

الباب الأول
الاحجار وأنواعها وأجراءت
الاختبار على الاسمنت

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 رسوبية .
- صخور متحولة .
- صخور طينية .
- **Limestone** : صخور جيرية :
- صخور طبقية .

مواصفات	نوع الصخر
<p>هي صخور تكونت في باطن الأرض تحت تأثير حرارة عالية والضغط مثل الجرانيت والبازلت</p> <p>▪ الجرانيت :- يتكون الجرانيت من الكوارتز والفلسبار- وكمية مختلفة من الميكا والهورنبلند</p> <p>▪ هو من الصخور شديدة الصلابة ومن خصائصه مقاومة التآكل ومساميته لا تتعدي ١٪ وأن وجود مادة الميكا أو مواد أخرى مثل الحديد بنسب عالية تقلل وتضعف من صلابته وقدرة تحملة ومقاومته للنار .</p> <p>▪ يستعمل في تكسية السلالم لقدرته علي تحمل الإحتكاك ، كما يستعمل في الديكور والتكسية</p>	<p>صخور نارية</p>
<p>▪ البازلت :- حجر صلد لونه رمادي داكن ذو أصل بركاني . يتكون البازلت من البيروكسين والفلسبار مع قليل من الكوارتز وحبيبات سوداء ورمادية .</p> <p>▪ يستعمل في أعمال الرصف وبعض السلالم والحوائط الخارجية وغيرها من الأعمال المعرضة للضغط والإحتكاك- كذلك يستخدم- المكسر منة في- أعمال- المسكك الحديدية وكركام للخرسانة المسلحة .</p>	

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 الأخرى مثل أكسيد الحديد والسليكا والطين وتكون النسب بسيطة وإذا زادت نسبة السليكا 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 وهذه النوعية مقاومة للحرارة حتي ٩٠٠ درجة مئوية .

▪ هذه 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 .

▪ وتستعمل هذه الأحجار- في- صناعة الحد يدية و- لأسمنت و- يستعمل كركم في الأعمال الخرسانية .

▪ الحجر الرملي **Freestone**: تم تكوينها من حبيبات رملية رسبت ثم نم إلتصاقها ببعضها بواسطة السليكا أو- كربونات الكالسيوم أو أكسيد الحديد أو مواد طينية . ولذلك يختلف ألوان الأحجار الرملية ودرجة صلابته ، ووجود مادة السليكا يجعل لونه فاتح ويكسبه صلابه وصعوبة في تشغيله وهو يسمى حجر رملي سيليسي . وفي حالة وجود كربونات الكالسيوم تجعل لونه فاتح أيضا ولكن أقل صلابه من الحجر السيليس وتكون عملية تشغيله أكثر مرونة وسهولة في تشغيله ، وفي حالة وجود أكسيد الحديد فكسبه اللون الأحمر أو البني وتقلل من صلابته ومتانته ، وفي حالة وجود الطين يون أقل ضعفا سهل القطع والتكسير لذلك تكون خواص هذا الحجر متوقفة علي حجم جزيئاته ونوعية المادة الاحمة لجزيئاته ، وهذه النوعية من الأحجار تتحمل درجة حرارة تبلغ عالية تبلغ ٨٠٠ °م (هذه النوعية تأثر فيها الماء تأثير سيئ) .

<p>▪ صخور طبقية : وهي عبارة عن صخور أفقية أو مائلة أو منحنية حسب ظروف الترسيب مثل الأحجار الرملية .</p> <p>▪ صخور غير طبقية : وهي ناتجة عن إلتصاق وإتحاد جزيئاتها مع بعضها البعض لتكون الصخر مثل الجرانيت والبازلت .</p> <p>▪ التقسيم الكيميائي : وذلك حسب التركيب الكيميائي لها،</p> <p>▪ صخور- سليسية : وتتكون- من ثاني أكسيد السيلوكون(السليكا) مثل الحجر الرملي .</p> <p>▪ صخور جيبرية : وهي مكونة من كربونات الكالسيوم وتتحد أحيانا مع المغنسيوم مثل الرخام والحجر الجيري .</p> <p>▪ صخور طينية : والمواد الطينية من سليكات الألنيوم والصدىوم والبوتاسيوم والكالسيوم مثل الحجر الطيني .</p>	<p>صخور طبقية</p>
--	-------------------

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

طرق التفتيش : علي الأحجار في المباني الي تم إنشائها ، وذلك لمعرفة مدى تحمل هذه الأحجار لمختلف العوامل الحوية ومقاومتها للتفتت وتأثير التربة عليها .

وتتم الإختبارات العملية الآتية علي الأحجار لمعرفة خواصها الطبيعية والكيميائية والميكانيكية

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

وذلك لمعرفة خواص ونوعية الأحجار وحجم الجزيئات ومدى تماسكها وتداخلها والمكونات الكيميائية وقوة صلابتها وهناك 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) .

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

جدول رقم (١)

رقم العنصر	نوع الحجر	مقاومة الضغط (مجموع)	مقاومة الضغط (متوسط)	مقاومة الضغط (أقل)	مقاومة الضغط (أكثر)	نسبة الماء التي يمتصها الحجر الجاف في ٤٢ ساعة (%)
١	سفر - ١ %	٢,٥ - ٢,٨٥	٧٠٠ - ٤٢٠	٢٨٠ - ٨٥	٢٢٠٠ - ١١٠٠	٤,٢ - ٣,١
٢	٢,٢ - ١,٣ %	٢,٧ - ٢,٢٢	٢٨٠ - ١٠٨٠	٣٦٠ - ٢٥	١٩٠٠ - ٢٠٠	٤,٧ - ٠,٦
٣	١,٦ - ٠,٢ %	٢,٥٦ - ٢,٧٧	٩٥٠ - ٢٨٠	٢٨٠ - ٧٠	١٨٠٠ - ٧٠٠	٥,٦ - ٢
٤	٢,٨ - ٥ %	٢,١٤ - ٢,٥٦	٥٧٥ - ٧٠	١٧٥ - ٢٥	١٤٠٠ - ٥٠٠	٦,٨ - ٣,٢

المتانة : إن متانة الأحجار تتوقف علي تركيبها وتكوينها وتركيب نسيجها ومدى مقاومتها للعوامل الجوية . وأن عملية البناء للأحجار في حالة عدم جودتها تقلل من متانتها والأحجار ذات الجزيئات الكبيرة أقل صلابة من الأحجار ذات الجزيئات الصغيرة . وكلما كثرت الفراغات في البناء والمسام قلت متانتها . والأحجار الجيرية والألومينية تؤثر فيها العوامل الجوية بسرعة بعكس الأحجار السليسية فهي أكثر مقاومة لحدوث تفتت كذلك فوجود أملاح غير مرغوب فيها مثل أملاح الكبريتور ومركبات الحديد والتي تعمل علي التقليل من متانتها . الإمتصاص : _تقيم نسبة الإمتصاص علي مدى جفاف الأحجار ونسبة الماء التي يمتصها 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 أنه كلما زادت مسامية الأحجار زادت خاصية الإمتصاص وترتبط هذه الخاصية إرتباط عكسيا كلما زادت مقاومة الأحجار للضغط قلت خاصية الإمتصاص ، مثل الأحجار المتحولة والنارية فخصيتها للإمتصاص لا يتعدى 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 .

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 هذه النسبة متغيرة حسب نوعية الأحجار .

▪ مقاومة الأحجار للحرارة : عندما تتعرض الأحجار إلي حرارة مرتفعة ، يحدث تفتت لها نتيجة لحدوث إجهادات داخلية مختلفة في جسم الكتلة الحجرية وعدم توزيع الحرارة بانتظام من جزء إلي آخر وإختلاف درجات التمدد .

▪ أحجار الجرانيت من الأحجار ضعيفة المقاومة للحرارة وذلك نتيجة عدم إنتظام تركيبها (وتتركب من ٣ عناصر أو أكثر) .

▪ الأحجار الجيرية : الأحجار الجيرية فإنة يتحمل درجات حرارة عالية تصل إلي ٦٠٠ م[↑] وهي الدرجة التي يبدأ فيها التأثير بالتفتت والتحلل .

▪ الأحجار الرملية : يتأثر الحجر الرملي بالحرارة الذي تكون مادته الاصقة السليكا أو كربونات الكالسيوم أكثر من الأحجار الرملية التي كونت مدتها الاصقة من أكسيد الحديد والطين .

▪ مقاومة البرودة : عندما تعرض الأحجار إلي نسبة رطوبة عالية وزيادة نسبة المياه داخل فرغات الحجر يحدث تفتت بوضوح وخاصة في الأحجار الضعيفة .

▪ تفتت الأحجار : هناك ثلاث عوامل لحدوث التفتت للأحجار:

١-عوامل ميكانيكية .

٢-عوامل كيميائية .

٣-عوامل حية .

١- عوامل ميكانيكية: تعتبر مقاومة الأحجار للشد ضعيفة جدا وهي تستخدم في بعض الأحيان لتحمل أحمال(ضغط فقط) وتختلف درجة تحملها للضغط باختلاف 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 وهذه الأحماض تعمل علي تآكل وتفتت الأحجار بأنواعها وخاصة الأحجار الجيرية والرملية .

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

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

الإختبار بالبصر Visual Inspection Test

يتم الفحص بالنظر لمعرفة نوعية الحجر وأخذ أنطباع عن جودته وتكوينه وسلوك هذا الحجر ومدى صلاحيته للبناء وهذا الفحص ليعطينا مدلو صلاحيته . ويمكن إجراء الفحص باستخدام عدسة مكبرة أو أخذ عينة للفحص المكروبي علي قطع رقيقة 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 مآثر 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 . أو يكون حجر جيرى 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 والضغط الواقعة عليها وأن الحمل الذي تتعرض له البني الحجري أقل من بكثير من حمل التهشيم . إلا أن المقاومة القصوي للضغط تعطي مؤشر عن خواص الحجر مثل مقاومة للبري ، والإمتصاص والعوامل الجوية والنفاذية وهي تدلنا علي سلوك الكتلة الحجرية كمادة للبناء .

