

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique



وزارة التعليم العالي والبحث
العلمي

Université Amar Telidji Laghouat
INSTITUT DE GENIE CIVIL

جامعة عمار
تليجي بالأغواط
مهندسة المدنية
المخابر

تطبيقات الخرسانة

الطلبة السنة الثالثة مهندسين - الثالثة لسانس - الثالثة قصر المدى



اعداد: أ. زيرق

السنة الجامعية: ٢٠٠٢/٢٠٠١

تقديم

اليك ايها الطالب

نقدم بين يديك هـذه المطبوعة التي تحتوي على كافة الاعمال التطبيقية في مادة الخرسانة ، و التي حرصنا فيها على التقديم الجيد والواضح و على ان تتماشى مع تسلسل الدروس. ولقد ارفقنا كل التجارب بصور عن الاجهزة والوسائل المستعملة وكذا الجداول والمخططات البيانية . وكل ما نتمناه من خلال هذه المطبوعة هو ان تكون عوناً لك على الاعداد الجيد للتجارب شريطة ان تحضى من جانبك بالتحضير الجيد والمعاينة المستمرة للمطبوعة.

الاستاذ : احمد زيرق

الفصل الأول

مكونات الخرسانة

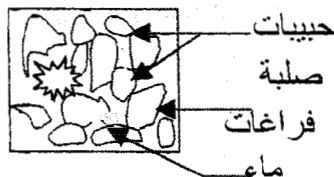


الكتلة الحجمية

Masse volumique

I تمهيد :

للوصول إلى نسبة مكونات عينة ما من مواد صلبة، فراغات وماء ومن أجل التعرف على خواصها الفيزيائية وحسابها تجري بعض التجارب المخبرية منها: **الكتلة الحجمية وهي كتلة وحدة حجم العينة المدروسة**



II الهدف :

إيجاد الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة للمواد شكل (01): عينة المواد الصلبة في الطبيعة

III مجال الاستعمال :

* استنتاج وزن جسم ما بمعرفة حجمه والعكس خاصة في نقل المواد

* حساب نسب مركبات الخرسانة في 1م³

* إيجاد كميات الخرسانة حسب حجم القوالب المراد صنعها.

IV الجانب النظري :

$$\gamma = M/V$$

تعريف: الكتلة الحجمية لجسم ما تساوي كتلته على حجمه ويرمز إليها ب: (γ)

نميز: **الحجم الظاهري:** حجم المادة الصلبة زائد حجم الفراغات.

الحجم المطلق: حجم المادة الصلبة بدون حجم الفراغات.

(أ) **الكتلة الحجمية الظاهرية:** (الوزن الحجمي) (masse volumique apparente)

هي وزن وحدة الحجم الطبيعي للمادة (مع المسامات و الفراغات وتعطى بالعلاقة التالية :

كتلة الجسم

$$\gamma_{ap} = M/V =$$

حجم المادة الصلبة + حجم الفراغات

(ب) **الكتلة الحجمية المطلقة:** (الوزن المطلق) (masse volumique absolue)

هي وزن وحدة الحجم المطلق للمادة (حجم الحبيبات الصلبة) وتعطى بالعلاقة التالية :

كتلة الجسم

$$\gamma_{ab} = M/V-v =$$

حجم المادة الصلبة بدون فراغات

. حيث :

M : الكتلة الكلية للعينة (غ)

V : الحجم الكلي للعينة (سم³)

v : حجم الفراغات (سم³)



ملاحظات:

- إيجاد الكتل لا يشكل أي صعوبة بعكس إيجاد الحجم.
- يجب التفريق بين الكتلة الحجمية والكثافة التي هي حاصل قسمة كتلة حجم من المادة الى كتلة نفس المادة من الماء تحت درجة حرارة 4 م° وهي قيمة بدون وحدة.

V الجانب التجريبي:

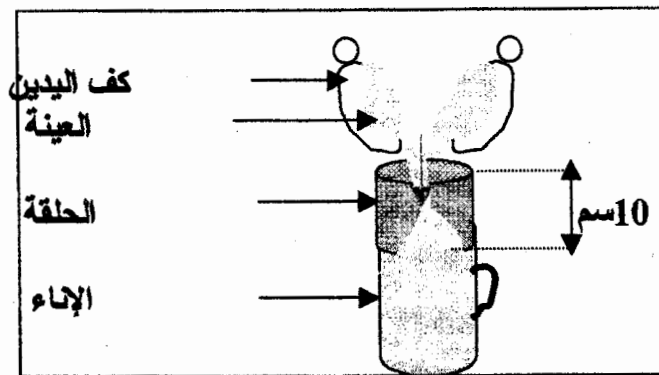
1-V الكتلة الحجمية الظاهرية:

- * المبدأ: ملء اناء حجمه معروف و حساب كتلته .
- * المواد المستعملة: - اناء اسطواني معروف الحجم v (1 لتر = 1 دسم³)
- حلقة قطرها مساوي لقطر الاناء وارتفاعها 10 سم
- ميزان
- مسطرة
- قمع ثلاثي الارجل (بارتفاع ثابت ومعلوم).

* خطوات التجربة:

(أ) للرمل والحصى:

- زن الاناء فارغا (m_1)
- ضع العينة بين اليدين وشكل قمع
- ركز اليدين على ارتفاع 10 سم من الاناء (ارتفاع الحلقة)
- حسب الشكل رقم (01) اترك العينة تمر (تصب) بشكل عادي ليس سريعا ولا بطيئا وصب دائما في مركز الاناء حتى يمتلئ ويفيض على شكل هرم داخل الحلقة
- ارفع الحلقة عموديا وسوي السطح بالمسطرة
- زن الإناء مملوءا (m_2)



الشكل رقم (02) طريقة ملء الاناء بالرمل (الحصى)

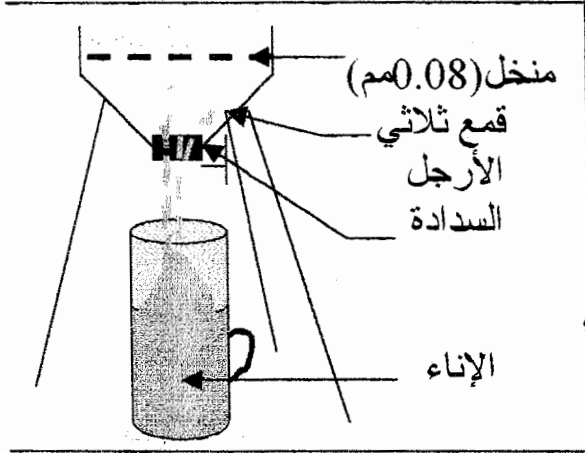
ملاحظة:

- الطريقة نزيهة إذا احترمت الخطوات: وتوضح بإجراء عدة تجارب وأخذ معدلها:
- 5 تجارب بإناء 1 لتر
 - 3 تجارب بإناء 5 لتر



ب) الإسمنت: يكمن إختلاف هذه الخطوات عن الخطوات السابقة في إستعمال القمع الثلاثي الأرجل بدل الكفين لأن:

- حبيبات الإسمنت دقيقة وناعمة فارتفاع القمع الثابت وإستعمال السدادة يمنع رص العينة عند هبوطها
 - وجود الغربال بالقمع والذي يمنع مرور الحبيبات الملتصقة فيما بينها .
 - الإستعمال اليدوي المتكرر للإسمنت يسبب فساد وفقدان الخصائص.
 - من الجانب الصحي يشكل خطورة على اليدين
- والخطوات هي كالآتي:



- زن الإناء فارغا
- ضع القمع فوق الإناء مع غلق السدادة
- أفرغ كمية قليلة تعادل 200 غ من الإسمنت فوق المنخل
- إفتح السدادة لهبوط الإسمنت ثم أغلقها .
- أعد الخطوات مع كميات أخرى من الإسمنت حتى يمتلئ
- سوي السطح وقم بالوزن (M_2)

V-2 الكتلة الحجمية المطلقة:

شكل رقم (03) طريقة ملء الإناء بالإسمنت

***المبدأ:** الحجم المطلق لجسم ما يساوي حجم السائل المزاح الناتج عن غمس هذا الجسم في السائل .
بالنسبة للمواد التي تتفاعل مع الماء نستعمل سائل لا يتفاعل معها والمواد التي لا تتفاعل مع الماء نستعمل الماء

أ) الكتلة الحجمية المطلقة للرمل والحصى: (طريقة المخبرة المدرجة)

*** المواد المستعملة:** - رمل

- حصى

- ماء

*** الأدوات المستعملة:** - مخبرة مدرجة (éprouvete graduée)

- ميزان

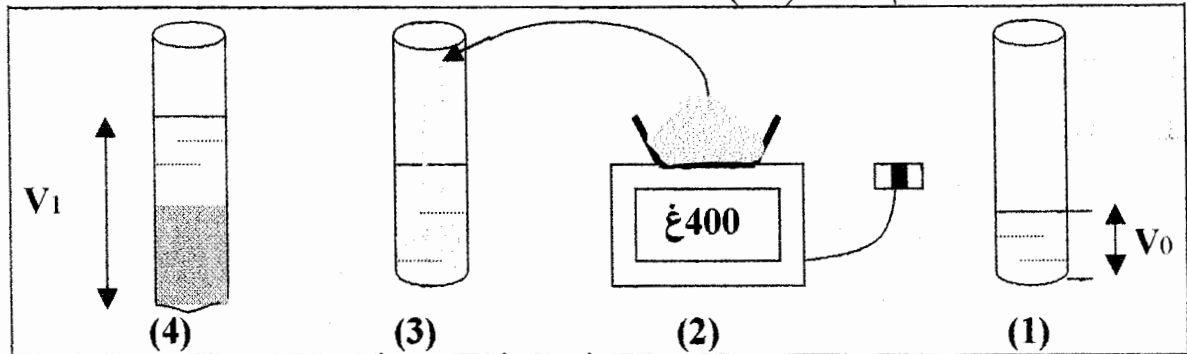
* خطوات التجربة:

- ضع حجم من الماء (V_0) داخل المخبرة المدرجة (300 مل مثلا)

- زن كتلة من العينة (M) 400 غ

- ضع العينة داخل المخبرة المدرجة مع الخلط و ضرب المخبرة بكف اليد من الأسفل أو

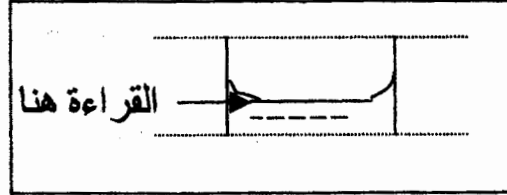
تميلها بزاوية 45° م تقريبا وتدويرها للتخلص من فقاعات الهواء و استغلال الحبيبات اللاصقة بجوانب المخبرة . - قراءة الحجم الجديد (V_1) .



شكل رقم (04): مراحل تجربة الكتلة الحجمية للرمل والحصى

ملاحظات:

- الطريقة سهلة وسريعة
- أجهزة بسيطة و الدقة ضعيفة :
- فعندما يبلل الماء الأنبوبة يرتفع على حوافها ليشكل تقعر نحو الأعلى وتكون القراءة على المستوى الأسفل لسطح الماء (حسب الشكل رقم (05))، ومنه يوجد ترتيب غير مهمل لذلك يفضل استخدام مخبرة ذات حجم 500 سم³ أو أكثر .
- يستحسن إجراء التجربة في درجة حرارة 20°م لمنع تبخر الماء.



شكل رقم (05): ارتفاع سطح الماء على حواف المخبرة

(ب) الكتلة الحجمية المطلقة للإسمنت:

* المواد المستعملة: - الإسمنت

- بنزن (C_6H_6) أو مازوت (بحيث لا يتفاعل مع الإسمنت)

* الأدوات المستعملة: - مكثف لوشاتليه

- ميزان

- قمع

تعريف مكثف لوشاتليه:

هو عبارة عن أنبوبة زجاجية ذات حجما 250 سم³ تحمل عنقا ضيقا قطره 1 سم مزود بانتفاخ حجمه حوالي 20 سم³ يوجد أسفل الانتفاخ خط الصفر (0) مع تدريجات صغيرة الحجم بين كل تدريجتين 1/10 سم³، أعلى الانتفاخ توجد تدريجات تعطي الحجم (1/10 سم³) انطلاقا من الصفر (0)

* خطوات التجربة: - املا المكثف بسائل البنزن حتى التدريجة (0)

- ضع المكثف داخل حمام ثابت

الحرارة (20 ± 0.2)°م

- بعد استقرار درجة الحرارة اقرأ حجم السائل V_0

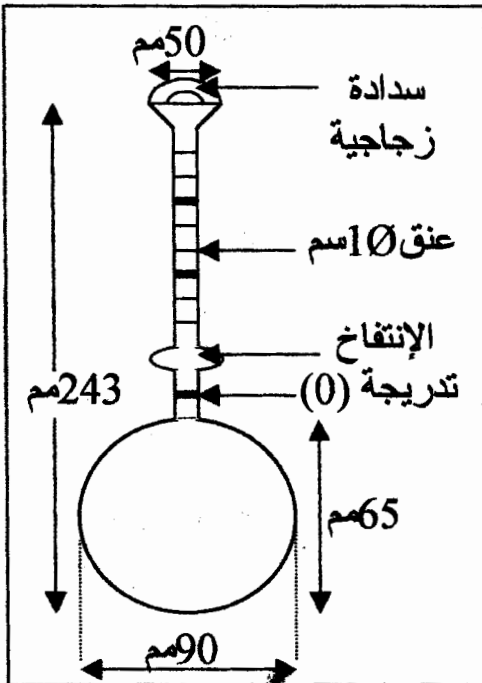
- زن 60 غ من الإسمنت M ثم أفرغها داخل

المكثف باستعمال القمع

- ميل المكثف بزاوية 45°م

شكل رقم (06): مكثف لوشاتليه

- اقرأ الحجم الجديد (V_1) والذي يعد الحجم المطلق بعد 15 دقيقة.



- 1- لماذا لا يقر الحجم مكثف لو شالته إلا بعد مرور (1/4 ساعة) من تبريد الأسمنت فيه ؟
- 2- حدد المؤثر الأساسي على الكثافة الحجمية و كثافة تآثره ؟
- 3- حدد أي من الوزن النوعي أو الظاهري له أهمية كثيرة في الأعمال الجرسانية ولماذا ؟
- 4- ما الفرق بين أحلة أو أضغاطة حول هذه التجارب ؟

VII أسئلة لاستكمال التغطية:

- 1- احسب الكثافة الحجمية الظاهرية و المطلقة لكل من العينات التالية :
- الحصى بترجيح: (3/8) - (8/15) - (15/25)
- الرمل : الخشن و الناعم
- الأسمنت
- 2- املا الجدولين رقم (01) ، (02)
- 3- حل النتائج المحصل عليها .

VI النتائج والحسابات:

استعمله مرة أخرى .

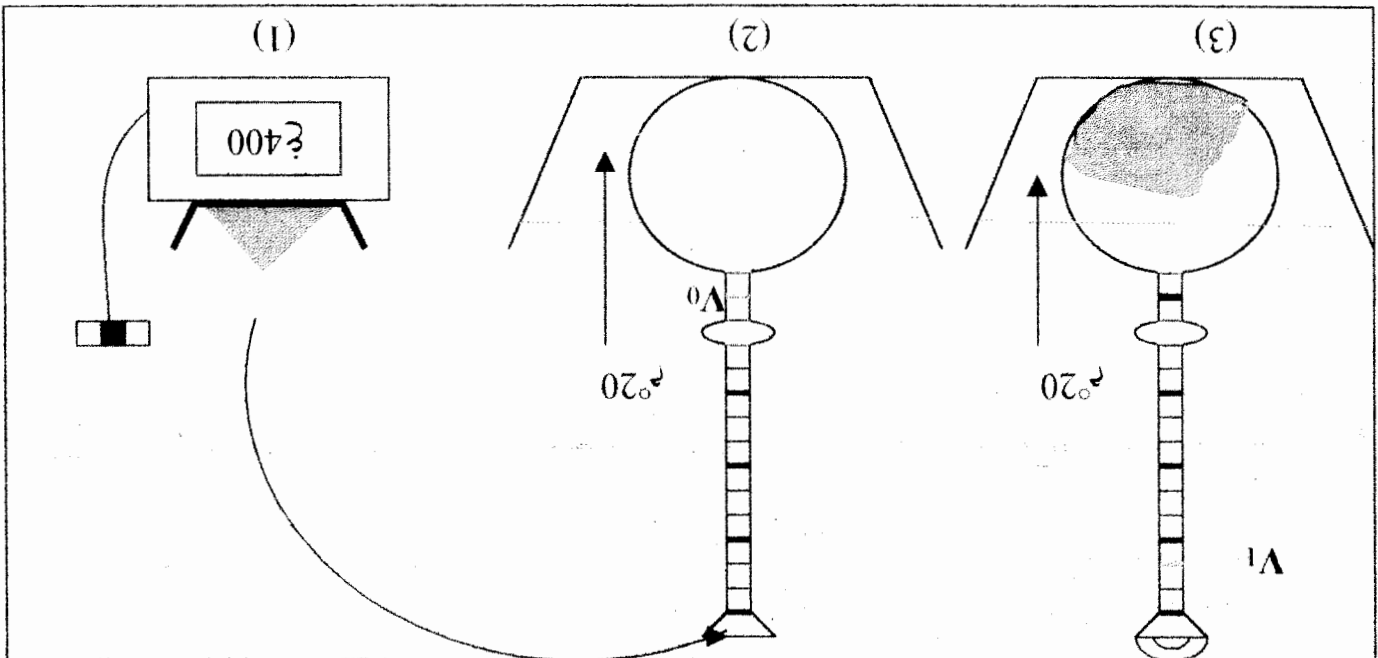
بعد انتهاء التجربة أفرغ محتوى المكثف غير ورق خاص لعزل الأسمنت عن البزير من أجل ارتفاع درجة الحرارة لا يغل البزير يتفاعل مع الأسمنت

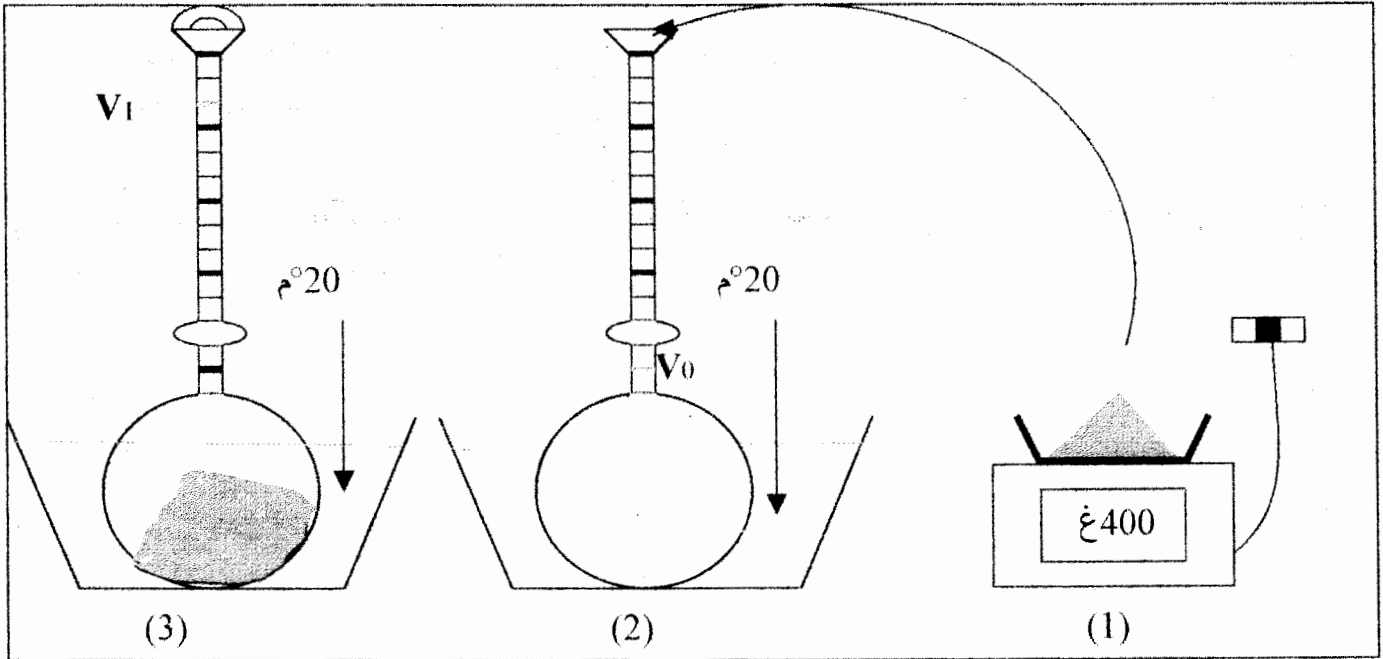
إنجاز التجربة في مدة لا تتجاوز فيها البزير

أي تغير في درجة الحرارة قد يسبب خطأ في نتائج التجربة فلا تضمن :

ملاحظات: - الطريقة دقيقة و لزيته فيستحسن إجراء التجربة في درجة حرارة (20±0.2°م) بحيث $V = V_1 - V_0$ ومنه الحجم المطلق

شكل رقم (07): مراحل تجربة الكثافة الحجمية المطلقة للأسمنت





شكل رقم (07): مراحل تجربة الكتلة الحجمية المطلقة للإسمنت

ومنه الحجم المطلق: $V = V_1 - V_0$

ملاحظات: - الطريقة دقيقة و نزيهة فيستحسن إجراء التجربة في درجة حرارة $(20 \pm 0.2)^\circ\text{C}$ بحيث أي تغير في درجة الحرارة قد يسبب خطأ في نتائج التجربة فلا نضمن :
- إنجاز التجربة في مدة لا يتبخّر فيها البنزن
- ارتفاع درجة الحرارة لا يجعل البنزن يتفاعل مع الإسمنت
- بعد إنهاء التجربة أفرغ محتوى المكثف عبر ورق خاص لعزل الإسمنت عن البنزن من أجل استعماله مرة أخرى.

