوالب بعد ٢٤ ساعة ثم تغمر في في الماء لحين ميعاد الإختبار ٠

○ يختبر ٣ مكعبات في ماكينة أختبار الضغط بعد ٣ أيام وتختبر الثلاثة الأخرين بعد ٧ أيام مع حساب المدة ٠

○ مقاومة الضغط = حمل الكسر (متوسط ٣ مكعبات) كحم/سم٢

المساحة المعرضة لهذا الحمل (٥٠سم٢)

مقاومة الشد للأسمنت سريع التصلب بعد يوم واحد
Tensile strength of rapid hardening cement

إن إختبار مقاومة الشد لهذة النوعية من الأسمنت إختيارية ولم تنص عليها المواصفات حيث أن قوة التحمل للشد ضعيفة وهي حوالي ١ ـ ١ من مقاومة الضغط ١٠ ١٥

كيفية إجراء الإختبار

تحضر مونة من الرمل القياسي السابق إستعمالة في الإختبار السابق وأسمنت بنسبة ٣ : ١ (بالوزن) مع إضافة ٨٪ من وزن الرمل والأسمنت لعمل ٦ عينات ويستعمل لعمل هذة العينات قالب خاص من الحديد علي أن يكون محكم ولا يوجد بة تسريب للمياة او الأسمنت ويوضع هذا القالب علي لوح معدني غير مسامي ويدهن من الداخل بالزيت أو الشحم لسهولة إخراج العينة وإخراجها ٠

♦ يخلط الرمل والأسمنت جيدا قبل إضافة المياه إلية والتأكد من مزج الأسمنت والرمل ثم تضاف المياه مع الخلط الجيد ولمدة ٤ دقائق ٠

♦ توضع عجينة المونة في القالب و مساوات المونة مع حرف القالب بمضرب موضح في الرسم ٠

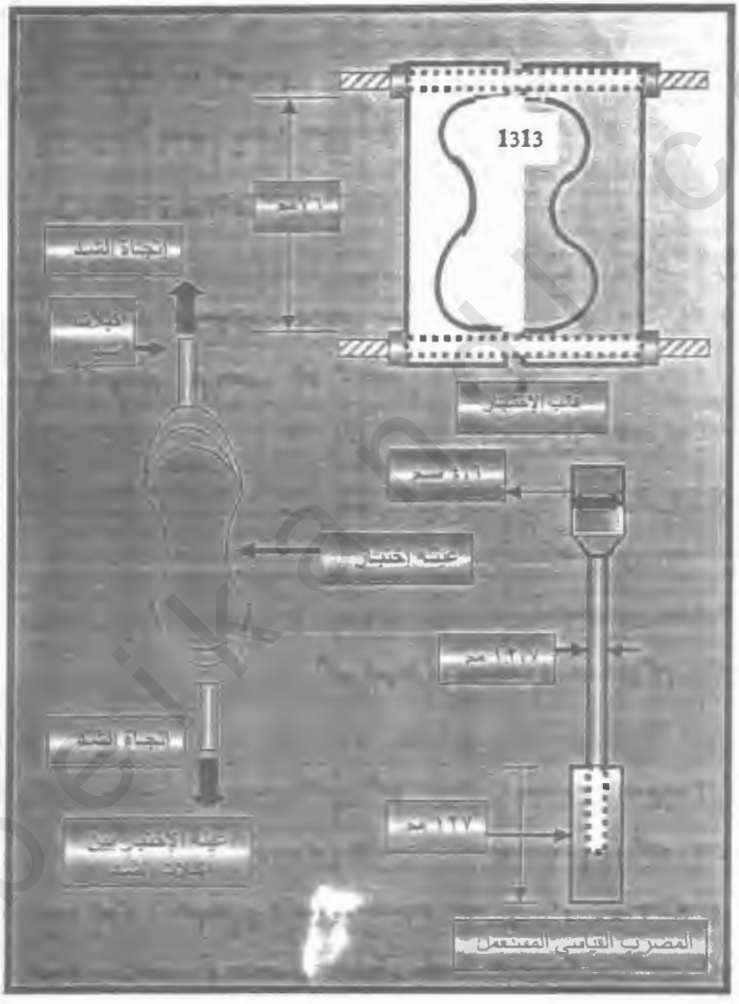
♦ يستمر وضع المون في القالب مع ضربها بالمضرب المذكور (بالرسم) حتي يتم تشكيل العينة وظهور الماء علي سطح العينة ٠

♦تحفظ العينات في درجة رطوبة نسبية ٩٠ ٪ ودرجة حرارة ٢٠ درج ولمدة ٢٤ ساعة ثم تفك القوالب وتوضع في كلابات ماكينة الإختبار ويحدد حمل الكسر .