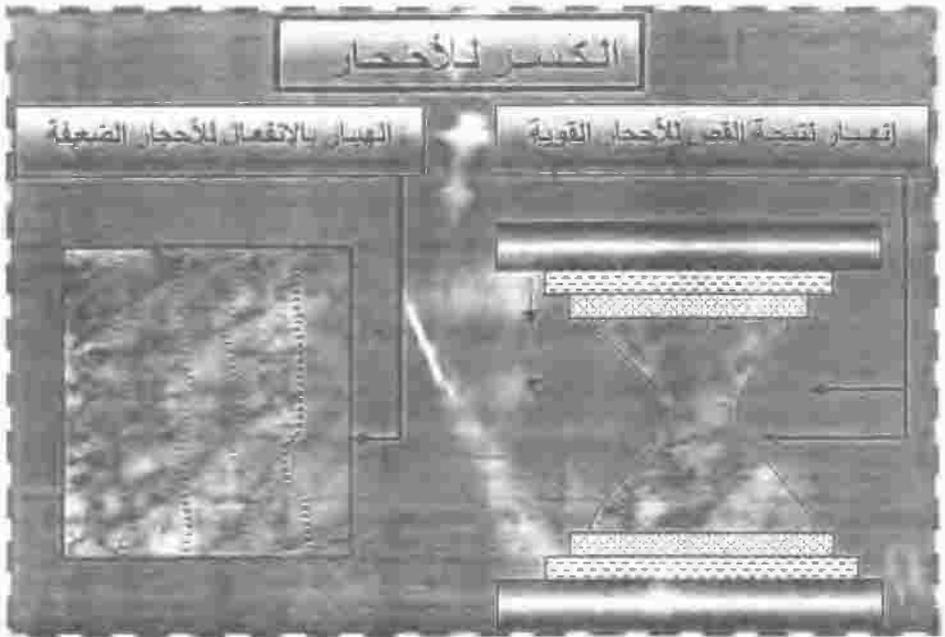
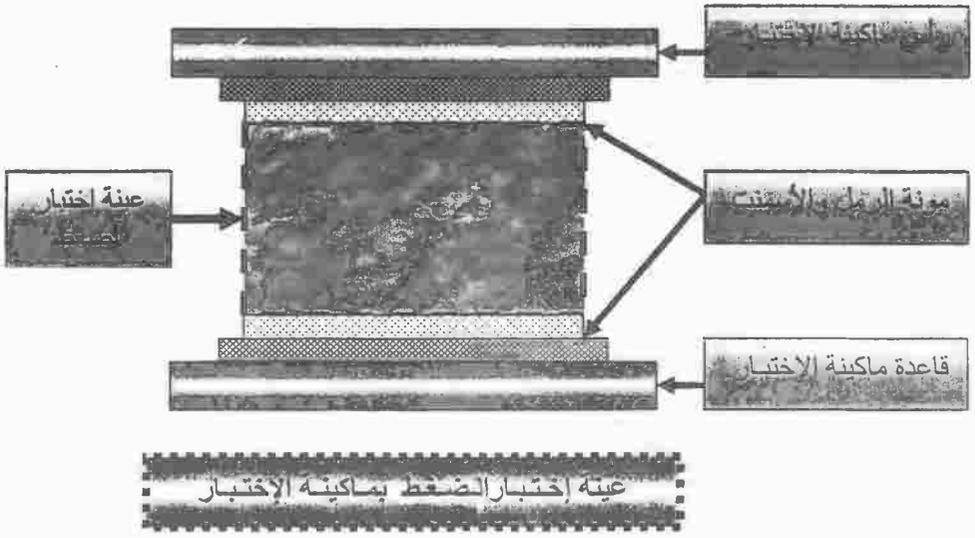
وأن عملية إختبار الشد علي الأحجار لا تستخدم لأن مقاومة الشد تكاد أن تكون معدومة أما بالنسبة لإختبار الإنحناء للأحجار يمكن حدوثه في حالات درجات السلاالم وأعتاب الشبائيك والأبواب وكوابيل البلكونات . ولمعرفة سلوك الأحجار المختلفة وهي واقعة تحت تأثير قوي الضغط **Pressure Force** وتحديد إجهاد التشريح .

كيفية الإختبار لعينة : يجري الإختبار علي عينة مقاس ١٠ ←

١٠ ← ١٠ سم او منشور ١٠ ← ١٠ سم وإرتفاعها ضعف طول ضلع القاعدة (٢٠ سم) علي أن تكون سطح العينة أملس ومستوي ومتوازية وعمودية علي محاور العينة .

ويراعا إنتظام توزيع الحمل علي السطح ويمكن استعمال عينات

إختبار اسطوانية الشكل إرتفاعها ضعف قطر مقطع الإسطوانة .



ويجب رصد مستويات الترسيب بالنسبة لمحاور التحميل ويحدث الكسر غالباً بشكل مائل بزواوية $\uparrow = 45^\circ + \uparrow$

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

١. نوع الحجر ومكان أخذ العينة وموقع المحجر .
٢. ظروف عوامل تكوين الحجر .
٣. حجم ومقاس وشكل الحجر .

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

معامل الضغط علي الإسطوانية الشكل = \uparrow ← مقاومة ضغط العينة المكعبة (العينة الكبيرة تكون أضعف من العينة الصغيرة للحجر نفسة وتتضائل مقاومة الضغط للعينة بزيادة إرتفاع العينة أنظر مايلي .

النسبة المثوية لمقاومة الضغط علي عينات مكعبة مختلفة المناسيب لمقاومة

ضغط مكعب طول ضلعة ٢٠سم

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

النسبة المئوية لمقاومة الضغط علي عينات أسطوانية ذات أبعاد مختلفة

ومنسوب إرتفاع الإسطوانة ١٥ سم

٦٠	٤٥	٣٧,٥	٣٠	٢٢,٥	١٥	البيانات التي تحتويها الجدول
٩٢	٩٦	٩٨	١٠٠	١٠٠	١١٢	

وفي حالة عينات غير قياسية (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 :

٠,٥٠	٠,٧٥	١,٠	١,١٠	١,٢٥	١,٥	١,٧٥	٢,٠	البيانات التي تحتويها الجدول
٠,٣٠	٠,٧٠	٠,٨٥	٠,٩٠	٠,٩٤	٠,٩٦	٠,٩٨	١,٠	

معدلات الإمتصاص والتشبع للأحجار

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

التجهيزات : إحضار عينة منتظمة الشكل علي أن تكون ابعادها من ٥ - ١٠ سم ، تجهيز (ميزان حساس ، فرن تجفيف ، ساعة إيقاف)

▪ كيفية تعين الإمتصاص الطبيعي Natural Absorption

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

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

كيفية الحصول علي النسبة المئوية للإمتصاص الطبيعي

$$= \frac{\text{الوزن الرطب} - \text{الوزن الجاف}}{100} \leftarrow$$

الوزن الجاف

Total absorption الإمتصاص الكامل

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

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

النتيجة :-

إيجاد النسبة المئوية للإمتصاص الكلي =

$$\frac{\text{الوزن الرطب (ماء يغلي)} - \text{الوزن الجاف}}{100} \times$$

الوزن الجاف

Saturation dealt : معامل التشبع

النسبة المئوية للإمتصاص الطبيعي

النسبة المئوية للإمتصاص الكامل

Drying shrinkage test اختبار الإنكماش

ان من اهم خواص الاحجار تأثرها بالرطوبة ومدى تشبعها والتغيرات الناتجة بهذا التشبع والتفتت الناتج لأسطح هذه 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 انفصال

للطبقة السطحية للحجر وتكشف عن سطح جديد للحجر وتكرر هذه المؤثرات وهكذا .

ويتأثر الحجر الرملي بهذه الرطوبة عن الأحجار النارية الي خمس أضعاف التغيير في الأحجار الجيرية ويمكن تحديد ذلك من الإختبار التالي وحساب النسبة المئوية للإنكماش عند الجفاف .
ويتم الإختبار بأخذ عينة علي شكل منشور قاعدته مربعة طول أضلاعها ٤ ← ٤ ← ٩ بوصة .

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

خطوات الإختبار Experiment test

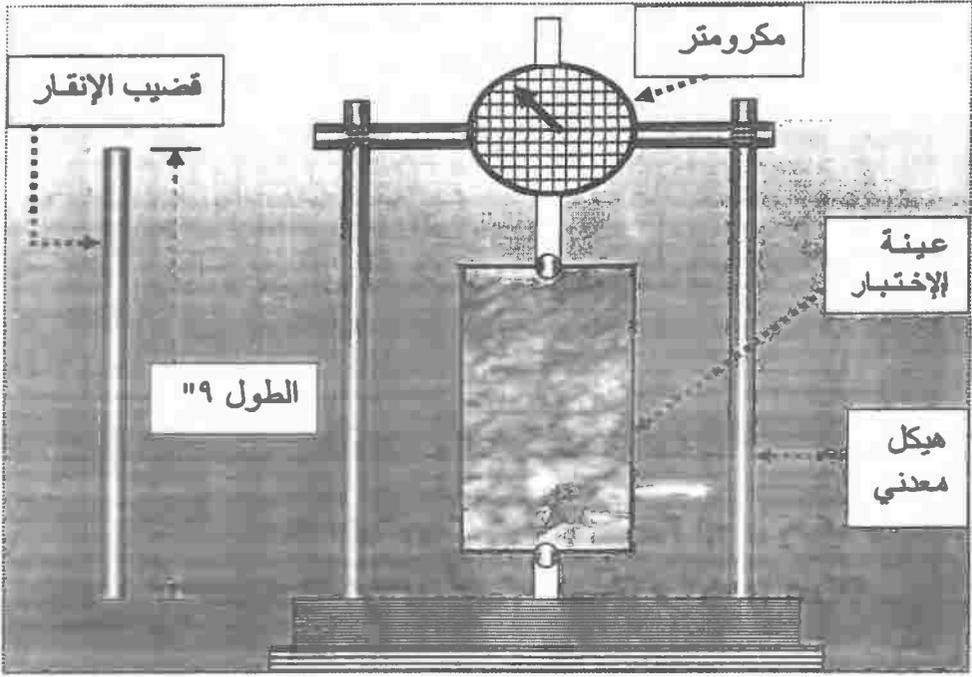
▪ تجهز العينة المراد إختبارها بالمقاس المذكور ويثبت في نهايتها كورتين من الصلب بقطر ١ بوصة بحيث يكون نصف قطر الكرة داخل العينة (انظر الرسم) .