VI النتائج والحسابات:

1- أحسب الكتلة الحجمية الظاهرية و المطلقة لكل من العينات التالية :
الحصى بترج: (15/25) - (8/15) - (3/8) .
الرمال : الخشن والناعم
الإسمنت

2- املا الجدولين رقم (01) ، (02)

3- حلل النتائج المحصل عليها .

VII أسئلة لاستكمال المناقشة:

- 1- لماذا لا يقرأ الحجم على مكثف لوشاتليه إلا بعد مرور (1/4 ساعة) من تفريغ الإسمنت فيه ؟
- 2- حدد المؤثر الأساسي على الكتلة الحجمية و كيفية تأثيره ؟
- 3- حدد أيا من الوزن النوعي أو الظاهري له أهمية كبيرة في الأعمال الخرسانية ولماذا؟
- 4- ما اقتراحك أو إضافاتك حول هذه التجارب؟

العينه	رقم التجربة	وزن العينه (غ)	V_0 سم ³	V_1 سم ³	$V_1 - V_0$	المتوسط $\bar{w}_{ab}$
الحصى	15/25					
	8/15					
	3/8					
الرمل	ناعم					
	خشن					
الإسمنت						



مقياس المساحة النوعية للإسمنت

Mesure de la surface spécifique

I - تعريف:

نعومة الإسمنت هي من خواص الإسمنت المهمة الواجب معرفتها، فقد أستعملت في السابق طريقة المناخل لتحديد نعومة الإسمنت إلا أن الفحص المنخلي لا يعطي معلومات حول مقاس الحبيبات الصغيرة جدا والتي تلعب دورا هاما في عملية الإماهة في الأوقات المبكرة كما وأن إستعمال مناخل ذات مقاسات صغيرة تسبب إنسداد فتحات شبكة المناخل و لذلك تطورت الطريقة بحيث توصف نعومة الإسمنت بدلالة (المساحة السطحية - النوعية - sp لحبيباته الدقيقة، مساحة يعبر عنها بالسنتيمتر المربع لوحد غرام من هذه الحبيبات المنتشرة أو المبسوطة تماما).
وتنحصر قيمتها ما بين: 2700 إلى 3500 سم²/غ

II - الهدف:

حساب المساحة النوعية للإسمنت (نعومة الاسمنت)

III - مجال الإستعمال:

- معرفة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لجزيئات الإسمنت
- معدل سرعة الإماهة
- درجة التماسك
- تقدير قوة و قابلية تشغيل الخرسانة.

IV - المساحة النوعية:

تتواجد الحبيبات مختلفة شكلا وحجما وعلى هذا الأساس يمكن تقسيمها إلى :
* حبيبات كروية : وتعطى مساحتها النوعية:

Sp : المساحة النوعية (سم²/غ)

D : قطر الجزيئات (سم)

γ : الكتلة الحجمية (غ/سم³)

* حبيبات مكعبة: وتعطى مساحتها النوعية :

A : ضلع الحبيبة (سم)

* حبيبات أسطوانية:

L : إرتفاع الحبيبة (سم)

V - المساحة النوعية العملية:

V-1 المبدأ: هناك عدة طرق مستعملة أحدثها تلك المستعملة في إنكلترا التي تعرف بطريقة نفاذية الهواء ، والتي تستند على سرعة إنسياب الهواء خلال طبقة العينة المدروسة ، وتعيين المساحة النوعية للإسمنت في الولايات المتحدة الأمريكية بطريقة بلين **Blaine** ومبدؤها تمرير كمية من الهواء عبر كمية من الإسمنت في شروط معينة لإيجاد زمن المرور وحساب المساحة النوعية بتطبيق عملي.

$$Sp = 6 / \gamma D$$

$$Sp = 6 / \gamma D$$

$$Sp = 2(D + 2L) / \gamma DL$$



وتعطى المساحة النوعية العملية بالعلاقة التالية :

k : ثابت الجهاز

e : المسامية

γ : الكتلة الحجمية المطلقة للإسمنت

η : اللزوجة الديناميكية للهواء

t : الزمن

(1).....

$$Sp = \frac{k \sqrt{e^3} \sqrt{t}}{\gamma (1-e) \sqrt{\eta}}$$

أجزاء العلاقة (1) كلها مقاسة تجريبيا وفيما يلي طريقة الحصول على كل جزء منها :

II- التجربة:

II- 1 المواد والأدوات المستعملة:

أ- المواد:

- إسمنت

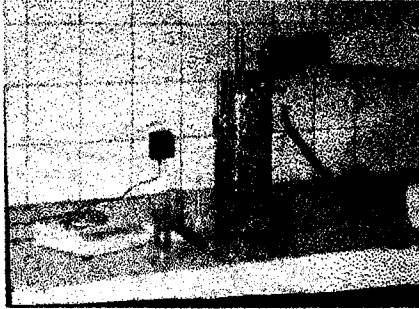
- زئبق

- سائل ملون

(أ) الأدوات:

- البيرميابلومتر لبلاين (permeabilimetre de BLAINE) الموضح في الشكل رقم (01)

(- خلية أسطوانية : عبارة عن أنبوبة حديدية يتبعها مكبس ومصفاة قطر ثقبها (1مم). الموضحة بالشكل رقم (01).



- ميزان حساس

- ورق خاص (papier filtre) غير نفوذ بقطر

الخلية الأسطوانية - كرونومتر

- قمع

- صفيحة زجاجية

V- 2-2 خطوات العمل:

الصورة رقم (01) جهاز بلين

(أ) الزمن: وهو أساس هذه التجربة .

- ضع المصفاة داخل الخلية الأسطوانية

- ضع قرص من الورق الخاص (ضياغ الإسمنت) فوق المصفاة

- زن 3 غ من الإسمنت وأدخلها في الخلية الأسطوانية بواسطة القمع

- ضع قرص آخر من الورق الخاص من الأعلى

- أدخل ثم أخرج المكبس (من الخلية الأسطوانية) دون رصا الإسمنت

- راقب مستوى السائل الملون (بالمانومتر)، بحيث يكون عند التدرجة

رقم (4) (أنظر الشكل رقم (01))

- أغلق فتحة الإجاصة المطاطية بإحكام بواسطة الإبهام وذلك بعد أن

تمتص الهواء بالضغط عليها تدريجيا (حافظ على هذا الضغط)

- افتح الصنبور وخفف ضغطك على الإجاصة تدريجيا (أنظر الصورة

(1)) ، ليصعد مستوى السائل الملون إلى حوالي التدرجة (1)

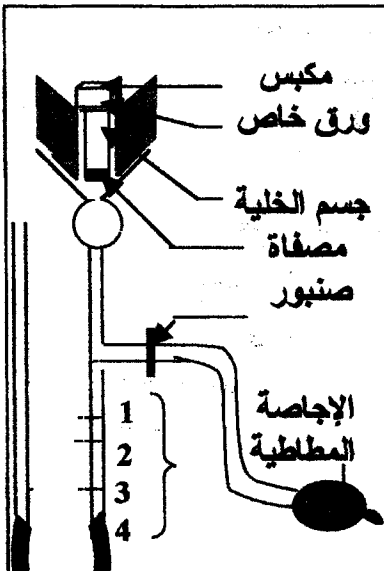
- أغلق الصنبور لعدم تجاوز مستوى السائل هذه التدرجة وأترك الإجاصة

(يجب أن تتم هذه الخطوة بسرعة)

الهواء يمر عبر جزيئات الإسمنت و مستوى السائل ينزل

- شغل الكرونومتر عند نزول مستوى السائل إلى التدرجة (2) وأوقفه

شكل رقم (01) جهاز
البيرميابلومتر





عند وصوله إلى التدرج (3)

- إقرأ على الكرونومتر الزمن المستغرق t .

(ب) المسامية: (دليل الفراغات e):

V_v : حجم الفراغات (سم³)

V_{ap} : الحجم الكلي الظاهري (سم³)

خطوات العمل:

- سجل درجة الحرارة المقاسة وعلى الشكل (02) أسقط على محور

الكتلة الحجمية للزئبق وعلى يمينك إقرأ ρ_{hg}

- ضع المصفاة و زن الخلية الأسطوانية فارغة (m_1)

- ضع الورق الخاص (قرصين) لمنع تسرب الزئبق

- إملأ الخلية الأسطوانية بالزئبق وأوزنها (m_2).

ومنه:

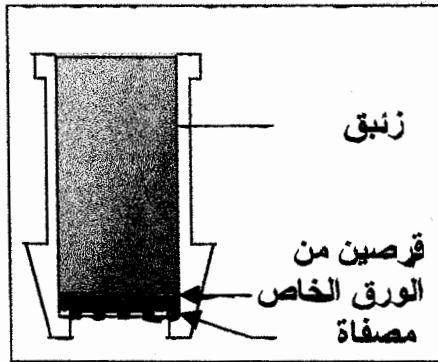
(3).....

$$m_{hg} = m_2 - m_1$$

(4).....

$$V_{hg} = m_{hg} / \rho_{hg}$$

V_{hg} : حجم الخلية الأسطوانية.



شكل رقم (03)

- أفرغ الخلية الأسطوانية

- ضع المصفاة والورق الخاص من جديد

- ضع 3 غم من الإسمنت و أدخل الورق الخاص

بواسطة المكبس .

- إملأ ما تبقى من حجم الخلية بالزئبق

- زن الخلية مملوءة (M)

ومنه:

(5).....

$$M_{hg} = (M - m_1) - 3g$$

(6).....

$$V_{hg} = M_{hg} / \rho_{hg}$$

(أعد الخطوات ثلاث مرات وخذ المعدل)

وبالتالي : * الحجم الظاهري ل 3 غم من الإسمنت :

(7).....

$$V_{ap} = V_{hg} - v_{hg}$$

من العمل التطبيقي رقم (01): الكتلة الحجمية

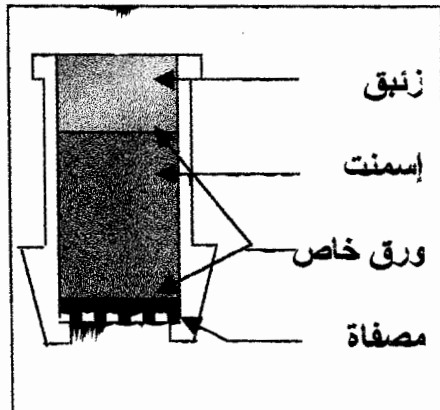
- إحتفظ بالحجم المطلق المقاس ل 60 غم من الإسمنت: V_{ab}

- إستنتج الحجم المطلق ل 3 غم من الإسمنت: V_{ab}

وعادة ما تؤخذ ($e = 0.5$)

(8)...

$$e = V_v / V_{ap} = (V_{ap} - V_{ab}) / V_{ap}$$



شكل رقم (04)



- إستنتج قيمة $\sqrt{e^3}$ مباشرة من الشكل رقم (05).

(ج) الكتلة الحجمية المطلقة: ρ_{ab}

تؤخذ هذه القيمة من العمل التطبيقي رقم (01): الكتلة الحجمية المطلقة للإسمنت.

(د) الزوجة الديناميكية للهواء: η

- في الشكل رقم (02) وانطلاقاً من درجة الحرارة المقاسة أسقط على محور الزوجة الديناميكية للهواء وعلى يسارك اقرأ قيمة: $\sqrt{\eta}$.

(هـ) ثابت الجهاز: k

وتكون هذه القيمة معطاة: بحيث يحدد ثابت الجهاز من تجربة مرجعية بحيث تكون فيها ρ_{ab} و S_p معلومتين لعينة ما.

وبقياس الزمن يبقى استنتاج قيمة k من العلاقة رقم (01)

*خذ للجهاز المستعمل لهذه التجربة: $43 = k$

IV المطلوب:

- 1- أنجز التجارب السابقة بانتظام
- 2- إملأ الجدولين (01) و (02) [أحسب العلاقات من (1 إلى 8)]
- 3- حلل النتائج المحصل عليها.

V أسئلة لإستكمال المناقشة:

- 1- على ماذا تتوقف نعومة الإسمنت؟
- 2- إذا كان الإسمنت قديم أو تعرض لعوامل خارجية فما تأثيره على النتائج؟
- 3- كيف تؤثر زيادة نعومة الإسمنت على سرعة تفاعله مع الماء وكذا قوة الإسمنت؟
- 4- لحبيبات الإسمنت كباقي الحبيبات شحنات كهربائية فكيف يؤثر ذلك على المساحة النوعية؟
- 5- وضح العلاقة بين زيادة نعومة الإسمنت وحجم الخرسانة وكذا قابلية تشغيلها؟
- 6- ماهي سلبيات زيادة نعومة الإسمنت؟
- 7- ما إقتراحك حول هذا العمل التطبيقي ووسائله؟



المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

التقرير رقم (02)

جامعة عمار التليجي بالاغواط

معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

قياس المساحة النوعية للإسمنت

Mesure de la surface

جدول رقم (01): نتائج خطوات حساب e:
العلاقات المستعملة:

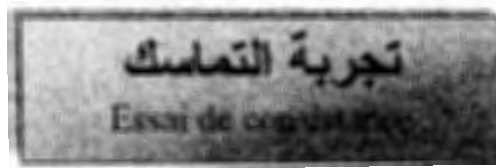
رقم التجربة	01	02	03
m ₁			
m ₂			
m _{hg}			
ρ _{hg}			
V _{hg}			
M			
M _{hg}			
V _{hg}			
V _{ap}			
متوسط			
v _{ap}			
V _{ab}			
V _v			
e			

جدول رقم (02): نتائج خطوات حساب Sp:
العلاقة المستعملة:

رقم التجربة	t	متوسط t	e	v _e ³	v _η	ρ	k	Sp
01								
02								
03								



أولاً:



I- الهدف:

تعيين كمية الماء اللازمة لتشكيل عجينة نظامية من الإسمنت.

II- مجال الاستعمال:

تستعمل هذه التجربة ل:

- إجراء تجربة (زمن الأخذ البدائي والنهائي)
- إجراء تجربة (فحص خاصية الثبات لعجينة الإسمنت)
- إنجاز عينات لإجراء تجربة الضغط للحصول على المقومة الحقيقية

للإسمنت.

III- المبدأ:

إختراق كتلة الجزء المتحرك (المسبار) لجهاز فيكا عجينة الإسمنت لمدة 30 ثانية ومنه قراءة الإرتفاع المحصل عليه، وعلى أساس هذا الإرتفاع نميز ما إذا كانت هذه العجينة ذات تماسك عادي أم لا. (أي معرفة كمية الماء اللازمة)

IV- كمية الماء النظامية:

هي كمية الماء اللازمة لتشكيل عجينة نظامية من الإسمنت تسمح لمسبار جهاز فيكا بالنفاذ خلالها إلى نقطة تبعد عن قاع قالب الجهاز مسافة 5 إلى 7 ملم (أي في حدود 1 ± 6 مم).
والتماسك يعبر عنه بكمية الماء كنسبة مئوية من وزن كمية الإسمنت الجاف

(01).....

$$C.N = E/C \cdot 100$$

C.N: نسبة الماء إلى الإسمنت

E: كمية الماء الموجودة في العجينة (بالغرام)

C: كمية الإسمنت الموجودة في العجينة (بالغرام)

كما أن تجربة التماسك لا تقدم قيم عددية مباشرة بل تكفي بالإجابة التالية:

* نعم العجينة لها تماسك عادي ← كمية الماء كثيرة

* لا العجينة ليس لها تماسك عادي لأن: ← كمية الماء قليلة

V- المواد والأدوات المستعملة:

1-V المواد: - الإسمنت

- الماء

2-V الأدوات:

- جهاز فيكا + الكتلة الإضافية (300 غ) والمسبار (Ø 10 ملم)

- الخلاط الكهربائي

- قالب مخروطي إرتفاعه 40 مم ، قطره الأصغر 70 مم و الأكبر 80 مم

(أنظر الصورة وكذا الشكل رقم (01))

- ميزان



- صفيحة من الزجاج- أو من معدن آخر لا يتفاعل مع الإسمنت- غير مسامية.
- مخبرة مدرجة
- منشفة
- مسحجة صغيرة
- كرونومتر

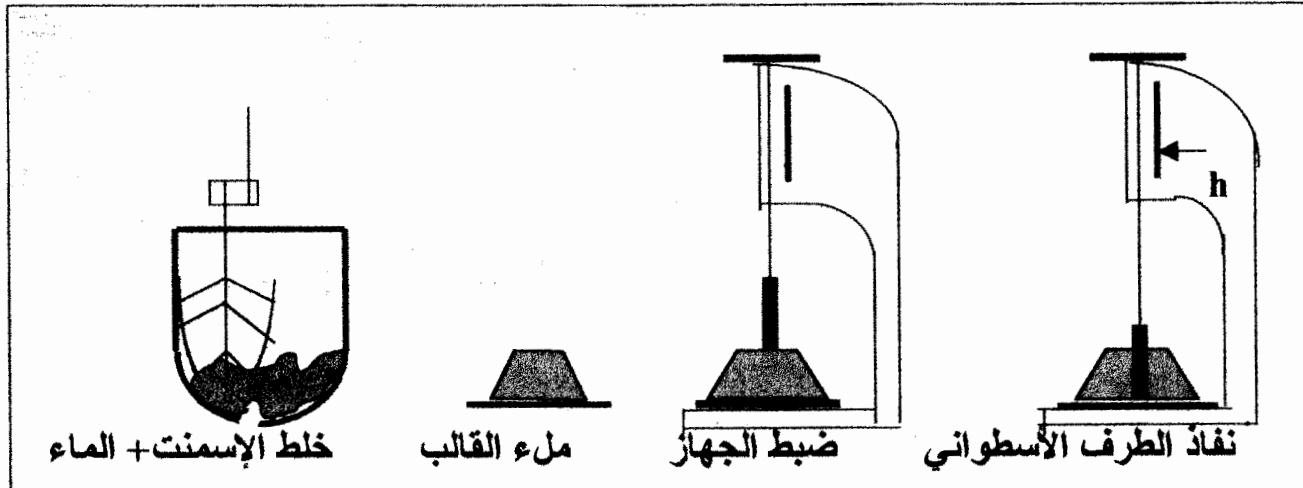
VI- التجربة:

1- طريقة الخلط:

- * وضع الماء داخل إناء الخلط ثم إضافة الإسمنت.
- * تشغيل الخلط : - سرعة بطيئة لمدة دقيقة
- سرعة متوسطة لمدة دقيقتين
- * توقف الخلط ثم تفكيكه وتنظيفه وتركيبه من جديد
- * تشغيل الخلط مرة أخرى لمدة دقيقتين بسرعة متوسطة

2- خطوات التجربة:

- لتحديد كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة نظامية قم بتحضير أربعة عينات من الإسمنت بكميات ماء مختلفة كما هو موضح بجدول النتائج (01)- بنسب مئوية-.
- 1- زن 400 غ من الإسمنت
- 2- استعمل العلاقة رقم (01) بإفتراضك لنسبة الماء إلى الإسمنت (من 26 إلى 33%) وأحسب كمية الماء بالغرام.
- 3- أخلط العجينة حسب طريقة الخلط الموضحة أعلاه، ولا تتعدى مدة الخلط 10 دقائق (وهي الزمن المحصور بين بدء إضافة الماء حتى بدء ملء قالب)
- 4- املأ القالب المخروطي المرتكز على الصفيحة، بعجينة الإسمنت ملأ تاماً وبطبقة واحدة ثم سوي سطح العجينة مع حافة القالب بواسطة المسحجة.
- 5- أدلي طرف المسبار ببطيء وثبته عندما يلامس سطح العجينة
- 6- أضبط مؤشر القراءة عند الصفر على مسطرة فيكا
- 7- يترك المسبار حراً تحت تأثير وزنه (ووزن الكتلة المضافة) لينفذ فيها دون سرعة ابتدائية
- 8- بعد 30 ثانية : حدد مقدار نفاذ المسبار في العجينة بقراءة المسافة بينه وبين قاع القالب بواسطة المسطرة المدرجة على جهاز فيكا
- 9- صيانة ونظافة الأدوات المستعملة .





3- الإحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء التجربة:

- الأدوات المستعملة جافة ونظيفة
- الماء المستعمل لا يعني أنه يبطل لنا الإسمنت فقط، بل كذلك المعدات المستعملة للخلط قد يلتصق بها جزء من الماء وهذا الضياع يقدر بحوالي 3%.
- يجب أن تتراوح حرارة التجربة بين 18 و 24°م

ملاحظة:

إن كمية الماء اللازمة و الكافية لتماسك عجينة الإسمنت تختلف حسب نوعية الإسمنت مثلاً:

* الإسمنت البورتلاندي الإصطناعي : تتراوح كمية الماء من 25 إلى 28 % من وزن الإسمنت

الجاف

* إسمنت خبث الأفران: تتراوح كمية الماء من 20 إلى 25% من الوزن الجاف للإسمنت

* الإسمنت البزولاني : تتراوح كمية الماء من 30 إلى 35% من الوزن الجاف للإسمنت

VII- المطلوب:

- 1- أنجز التجربة بإتباع خطواتها
- 2- دون النتائج بالجدول رقم (01)
- 3- أرسم منحني بعد المسبار عن القاع h بدلالة نسبة الماء المضافة.
- 4- إستنتج كمية الماء اللازمة
- 5- حلل النتائج

VIII- أسئلة لإستكمال المناقشة:

- 1- حسب النتائج المحصل عليها إن كان بعد المسبار عن القاع خارج المجال المحدد للتماسك العادي (5-7 ملم) فما تعليقك حول كمية الماء؟
- 2- ما علاقة كمية الماء المضافة (النظامية) بزيادة نعومة الإسمنت؟
- 3- ماهي إقتراحاتك حول هذه التجربة ووسائلها؟

التقرير رقم (1-03)

جامعة عمار الشليحي بالإغواط

معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

تجربة التماسك العادي

Essai de consistance normale

المستوى:.....

الفوج:.....

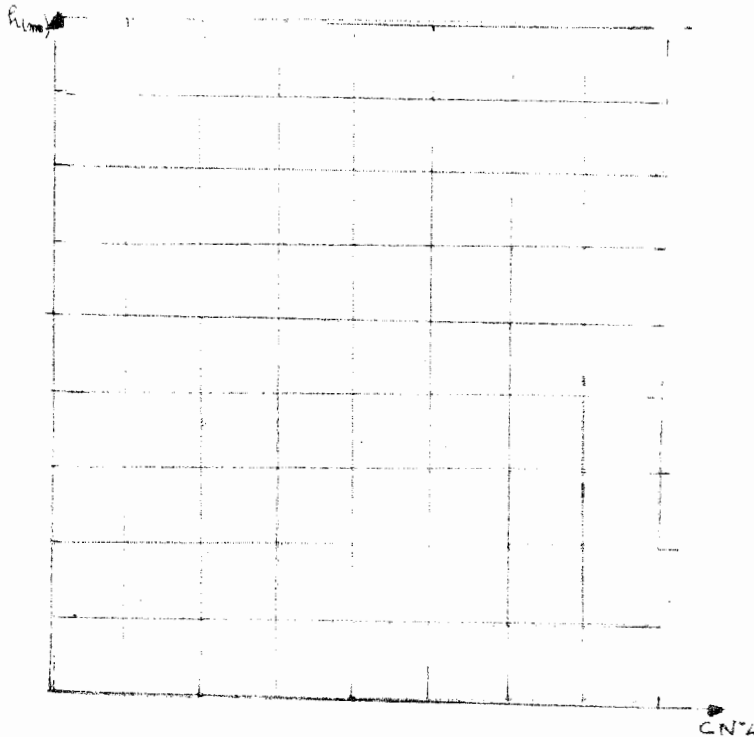
التاريخ:.....

1- النتائج:

نسبة الماء إلى الاسمنت CN	وزن الماء (غ) E	البعد عن قاع القالب (مم)
26		
27		
28		
30		
31		

جدول رقم (01): نتائج تجربة التماسك

2- المنحنى:





تجربة الأخذ

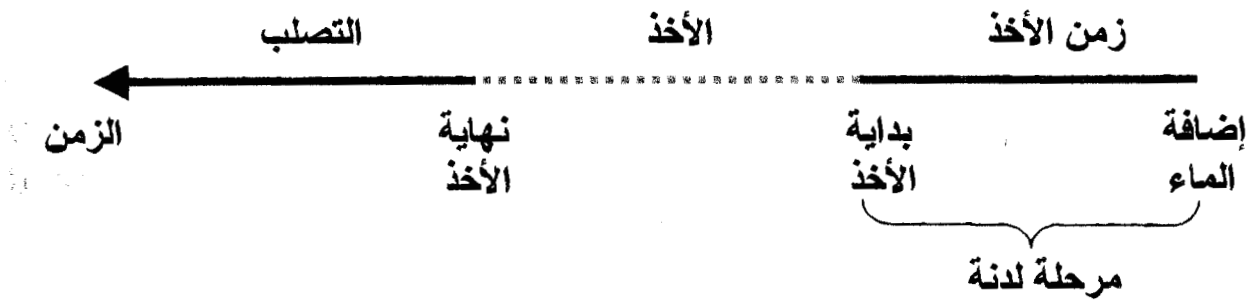
ثانياً:

I- تعاريف:

I-1 فترة بداية الأخذ: وهي الفترة الكائنة بين إضافة الماء للمادة وتحول العجينة إلى الحالة الصلبة وهي بداية فقدان العجينة لقوامها اللدن.

I-2 فترة نهاية الأخذ: وهي الفترة التي تنحصر بين إضافة الماء ونهاية تحول العجينة إلى الحالة الصلبة.

I-3 زمن الأخذ: هو المدة التي تنقضي بين إضافة الماء إلى المادة وبداية الأخذ، وهو الزمن الذي يسمح فيه باستعمال العجينة.



II الهدف:

التعرف على زمن بداية ونهاية الأخذ لعجنتي الإسمنت العادية والملاط ومدة صلاحيتها للاستعمال.

III- مجال الإستعمال:

- تشغيل وخلط الخرسانة ونقلها إلى مكان الصب قبل أن تفقد لدونتها وحتى لا تتأخر في الوصول إلى القوة والمقاومة المناسبة في الوقت المطلوب.
- تحديد نوع الإسمنت المستعمل حسب المنشأ المراد إنجازه .

IV- المبدأ: إيجاد زمن إختراق إبرة فيكا للعينة حيث تبعد عن قاع القالب ب 2.5 مم

V- المواد والأدوات المستعملة:

V-1 المواد : - إسمنت

- ماء

- رمل

V-2 الأدوات : - جهاز فيكا + إبرة فيكا (Ø 1 مم) (شكل رقم 01)

- خلاط كهربائي

- أربعة قوالب مخروطية : ارتفاعها 40 مم، قطرها الأصغر 70 مم والأكبر 80 مم)

(شكل رقم 01) - مسحجة صغيرة

- مخبرة مدرجة

- منشفة



- أربعة كرونومتر.

VI- التجربة:

1- تحضير العينة: حضر لهذه التجربة أربعة عينات كما يلي:

- عينتين (أوب) من العجينة العادية (النظامية) التي تم تحديد نسب مكوناتها من إسمنت وماء وكذا طريقة خلطها من خلال تجربة التماسك.

- عينتين (ج ود) من الملاط : الذي هو عبارة عن عجينة لدنة مكونة من رابط هيدروليكي (إسمنت، كلس) ورمل بإضافة الماء (يستعمل في البناء والتليس وهذا حسب نوع المنشأ، ويحضر الملاط بطريقتين: 1) الخلط اليدوي: ويتم خلط المكونات الجافة (الرابط، الرمل) جيدا إلى أن يمتزجا وبعد ذلك نضيف الماء ونخلط جيدا للحصول على عجينة لدنة ، ويتم الخلط بواسطة مسحاج.

2) الخلط الآلي: يتم خلط المكونات الجافة (الرابط، الرمل) إلى أن يمتزجا بواسطة خلاطة آلية وبعد ذلك نضيف الماء للمزيج ونخلط للحصول على عجينة لدنة (الخلط الآلي يعطي عجينة أكثر انتظاما) حسب الجدول رقم (02). بحيث تؤخذ نسبة معينة من كل مكون للملاط، وهذه النسب يطلق عليها المعايير.

- تعريف المعايير: نعرف المعايير على أساس وزن الرابط في واحد متر مكعب (1م³) من الرمل.

مثال: ملاط 300 كغ، يعني أنه مكون من 300 كغ من الرابط لواحد متر مكعب من الرمل.

ونسبة الرابط تؤخذ على أساس العلاقة التالية:

(1).....

$$D=d.v$$

D: كمية الرابط بالكغ

d: كثافة الرابط

v: حجم الفراغات الموجودة في الرمل.

والمقادير المستعملة غالبا هي:

وزن الإسمنت	450 غ
وزن الماء (ماء الخلط)	225 غ
وزن الرمل	1350 غ

نلاحظ: أن وزن الإسمنت هو ثلث وزن الرمل ووزن الماء هو سدس وزن الرمل.

2- مدة الخلط:

مزجها				المكونات (غ)
سرعة متوسطة	- إيقاف - تفكيك - تنظيف	سرعة متوسطة	سرعة بطيئة	الماء: 225
		2 دقيقة	1 دقيقة	الإسمنت: 450 الرمل: 1350

(إضافة الماء)

جدول رقم (02): طريقة ومدة الخلط آليا

4- خطوات التجربة: - حضر العينات (أ، ب، ج ود) حسب طريقة التحضير السابقة مع تشغيل كرونومتر لكل عينة عند بدأ خلطها.

- املا القوالب المخروطية - الموضوع على صفائح - بالعينات (أ، ب، ج ود) ملاً تاماً وسوي سطحها بالمسحجة.



- أدلي رأس إبرة فيكا ببطيء حتى يلامس سطح العجينة وثبتها واضبط مؤشر القراءة عند (0) على مسطرة فيكا ثم أتركها بدون سرعة ابتدائية وتحت تأثير وزنها الحر .
- اقرأ المسافة بين رأس الإبرة وبين قاع وبين قاع القالب بواسطة المسطرة المدرجة على جهاز فيكا (h) وسجل الزمن (عمر العجينة عند كل قراءة)
- كرر هذه القراءة كل 10 دقائق للعينتين (أوج) في درجة حرارة عادية (20°م).
- وكل 2 دقيقة للعينتين (ب ود) في درجة حرارة مرتفعة أي داخل الفرن (50°م).
- واصل العمل على هذا المنوال إلى أن تتوقف الإبرة على بعد 2.5 مم من قاع القالب لكل عينة (هنا قد بدأ الأخذ).
- توقف عندما تتصلب العجينة ولا يمكن لإبرة فيكا اختراقها .
- صيانة الأدوات وتنظيفها مطلوب .

VII- تحليل النتائج: تحليل النتائج حسب نوع الإسمنت المستعمل في العجينة لإعتماد التجربة عليه:

التسمية	زمن الأخذ
إسمنت سريع الأخذ	5 دقائق إلى 8 دقائق
إسمنت نصف بطيء الأخذ	8 دقائق إلى 30 دقيقة
إسمنت بطيء الأخذ	30 دقيقة إلى 6 ساعات
إسمنت بطيء جدًا للأخذ	أكثر من 6 ساعات

جدول رقم (04): تسمية الإسمنت بدلالة زمن الأخذ

IX- المطلوب:

- 1- أنجز التجربة بإتباع خطواتها
- 2- دوّن النتائج بالجدول رقم (05)
- 3- أرسم منحني بعد الإبرة عن قاع القالب بدلالة عمر العجينة
- 4- إستنتج زمن الأخذ (ومن المستحسن أخذ النتائج المحصل عليها بيانيا وهذا لتفادي حالة الحصول على إرتفاع الإبرة عن قاع القالب أكثر من 2.5 مم: قم بإضافة تجربتين متباعدتين في الزمن 5- حلل النتائج

X- أسئلة لإستكمال المناقشة:

- 1- ماهي المواد الوثرة على زمن الأخذ؟
- 2- حسب النتائج المحصل عليها، هل عجينة الإسمنت سريعة الأخذ مقارنة مع عجينة الملاط ولماذا في رأيك؟
- 3- حسب التعاريف الواردة في المطبوعة وضّح كيفية تفاعل الإسمنت مع الماء بشكل مختصر وبسيط؟
- 4- حسب زمن الأخذ المختلف من إسمنت لآخر كيف يمكنك إستغلال النتائج في إستعمالات الإسمنت ؟

المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

التقرير رقم (2-3)

جامعة عمار الشليجي بالأغواط

معهد الهندسة المدنية
مخبر الخرسانة

تَجْرِبَةُ الْأَخْذِ

Essai de prise

جدول رقم (05):

t	العينه أ	°20
h		
t		
h		
t	العينه ج	°20
h		
t		
h		
t	العينه ب	°50
h		
t		
h		
t	العينه د	°50
h		
t		
h		

جدول رقم (05) : نتائج تجربة الأخذ



تجربة التمدد بالحرارة وبالبرودة للروابط (الاسمنت)

Essais d'expansion a chaud et a froid des joints (ciment)

إن التقلص والانتفاخ من بين أهم الخصائص للخرسانة بعد الأخذ والتصلب وهذا راجع إلى التغيرات البعدية للعناصر المكونة لها وكذا العوامل المؤثرة عليها.....

I- الهدف: قياس التمدد في عجينة الاسمنت العادية وذلك بتحديد الزيادة الحجمية بعد الأخذ والتصلب.

II- مجال الاستعمال : - معرفة استقرار حجم الخرسانة
- تقادي وجود كميات زائدة من الكلس الحر أو الجبس المضاف إلى الكلنكر

أثناء عملية طحن الاسمنت .

III- عموميات:

III- 1 تعريف التجربة:

تجربة التمدد بالحرارة أو بالبرودة تجرى على مستوى قوالب تسمح بقياس الإمتداد.

وهي تجرى عموما على مونة عادية (NFP15-403) ويمكن أن تجرى على عجينة عادية (NFP15-402).

III- 2 مميزات القالب:

القالب ذو شكل أسطواني قياسه الداخلي قطره:

30 ملم وإرتفاعه 30 ملم يتألف من صفيحة معدنية من

النحاس سمكها حوالي 0.5 ملم مقطوع عموديا كما هو

موضح بالشكل رقم (01)، وفي مستوى محور الأسطوانة

يوجد قضيبين بعرض 15 ملم ملحمين بطرف الشق العمودي

وفتحة الشق نتحصل عليها (قياسها) بقياس مستقل بين القضيبين

و الزيادة بالملم ببتباعد طرفي القضيبين (لقياس التمدد)

التمدد الحاصل لا يتعدى:

- 3 ملم لعجينة ملاط عادية

- 10 ملم لعجينة عادية صافية .

IV- المواد والأدوات المستعملة:

- المواد :

- الاسمنت

- الماء

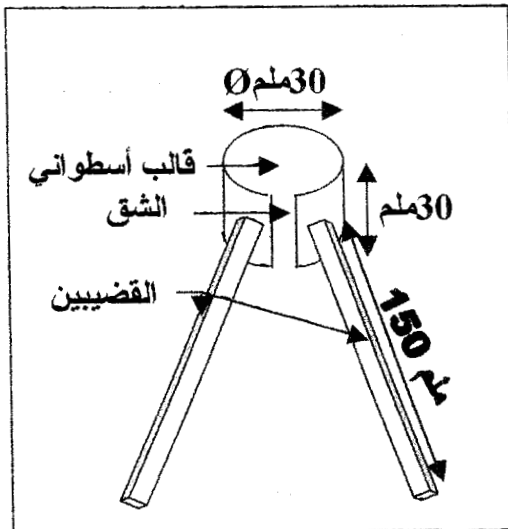
- الأدوات :

- جهاز لوشاتليه

- حمام مائي

- ألواح من الزجاج

- لساق شريطي



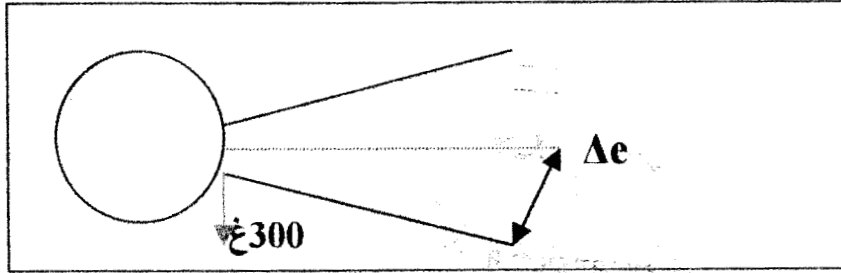
شكل رقم (01): جهاز لوشاتليه



V خطوات العمل:

1-V تأكد من سلامة الجهاز:

- قبل كل تجربة نثبت جهاز لوشاتليه بطريقة يكون فيها القضيبين فوق بعضهما بشكل عمودي كما هو موضح بالشكل رقم (02).
- علق كتلة تعادل (300 غ) بالقضيب السفلي وإقرأ المسافة بين حافة القضيب السفلي والمحور المنصف للقضيبين، ويجب أن تكون المسافة المقاسة : $\Delta e : (15 \leq \Delta e \leq 20 \text{ ملم})$.



شكل رقم (02): التأكد من سلامة الجهاز

2-V تحضير المخبرات ووضعها في الحمام المائي:

- ضع القالب على صفيحة زجاجية
- طريقة خلط العجينة نفسها في تجربة التماسك أو تجربة الأخذ
- إملأ القوالب بالملاط أو العجينة الإسمنتية ثم غطيه بخفة بصفيحة زجاجية أخرى، وثبتهما بلساق شريطي.
- إغطس التركيبة مباشرة في الحمام المائي (20°م).
- قس تباعد نقطتي القضيبين (e_0) بعد الأخذ والتصلب.