♦تحسب مقاومة الشد لمونة الأسمنت كمايلي :

إجهاد الشد = حمل الشد (متوسط ٦ عينات)

المساحة المعرضة لهذا الحمل



إختبار زمن الشك الإبتدائي والزمن النهائي للأسمنت

Determination of initial and final setting time of cement

الهدف من الإختبار

هو معرفة زمن الشك الإبتدائي والزمن النهائي للأسمنت وقد أشارت المواصفات المصرية علي أن يكون زمن الشك الإبتدائي في زمن لا يقل عن ٤٥ دقيقة وأن لا يزيد زمن الشك النهائي عن ١٠ ساعات وذلك للأسمنت البورتلاندي العادي والأسمنت سريع التصلد والأسمنت الحديدي وذلك لإمكان إيجاد فرصة كافية لعملية الصب ونقلها إلي مكان الصب وذلك قبل بدأ فقدها ليونتها وحتي لا يتأخر الوصولإلي القوة والمقاومة المناسبة في الوقت المطلوب ٠

وزمن الشك الإبتدائي : هو الزمن الذي يبدأ من لحظة إضافة الماء للأسمنت وبالكمية المناسبة لتكوين عجينة قياسية والمحددة من الإختبار السابق إلي لحظة التي تصل فيها أبرة فيكات وأن تنفذ في العجينة الأسمنت لمسافة ٥مم من قاع القالب ٠

وزمن الشك النهائي :- هو الزمن الذي يبدأ من لحظة إضافة الماء بنسبة قياسية والتي تستطيع أبرة فيكات أن تخترق عجينة الأسمنت بمسافة أقل من ٠,٥ مم (أي أن تترك أبرة فيكات أثر لها ولا يظهر أي أثر احرف الجزء الإسطواني المثبت حولها ٠

أجهزة المستعملة :

١- ساعة إقاف **Stop watch**

٢- يستخدم جهاز فيكات السابق مع إستبدال الطرف الأسطواني بأبرة فيكات لتحديد زمن الشك وإستعمال أبرة فيكات المثبتة بنهايتها الجزء الدائري لتحديد زمن الشك النهائي ٠

إجراء الإختبار :-

١. إحضار ٤٠٠ جم من الأسمنت ويضاف إليها الماء بنفس النسبة المئوية السابقة والمحددة في الإختبار السابق لتشكيل عجينة قياسية من الأسمنت مع تشغيل الساعة الإيقاف عند بدء إضافة الماء للأسمنت ،

٢. توضع عجينة الأسمنت بعد خلطها جيدا مع الماء لمدة ٤ دقائق في جهاز فيكات وتسوي اسطح الجهاز ٠

٣. يوضع قالب جهاز فيكات فوق اللوح المعدني تحت طرف الأسطوانة والذي يتدلي منة أبرة فيكات ثم يحرك طرف الإبرة حتي يلامس سطح العجينة ببطئ ثم يترك ليهبط تحت تأثير الوزن الكلي للأسطوانة وتؤخذ قراءة التدريج أمام الملامسة علي الاسطوانة فتدل علي بعد طرف الإبرة من القاع ٠

٤. تترك العجينة فترة ثم يحرك القالب قليلا حتي لا تهبط الأبرة في النقطة الواحدة أكثر من مرة ثم يعاد عملية نفاذ الأبرة في عجينة الأسمنت ٠

٥. يتكرر بند ٤ عدة مرات حتي تصل إلي الحظة التي تبعد فيها طرف أبرة فيكات إلي بعد ٥ سم من قاع تاقالب ٠

٦. يسجل الزمن بساعة الإقاف فيكون هو الزمن الشك الإبتدائي

٧. يثبت بنهاية أبرة فيكات الأثر الدائري وتدلي الأسطوانة لتلامس سطح عجينة الأسمنت ببطء وتترك لتسقط تحت تأثير وزنها فيظهر الأثر الدائري بمركز الأبرة المربع ٠

٨. تكرر هذة العملية حتي يظهر الأثر الدائري فيكون الزمن المستقطع الذي سجلتة ساعة الإقاف هو زمن الشك النهائي ويجب مراعاة عدم هبوط الإسطوانة في مكان واحد أكثرمن مرة ٠