▪ توضع العينة في الماء درجة حرارته ١٩ - ٢١ م^١ ولمدة ٤ ايام
▪ ترفع العينة من الماء وتوضع في جهاز التغيير في الطول وتأخذ القياس بواسطة الميكرومتر ويوضع قصبب الإنفجار (وهو قصبب من الصلب بطول ٩ بوصة) في الجهاز وتؤخذ القراءة للميكرومتر وذلك لإجراء المقارنة بين القرائتان وتعين الطول الرطب للعينة

$$\frac{\text{الطول الرطب} = ٩ \text{ بوصة} + \text{فرق قرائتي الميكرومتر} \leftarrow ١}{١٠٠}$$

المحصلة :-

النسبة المئوية للإنكماش بعد الجفاف = $\frac{\text{الطول الرطب} - \text{الطول الجاف} \leftarrow ١٠٠}{\text{الطول الجاف}}$



جهاز القياس التجريبي في الطول

فحص مقاومة التآكل والبري :-

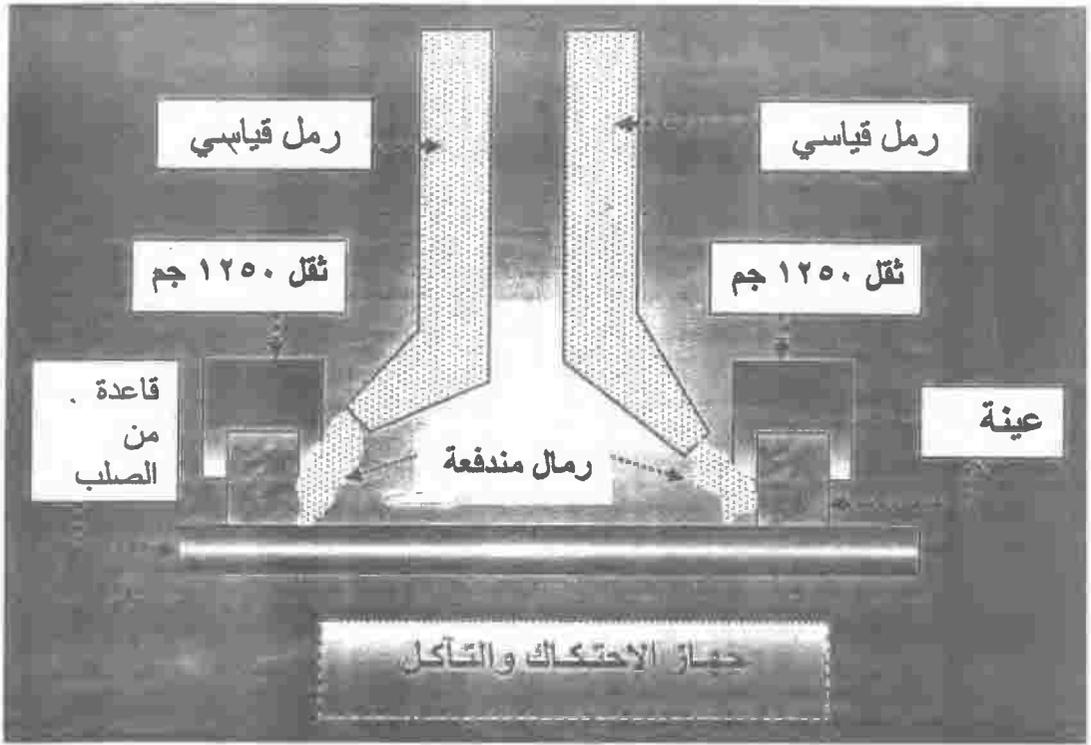
يتم هذا الإختبار للأحجار في الأحجار المستخدمة في درجات السلاالم وتغطية الأرضيات ورصف الطرق ودورات المياة ويحسب معامل الصلابة لهذة الأحجار لمعرفة الصلابة ومقاومة نوعية الحجر للتآكل او البري الناتج عن الإحتكاك . حيث يظهر لنا المقاومة المختلفة لنوعية الأحجار للبري والتآكل .

■ وإجراء الفحص : إحضار قطعة من الحجر المراد فحصه وبمقاس ١

بوصة → ١ بوصة .

■ الأجهزة الخاصة بالإختبار : جهاز إحتكاك وتآكل وميزان حساس (

أنظر الرسم) .

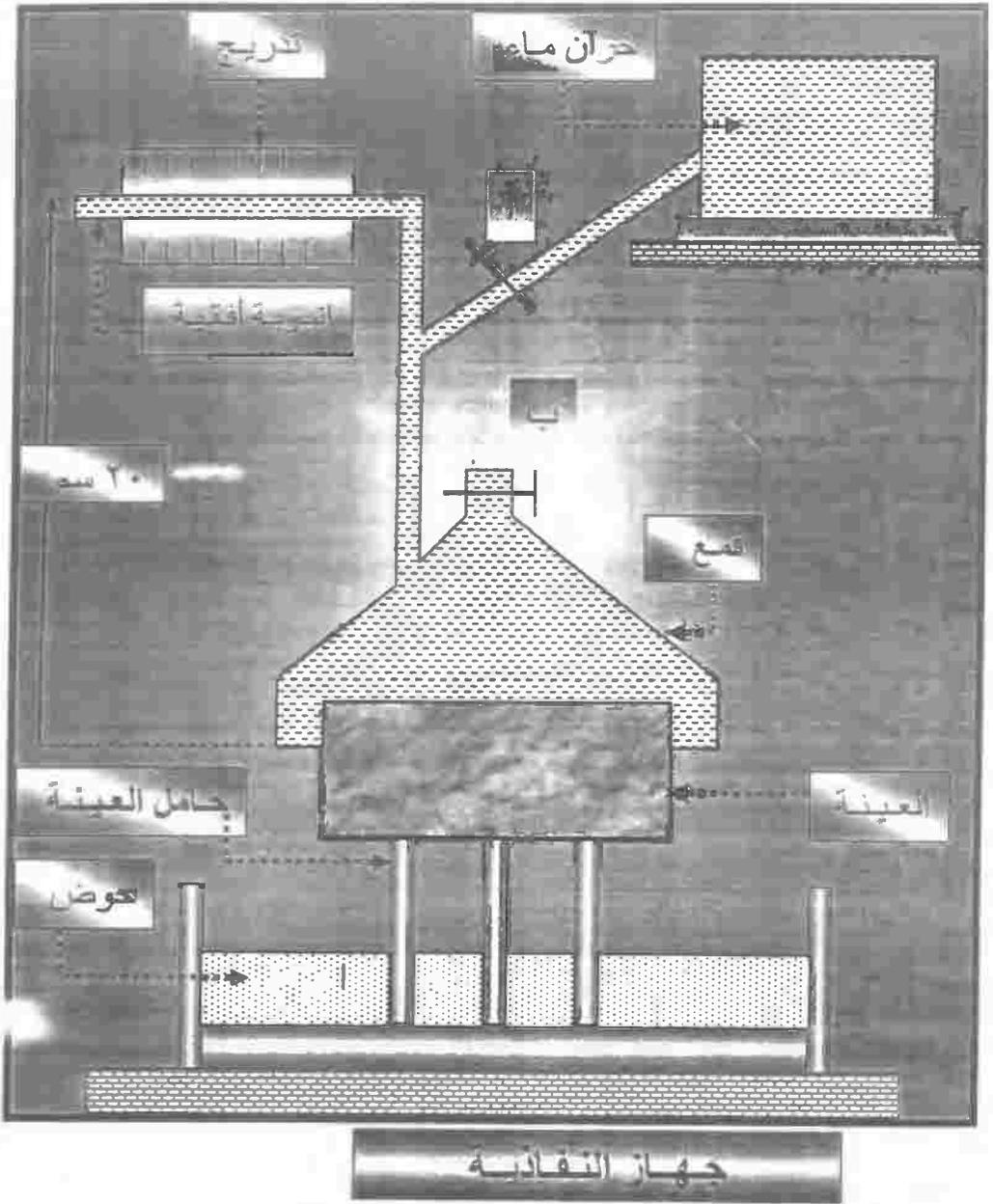


• إختبار المسامية في الأحجار (Porosity) Permeability test)

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

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

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



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 يقلل المحبس(ب) حتي تمتلئ الأنبوبة الأفقية بالمياه ثم يقلل المحبس (أ)
- ٣- في هذه 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 الأفقية .
- 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 .

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 وهذه المواد تعمل علي إظهار التزهير في الأحجار .

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 .

١- تأثير حامض الكبريتيك sulfuric acid

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

٢- بلورة الأملاح داخل الحجر : Crystallization salts

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

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 هذه الكربونات لا يوجد في تركيبها البنائي مثل الكربونات الرئيسية ولكن تركيبها يكون أضعف ووجود هذه الكربونات علي سطح الحجر وتحت تأثير العوامل الجوية يؤدي إلي تآكل سطح الحجر والي تنفيرة .

٤ - تأثير الكيماويات علي الأحجار :

إن الماء الممتص من مياه الأساسات أو تربتها توجد به نسبة عالية من الكيماويات مذابة في هذه المياه وهي أكثر من وجودها في الهواء ، وقد تحتوي هذه التربة علي الكثير من الكيماويات مثل نترات أو كلوريدات أو كبريتات وهي تؤثر علي الأحجار وتعمل علي تفتيتها .

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 الحجموم للحجر ولا يشمل هذا الوزن حجم الفراغات الهوائية أما الوزن الحجمي لمعرفة وتحديد الأوزان الأحجار المستعماة في المبني أما الوزن النوعي يفيد في تصميم الخرسانة المستعمل في تركيبها كسر هذه الأحجار.

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

أجهزة الفحص : فرن تجفيف ، ميزان حساس ، أنبوبة مدرجة

أختبار الوزن الحجمي :-

▪ فحص الكتلة الحجرية والتأكد من عدم وجود رطوبة بها وفي حالة وجود رطوبة توضع في فرن التجفيف وتتراوح درجة حرارته بين ١٠٠ - ١١٠ م[↑]

▪ تبرد في مجفف وتوزن (وليكن وزنها ٠,١)

▪ 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 ٠,١

▪ النتيجة :

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

الخطوات الإختبار للوزن النوعي :

١- تجفف العينة كمت سبق سالفًا في فرن درجة حرارته ١٠٠ - ١١٠ م[↑] للتأكد من خلو العينة من الرطوبة .