(أ) تجربة التمدد بالحرارة:

- إغطس القالب بلوحيه في الحمام المائي المسخن
- مع منع الغليان في مدة محصورة بين ساعة و 1/2 ساعة
- إرفع درجة الحرارة حتى الغليان وأتركه مدة 3 ساعات متتالية

- قس التباعد النهائي بين نقطتي القضيبين بدون إنتظار برودة العينة (e_c).

(ب) تجربة التمدد بالبرودة:

- إغطس القالب بلوحيه في الماء بدرجة حرارة $(20 \pm 1^\circ \text{م})$
- قس التباعد الجديد (النهائي بين نقطتي القضيبين بعد 7 أيام من الخلط (e_f)

VI- النتائج: أحسب - التمدد بالحرارة: $ec = e_c - e_0$

- التمدد بالبرودة: $ef = e_f - e_0$

- حلل النتائج.

VII- أسئلة لإستكمال المناقشة: 1- كيف توضح حدوث التغيرات البعدية المؤدية لتمدد العجينة

بعد الأخذ. 2- ماهي أهم العوامل المؤثرة على تمدد العجينة؟

3- هل التمدد الحاصل لعجينة الإسمنت نفسه الحاصل لخلطتها الخرسانية



التقرير رقم (04)

المستوى:

الفوج:

التاريخ:

جامعة عمار الشليحي بالاعواط

معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

تجارب التمدد بالحرارة وبالبرودة لعجينة الإسمنت

Essai d'expansion a chaud et a froid
des liant (ciment)

* التمدد بالبرودة: في درجة حرارة المخبر (20°م)

168	144	120	96	72	48	24	0	T (سا)
								ε _f (مم)

* التمدد بالحرارة:

3	0	t (سا)
		ε _c

* تحليل النتائج:

$$\epsilon_c = \epsilon_c - \epsilon_0 = \dots\dots\dots$$

$$\epsilon_F = \epsilon_f - \epsilon_0 = \dots\dots\dots$$



I- تمهيد:

أغلبية الحبيبات تمتزج مع شوائب ولكن بنسب متفاوتة والخاصية المشتركة لهذه الشوائب هي أثرها السيء على الخصائص الرئيسية للخرسانة. وتجربة المكافئ الرملية ضرورية قبل استعمال الرمل وهذا بدراسة تقارير الكشف عن العناصر الناعمة الموجودة في الرمل وتقدير كميتها فيما إذا كانت مطابقة للنوعية المطلوبة أم لا ، وهذه التجربة من إبتكار الأمريكي HVEEM 1950.

ونتطرق لهذه التجربة حسب: مواصفات AFNOR.NFP – NOV 1979:

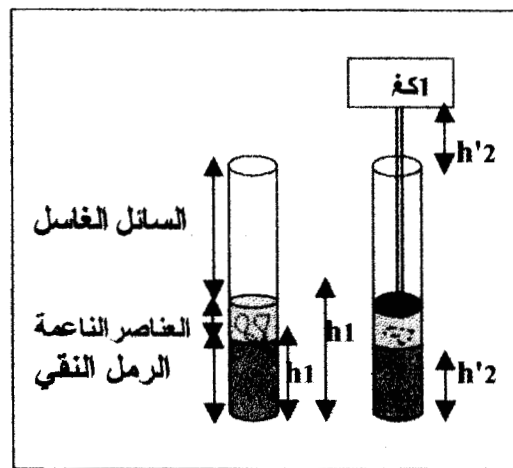
II- الهدف: دراسة درجة نقاوة الرمل وذلك بإيجاد النسب متفاوتة للشوائب الناعمة المضرة ونسبة العناصر الطينية في حبيبات الرمل.

III- مجال الإستعمال: - هذه التجربة تكمل تجربة حدود أتبرق عندما يكون معامل اللدونة $IP > 5$ - تحديد نوعية الرمل المستعملة خرسانة ما.

IV- المبدأ: العناصر الناعمة جدا والغضار تتفصل عن حبات الرمل – المارة عبر منخل 5 ملم- وتطفو على السطح عند إضافة سائل غاسل.

V- الدراسة النظرية:

المكافئ الرملية هو النسبة المئوية لإرتفاع الراسب إلى الإرتفاع الكلي للسائل الغاسل – السائل الغاسل يفصل العناصر الناعمة عن حبيبات الرمل – (أنظر الشكل رقم (01))



شكل رقم (01)

$$E = (h_2/h_1) \cdot 100$$

(1).....

* نميز المكافئ الرملية بالنظر: (Esv) نقيس h_2 بالمسطرة.

$$Esv = (h_2/h_1) \cdot 100$$

(2).....

* نميز المكافئ الرملية بالمكبس: (Es) نقيس h'_2 بالمكبس.

$$Es = (h'_2/h_1) \cdot 100$$

(3).....

h_2 ، h'_2 : إرتفاع الرمل النقي

h_1 : إرتفاع الشوائب + إرتفاع الرمل النقي.

VI- الدراسة التجريبية:

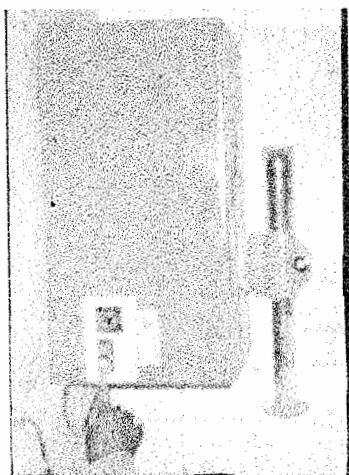
VI-1 المواد والأدوات المستعملة:

(أ) المواد :- 120 غ من الرمل

- محلول مركز

(ب) الأدوات :- أنابيب زجاجية بها تدريجتين قطرها (32Ø ملم) وإرتفاعها (450 ملم)

أنظر الصورة رقم (02).



- سجل ذو حجم 5 ل
- أنبوب مطاطي
- أنبوب معدني غاسل (Ø 6.34 ملم)
- سدادة
- قمع
- غربال 5 ملم
- مسطرة مدرجة
- مكبس (بوزن 1 كغ)
- (أنظر الصورة رقم (03))
- آلة الرج (أنظر الصورة رقم (01))
- ميزان حساس
- ترمومتر
- كرونومتر

الصورة رقم (01): آلة الرج

VI - 2 طريقة العمل:

(أ) تحضير عينة الرمل:

- يستعمل جزء من العينة عبر الغربال ذو الفتحات 5 ملم حسب نظام (AFNOR32)
- جفف عينة الرمل داخل الفرن تحت درجة حرارة تتراوح من 93 إلى 210°م

(ب) المحاليل المستعملة:

- 1- كلوريد الكالسيوم المتبلور
 - 2- غليسرين يحتوي على 99%
 - 3- فورمالدهيد (40% من حجم المحلول)
- ملاحظة : يحضر محلول كلوريد الكالسيوم المتبلور من محلول مركز (CaCl₂)

(ج) تحضير المحلول المركز:

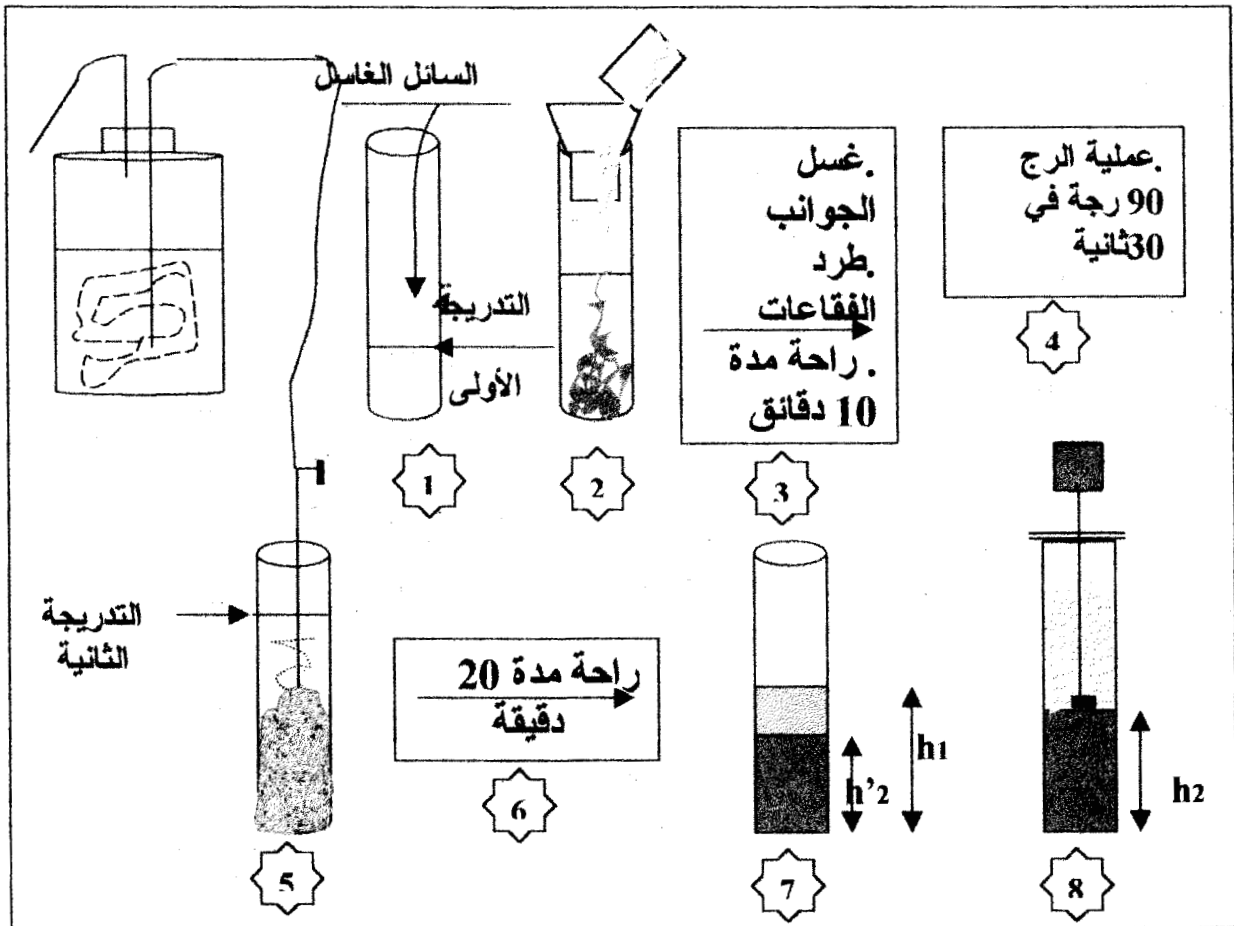
- أذب 454 غ من محلول CaCl₂ في 1892 سم³ من الماء المقطر
 - أضف له 2050 غ من محلول الغليسرين يكافئ 1640 سم³ و 47 غ من محلول فورمالدهيد محل في كمية من الماء تقدر ب 3725 سم³
 - حل 88 سم³ من السائل المذكور أعلاه في 3725 سم³ من الماء
- ملاحظة : يوجد المحلول المركز جاهز في المخبر .

VI - 4 خطوات التجربة:

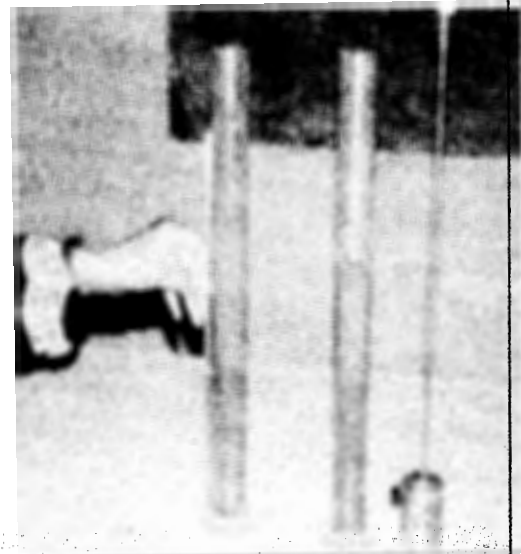
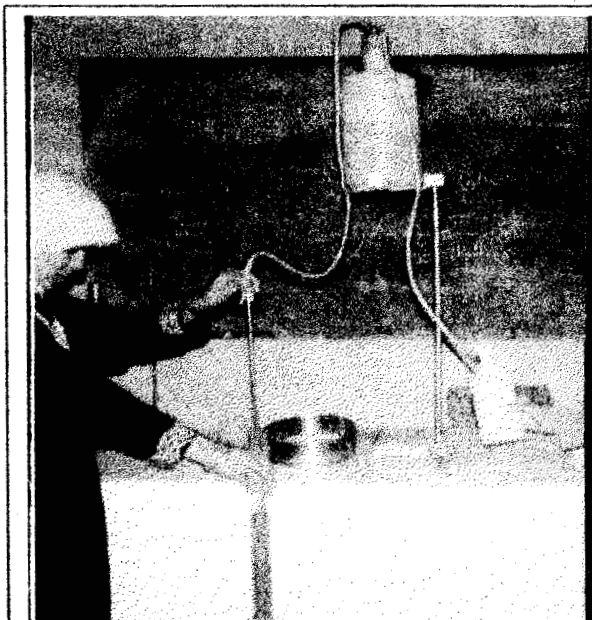
- 1- إملأ الأنبوبة الزجاجية بالمحلول المركز حتى التدريجة الأولى
- 2- أضف 120 غ من الرمل المحضر سابقا في الأنبوبة بواسطة القمع
- 3- أغسل الجوانب ، ثم أضرب الأنبوبة بكف اليد من الأسفل لطرد الفقاعات الهوائية و يترك لمدة 10 دقائق.
- 4- سد الأنبوبة الزجاجية بواسطة السدادة
- 5- ضع الأنبوبة وثبتها في آلة الرج وقم بتشغيلها لمدة 30 ثانية
- 6- إنزع السدادة مع غسلها فوق الأنبوبة وواصل ملء هذه الأخيرة بالمحلول المركز إلى التدريجة الثانية مع مراعاة غسل جوانب الأنبوبة وإدخال الأنبوب المعدني الغاسل إلى القاع كي يتم غسل الرمل جيدا وعزل الفقاعات الغازية وهذا بتدوير الأنبوبة الزجاجية باليد الأخرى .
- 7- أترك الكل مدة 20 دقيقة مع تجنب أي اهتزاز أثناء هذه المدة



- 8- قس الإرتفاع h_1 ، h_2 بإستعمال المسطرة المدرجة
- 9- قس الإرتفاع h'_2 بإستعمال المكبس وذلك بإدخال هذا الأخير ليترد في الأنبوب حتى يرتكز على الجزء المترسب ويستقر على الرمل .
- 10- قس درجة الحرارة
- 11- نظف الأدوات المستعملة.



شكل رقم (02): خطوات تجربة المكافئ الرمل





VII- الإحتياجات الواجب مراعاتها:

- لا تعرّض الأنبوبة الزجاجية لأشعة الشمس
- تجنب هز الأنبوبة الزجاجية خلال مدة الراحة
- تجرى التجربة للعينات في نفس الوقت
- يستحسن العمل في مخبر ذو درجة حرارة 20°م

VIII- تصنيف الرمل: (تحليل النتائج)

طبيعة ونوعية الرمل	Es	Esv
رمل طيني غير صالح لاستعمال الخرسانة	60>Es	65>Esv
رمل طيني مسموح باستعماله في الخرسانة العادية	70>Es ≥ 60	75>Esv ≥ 65
رمل نقي به نسبة قليلة من الطين (يستعمل للخرسانة ذات نوعية جيدة)	80>Es ≥ 70	80>Esv ≥ 75
رمل نقي جدا.	Es ≥ 80	Es ≥ 85

جدول رقم (01): تصنيف المكافئ الرمل

قرار C.P.C (نص 65) من وزارة التجهيز توصي بالقيم التالية:

نوعية الخرسانة	Es القراءة بالنظر الأدنى %
خرسانة عادية	70
خرسانة عادية ذات مقاومة شبه مرتفعة	75
خرسانة ذات نوعية عالية المقاومة (خرسانة إستثنائية)	80

جدول رقم (02) قيم المكافئ الرمل حسب قرار C.P.C

- بالنسبة لرمل طيني $0 = Esv = Es$

- بالنسبة لرمل نقي $h_1 = h'_2$ إذن $100 = Esv$ %

الرمل المضغوط بواسطة المكبس

$$\frac{1}{100} \cdot Es = \frac{h_2}{h_1} = \frac{h_2}{h'_2} = \frac{\text{الرمل الغير مضغوط}}{\text{الرمل المضغوط}}$$

- أما في الواقع فلا تتعدى Es القيمة (94 - 95 %).

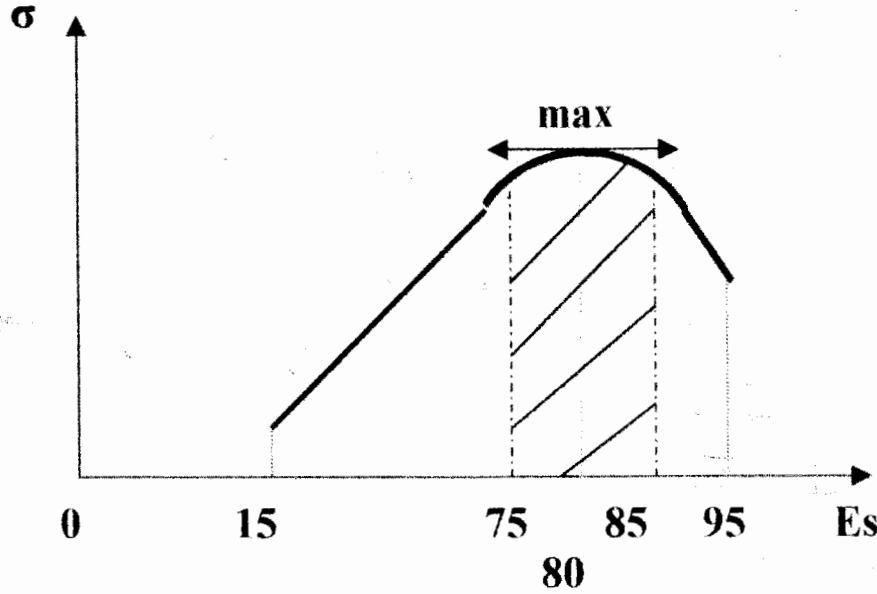
IX- المطلوب:

- 1- أنجز التجربة بإتباع خطواتها جيدا على ثلاث شرائح من العينة
- 2- سجل h_1 , h_2 , h'_2 لكل شريحة
- 3- أحسب المكافئ الرمل: Es و Esv باستعمال العلاقتين (2 و 3)
- 4- املأ الجدول رقم (03)
- 5- حلل النتائج



X- أسئلة لإستكمال المناقشة:

- 1- توجد الشوائب على أنواع منها المسموح بتواجدها في الرمل ومنها العكس وضح ذلك؟
- 2- ما هي أسوء مادة شائبة في الرمل ولماذا؟
- 3- ما هي الخصائص الرئيسية للخرسانة التي تؤثر فيها الشوائب؟
- 4- في ورشات البناء يجب أن تكون قيمة المكافئ الرملي محصورة في المجال: [75-85%] وذلك وفقا لتجارب قام بها العالم درو [DREUX] وتحصل على المنحنى المبين في الشكل رقم (02) - أعطي تفسيراً دقيقاً لهذا المنحنى؟ (استعن بالتجارب السابقة)



شكل رقم : (02) المقاومة بدلالة نقاوة الرمل

- 6- ما هي إضافتك لهذا العمل التطبيقي ووسائله؟

المكافئ الرملية
Equivalent de sable

الشريحة (1)	الشريحة (2)	الشريحة (3)
		h_1
		h_2
		h'_2
		من أجل كل شريحة:
		E_{sv}
		E_s
		من أجل كل عينة :
		E_{sv}
		E_s
		درجة الحرارة :



معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

جامعة عمار الشليجي بالاغواط

المطبوعة رقم (06)

إرتواء الرمل

Foisonnement du sable

I- عموميات:

عند تفاعل الركام مع الماء تتجمع كمية كبيرة من الماء على سطح حبيباته وفي هذه الحالة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار الرطوبة السطحية - الرطوبة الفائضة - عن تلك اللازمة لإيصال الركام إلى الحالة المشبعة والجافة السطح في حسابات تصميم الخلطات الخرسانية ويعبر عن الرطوبة السطحية كنسبة مئوية من وزن الركام المشبع الجاف السطح إذ يطلق عليها محتوى الرطوبة، وبما أن الإمتصاص يمثل محتوى ماء لركام بحالة مشبعة جافة السطح، وأن محتوى الرطوبة هو الماء الفائض عن تلك الحالة. فإن محتوى الماء الكلي للركام الرطب يكون مساويا إلى مجموع الإمتصاص ومحتوى الرطوبة.