ثبات حجم الأسمنت Soundness of cement

معرفة الزيادة الحجمية للأسمنت بعد الشك والتصلب وثبات حجم الأسمنت ٠

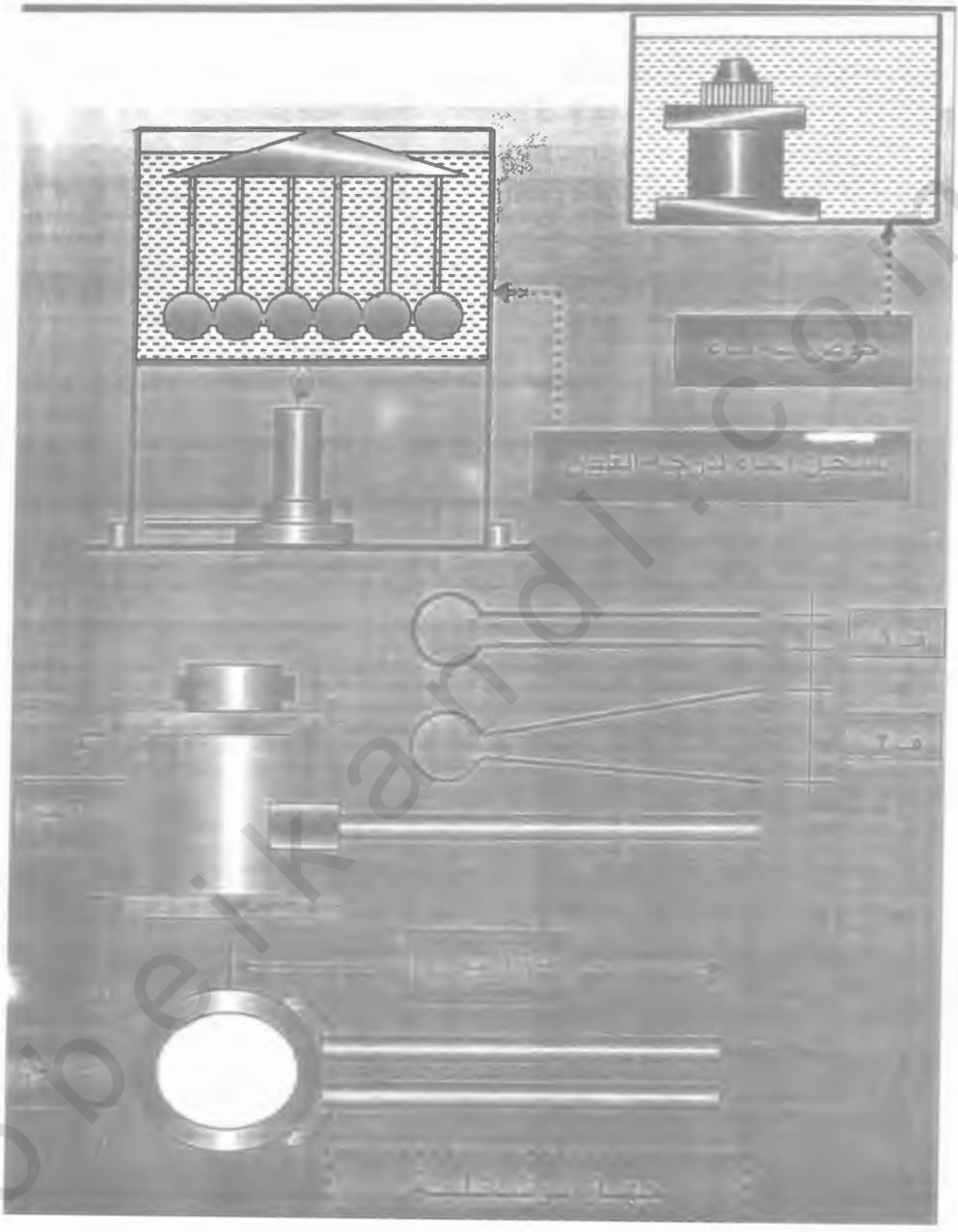
التجهيزات المستخدمة لإجراء الإختبار :

١ – جهاز لوشاتلية (أنظر الرسم) ٠

٢ – حوض بة ماء ، ألواح زجاجية ، أثقال ، موقد ٠

٠٠ إجراء الإختبار ٠

- أحضار ٦٠٠ جم من الأسمنت المراد إختبارة ويعجن الأسمنت بأضافة كمية من الماء القياسي للحصول علي عجينة قياسية من الأسمنت السابق أستخدامة وذلك لعمل ٦ عينات من قوالب لوشاتلية الموضحة بالرسم وأن يلاحظ أن مدة الخلط ٤ دقائق ٠
- يوضع قالب لوشاتلية فوق لوح من الزجاج ويملأ بعجينة الأسمنت وتسيوي أسطح القالب ثم يغطي بلوح أخر من الزجاج ويوضع علية ثقل صغير ٠
- توضع قوالب لوشاتلية كاملة وبالثقل في حوض بة ماء درجة حرارتة ٢٠ درجة ثم يترك لمدة ٢٤ ساعة وبعدها ترفع وتقاس المسافة بين طرفي مؤشر قالب لوشاتلية أ – أ الموضح بالرسم ولتكن ف١٠
- توضع القوالب في أحواض درجة حرارتها ٢٠ درجة ثم ترفع درجة حرارة الماء إلي درجة الغليان ، ترفع القوالب وتترك لتبرد ثم تقاس المسافة بين أ– أ كما هو مبين بالرسم ولتكن ف٢ ٠
- يحسب الفرق بين ف٢ و ف١ فيشير هذا الفرق عن تمدد الأسمنت وأشارت المواصفات بأن لا يزيد هذا الفرق عن ١٠ مم للأسمنت البورتلاندي العادي والأسمنت سريع التصلب .



obeikandl.com