- ٢- تبرد العينة في مجفف (بعيدا عن أي مصدر للرطوبة) ثم تطحن وتحويلها إلي مسحوق ناعم جدا قبل وزنة وليكن مثلا (٠٢)
- ٣- يوضع كمية من الماء معلومة الحجم في الإنبوبة المدرجة ثم يوضع المسحوق في الأنبوبة ، فتكون الزيادة في كمية الماء هي حجم الحجر بدون فراغات وليكن (ح ٠٢)

$$٤- \text{النتيجة :- الوزن النوعي} = \frac{٢٠}{\text{ح ٢}}$$

ويلاحظ الفرق بين الوزن الحجمي 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 فإنه 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 ، ويعتبر الأسمنت هي المادة الثانية بعد الحديد في أعمال البناء ومن خواصها مايلي :

- ١- هي مادة تستخدم في ربط الأجزاء بعضها ببعض مثل خلط الأسمنت بالرمل للحصول علي كتلة متماسكة وتستخدم في صناعة الطوب .
- ٢- وهي مادة ذات لون رمادي أو أسود أو الأبيض وتستخدم في أعمال التكسية للحوائط والجدران ويمكن أستخدامها بدون إضافات .
- 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 .

- ٤- الأسمنت البورتلندي هو مادة ناتجة عن حرق الأحجار الجيري والمواد الطينية (مع نسبة بسيطة من الألومينا وأكسيد الحديد والسليكا) و طحن وتنعيم جيدا بعد الحرق
- ٥- الحجر الجيري المصري والمستخدم في صناعة الأسمنت يحتوي علي كربونات كالسيوم بنسبة ٩٠٪ - ٩٨٪ وسيليكات بنسبة ٠,٥ - ٥,٤ ٪
- ٦- عدم إستخدام الأحجار الجيرية التي تحتوي علي نسبة عالية من المغنسيوم لتأثيره علي نوعية الأسمنت الناتج وأنواع الطين المستخدمة بوجهة عام .
- ٧- الطين وطبقة الطباشير

النوع	النسبة المئوية
كربونات كالسيوم	٣٣٪
صوديوم	١٣٪
بيريت وفوسفات كالسيوم	—
الطين الغريني: وهو يوجد عند مصب الأنهار وقاع البحيرات ويتكون من	
سليكا	٥١,٩٨ ٪ ماء ١٥,٥١ ٪
ألومينا	١٥,٦٣ ٪ قلوبات ٠,٩٢ ٪
أكسيد كالسيوم	٩,١٢ ٪
كربونات كالسيوم	٧٦,٠٣ ٪
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 - ٧٧ ٪ كما يضاف ٢٥ - ٢٣ ٪ طين . ويتم صناعة الأسمنت بطريقتين وهي الطريقة الجافة والطريقة الرطبة.

١ - الطريقة الجافة :

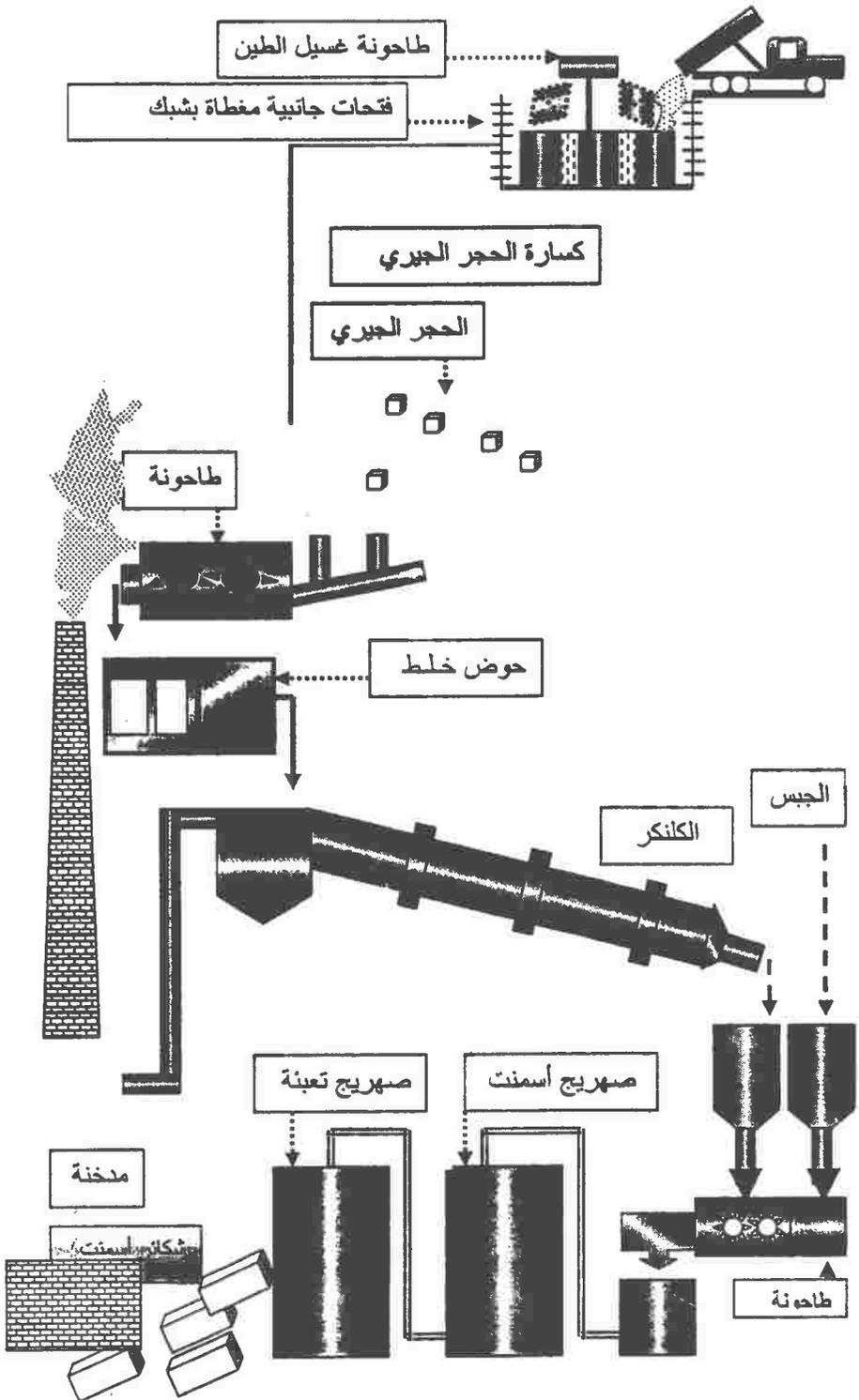
التأكد من أن جميع المواد الخام الطينية والأحجار الجيرية في جميع مراحل التصنيع جافة . وهذه الطريقة أفضل عن الطريقة الرطبة وذلك في حالة إرتفاع سعر الوقود أو عدم وجود مياة الازمة أو عندما يكون الحزام شديد الصلابة ويصعب تفتيته بالمياة .

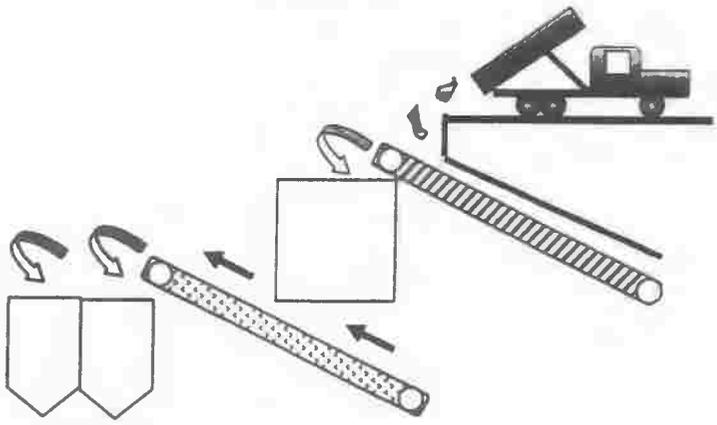
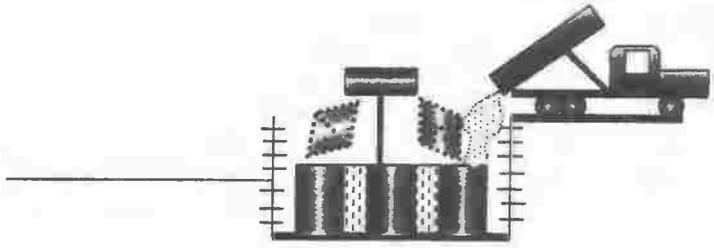
٢- الطريقة الرطبة :

يخلط الخام المراد تصنيعة مع الماء بنسبة تتراوح بين ٣٢ - ٤٠ ٪ من كمية المخلوط (هذه 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 دخوله الفرن وهذه النوعية من الأسمنت ذو خاصية متجانسة وتستخدم الطريقة الرطبة في جميع مصانع مصر .

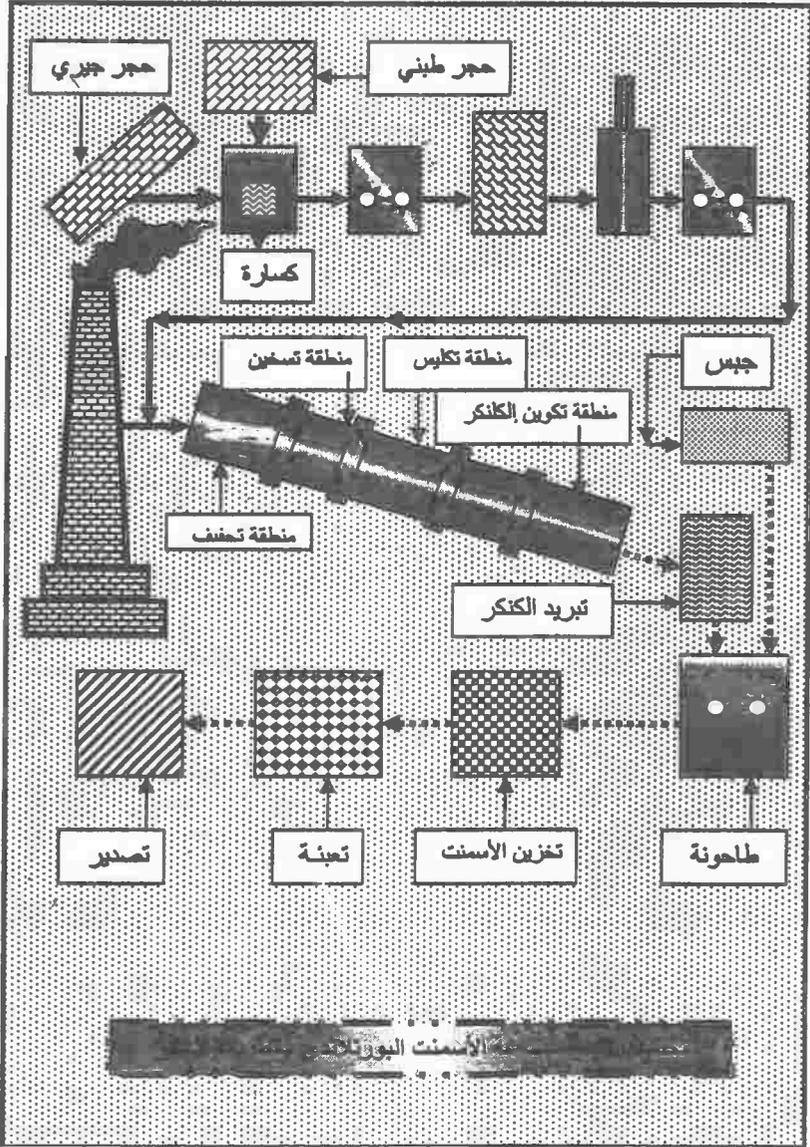
خطوات التصنيع :

١ - اختيار 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 الكيميائية 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 .