محتوى الرطوبة سيضاف إلى ماء الخليط الأصلي (الخرسانة) ويشغل حجما إضافيا إلى جانب حجم حبيبات الركام لذلك تستند حسابات نسبة الماء إلى الإسمنت الفعالة على أساس كون الركام مشبعا وجاف السطح.

II- الهدف:

إيجاد درجة إرتواء الرمل (تغير الحجم بدلالة فحوى الماء)

III- تعريف:

فحوى الماء لجسم تساوي نسبة الماء إلى المادة الجافة:

$$W = \frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن المادة الجافة}} \cdot 100 \quad (1) \dots\dots$$

IV- مجال الإستعمال:

- دراسة (تكتيف كتلة) التراص
- حدود أتربرق من مميزات الرمل
- الحساب الدقيق لكمية الماء بالخلطة الخرسانية.

V- المبدأ: تجفيف عينة الرمل وتشبيعها بنسب متزايدة من الماء وقياس الحجم في كل مرة (لكل نسبة).

VI- الدراسة العملية:

VI- 1 المواد والأدوات المستعملة:

- المواد: - رمل

- ماء

- الأدوات: - ميزان

- قمع

- مسحجة

- مخبرة مدرجة (500سم³) - اناء للخلط

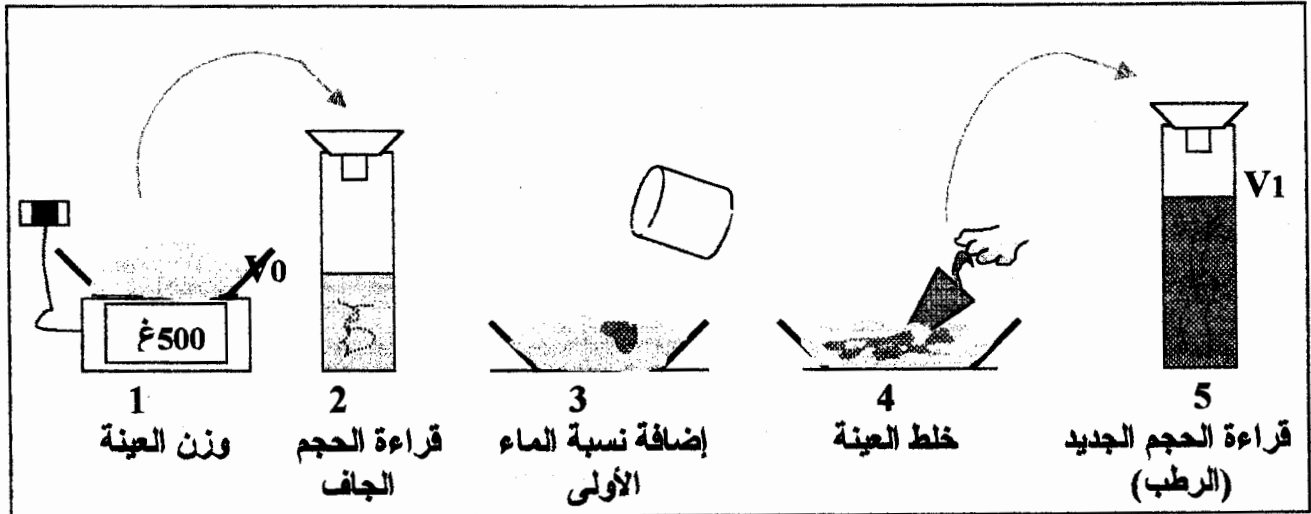


VI- 2 خطوات التجربة:

- أوزن 500 غ من الرمل الجاف
- صب كمية الرمل في المخبرة المدرجة وقس الحجم (V_0) المشغول
- صب هذه الكمية في الإناء وأضف لها كمية الماء الموافقة لـ 1% من وزن الرمل.
- أخلط الرمل مع الماء المضاف ، وصب الخليط في المخبرة المدرجة مرة ثانية ، حاول تسوية السطح لتسهيل القراءة دون رص العينة.
- اقرأ الحجم الجديد (V_1)
- أنجز هذه العملية لعدة مرات وهذا بتغيير أو زيادة نسبة الماء في كل مرة: (لنفس عينة الرمل) 1%- 3%- 5%- 7%- 9% و 11% أي في كل مرة نضيف 2% ما يعادل 10 غ.

ملاحظات:

- 1- درجة حرارة الرمل عند إجراء التجربة في حدود 20°م
- 2- عموماً تكون أقصى نسبة لفحوى الماء لإعطاء درجة تشبع عضى ما بين 5% إلى 30% لكن المبدأ الثابت من 3 إلى 10%.



شكل رقم (01): مراحل التجربة

VII- المطلوب:

- 1- أنجز التجربة بإتباع الخطوات بانتظام
- 2- أحسب معامل الارتواء (K_f)

(2).....

$$K_f = (V_h - V_s) / V_s$$

V_h : حجم الرمل الرطب
 V_s : حجم الرمل الابتدائي (وهو جاف V_0)

- 3- إملأ الجدول رقم (01)
- 4- أرسم منحنى تغير معامل الارتواء بدلالة نسبة الماء.
- 5- حل النتائج

VIII- أسئلة لإستكمال المناقشة:

- 1- ما هي العوامل المؤثرة على درجة إرتواء الرمل ؟
- 2- ما هو تأثير وجود الرطوبة العالية في الرمل ؟
- 3- ماهي إضافتك لهذا العمل التطبيقي ووسائله؟



المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

التقرير رقم (06)

إرتواء الرمل

Foisonnement du sable

جامعة عمار الشليحي بالاغواط

معهد الهندسة المدنية

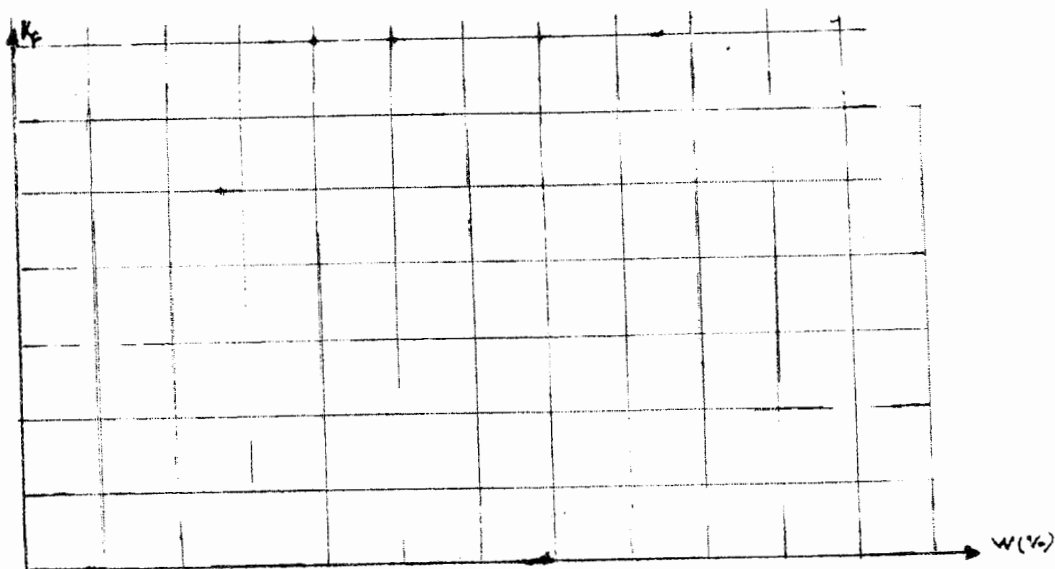
مخبر الخرسانة

I- نتائج التجربة:

درجة الحرارة:.....

							وزن الرمل (غ)
							رطوبة الرمل (W%)
							حجم الماء (سم ³)
							حجم الرمل (سم ³)
							معامل الارتواء (Kf)

II- منحنى معامل الرطوبة بدلالة فحوى الماء:





معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

المطبوعة رقم (06)

جامعة عمار الخليجي بالاغواط



I تمهيد:

كل الصخور تحتوي على نسب متفاوتة من المسامات (الفراغات)

* بعض هذه المسامات لها اتصال مباشر مع الوسط الخارجي

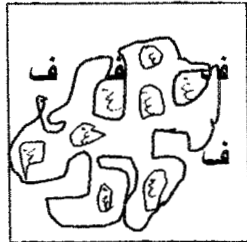
ف : مفتوحة

مسامية مفتوحة

* الباقي يشكل

مسامية مغلقة

غ : مغلقة



شكل رقم (01): الفراغات في العينة الحصوية

II الهدف: التعرف على المسامية لحبيبات الحصى.

III مجال الإستعمال:

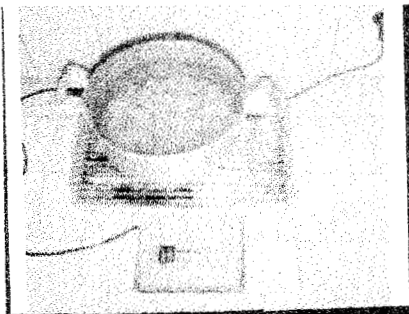
- الخصائص الفيزيائية للحصى

- نفاذية الخرسانة (خاصة في المنشآت الهيدروليكية)

IV المبدأ: - طرد كل الماء ووزن العينة جافة

- ملء كل الفراغات بالماء

- الوزن الجديد يعطي النتيجة المطلوبة



صورة رقم: (01) العينة أثناء الغليان

V الجانب النظري:

المسامية هي نسبة حجم الفراغات (v) الموجودة بين حبيبات الحصى إلى الحجم الكلي للعينة

(v) وتعطى بالعلاقة (1):

(1).....

$$n = v / V \cdot 100$$

n : المسامية

v : حجم الفراغات في عينة الحصى (سم³)

v : الحجم الكلي لعينة الحصى (سم³).

VI الجانب العملي:

VI-1 المواد والأدوات المستعملة:

VI-1-1 المواد المستعملة: - كمية من الحصى

- ميزان حساس

- إناء

- مسخن

- فرن



VI-1-2 خطوات التجربة:

(أ) تحضير العينة: * كمية ليست كبيرة ولا صغيرة (1 كغ) من الحصى.
* إنزع الحبيبات الصغيرة التي يقل وزنها على 10 غ

(ب) تجفيف العينة: * جفف تدريجياً تحت 103°م

• أوقف التجفيف

• عند الحصول على كتلة ثابتة.

(ت) وزن العينة: * زن كمية من العينة السابقة ولتكن M_0

(ج) ملء الفراغات بالماء: * ضع العينة (M_0) في ماء بارد و ارفع درجة الغليان لمدة ساعتين لطرد الهواء

* ضع العينة تبرد، ليدخل الماء كل الفراغات

(د) الوزن الجديد: * انزع الحبيبات من الماء

* امسحها جيداً بواسطة منشفة

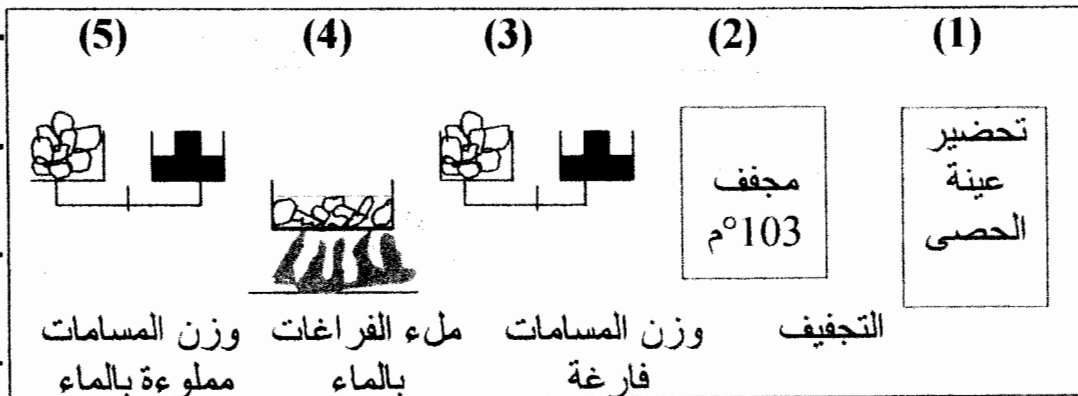
* زن العينة من جديد و لتكن (M_1)

(هـ) استنتاج المسامية:

(2).....

$$\frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي}} = \frac{V}{V} = n$$

* اضرب $100 \times$ للحصول على نسبة مئوية .



شكل رقم: (02) خطوات تجربة المسامية

VII النتائج: * ($M_2 - M_1$): تمثل كتلة الماء في الفراغات وهي في نفس الوقت تعبر عن حجم الفراغات.

* حجم التربة = كتلة العينة / الكتلة الحجمية المطلقة γ_{ab}/M_0

إذن:

(3).....

$$n = v/V = [(M_1 - M_0)M_0/\gamma_{ab}].100 = [(M_1 - M_0)M_0].\gamma_{ab}.100$$

ملاحظة: - تؤخذ قيمة γ_{ab} من تجربة الكتلة الحجمية المطلقة للحصى (بالعمل التطبيقي رقم 01).

وعند انعدام هذه القيمة يمكن أخذ القيمة التقريبية $\gamma_{ab} = 2.7$ غ/سم³

- يجب أن لا تتعدى (n) 3% لعينة حصى جيدة .



VIII المطلوب:

- 1- أنجز التجربة
- 2- أحسب المسامية
- 3- املأ وثيقة النتائج بالشكل رقم (03)
- 4- حلل النتائج

IX أسئلة لاستكمال المناقشة:

- 1- أي نوع من المسامات (المفتوحة أم المغلقة) لديه أهمية كبرى في ميدان الإنشاء ولماذا؟
- 2- ما هي أهمية المسامات المغلقة؟
- 3- ما هي اقتراحاتك أو إضافاتك لهذا العمل التطبيقي ووسائله؟



جامعة عمار الشليحي بالاغواط
معهد الهندسة المدنية
مخبر الخرسانة

التقرير رقم (07)

المسامية

Porosité

المستوى:.....
الفوج:.....
التاريخ:.....

الوزن بعد التجفيف: M_0 :

الوزن بعد ملء الفراغات بالماء: M_1 :

كثافة الماء في الفراغات : $M_1 - M_2 =$ (A)

الكتلة الحجمية للعينة : γ_{ab}

محسوبة :

مفروضة :

(B)

$v = M_0 / \gamma_{ab} =$

حجم العينة :

$n = (A) / (B) =$

المسامية :

النسبة المئوية: %

شكل رقم (03): وثيقة نتائج تجربة المسامية



تجربة لوس أنجلس

Essai los angeles

1- تمهيد:

إن لكل مكون من مكونات الخرسانة تأثير على مقاومتها حسب خواصه، ومن أهم خصائص الحصى ، التي لها تأثير مباشر في مقاومة الخرسانة هي قسائمه ، ومن هنا يستلزم إجراء تجربة لوس أنجلس التي تحدد هذه الخاصية.

أ حسب المواصفات البريطانية (BS 812-1975)

II- الهدف:

قياس صلاحية أو درجة مقاومة الحت بواسطة صدم عناصر العينة (حبيبات إسطوانية أو طبيعية)

III- مجال الاستعمال:

تطبق هذه التجربة على الحصى فقط وإستعمالها ضروري وخاصة عند:

- إستعمال الركام في الإنشاءات الخرسانية والطرق وتعرضه لمرور وسائل النقل والمعدات الثقيلة . وفحص لوس أنجلس يعكس مقاومة الركام للبري و التآكل بالإحتكاك .

- يستعمل في الولايات المتحدة الأمريكية و البلدان الأخرى منها الأردن وذلك لأن نتائجها تظهر علاقة جيدة مع التآكل الفعلي للركام عند إستعماله في الخرسانة إضافة إلى أنه يظهر علاقة جيدة مع مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد للخرسانة المصنوعة منه.

IV- المبدأ:

تتركز التجربة على قياس كمية العناصر الأقل من 1.6 ملم الناتجة عن حت الحبيبات فيما بينها بالإضافة إلى صدم الكريات في جهاز لوس أنجلس .

V- طريقة العمل:

1-V المواد و الأدوات المستعملة:

1-1-V المواد: حصى بترج (8/15) ملم

1-1-V الأدوات:

(أ) آلة لوس أنجلس:

ب: 711.2 ملم وطول داخلي 508 ملم.
تتألف آلة لوس أنجلس من أسطوانة فولاذية مجهزة ومغلقة من طرفيها لها قطر داخلي يقدر ب: 711.2 ملم وطول داخلي 508 ملم.

الأسطوانة مرفوعة على محورين يكونان مثبتيين في طرفيها وذلك دون أن يخترقاها في الداخل ، وتركيبة الجهاز تسمح بدوران الأسطوانة حول محورها الأفقي .

وعلى سطح الأسطوانة الداخلي شفرة مثانة (Lame) من الفولاذ عرضها 90 ± 5 ملم وسمكها 25 مم في وضعيتها تسمح بسقوط العينة بعيدا عن المغلاق و أيضا لا تتجه إليه أثناء الدوران وهذه الشفرة قابلة للفك وتكون شعاعية من ناحية الوضعية على ارتفاع 88.9 مم، والمسافة التي تربط بين الشفرة والفتحة على طول الأسطوانة تقدر ب: 127 ملم، ولا يعني ذلك المسافة المستقيمة المباشرة إلى الفتحة وهي فتحة مهيأة لإدخال العينات المدروسة وإخراجها في التجربة ، وتكون في جانب الأسطوانة الدائري ، هذه الفتحة يمكن إغلاقها بمغلاق خاص بها، ويحكم إغلاقه بواسطة براغي على الأسطوانة.



ب) الدرج: يوجد درج أسفل الأسطوانة من أجل تفريغ العينة من الأسطوانة .

ج) المناخل: يستعمل للتجربة :

- منخل تكون ابعاده فتحاته حسب قسم تدرج العينة الذي تنتمي إليه العينة .

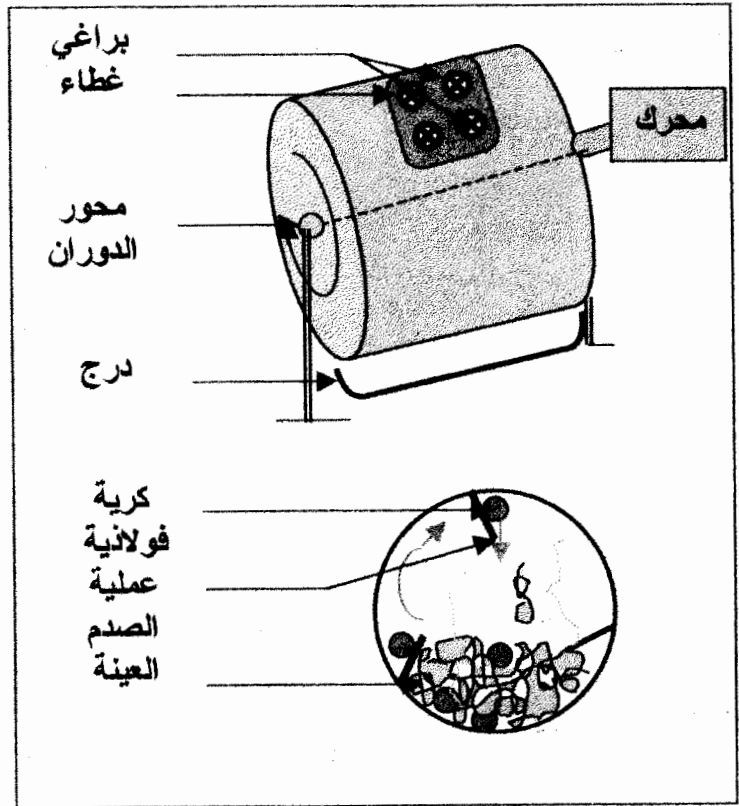
- منخل (1.6 ملم).

د) حمولة الحت: تتألف هذه الحمولة من كريات من الفونت أو الفولاذ بقطر 47.4 ملم و بوزن يتراوح ما بين 390 إلى 445 غ.

إن عدد الكريات و حمولة العينة التي تدخل في التجربة تتغيرا بتغير تدرج العينة بالشكل الآتي :

الوزن الكلي للحمولة (غ)	عدد الكريات الفولاذية	تدرج حصيات العينة (مم)
20+ [3080	7	6.3 - 4
150 - [3960	9	10 - 6.3
4840	11	14 - 10
20 + [4840	11	25 - 10
150- [5280	12	31.5 - 16
5280	1	50 - 25

جدول رقم (01) : حمولة لوس أنجلس بتدرج العينات



شكل رقم (01): رسم تخطيطي لجهاز لوس أنجلس وطريقة دورانه



V-2 تحضير العينة:

- استعمال عينة بتدرج (8/15) من الحصى و تغربل في غربال 16 ملم
- اغسل العينة من العوالق و الغبار ثم جففها في درجة حرارة 105°م أو 110°م حتى يثبت وزن العينة.
- زن 4800 غ من العينة (M_1)
- حسب الجدول رقم (01) استخراج عدد الكريات الواجب استعمالها.

V-3 خطوات التجربة:

- ضع العينة و الكريات في آلة لوس أنجلس و أغلق عليها المغلاق بصورة محكمة.
- شغل المحرك الذي يدور الأسطوانة بسرعة 30 الى 33 دورة في الدقيقة و نحتاج في هذه التجربة الى 500 دورة و التي تستغرق مدة 16 الى 17 دقيقة.
- اوقف الآلة عن الدوران ثم أخرج العينة بتفريغها على الدرج.
- غربل العينة عبر منخل (16 ملم).
- اغسل المرفوض من على المنخل و جفف تحت درجة حرارة مماثلة لدرجة التجفيف الأولى
- زن المرفوض المجفف (M_2).

VI- المطلوب:

- 1 - أحسب نسبة الحت و التلف بالعلاقة التالية :

$$LA = [(M_1 - M_2) / M_1] \times 100$$

- 2 - ضع النتائج بالجدول رقم (02).

- 3 - حلل النتائج.

VII- أسئلة لاستكمال المناقشة:

- 1 - لماذا في رأيك مقاومة الحصى تعبر عن مقاومة الخرسانة أكثر من الإسمنت و الرمل اللذان لهما تأثير كبير على مقاومة الخرسانة ؟
- 2- ما هي في رأيك العوامل المؤثرة على مقاومة الحصى للحت و الصدم ؟
- 3- ما اقتراحتك و إضافاتك لهذا العمل التطبيقي ووسائله ؟



المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

التقرير رقم (08)

تجربة لوس أنجلس

Essai los angeles

جامعة عمار الشليجي بالاعواط

معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

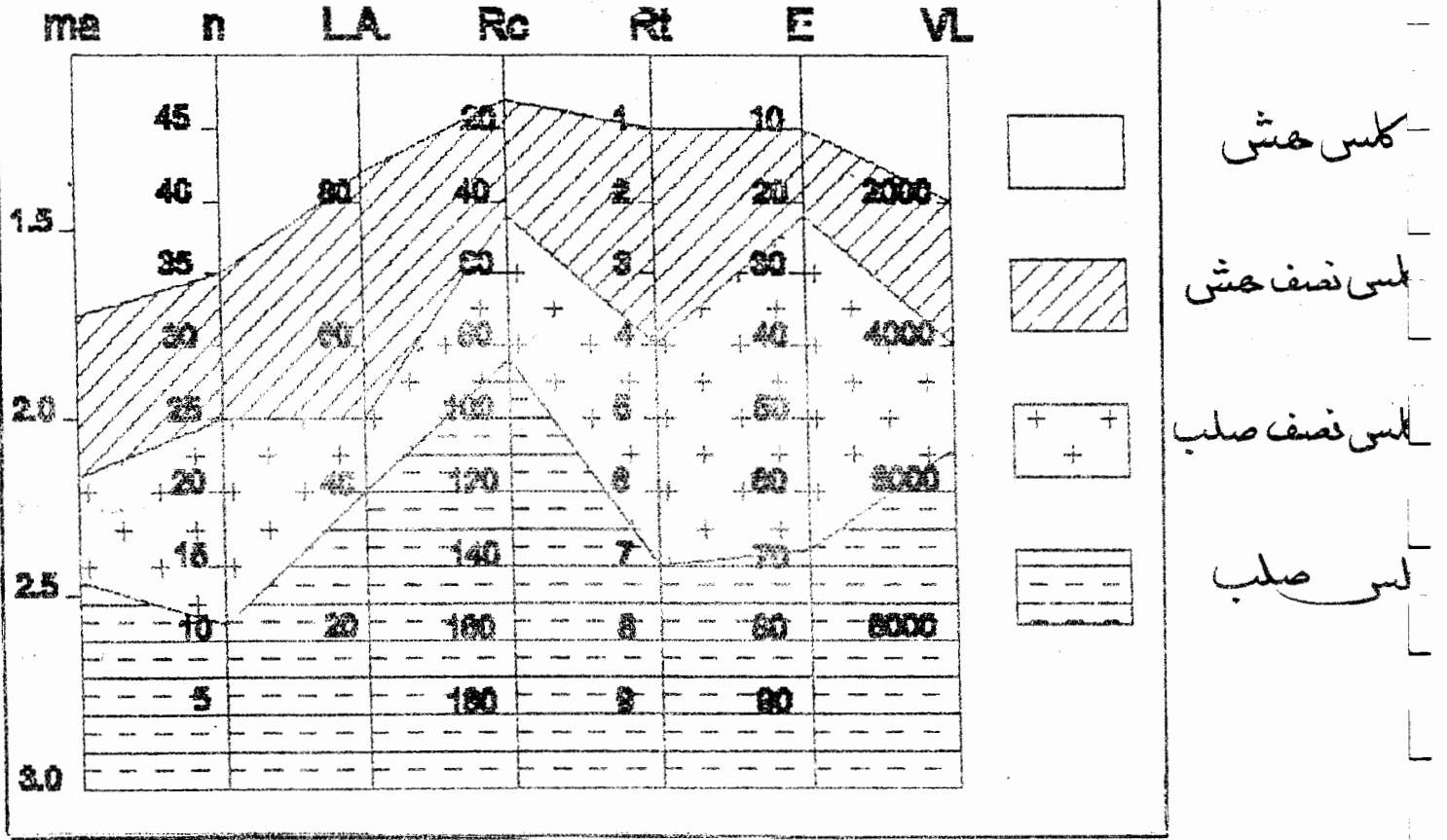
I- جدول رقم (02):

	تدرج حصيات العينة
	الوزن الابتدائي M_1 (غ)
	عدد الكريات الموافقة
	الوزن النهائي M_2 (غ)
	معامل لوس أنجلس

ملاحظات وإستنتاجات:

--

تصنيف الأجرالكلسية .



ma : الكتلة الحجمية المطلقة .. (g/cm³) .

n : المسامية (%) .

LA : لودس أنجلس - مقاومة الصدم .

Rc : مقاومة الضغط (MPa) .

Rt : مقاومة الشد (MPa) .

E : معامل المرونة (10 MPa) .

VL : سرعة الموجات الصوتية ... (m/s) .



I- ماهو المقصود من تجربة التحليل الحبيبي ؟

يعتبر التدرج الحبيبي العمود الفقري و اللبنة الأولى الأساسية لتصنيف عينة رمل أو حصى أو غيرهما...، ولابد من الرجوع اليه في أي نظام من نظم التصنيف التي أغلبها يعتمد على حجم وشكل الجزيئات ، و يهدف إلى فصلها إلى مجموعات ذات ابعاد مختلفة ويعبر عن كل فئة منها بالنسبة المئوية لوزنها مقارنة بالوزن الكلي .

II- الهدف : تعيين أبعاد الحبيبات و نسبها المقربة لكل صنف

III- مجال الإستعمال :
- ترتيب العينة (تدرجها) حسب أبعادها
- تحديد نسب مكوناتها في I م³ من الخرسانة
- دراسة مواد البناء

IV- الدراسة النظرية :

تصنف العينات حسب :

- كثافتها : (ثقيلة أو خفيفة)
- مصدرها : (طبيعية ، إصطناعية)
- أبعادها : إن تصنيف المواد حسب أبعادها هو موضوع دراستنا حسب :

النظام المتبع وهناك عدة أنظمة :

- النظام الأمريكي ASTM
- النظام الفرنسي AFNOR
- النظام الإنجليزي B.S
- النظام الألماني D.I.N

تستعمل طريقتان لتحديد التوزيع الحبيبي في العينة :

1-IV التحليل الترسيبي :

ويتم بطريقة رطبة ويعتمد على سرعة ترسب الجزيئات التي لا تزيد أبعادها عن 0.08 مم في سائل مائي وفيها نطبق قانون ستوك (stokes) .

2-IV التحليل الحبيبي :

ويتم بطريقة جافة، يخص الحبيبات التي تقل أبعادها عن 0.08 مم وفي هذا التحليل يمكن أن نستعمل المناخل أو المصافي .

* **تعريف المنخل :** هو عبارة عن نسيج من الحديد أو صفيحة معدنية مثقبة ، والثقوب فيها على شكل مربعات ابعادها a مم

* **تعريف المصفاة :** هي عبارة عن صفيحة معدنية مثقبة والثقوب فيها دائرية الشكل قطرها ϕ مم
"العلاقة التي تربط بين ثقب المنخل والمصفاة" هي :

$$\phi = 1.0 \sqrt{10} \cdot a = 1.25 \cdot a$$

بحيث : a : ضلع ثقب المنخل

ϕ : قطر ثقب المصفاة



"الأبعاد النظامية للمنازل والمصافي المستعملة موضحة في جدول النتائج"

IV- 3 حساب المعايير:

(المنخل والمصفاة اللذان لهما نفس المعايير يعطيان نفس النتائج فبي عملية التحليل الحبيبي)
لحساب المعيار نتبع الطريقة التالية :
على سبيل المثال :

(1) نأخذ المنخل الذي بعد ثقبه 2مم

$$a = 2 \text{ مم} = 2000 \text{ ميكرون (M)}$$

(2) نحسب $\log 2000$:

$$\log 2000 = 3.30103 \text{ ، ضرب } \log 2000 \text{ في } 10.$$

$$\log 2000 \times 10 = 10 \times 3.30103$$

$$\log 200 \times 10 = 33.0103 \quad \leftarrow$$

ومنه المعايير الذي يقابل منخلا ذا بعد 2مم وهو $33.0103 + 1 = 34$
وبصفة عامة :

$$10 \log a_{n+1} = \log a_{n+1}$$

V الدراسة العملية:

V-1 المبدأ:

غربة العينة المدروسة تحت تأثير الإهتزاز الميكانيكي أو اليدوي في سلسلة من المناخل
المرتبة ترتيبا تنازليا من الأعلى إلى الأسفل ، ووزن المرفوض من كل منخل .

V-2 تحضير العينة :

يتم تحضير العينة على أساس نوعيتها وعمليا يجب أن يؤخذ وزن العينة على أساس حجم
أبعاد العناصر الكبيرة المتواجدة في العينة ، حسب العلاقة التالية:

(1).....

$$200D < P < 500D$$

حيث :

D : قطر أكبر حبيبة

P : وزن العينة بالغرام

نجفف العينة في الفرن مع المحافظة على خواصها الكيميائية وعمليا :درجة حرارة التجفيف لا تزيد
عن 103م° ، ثم تبرّد اليئة

ملاحظة : نفتصر في دراستنا على التحليل الحبيبي بإستعمال المناخل والتي جاءت أبعادها حسب :
المواصفات البريطانية (BS 410 -1976)

V- 3 المواد والأدوات المستعملة :

V- 1-3 المواد :

- ثلاث عينات من الحصى : (3/8) ، (8/15) و (15/25)

- عينة رمل : (0/5)

V- 2-3 الأدوات :

- سلسلة مناخل ذات أبعاد مقاسة بالميلتر (موضحة بجدول النتائج)

- ميزان

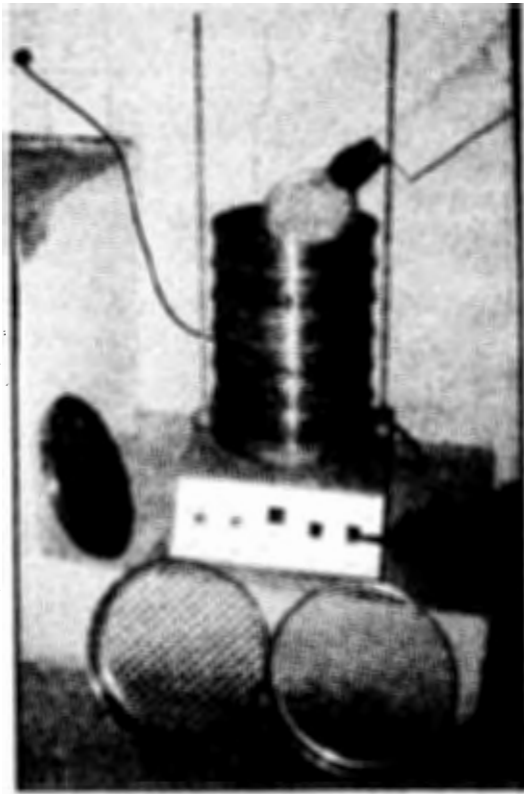
- فرن للتجفيف



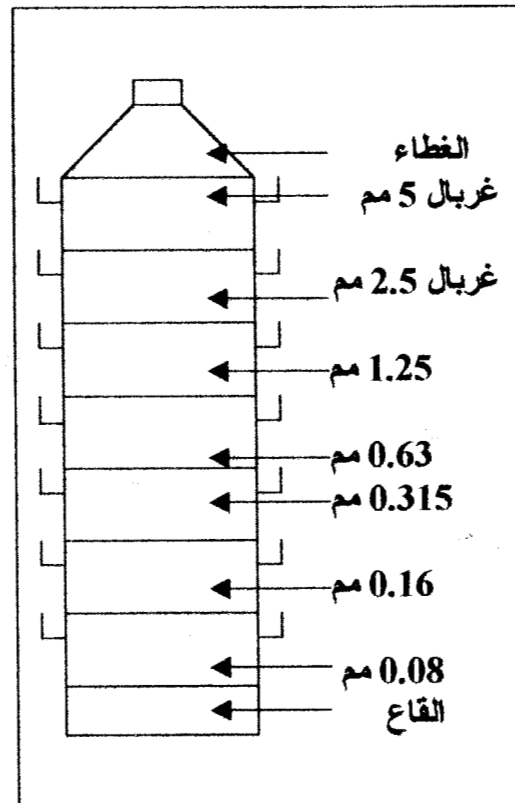
- آلة إهتزاز ميكانيكي (انظر الصورة رقم (1))
- حوض صغير (قاعدة للغرابيل)

V- 4 خطوات التجربة:

- 1- زن العينة بعد تجفيفها
- 2- ضع سلسلة المناخل فوق آلة الاهتزاز الميكانيكي أو قم بالغربلة يدويا في حالة عدم توفر آلة الاهتزاز الميكانيكي .
- 3- ضع العينة على المنخل رقم (1) الذي تليه المناخل الأخرى كما في الشكل رقم (01)
- 4- شغل الآلة إلى أن تتم الغربلة التامة ، بحيث تهتز الآلة لمدة معينة ثم تتوقف مدة معينة أخرى إلى النهاية .
- تختلف مدة الاهتزاز من عينة لأخرى ، و بالنسبة للرمل تهتز 25 ثانية ، توقف 5 ثواني مدة الهز الكلية 9 دقائق عدد الهزات 18 هزة .
- وآلة الإهتزاز موضحة بالصورة رقم (1) [زر التشغيل مشار إليه في الصورة].
- 5- خذ الغربال العلوي (المنخل رقم (1)) وهزه فوق سطح مستوى 120 هزة في الدقيقة وكل ضربة نديره بربع دورة ، ونضيف المار إلى الغربال الموالي وهكذا.....)
- 6- زن العينة المتبقية على كل منخل وهو ما يسمى بالمرفوض.
- 7- تكرار العملية مع باقي الغرابيل .



الصورة رقم (01): آلة الإهتزاز ومناخلها



شكل رقم (01): مثال لترتيب مناخل عينة رمل



VI- المطلوب:

VI- (1) النتائج:

- تأكد من أن مجموع المرفوض تقريبا يعادل وزن العينة
- أحسب النسبة المئوية للمرفوض الكلي من أجل كل منخل
- أحسب نسبة المار من كل منخل
- ضع النتائج في الجدول رقم (03)
- (إستعن بالجدول رقم (01))

رقم المنخل	المنخل (مم)	المصفاة (مم)	المعاير	الكتلة المرفوضة (الجزئية غ)	الكتلة المرفوضة (الكلي غ)	نسبة المرفوض الكلي (%)	نسبة المار الكلي (غ)
1	16	20	43	m ₁	m ₁	$p'_1 = m_1 / M^* \cdot 100$	$p'_1 = 100 - p'_1$
2	10	12.5	41	m ₂	m ₁ + m ₂	$p'_2 = \frac{(m_1 + m_2) 100}{M^*}$	$P'_2 = 100 - p'_2$
n				m _n	$M = \sum_{i=1}^n m_i$	$p'_n = \sum_{i=1}^n m_i / M^* \cdot 100$	$p_n = 100 - p'_n$
المتبقي في الحوض				m _{n+1}	M* = M + m _{n+1}	$p'_{n+1} = (M^* / M) 100$	$p'_{n+1} = 100 - p'_{n+1}$

جدول رقم (01): طريقة الحساب للوصول إلى نسبة المار الكلي

VI- (2) تحليل النتائج:

* أرسم المنحنى البياني (على الوثيقة رقم (02))، الذي من خلاله يمكنك التعرف على التوزيع الحبيبي للعينة .

- على محور الفواصل ثبت فتحات المناخل (مم)
- على محور الترتيب ثبت نسبة المار الإجمالي
- التدرجات في محور الفواصل لو غارتمية وذلك لتوضيح نقاط المنحنى بشكل جيد ويكون المنحنى على شكل خط منكسر، للتأكد من صحة المنحنى المحصل عليه يوجد لكل عينة منحنى مرجعي يسمى (FUSEAU)

* ولهذا للمنحنى البياني دور مهم يساعدنا في تصنيف العينة المدروسة والتعرف على بعض خصائصها ومدى صلاحيتها في مختلف المشاريع ، أحسب هذه الخصائص كما يلي :

1- معامل الإنتظام Cu: (معامل Hazen) coefficient d'uniformité

d₁₀ : القطر المناسب لمار 10%

d₆₀ : القطر المناسب لمار 60%



وإذا كانت $Cu > 2$ ← تحليل حبيبي ممدود (etalee)

(coefficient de courbure)

$$Cc = (D_{30})^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

* معامل التقوس (التحلب) : Cc

إذا كانت $Cc = 1$ ← تحليل حبيبي منتظم

$2 < Cc < 3$ ← تحليل حبيبي ممدود

$3 < Cc < 15$ ← تحليل حبيبي ممدود جدا

$Cc \geq 15$ ← تحليل حبيبي أكثر امتداد.