تحتفظ بملفك من ملاحظة الأسماء البوتلاتيون بالطريقة الرضفة



- ١- الكسارة : وهي تستعمل في تكسير الأحجار الجيرية وهي مكونة من فكين من الصلب تعمل علي تكسير الأحجار إلي . أحجام (أقطار) مختلفة حتى أقطار ٢٠ سم .
- ٢- كسارة المطرقة : تكسر الأحجار الواردة من الكسارة لتكسيدها الي مقاسات صغيرة يمكن ادخالها الي طواحين المصنع مباشرة
- ٣- غسيل الطين : وهي عبارة عن أحواض موجود بها ذراع دائري متحرك يتدلي منه اذرعة رأسية تضل الي قاع الحوض MIXER لعدم حدوث ترسيب وتعمل علي مزج الطين وعدم ترسيبه 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 انه 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 إدخاله إلي الفرن وذلك باستخدام 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 .
- 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 °C ، حيث يتم تبخير المياه ، وفي المرحلة الثانية يتم عملية التكليل وعندها ترتفع درجة الحرارة إلي ٨٠٠ - ٩٠٠ °C وعند هذه الدرجة يفقد ثاني أكسيد الكربون من كربونات الكالسيوم ويتكون أكسيد الكالسيوم الذي يتفاعل مع أكسيد الألومينا وأكسيد 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 .

التركيب الكيماوي للأسمنت وخواصه الكيماوية :-

عند خلط الجير والسيليكا والألومينا وأكسيد الحديد وهي المكونات الرئيسية 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 فية 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 الألومينا وجزء من أكسيد الكالسيوم مكونا رابع الومنيات حديد الكالسيوم

- ٢- يتحد أكسيد السليكون من جزء من أكسيد الكالسيوم وينتج عن هذا
الإتحاد ثاني سليكات الكالسيوم .
- ٣ - أتحاد المتبقي من أكسيد الألومنيا مع جزء من أكسيد الكالسيوم فيتكون
ثالث ألومنيات الكالسيوم .
- ٤ - يتكون ثاني سليكات الكالسيوم مكونا ثالث سليكات الكالسيوم بعد
إتحاد ما تبقي من أكسيد الكالسيوم في الخطوات السابقة .
- ٥ - يتبقي أكسيد الماغنسيوم دون إتحاد
- وهذه نتيجة لتحليل لعينة من الأسمنت البورتلاندي :

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

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 عنه ثبات حجم الاسمنت .
- ٢- زيادة السليكا مع خفض نسبة الألومنيا تجعل الاسمنت بطى الشك بينما
خفض نسبة السليكا وزيادة نسبة الألومنيا تجعل الاسمنت سريع الشك .
- ٣- إن زيادة أكسيد الحديد تكسب الأسمنت اللون الرمادي

- ٤- وجود الماغنسيوم في الأسمنت ضار ، وأن لا تزيد نسبتة عن ٤٪ .
- ٥- ويلاحظ أن ثالث أكسيد الكبريت يعمل علي تأخير زمن الشك للأسمنت ويجب ألا تزيد كمية عن ٢,٧٥٪ من وزن الأسمنت .
- ٦- ويراعي عدم تواجد القلويات بكثرة فإن تواجدها يعمل علي التفاعل القلوي للركام في الخرسانة .

تفاعل الأسمنت : عند إضافة الماء إلي الأسمنت (بكرة) يتفاعل ثالث سليكات الكالسيوم مع الماء بسرعة ويتكون مادة جيلاطينية (خليط عجيني) وهي مادة لها خاصية التلاحم ، 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 ما بين ١٤ - ٢٨ يوما ، وهي تثبت حجم الأسمنت وتقلل من نسبة الإنكماش بعد الجفاف ومقاوم لتأثيرات الكيماويات ، أما ثالث الومنيات الكالسيوم فيتفاعل مع الماء بسرعة ويصحبه ارتفاع في درجة حرارة عالية وهو يعمل علي عملية التصلد الأولي وتأثيره بسيط علي قوي الأسمنت النهائية ، وهو غير مقاوم للتأثيرات الكيمايائية 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 .

- 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 إليه . حيث أن الجيببات الخشنة لا يتفاعل الجزء الداخلي منها مع الماء الا بعد مدة زمنية طويلة وقد لا يحدث تفاعل هذه الحبيبات مطلقا وخاصة في الخلطة الجافة . لذلك فإن درجة نعومة الأسمنت كما ذكرنا سلفا تعتبر ميزة لجودته حيث يثبت حجمة وتقل نسبة الإنكماش ، وتحسن من قابلية الأسمنت والخرسانة للتشغيل .

■ المواصفات القياسية :

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

بواسطة إستخدام جهاز زبلن يمكننا من تحديد درجة نعومة الأسمنت وذلك بحساب المساحة السطحية وهي تتراوح بين ٢٤٠٠ - ٢٨٠٠ سم^٢ ٪ جم للأسمنت البورتلاندي العادي و ٣٥٠٠ - ٤٢٠٠ سم^٢ / جم وللأسمنت سريع الشك (التصلد) . وتتوقف درجة النعومة للأسمنت علي طريقة صناعته والمكونات الكيميائية ودرجة حرارته عند الإحتراق ودرجة الطحن ونوعية الطواحين المستعملة .
زمن الشك للأسمنت البورتلاندي والعادي :

عند إضافة المياء إلي مسحوق الأسمنت تكون مخلوط علي شكل عجينة لدنة وعندما تترك فترة زمنية فإنها تتحجر ويقال عنها أن الأسمنت شك ، وهناك زمن شك إبتدائي وزمن شك نهائي وتتطلي المواصفات بالأ 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 .

العوامل التي تؤثر علي زمن الشك :

- ١- التركيب الكيمائي ونسبة الجبس المضاف (٢ - ٦ ٪) الي الكلنكر وذلك لتأخير زمن الشك .
 - ٢- درجة النعومة ودرجة التكليس .
 - ٣- درجة الحرارة والرطوبة .
 - ٤- كمية الماء المضافة للخلط ومدة زمن الخلط .
- تنوية :

إن عدم إضافة الجبس فإن ثالث المونيا الكالسيوم ورابع المونيات حديد الكالسيوم يعمل علي سرعة زمن الشك اللحظي للأسمنت وذلك ناتج عن تكوين بلورات المونيات ثلاثي الكالسيوم المائية أما في حالة إضافة الجبس فإنه يعمل علي تقليل تركيز ثالث المونيات الكالسيوم فلا تنفصل هذه البلورات حتي يستنفذ الجبس . ويعمل المتبقي من ثالث المونيات الكالسيوم علي شك الأسمنت اللحظي نتيجة هذه البلورات إذا كانت كمية الجبس كبيرة بحيث يستهلك ثالث المونيا الكالسيوم اولا ويبدأ ثالث سليكات الكالسيوم في العمل علي انفصال البلورات وسط جيلاتيني من سليكات الكالسيوم الذي يتم بلورته ببطئ .

أنواع الأسمنت البورتلاندي :

ان المواد الخام المكونة للأسمنت البورتلاندي وعمل الدراسات لتحديد خواص كل منها جعلت من الممكن التحكم في انواع مختلفة من الأسمنت البورتلاندي عن طريق تغيير نسب هذه المكونات بحيث تتميز كل منها بخواص معينة وتجعله صالحا لإستعمالات خاصة معينة وجميع هذه الأنواع لها خاصية التحجر والشك المميز لمادة الأسمنت .

مقاومة الأسمنت البورتلاندي :-

يعتبر الأسمنت من ناحية إختبار الشد ضعيف جدا وبالتالي تعتبر الخرسانات هي أيضا ضعيفة أيضا ، وعامل الشد ليس ذو أهمية ولا يعتبر إختبار الشد إختبار قياسي في المواصفات ، 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 :

مقاومة الضغط (الحمولة)		نوع الأسمنت
بعد ٧ أيام	بعد ٣ أيام	
لا تقل عن ٢٣٨	لا تقل عن ١٥٤	بورتلاندي عادي
لا تقل عن ٢١٠	لا تقل عن ١١٢	بورتلاندي حديدي
لا تقل عن ٢٨٥	لا تقل عن ٢١٠	بورتلاندي سريع التصلد

الأسباب المؤثرة علي مقاومة الضغط :

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

▪ تزيد مقاومة الأسمنت مع مرور الزمن بمعدل يتناقص كلما زاد الزمن
▪ زيادة كمية الرمال في مونة الأسمنت وقلة كمية الأسمنت تؤثر في إنخفاض
مقاومة مونة الأسمنت .

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

▪ 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 وتشريح
الخرسانة او المون الأسمنتية ، لذلك فإن إضافة الجبس بالكمية المناسبة لتأخير
زمن الشك للأسمنت حتي تتم عملية تشبع الجير الحي بالرطوبة اللازمة قبل
وصول الأسمنت إلي مرحلة التصلد (الشك) .