* معامل النعومة Mf : module de finesse

هو عبارة عن 1/100 من مجموع المرفوض معبرا عنه بالنسبة المئوية

$Mf > 1.5$ ← أغلبية العناصر صغيرة و استعمالها يتطلب زيادة الماء

$1.5 \leq Mf \leq 3.5$ ← نسبة العناصر تكون موزعة بصورة منتظمة و استعمالها يعطي مزيجا

متناسكا.

$Mf < 3.5$ ← أغلبية العناصر خشنة و استعمالها يسبب خلا في لدونة الخرسانة.

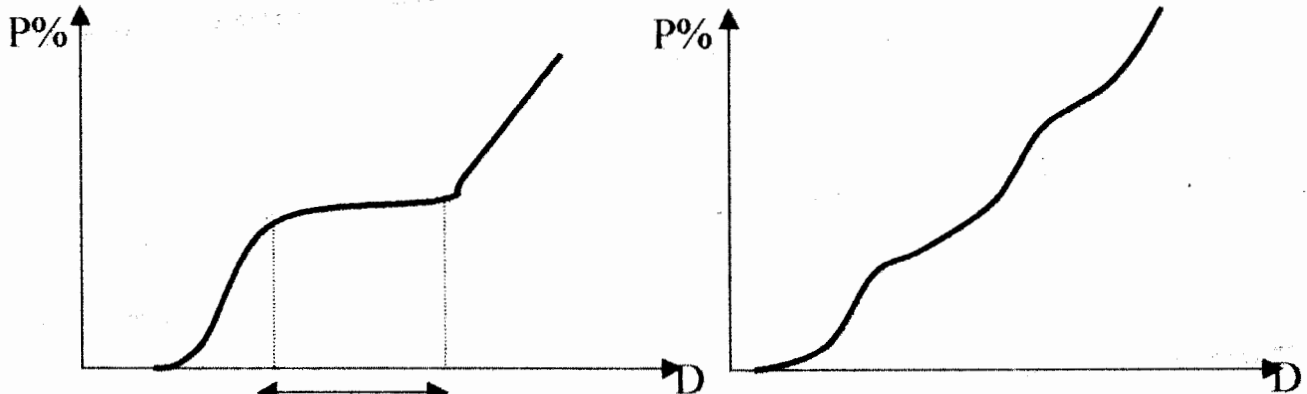
* ولمعرفة نوع تدرج العينة المدروسة يعطي مقدار معامل الإنحناء والذي يتراوح من 1 إلى 3 بالنسبة للعينة الجيدة التدرج ، فيمكن تقسيم العينة إلى:

1- عينة جيدة التدرج:

وهي العينة التي تحتوي على مدى واسع من مماسات الحبيبات وبشكل متناسب مما يجعل منحنى توزيع الحبيبات قليل الإنحدار.

2- عينة رديئة التدرج:

وهي العينة التي تحتوي لا على كافة القياسات من الحبيبات حيث تفتقر العينة إلى حجمين أو أكثر من أحجام الحبيبات وبذلك يكون منحنى التوزيع محتويا على إنحدار مفاجيء في مكان معين ، أي تدرج متقطع التسلسل حيث يمثل بخط أفقي على حدود المقاسات المفقودة.



مقاسات مفقودة

عينة رديئة التدرج

عينة جيدة التدرج

شكل رقم (02): منحنى التحليل الحبيبي للعينات



* جدول التصنيف حسب أبعاد الحبيبات :

أبعاد المناخل (مم)	العينة	
12.5 - 20 مم 8 - 12.5 مم 5 - 8 مم	خشن متوسط ناعم	حصى
1.25 - 5 مم 0.31 - 1.25 مم 0.08 - 0.31 مم	خشن متوسط ناعم	رمل

جدول رقم (02) : تصنيف الرمل والحصى حسب أبعادهما

VII أسئلة لاستكمال المناقشة:

- 1- ما هدف الغربلة على شكل جاف ؟
- 2- هل يسمح التحليل الحبيبي بدراسة شكل الحبيبات الذي له أهمية كبيرة بالنسبة للخصائص الميكانيكية و الهيدروليكية ؟
- 4- بماذا توضح العلاقة بين تدرج الحبيبات وقابلية تشغيل الخرسانة؟
- 5- لقد أشارت الدراسات إلى أنه عند استعمال حبيبات بتدرج منقطع التسلسل فإن الإنضغاط والشد للخرسانة لا يتأثرا، فهل يستحسن استعمال حبيبات بتدرج منقطع؟



جامعة عمار الشليحي بالاغواط

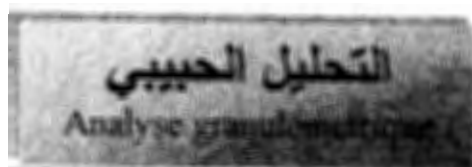
التقرير رقم (09)

المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

معهد الهندسة المدنية
مخبر الخرسانة



جدول النتائج:

العينة	رقم المنخل	المعايير	المنخل (mm a)	المصفاة (Ø)	الكتلة المرفوضة الجزئية (غ)	الكتلة المرفوضة الكلية (غ)	نسبة المرفوض الكلي (%)	نسبة الماء الكلي (%)
حصى 15/25	1	45	25.000	31.500				
	2	44	20.000	25.000				
	3	43	16.000	20.000				
	4	42	14.000	16.000				
	5	41	10.000	12.500				
حصى 8/15	1	43	16.000	20.000				
	2	42	14.000	16.000				
	3	41	10.000	12.500				
	4	40	8.000	10.000				
	5	39	6.300	8.000				
حصى 3/8	1	40	8.000	10.000				
	2	39	6.300	8.000				
	3	38	5.000	/				
	4	37	4.000	/				
	5	36	3.150	/				
رمل	1	38	5.000	/				
	2	37	4.000	/				
	3	36	3.150	/				
	4	35-34	2.500	/				
	5		2.000	/				
	6		1.600	/				
	7		1.250	/				
	8	32-31	1.000	/				
	9		0.800	/				
	10		0.630	/				
	11	29	0.500	/				
	12		0.400	/				
	13	27-26	0.315	/				
	14		0.250	/				
	15		0.200	/				
	16		0.160	/				
	17	24-21	0.125	/				
	18		0.100	/				
	19	20	0.008	/				

جدول رقم (03): نتائج تجربة التحليل الحبيبي

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

DOSSIER _____

DATE _____

PROVENANCE _____

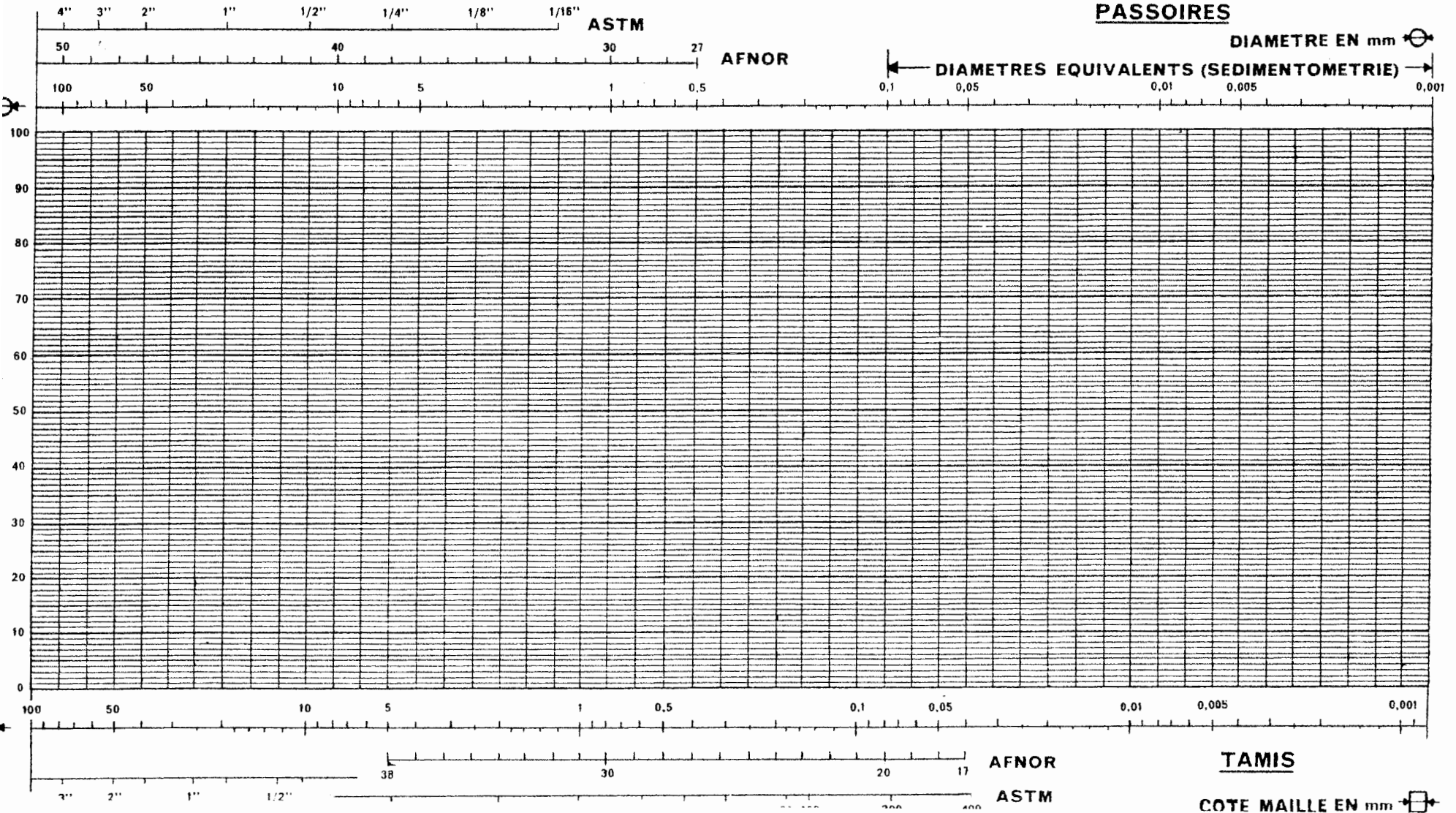
OBSERVATIONS _____

ECHANTILLON _____

PASSOIRES

DIAMETRE EN mm 

DIAMETRES EQUIVALENTS (SEDIMENTOMETRIE)



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

DOSSIER _____

DATE _____

PROVENANCE _____

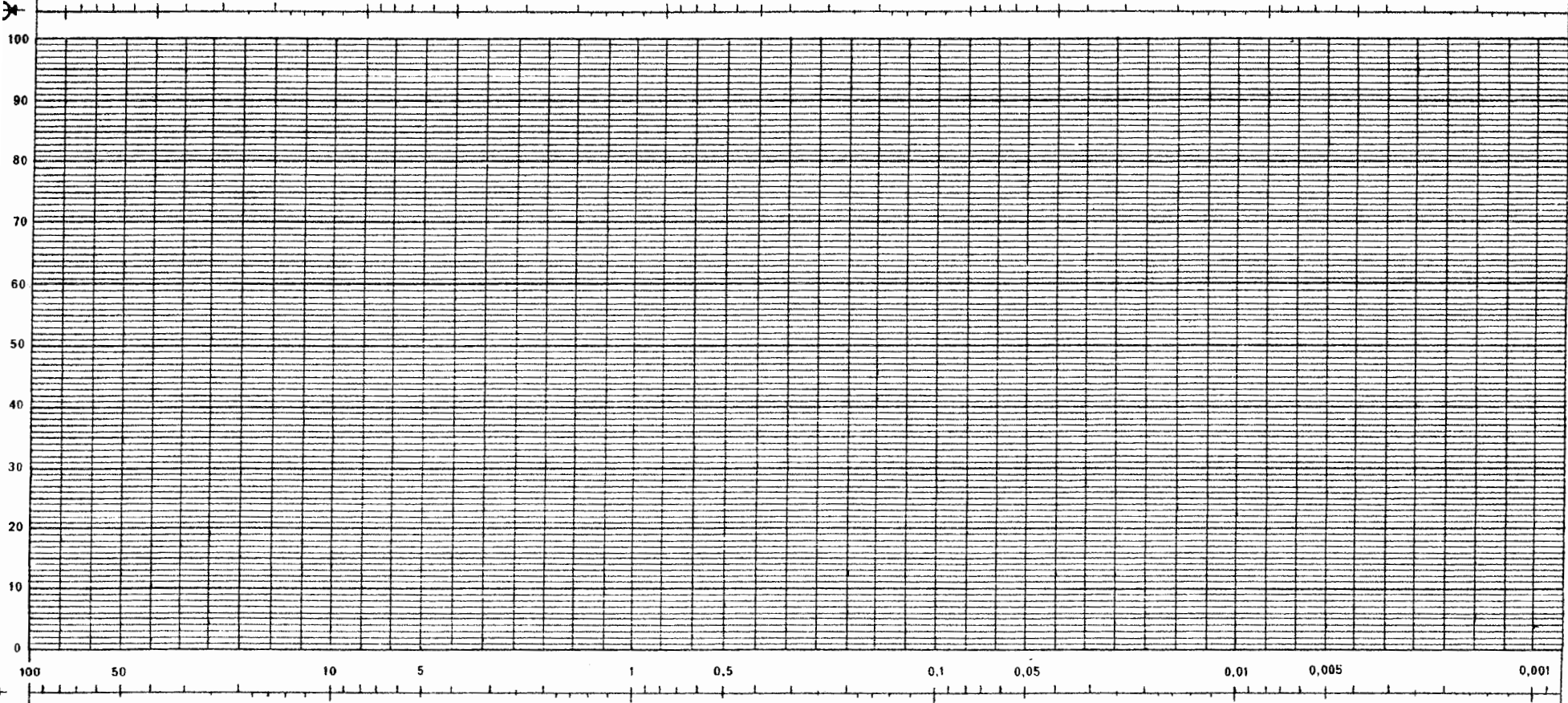
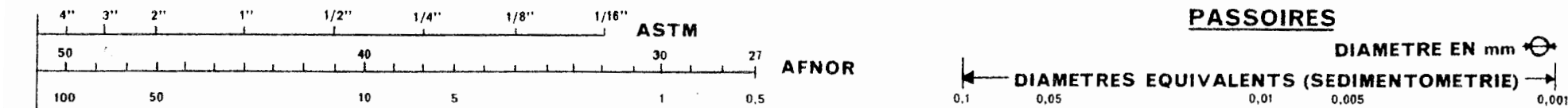
OBSERVATIONS _____

ECHANTILLON _____

PASSOIRES

DIAMETRE EN mm ϕ

DIAMETRES EQUIVALENTS (SEDIMENTOMETRIE)



AFNOR

TAMIS

ASTM

COTE MAILLE EN mm $\square$

الفصل الثاني

الخريطة الطازجة



الخرسانة (البيتون)

لمحة تاريخية :

ظهرت الخرسانة مع بداية صناعة الروابط الهيدروليكية في أواسط القرن التاسع عشر أي الوقت الذي صنع الإسمنت الإصطناعي.

1- تعريف الخرسانة :

الخرسانة عبارة عن خليط غير متجانس من مواد حجرية و رملية تسمى بالركام ، إضافة إلى الإسمنت و الماء و بعض الفراغات .

2- مكونات الخرسانة :

إن الخرسانة المستعملة في تنفيذ القواعد و الأعمدة و الحواجز والجسور وغيرها من عناصر المباني يجب أن تكتسب مقاومة معينة في الوقت المحدد من التصلب، كما يجب أن تتصف بالطراوة في الصب و الإقتصاد في الكلفة، و لذا فإنها تتطلب مواصفات مناسبة للمواد المكونة لها .

2-1 المادة الرابطة :

المادة الرابطة تتمثل خصوصا في (الإسمنت، الكلس)، إذ تغلف العجينة الإسمنتية المتشكلة بعد صب الماء في الخرسانة حبات الرمل و الحصى و تملأ الفراغات بينهما ، و تلعب دور المادة المزيطة للحصويات فتعطي للخليط الطراوة و يستعمل نوع الإسمنت الموافق لنوع البناء ، مثلا في الخرسانة العادية نستعمل الإسمنت البروتلاندي الإصطناعي CPA

2-2 الماء :

يستعمل في تحضير الخليط و في رش الخرسانة بعد تصلبها، يجب أن لا يحتوي الماء على الشوائب الضارة التي تمنع التصلب الطبيعي للخرسانة، و من هذه الشوائب الضارة الحموض الكربونية (CO) و الغاز الكربوني (CO2) إذ يؤثر في تحويل البنية الكيميائية للمادة الرابطة و لا يسمح بإستعمال مياه المستنقعات و الجاري و المياه الحاوية على الكبريتات (SO3) بنسبة تزيد عن 0.27% يمكن إستعمال ماء البحر و غيره من المياه الحاوية على أملاح معدنية فيما إذا كانت النسبة الكلية للأملاح فيها لا تزيد عن (2 %) .

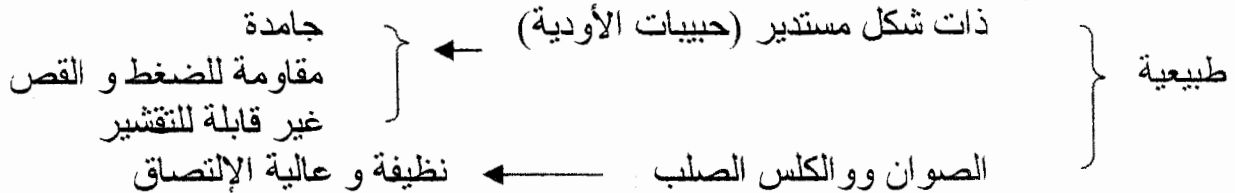
3-2 الركام :

* الرمل :

تتراوح أقطار حبيبات الرمل بين 0.08 و 5 مم و تتشكل نتيجة تفتيت الصخور الطبيعية (الرمل الطبيعي) كما تستعمل الرمال الإصطناعية الناتجة من طحن خبث الأفران العالية ، يؤثر على جودة الرمل التركيب الحبي و نسبة الشوائب الموجودة فيه مثل الشوائب الغبارية و الغضارية و العضوية إذ يجب أن لا تزيد نسبتها عن 3% فهذه الشوائب تزيد نسبة الماء اللازمة للخليط مما يسبب إنخفاضا في مقاومة الخرسانة ، و في هذه الحالة يمكن غسل الرمل بالماء .

* الحصويات :

و توزع حسب مصدرها إلى نوعين : طبيعية و إصطناعية .