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

▪ إن إرتفاع نسبة الماغنيسيوم في الأسمنت بعد حرق الكلنكر مما يتطلب مدة
أطول لحدوث التصلد (التحجر) وحتى يتم إطفائها فتسبب عدم ثبات حجم
الأسمنت والمواصفات تنص علي عدم زيادة نسبة الماغنيسيوم في الأسمنت عن ٥ %
▪ وجود الكبريتات بالأسمنت يتسبب في تكوين كبريتات الكالسيوم الألومنية
وكلما زادت هذه النسبة فإنها تسبب عدم ثبوت الحجم ، ولقد نصت
المواصفات علي نسبة ثالث أكسيد الكبريت الموجودة في الأسمنت علي نسبة لا
تزيد عن ٣ % .

أنواع الأسمنت المختلفة :

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

١- الأسمنت البورتلاندي سريع التصلب (أسمنت سوبر كريت)
High early strength Portland cement .

٢- الأسمنت البورتلاندي ذو حرارة التفاعل المنخفضة .
Low Heat Portland Cement.

٣- الأسمنت البورتلاندي الأبيض .
White Portland Cement .

٤- الأسمنت البورتلاندي الملون
Colored Portland Cement .

٥- الأسمنت البورتلاندي المقاوم لنفاذ الماء .
Water Tight Portland Cement

٦- الأسمنت البورتلاندي الحديدي .
Blast Furnace Slag Portland Cement

٧- الأسمنت عالي الألومينا
Cement High alumina

٨- الأسمنت المخلوط (أسمنت كرنك)

٩- الأسمنت البورتلاندي المقاوم لمياه البحار .
Sea Water Cement .

تعريف خصوصيات الأسمنت :

١- الأسمنت البورتلاندي سريع التصلب (أسمنت سوبر كريت)
High early strength Portland cement .

• • تصنع هذه 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 الأولى ، وزمن الشك لهذه النوعية

متقارب لزمان الشك للأسمنت البورتلاندي العادي ، وتكلفة تصنيعة تزيد عن تكلفة الأسمنت البورتلاندي العادي بحوالي ٢٠ : ٣٠ ٪ ، وأحيانا يكون استخدام هذه النوعية من الأسمنت أرخص رغم إرتفاع تكلفتها عن الأسمنت البورتلاندي العادي وذلك لسرعة التصب وإمكانية فك الشدات الخرسانية وسرعة الإنتهاء من تشيد المنشأة والإستفادة مئة إقتصاديا ، مما يعوض زيادة فرق السعر ، ودرجة حرارة تفاعل هذه النوعية من الأسمنت مع الماء عالية ويجب سرعة معالجة 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 هذه النوعية في المنشآت الخرسانية المختلفة القطاعات .

٢ - الأسمنت البورتلاندي ذو حرارة التفاعل المنخفضة .

Low Heat Portland Cement.

بمقارنة هذه النوعية بالأسمنت البورتلاندي العادي نجد أنه يحتوي علي نسبة صغيرة من الجير ونسبة عالي من السيليكات ، وهو أكثر نعومة من الأسمنت البورتلاندي العادي ، والحرارة المنبعثة مئة نتيجة تفاعله مع الماء حوالي ثلث الحرارة المنبعثة من الأسمنت البورتلاندي العادي ولذلك تقل نسبة التمدد والإنكماش في الخرسانة لإحتوائه علي نسبة أقل ثالث سليكات الكالسيوم ونسبة أكبر من ثاني سليكات الكالسيوم ، وينتج عنه 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 بدايته إلي نهايته ككتلة واحدة ، (تكون قوة المقاومة في الأيام الأولى ضعيفة ولكن تتساوي قدرة المقاومة بمرور الوقت وتتساوي مقاومتها مع خرسانة الأسمنت البورتلاندي

الأسمنت البورتلاندي الأبيض •

White Portland Cement .

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

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 •

الأسمنت البورتلاندي الملون • Colored Portland Cement

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

الأسمنت البورتلاندي المقاوم لنفاذ الماء .

Water Tight Portland Cement

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

الأسمنت البورتلاندي الحديدي .

Blast Furnace Slag Portland Cement

إن صناعة الحديد تتطلب استخدام الطين والحجر الجيري كعامل مساعد في الأفران العالية مما ينتج عنه خبث الحديد بكميات كبيرة من مصانع الحديد والصلب وتركيبه الكيميائي هو :

من ٣٠ - ٤٠ ٪

■ السليكا

من ٨ - ١٨ ٪

■ الألومنيا

من ٤٠ - ٥٠ ٪

■ أكاسيد الكالسيوم من

وهو قريب في تكوينه من ما ينتج عن تكليس الحجر الجيري والطين ، وحددت المواصفات البريطانية نسبة جليخ الحديد المستخدم في صناعة الأسمنت البورتلاندي بحوالي ٦٥ ٪ ولقد أوصت المواصفات الأمريكية بأن تكون النسبة ما بين ٢٥ - ٦٥ ٪ . وتقوم صناعة هذه النوعية من الأسمنت الحديدي في مصر بإضافة جليخ الحديد إلي الكلنكر بنسبة ٣٥ ٪ من المخلوط مع إضافة ٤ ٪ جيس للتحكم في زمن الشك ، ويستخدم في جميع أعمال الأسمنت البورتلاندي العادي ومن مزايا الأسمنت الحديدي ما يلي :

- ❖ مقاوم لمياه البحار والكيماويات لإحتوائه علي نسبة أقل من أكسيد الكالسيوم ونسبة أعلي من السليكا .
- ❖ عندما يفاعل مع الماء عند الخلط فإن درجة حرارته تكون نسبتها أقل من الأسمنت البورتلاندي العادي مما يجعله أكثر صلاحية للإستعمال في المنشآت الخرسانية ذات الكتل الكبيرة .
- ❖ أرخص من الأسمنت البورتلاندي .

High alumina Cement

الأسمنت عالي الألومنيا

يتم تصنيع هذا الأسمنت بصهر المواد الجيرية والمواد الألومنية (الجير والبوكسيت) حتي درجة السيولة ثم يبرد المخلوط ويطحن ناعما بدون إضافة أي مواد أخرى بعد عملية صهر المواد الخام سوي الماء ، وتكون نسبة الالومنيا في هذا الأسمنت عالية وتتراوح قيمتها بين ٣٥ - ٤٥ ٪ مما يساعد علي سرعة التصلب وحصوله علي المقاومة القصوي للأسمنت في مدة زمنية في حدود ٢٤ ساعة بينما يحتاج الأسمنت البورتلاندي العادي مدة تصل إلي ٢٨ يوما للتصلب التام وحصوله علي معظم المقاومة القصوي نتيجة تكون الومنيات الكالسيوم الأحادي والتي يصحبها إرتفاع كبير وسريع في درجة الحرارة ، (في حالة خلط هذه 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 ساعة .
- ❖ يقاوم مياة البحر وتأثيرات الكبريتات والأحماض المخففة أكثر من أي نوع آخر من الأسمنت البورتلاندي
- ❖ ومن عيوب الأسمنت عالي الألومنيا ما يلي :
- ❖ يجب عدم أستخدام الأسمنت عالي الالومنيا في المنشآت ذات الكتل الخرسانية الضخمة وذلك نتيجة للإنبعاث الحراري عندما يتفاعل مع

الماء حيث يكون الإنكماش والتمدد كبيراً فينتج عنه تشققات في الخرسانة .

♦ الأسمنت المخلوط (أسمنت كرنك)

هذه النوعية من الأسمنت رخيصة الثمن وهي تتكون من خلط كلنكر الأسمنت البورتلاندي والعادي مع ٢٥٪ رمل سيليس ثم يثخن لدرجة نعومة عالية ولقد دلت الأبحاث أن الأسمنت الكرنك تقل مقاومته للضغط عن الأسمنت البورتلاندي العادي بحوالي ٣٠ - ٣٥ ٪ .

الأسمنت البورتلاندي ذو حرارة التفاعل المنخفضة .

Low Heat Portland Cement.

وهو أسمنت مقاوم للكبريتات والمياه المالحة ، ويتم صناعة بخلط الرمال مع الطين مع إضافة بيريت الحديد (أو أي مصدر من مصادر الحديد) لإكتساب نسبة عالية من رابع الومنيات حديد الكالسيوم ، ويستخدم في المنشآت القريبة والمعرضة لمياه البحار كذلك رصف الموانئ وعمل تستائر ومصدات الأمواج وفي عمل الأساسات المعرضة لتعرضها إلي مياه تحتوي علي نسبة عالية من الكبريتات

إختبار الأسمنت

الهدف من إختبار الأسمنت وتحديد درجة نعومته وذلك بقياس حجم حبيباته أو بقياس مساحة سطحه ونتيجة هذا الإختبار يمكن تحديد بعض خواص الأسمنت عن الآخر حيث أن نعومة الأسمنت تعمل علي سرعة تفاعل الماء مع مكونات الأسمنت لكبر مساحة سطح الحبيبات وانتشار الماء علي هذه المساحة السطحية مما يساعد الاسمنت علي الحصول علي صلابته مبكراً وبذلك تتولد درجة صلابته ومقاومته للضغط وتكون عالية كما ان زيادة نعومته تزيد من قابلية الخرسانة للتشغيل وتزيد من درجة تماسكها اثناء الخلط .

كيفية إجراء الإختبار :-

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

١- عن طريقة النخل (أحضار منخل قياسي ١٧٠ ، وميزان حساس)
• • • توزن عينة من الأسمنت المراد إختبارها وليكن وزنها (W) ١٠٠٠ جرام .
• • • يتم نخل العينة بمنخل قياسي ١٧٠ لمدة ١٥ دقيقة يدويا ولمد ٥ دقائق إذا كان المنخل كهربائيا والحرص علي عدم تسرب اجزاء من بكرة الأسمنت أثناء النخل .

• • • يوزن المتبقي في المنخل وليكن W ١ .

$$\text{نعومة الأسمنت} = \frac{W 1}{100} \rightarrow W$$

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

٢- الإختبار بواسطة طريقة بلين لتحديد المساحة السطحية :

يستخدم جهاز بلين كما موضح في الرسم المرفق علي الآتي :

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

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

• مانومتر لقياس الضغط بين (B و A) ومانومتر لقياس فرق الضغط بين (C و D) .

الخطوات :-

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

المعدني .

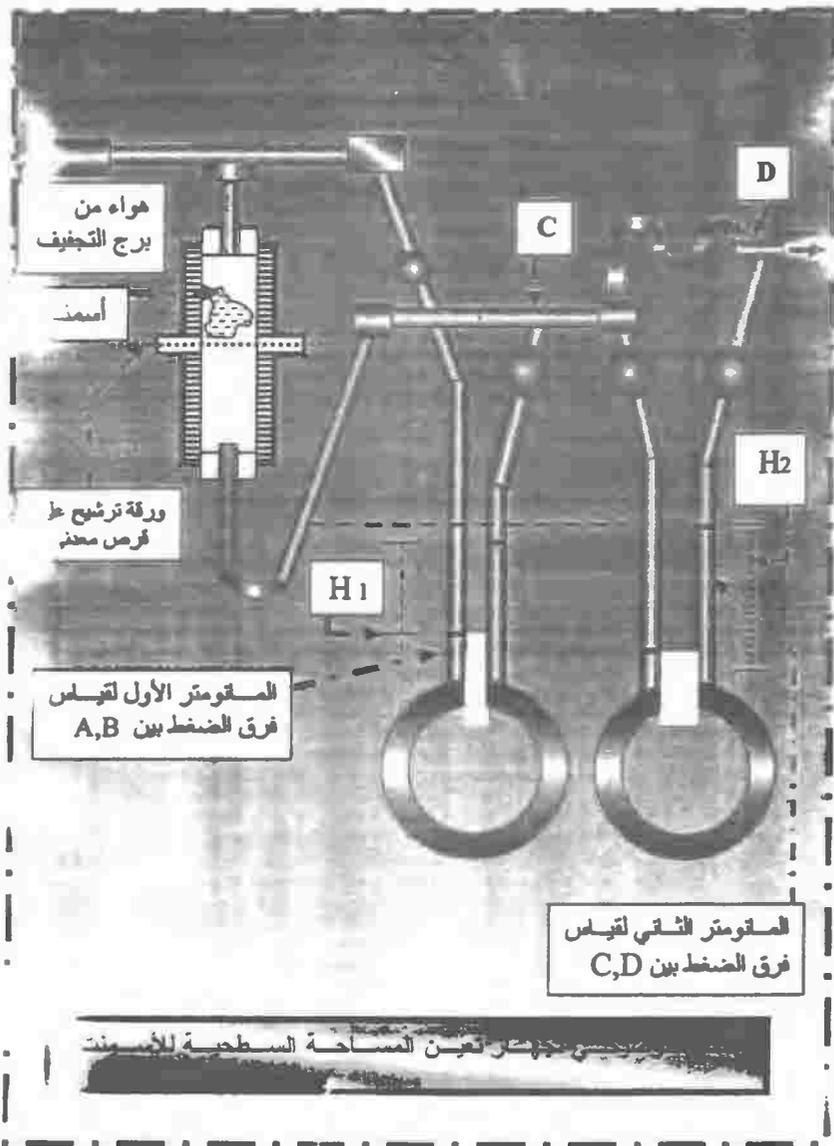
٢. يدفع الهواء من برج التجفيف ليتمر من خلال طبقة الأسمنت ومن خلال الدرجة السامية للعينة والتي تتوقف علي مقياس حبيبات الأسمنت .

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 :-

$$٤. \frac{C \sqrt{h2}}{h1}$$

ولد أشارت المواصفات المصرية تحت رقم ٦٣/٣٧٣ علي أن لا تقل المساحة السطحية للأسمنت البورتلاندي عن ٢٢٥٠ سم^٢ . والأسمنت البورتلاندي المصنع حاليا تتراوح مساحته السطحية بين ٢٤٠٠ - ٢٨٠٠ سم^٢ / جم والأسمنت سريع التصلب تتراوح مساحت السطحية بين ٢٨٠٠ - ٣٥٠٠ سم^٢ / جم

(انظر الرسم التوضيحي لجهاز تعيين المساحة السطحية للأسمنت)

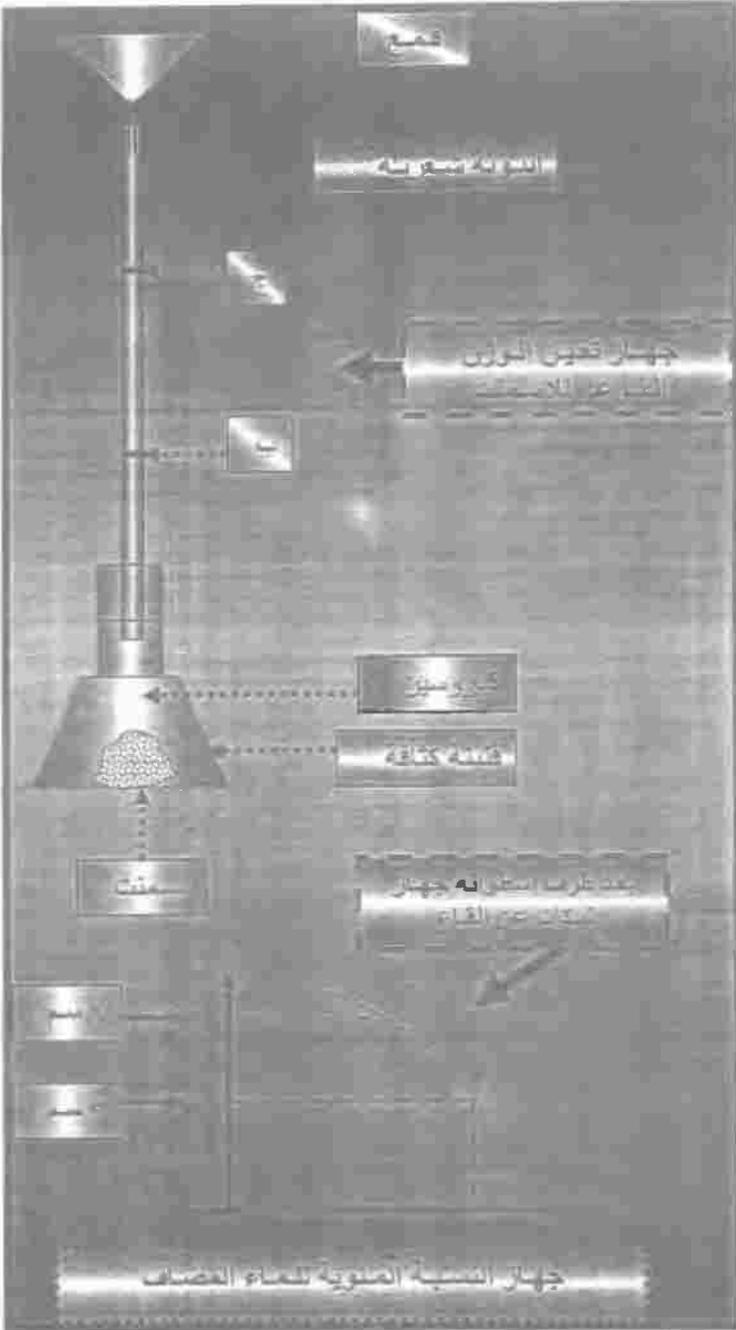


❖ كيفية إختبار الوزن النوعي للأسمنت

- إن إختبار نوعية الوزن للأسمنت لها أهميتها القصوي في تصميم خلطة الخرسانة وقيمة ثباتها للأسمنت البورتلاندي العادي .
ولتعيين الوزن النوعي للأسمنت تجهيز المعدات التالية :-
١. أحضار أي سائل لا يتفاعل مع الأسمنت مثل الزيت أو الجاز .
 ٢. قنينة كثافة (كما في الرسم) .
 ٣. ميزان
- كيفية إجراء الإختبار :

١. توزن عينة من الأسمنت وتكن وزنها (أ) .
٢. يوضع السائل (جاز أو زيت) في قنينة الكثافة وتملاً إلي حجم معين وليكن (ب) .
٣. يوضع الأسمنت داخل قنينة الكثافة مع الطرق الخفيف لإخراج فقاعات الهواء من الأنبوبة الشعرية .
٤. يقرأ الحجم علي الأنبوبة الشعرية وليكن (ج) .

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



الأسمنت القياسي - وتعين كمية الماء اللازمة لعجينة الأسمنت

يتم هذا الإختبار لتحديد كمية الماء الآزمة لعمل عجينة من الأسمنت ذات قوام قياسي . ولإستخدام النتيجة في عينات إختبار زمن الشك وثبات الحجم . وذلك بإحضار كمية الماء الآزمة لعمل عجينة قياسية من الأسمنت يمكن المرور من طرف أسطوانة جهاز فيكات بقطر ١٠ سم (أنظر الرسم) .

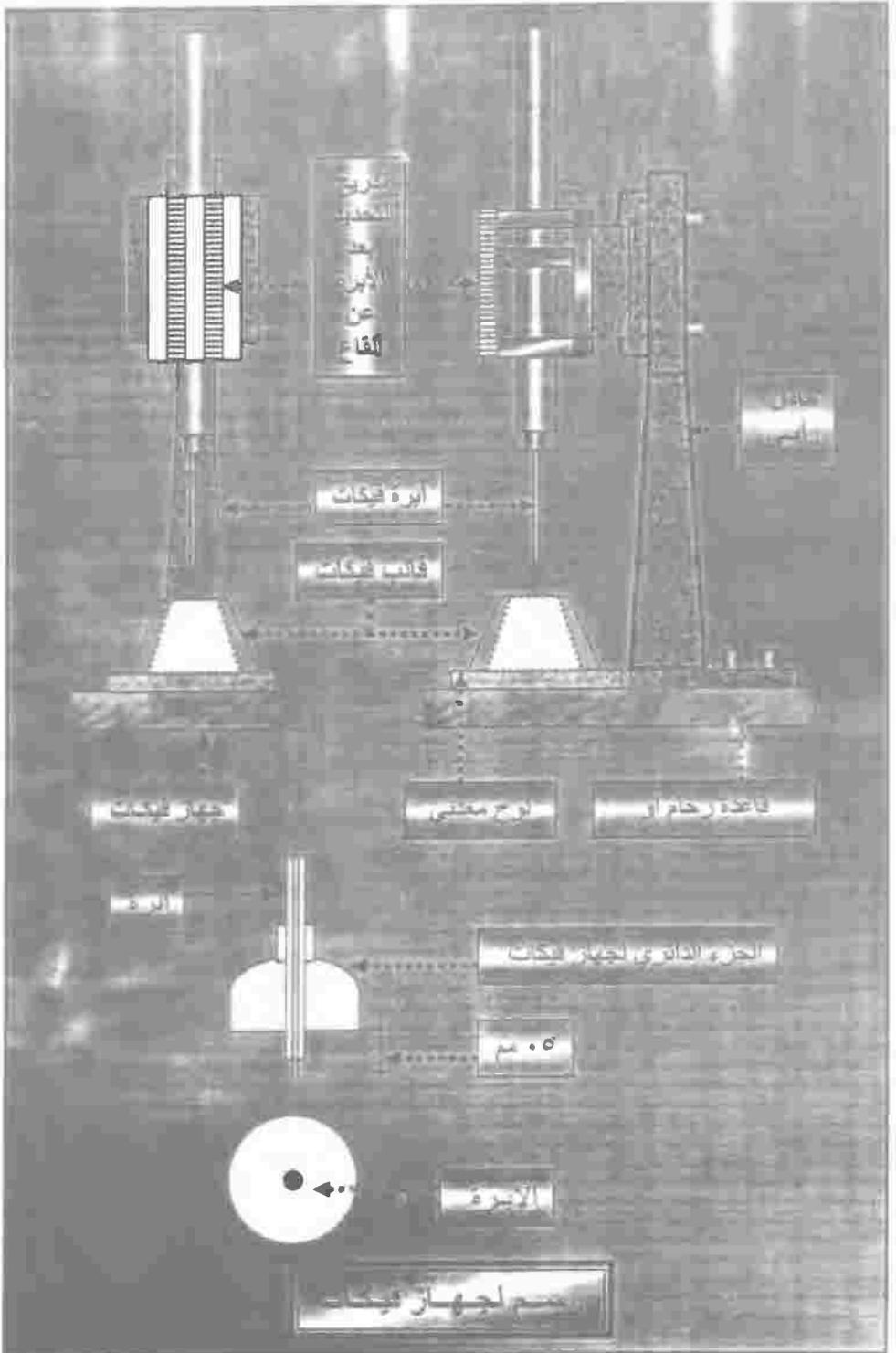
ويسمح بالنفاذ من خلالها إلي نقطة تبعد عن القاع الجهاز من ٥ - ٧ سم .

المعدات الآزمة لإجراء الإختبار :

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

تعريف جهاز فيكات : -

هو عبارة عن حامل مثبت علي قاعدة وبة محجري 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 فيكات 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 . وإختبار زمن الشك النهائي للأسمنت .



خطوات إجراء الإختبار :

- إحضار ٤٠٠ جم من الأسمنت المراد إختبارة وتنشر علي لوح غير مسامي ويضاف إليها الماء بنسبة معينة من وزن الأسمنت .
- يخلط الأسمنت بالماء لمدة أربع دقائق مع الخلط الجيد ثم يملأ قالب جهاز فيكات الموضوع علي الوح المعدني الغير مسامي مع مسوات سطح القالب .
- يوضع القالب علي الجهاز . فوق القاعدة ويدلي الطرف الإسطواني ببطنى حتي يلامس سطح العينة ثم يترك ليهبط بفعل تأثير وزنة .
- تسجل القراءة المبينة علي التدرج أمام العلامة الأفقية الموجودة علي أسطوانة الجهاز فتدل علي إرتفاع الطرف الإسطواني لجهاز فيكات عن قاع القالب .
- 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 .
- تكرر الإختبارات عدة مرات ثم يرسم منحنى يمثل العلاقة بين النسبة المئوية للماء المضافة وبعد طرف أسطوانة جهاز فيكات عن قاع القالب ويحدد هذا المنحنى كمية الماء التي تعطي عجينة قياسية من الأسمنت

إختبار مقاومة 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 الأخرى بعد ٧ أيام وذلك لتحديد مقاومة الضغط بعد ٣ أيام و ٧ أيام . ويجري الإختبار بخلط

كمية من الأسمنت بالنسبة المذكورة سابقا (١ - ٣) بالوزن مع إضافة حوالي ١٠ ٪ من وزن الخليط ماء وعمل عدد ٦ قوالب من هذه العجينة بحيث يكون طول ضلع المكعب ٧,٠٦ سم (مساحة جانب المكعب = ٥٠ سم^٢) 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 كالاتي :-

أ- وزن الأسمنت =	١٨٥ جم
ب- وزن الرمل =	٥٥٥ جم
ت- حجم الماء =	٧٤ سم ^٣

٠ 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 الأسمنت والرمل لعمل مكعب واحد أن تعجن المونة علي سطح غير مسامي وتضاف الماء ولمدة لا تزيد عن ٤ دقائق مع مراعات درجة الحرارة لمكان الاختبار عن ١٨ - ٢٤ م^٠ .

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 ويوضح في جو درجة حرارته لا تقل عن ٢٠ م^٠ ورطوبة 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 .

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

○ مقاومة الضغط = $\frac{\text{حمل الكسر (متوسط ٣ مكعبات) (كجم/سم}^2\text{)}}{\text{المساحة المعرضة لهذا الحمل (٢سم}^2\text{)}}$

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

إن اختبار مقاومة الشد لهذه النوعية من الأسمنت إختيارية ولم تنص
عليها المواصفات بحيث أن قوة التحمل للشد ضعيفة وهي حوالي ١
- ١ من مقاومة الضغط ١٠ ١٥

كيفية إجراء الإختبار

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

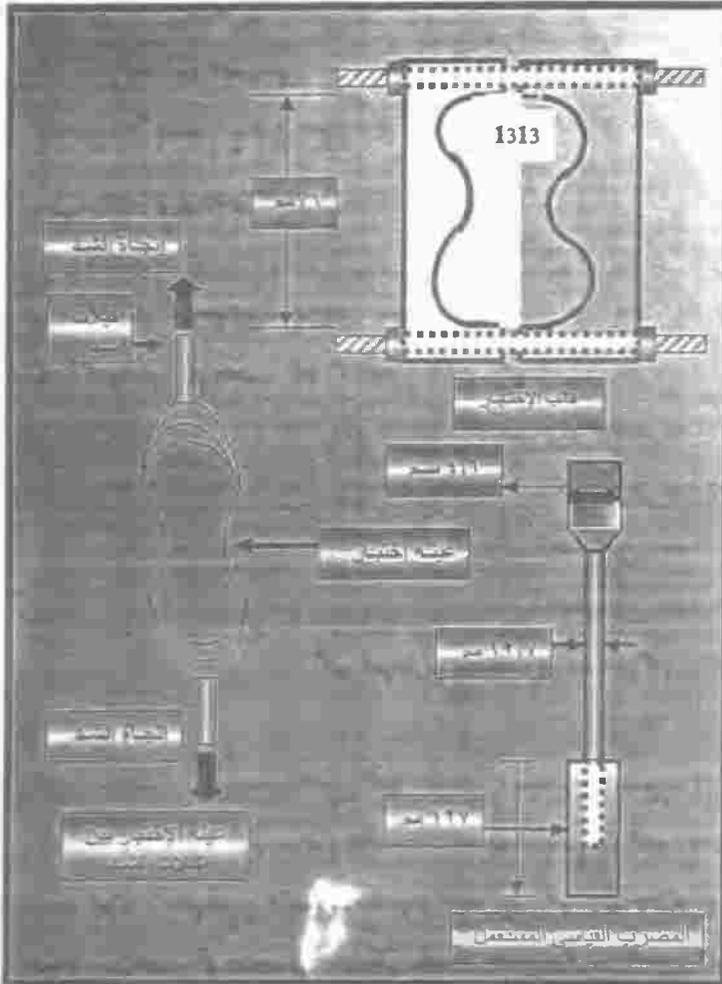
◆ يخلط الرمل والأسمنت جيدا قبل إضافة المياه إلية والتأكد من مزج
الأسمنت والرمل ثم تضاف المياه مع الخلط الجيد ولمدة ٤ دقائق .
◆ توضع عجينة المونة في القالب و مساوات المونة مع حرف القالب
بمضرب موضح في الرسم .
◆ يستمر وضع المون في القالب مع ضربها بالمضرب المذكور (بالرسم)
حتى يتم تشكيل العينة وظهور الماء علي سطح العينة .

♦ تحفظ العينات في درجة رطوبة نسبية ٩٠ ٪ ودرجة حرارة ٢٠ درجة
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 الابتدائي 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 فقدانها ليونتها وحتى لا يتأخر الوصول إلي القوة والمقاومة المناسبة في الوقت المطلوب .

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 .

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 .
أجهزة المستعملة :

١- ساعة إيقاف 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 .

إجراء الإختبار :-

١. إحضار ٤٠٠ جم من الأسمنت ويضاف إليها الماء بنفس النسبة المثوية 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 .
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 التدرج أمام الملامسة علي الاسطوانة فتدلى علي بعد طرف الإبرة من القاع .
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 .
٥. يتكرر بند ٤ عدة مرات حتي تصل إلي الحظة التي تبعد فيها طرف أبرة فيكات إلي بعد ٥ سم من قاع تا قالب .
٦. يسجل الزمن بساعة الإيقاف 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 .
٨. تكرر هذه العملية حتي يظهر الأثر الدائري فيكون الزمن المستقطع الذي سجلته ساعة الإيقاف هو زمن الشك النهائي ويجب مراعاة عدم هبوط الإسطوانة في مكان واحد أكثر من مرة .

ثبات حجم الأسمنت Soundness of cement

معرفة الزيادة الحجمية للأسمنت بعد الشك والتصلب وثبات

حجم الأسمنت .

التجهيزات المستخدمة لإجراء الإختبار :

١ - جهاز لوشاتلية (أنظر الرسم) .

٢ - حوض بة ماء ، ألواح زجاجية ، أثقاب ، موقد .

• إجراء الإختبار •

≡ 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 .

≡ يوضع قالب لوشاتلية فوق لوح من الزجاج ويملاً بعجينة الأسمنت وتسيوي أسطح القالب ثم يغطي بلوح آخر من الزجاج ويوضع عليه ثقل صغير .

≡ توضع قوالب لوشاتلية كاملة وبالثقل في حوض بة ماء درجة حرارته ٢٠ درجة ثم يترك لمدة ٢٤ ساعة وبعدها ترفع وتقاس المسافة بين طرفي مؤشر قالب لوشاتلية أ - أ الموضح بالرسم ولتكن ف ١٠

≡ 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 ف ٢ .

≡ يحسب الفرق بين ف ٢ و ف ١ فيشير هذا الفرق عن تمدد الأسمنت وأشارت المواصفات بأن لا يزيد هذا الفرق عن ١٠ مم للأسمنت البورتلاندي العادي والأسمنت سريع التصلب .