إصطناعية ← معالجة في المقالع (تكسير) ← } ذات شكل يسمح بوضع وتر اص جيد
ضعيفة المسامية } ذات لون حسب المطلوب مثل خرسانة براقه

المكونات	ماء	هواء	إسمنت	مواد حصى
النسب المنوية بالحجم المطلق	8 إلى 28	1 إلى 6	7 إلى 14	60 إلى 78

مكونات الخرسانة

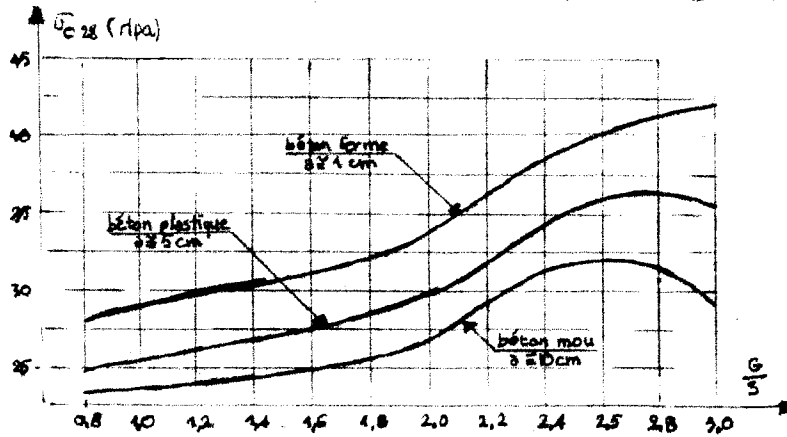
3- تأثير نسبة (G/S) على الخرسانة: (حصى/رمل)

من خلال دراسات تكوين الخرسانة المستخدمة نجد أن تأثير (G/S) على الخرسانة يكون ضعيفا نسبيا أمام المكونات الهندسية الأخرى للخرسانة وبمعرفة تغيير نسبة (G/S) يمكن معرفة تغيرات خصائص الخرسانة الطرية والمتصلدة وخاصة الخصائص الميكانيكية للخرسانة، وكمثال حي المنحنى الممثل أدناه : تغير المقاومة بعد 28 يوم بدلالة (G/S) لثلاث عينات من الخرسانة مختلفة اللدونة. والزيادة في نسبة (G/S) ينتج عنها زيادة في المقاومة الميكانيكية للخرسانة، بالمقابل نجد هناك صعوبة في التكلم على قابلية التشغيل المسموح بها تقنيا وحسب قواعد DTR توجد ثلاثة أنواع من الخرسانة مرتبة بالنسبة (G/S)

$1,5 \leq G/S \leq 1,7$: من أجل خرسانة جد لدنة

$1,8 \leq G/S \leq 2$: من أجل خرسانة عادية

$2 \leq G/S \leq 2,2$: من أجل خرسانة صلبة جدا



مقاومة الخرسانة بدلالة G/S لثلاث عينات خرسانية مختلفة اللدونة

4- تأثير نسبة (E/C) على مقاومة الخرسانة: (ماء/الإسمنت)

لقد تبين من خلال التجربة أن كمية الماء النظرية اللازمة لتفاعل الماء و الإسمنت كيميائيا لا تزيد عن (0.3 - 0.35 %) من وزن الإسمنت المستخدم. إلا أنه عمليا نستخدم كمية الماء أكبر من هذه الكمية المحددة كيميائيا وذلك حتى تتمكن من صب الخرسانة الطازجة بشكل جيد وتختلف هذه القيمة بين العلماء أمثال بولومي وغيره.



معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

المطبوعة رقم (10)

جامعة عمار الشليحي بالاغواط

أهم الطرق لحساب مكونات الخرسانة

بعد تعرفك على مكونات الخرسانة وإجرائك تجاربها كل على حدى لا بد من طريقة مدروسة و مضبوطة لخلط هذه المكونات لذا جاءت عدة طرق، فقد قام العلماء أمثال بولومي (BOLOMEY) فوري (FAURY) ودرو (DREUX) وغيرهم بعدة أبحاث لإيجاد نسب الحبيبات المختلفة (رمل، حصى، حجارة) للحصول على تركيز مناسب للإسمنت وذلك من أجل تحقيق شرطين متناقضين:

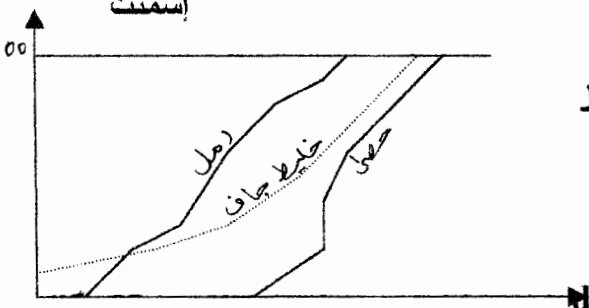
- طواعية مقبولة للخرسانة

- مقاومة جيدة للخرسانة

I- طريقة بولومي: (BOLOMEY)

وهي طريقة تحليل حبيبي مستمر ، تستعمل في نفس الوقت الحبيبات و الاسمنت

I- 1 مبدأ : يرجع نفسه إلى منحنى التحليل الحبيبي ذو التركيبة الجافة (منحنى التحليل الحبيبي في العمل التطبيقي رقم (09)).



- 1- الحصول على منحنى مثالي لخليط العناصر الجافة
- 2- إيجاد نسب المكونات التي تسمح بالحصول على خليط جاف دقيق يعطي منحنى بياني بجوار المنحنى المثالي
- 3- إستنتاج تركيبة لوحد متر مكعب من الخرسانة.

شكل رقم (01): نموذج منحنى التحليل الحبيبي

* المنحنى المثالي:

محور أفقي يمثل d : قطر الغرابيل وهذا المحور مقسم نسبيا إلى $\sqrt{d}$.
النسبة المئوية للمار الإجمالي.

* علاقة بولومي:

أعطى بولومي العلاقة التالية:

$$P = A + (100 - A)\sqrt{d/D} \quad (1) \dots\dots$$

حيث : D : بعد أكبر قطر للحبيبات

d : قطر فتحات الغرابيل

$p\%$: نسبة المكونات الحبيبية المارة عبر الغرابيل ذي الفتحة d

A : معامل معطى بالجدول رقم (I-1)

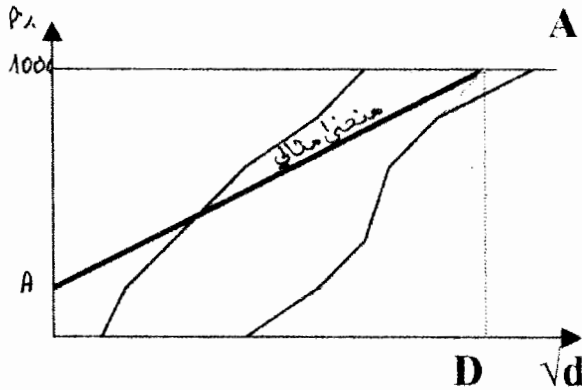
I-2 تحديد قيم A, D, C, E :

- (أ) قيمة A : يمثل النسبة المئوية للمار للعناصر الدقيقة المستمرة في الخليط الجاف والعناصر المتعلقة بالمرونة، القيم A تؤخذ بالشكل الآتي أي بدلالة:
- التركيبة المطلوبة (المراد تنفيذها) من أجل الخرسانة.
 - طبيعة ونشأة الحبيبات.



قوام الخرسانة	حصى مستديرة	حصى مكسرة
خرسانة مرصوفة (جافة)	8 - 6	10 - 8
خرسانة مسلحة (لدنة)	10	14 - 12
خرسانة الصب (طرية)	12	16 - 14

جدول رقم (1): قيم المعامل A



شكل رقم (2): منحنى بولومي

(ب) قيمة D:

D: مقاس الحبيبات المارة والكافية من أجل بقاى المار الإجمالي للحبيبات (أي إسقاط نقطة نهاية إمتداد الإنكسار ما قبل الأخير لمنحنى الحبيبات الأكبر .

(ج) تحديد النسب المنوية حسب:
ج- 1 حالة الإسمنت:

(2)....

$$\frac{\text{كتلة الإسمنت}}{\text{الكتلة الإجمالية للعناصر الجافة}} = C$$

نعتبر منحنى عيشتين (d1 ; d2) و (d3 ; d4) والذي يعطي لنا ثلاث حالات ممكنة:

ON: النسبة المنوية للحصويات أو الحبيبات (d1, d2) N-100: النسبة المنوية للحصويات (d3-d4) الحالة الأولى		d3 تطابق d2 توافق المنحنيين [مقاربة للعينات]
d0 هو مقاس الحبيبات أين : ab = cd : (نسبة المار = نسبة ارفض) ON: النسبة المنوية للحصويات (d2 - d1) N-100: النسبة المنوية للحصويات (d3-d4) الحالة الثانية		d3 تكون على يسار d2 التراكب الجزئي للمنحنيين
d0 = (d2+d3)/2 ON: النسبة المنوية للحصويات أو الحبيبات (d1-d2) N-100: النسبة المنوية للحصويات (d4-d3) الحالة الثالثة		D3 تكون على يمين d2 عدم توافق المنحنيين تباعد العينات



(د) كمية الماء E: طريقة الحساب تختلف بالنسبة للمركبات الصغرى عن المركبات الكبرى:

(د-1) المركبات الصغرى:

$D \geq 0.16$ مم (إسمنت وعناصر جد دقيقة للرمل).
كمية الماء :

(3).....

$$E_{au} = 0.23 p$$

p: كتلة الجسم المبلل

(د-2) المركبات الكبرى:

$D < 0.16$ مم : والعلاقة أقل بساطة:

(4).....

$$E_{au} = (k.p)1,17,3\sqrt{D1.D2}$$

K : ثابت يعطي في الجدول رقم (2-II)

P : كتلة المادة وهي مبللة

D₁ : القطر الكبير بالنسبة للمركبات الصغيرة

D₂ : القطر الكبير بالنسبة للحبيبات الكبيرة

قوام الخرسانة	حصىات مستديرة	حصىات مكسرة
خرسانة الرص	0.08	0.095
خرسانة التسليح	0.095-0.09	0.11-0.10
خرسانة الصب	0.11-0.10	0.13-0.12

جدول رقم (2): قيم المعامل K

II- طريقة فوري: (FAURY): تعمل على أثر عمل كاكو (CAQUOT)

وتمثل طريقة فوري تكملة لطريقة بولومي بحيث لها نفس المبدأ، وقد تحصل العالم فوري سنة

1942 بعد دراسة عامة للخرسانة المنحني التالي :

نعتبر أنه لدينا الحالة الثانية (من طريقة بولومي)

أي تراكم جزئي للمنحنيين بحيث:

D : القطر الأقصى للحبيبات :

* وضع على محور الفواصل قطر الحبيبات مأخوذ ب: $s\sqrt{d}$

* وضع على محور الترتيب نسبة المار $p\%$

المنحني عبارة على خط منكسر مكون من خطين مستقيمين

الخط الأول يعطي التدرج الحبيبي للحبيبات الناعمة والمتوسطة

بحيث يتراوح القطر بين (0 و D/2) والخط الثاني يمثل تدرج

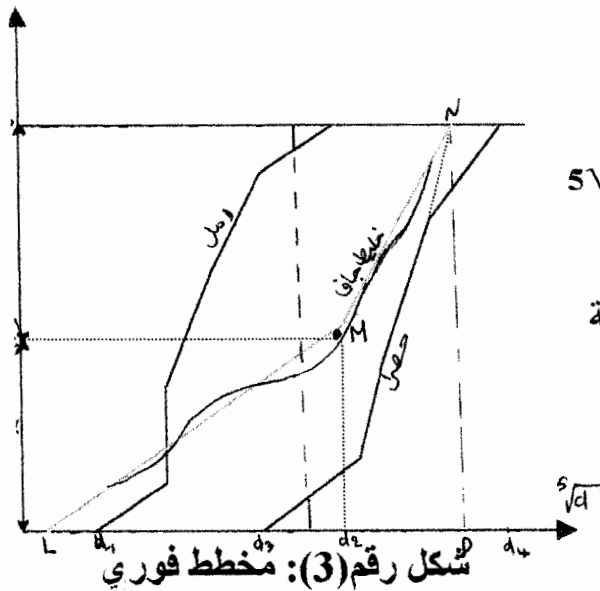
الحبيبات الكبيرة بحيث يتراوح القطر بين (D/2 و D)

نعرف: (1) نقطة المبدأ L هي نقطة تقاطع خط المستقيم الأول

مع محور الفواصل بحيث L (0,0065)

(2) نقطة النهاية N فاصلتها D وترتيبها 100

(3) نقطة الإنكسار M فاصلتها D/2 وترتيبها Y(D/2)



شكل رقم (3): مخطط فوري

(5).....

$$Y(D/2) = A + 17 \cdot \sqrt[5]{D} + \frac{B}{R/D - 0.75}$$



B: معامل يتراوح من 1 إلى 2 حسب نوع الخرسانة (جافة أو لدنة).

R: نصف القطر المتوسط للقلب، وتتراوح النسبة R/D من 1 إلى 1.25

A: معامل يعتمد على بعد وطبيعة الحبيبات :

1- $D > 25$ مم حالة الخرسانة المسلحة الشائعة يستعمل في العمارات و المنشآت الفنية في

جدول رقم (3):

نوعية الخرسانة	رمل مستديرة		رمل مكسر
	حصى مستديرة	حصى مكسرة	
لدنة نوعا ما	24 إلى 26	26 إلى 28	30 إلى 32
لدنة	26 إلى 28	28 إلى 30	32 إلى 34

جدول رقم (3): المعامل A ($D > 25$ مم)

2- $25 < D \leq 50$ مم : حالة خرسانة قليلة التسليح : $A = 15$ إلى 20.

3- $D < 50$: يستعمل في خرسانة السدود.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{حصى مستديرة} \\ \leftarrow 15 \text{ إلى } 12 = A \quad : 80 \geq D > 50 \\ \leftarrow 12 = A \quad : D > 80 \end{array} \right.$$

III- طريقة فاليت: (VALLETTE)

هي دراسة نظرية تجريبية غالبا ما تحدد تركيز الخرسانة بدلالة التراص الأقصى أو تركيز الخرسانة بدلالة المقاس الأدنى للرمل ، أو تركيز الخرسانة بدلالة التحليل الحبيبي المنقطع ، وطريقة فاليت تبدأ بشكل عام بعينتين من الركام : رمل 0/5 و حصى محضر بالضبط من حبيبات غير مستمرة ← مع الرمل 16/25 على سبيل المثال .

نحسب أولا نسبة الرمل والإسمنت قبل إعطاء مبدأ الملاط المملوء مع أقلية من الإسمنت، هذه النسبة تأخذ في قياس نسبة الفراغ في الرمل المبلل وتحسب نسبة الإسمنت التي تسمح بملء هذا الحجم (بحجم مساوي لعجينة صافية من الإسمنت)، بعد ذلك أكبر كمية من الحصى المبلل المناسب مع قابلية تشغيل تسمح بالقولية ولوضع في العمل بسهولة في ظل الشروط المعمول بها في الورشة. فنسبة الإسمنت تعطي في كل حالة تقريبا نتيجة جد صافية ونظيفة وتعطي كذلك مقاومة مطلوبة، للدونة ، الكتامة وعدة خصائص أخرى، ومن أجل مقاومة جيدة يجب إعطاء أهمية لجميع الحالات والخصائص الأخرى ، وتقييم الحجم المملوء المبلل للرمل في شكل منحني.

IV- طريقة جوازيل: (JOISEL)

وهي طريقة تماثل عموما طريقة فوري بحيث تعتمد على نظرية كاكو (caquot) وترتكز الطريقة على حساب التراص للخرسانة المدروسة ، والمنحني المثالي هو لها هو على شكل مستقيم ومحور فواصله ليس بتدرجات $5\sqrt{d}$ بل $m\sqrt{d}$

m: متعلق بالتراص يتغير (من 3 إلى 10).

ومن إيجابيات هذه الطريقة هو تفادي جوازيل لإنكسار المستقيم المرجعي (للمنحني المثالي) عند النقطة A وذلك باقتصار دراسته على المسافة من D/2 إلى D.

V- طريقة أبرامس: (ABRAMS)

وهي طريقة ترتكز على معامل نعومة إجمالي لخليط الحبيبات إنطلاقا من معرفة معاملات النعومة للحبيبات المستعملة.

ومعامل النعومة للخليط يختار بطريقة تعتبر الفراغات داخل هذا الخليط مبدئيا قليلة.



والحصول على المعامل المثالي لخرسانة بحبيبات مستديرة ، بواسطة أبرامس والموضح في الجدول رقم (4) بدلالة تركيز الإسمنت والمقاس الأعظمي للحبيبات المستعملة.

المقاس الأعظمي D للحبيبات							تركيز الإسمنت كغ/م ³
60	40	30	25	20	15	10	
6.00	5.80	5.60	5.25	4.85	4.45	4.05	275
6.20	5.85	5.65	5.40	5.00	4.60	4.20	300
6.30	5.88	5.73	5.50	5.10	4.70	4.30	350
6.40	5.90	5.80	5.60	5.20	4.80	4.40	400

جدول رقم (4): القيم المثالية لأبرامس لمعامل النعومة للتركيبية الحبيبية للخرسانة

لدينا :
 - حصى بتدرج (5/20) معامل نعومته ($M_{f1} = 6.50$)
 - رمل بتدرج (0/5) معامل نعومته ($M_{f2} = 2.60$)
 ونختار لخليط الرمل والحصى معامل نعومة: ($M_f = 5$) مثلا (لتركيز إسمنت 300 كغ / م³)
 ومنه: $S_1 = M_{f1} - M_f = 6.50 - 5.00 = 1.50$
 $S_2 = M_f - M_{f2} = 5.00 - 2.60 = 2.40$

$$S = S_1 + S_2 = 3.90$$

$$S_2/S = 2.40/3.90 = 62\% \quad \text{نسبة الحصى :}$$

$$S_1/S = 1.50/3.90 = 38\% \quad \text{نسبة الرمل :}$$

هذا المعامل يتوقف على عدة خصائص منها : الشكل، طبيعة ونوعية أبعاد الحبيبات، تركيز الإسمنت، المقاومة واللدونة المرغوبة.....
 وتختص الطريقة بدراسة رمل ذو تدرج (0/5) مبدئيا.

VI- طريقة درو قوريس : (DREUX)

نتيجة لجملة من الأبحاث و التجارب و اعتمادا على النتائج العملية و تطبق مختلف الطرق تصميم الخلطات الخرسانية وضعت هذه الطريقة التي تأخذ بعين الاعتبار جميع العوامل المؤثرة في الخلطة وتعبر عن مجمل هذه العوامل بصيغة شاملة ومبسطة و يمكننا بواسطتها تصميم الخلطة وإجراء التحقيق التجريبي لها مباشرة ، فهي طريقة عملية تستعمل من أجل إعطاء وإكمال تركيبة الخرسانة، والهدف منها تحديد و استعمال سريع في صياغة العلاقة الأولى للخرسانة أي بدلالة المقاييس ذات تحليل حبيبي متواصل أكثر منها في حالة خرسانة ذات تحليل حبيبي متقطع .

VI- 1 المقاس الأقصى للحبيبات المستخدمة : DMAX

هو موجود بدلالة خواص البناء الخرسانة ، قيم D هي معطيات في الجدول رقم (5) من أجل تحليل حبيبي متقطع ومتواصل ندعو إلى التقليل من قيم D بنسبة 20% أي يجب أن لا يزيد المقاس الأعظمي للحصويات Dmax عن 80% من المسافة الصافية بين قضبان التسليح وذلك عند استخدام حصويات طبيعية، وعن 70% في حالة حصويات مكسرة.



خواص قطعة في حالة البناء الخرساني	المقاس الأقصى للحصويات D	
	غير مكسرة	مكسرة
الفراغ الأقصى بين التسليح E	$\leq 0,92E$	$\leq 0,8E$
الغطاء C	$\leq 0,8C$	$\leq 0,7C$
القطر المتوسط للتسليح r	$\leq 1,8r$	$\leq 1,6r$
القطر المتوسط للقالب R	$\leq 1,2R$	$\leq R$
السبك الأصغري hm	$\leq hm/4$	$\leq hm/4$

جدول رقم (05): تقييم البعد الأقصى للحبيبات



2-VI تركيز الإسمنت:

من أجل الشروع في تقييم النسبة (C/E) بدلالة المقاومة المتوسطة المطلوبة بعد 28 يوما .
وقد استعمل العالم درو العلاقة التالية:

$$\sigma'_{28} = G \cdot \sigma'c (C/E - 0.5)$$

(6)

G: معامل تصحيح يتعلق بشكل الحصويات ، ويؤخذ من الجدول رقم (6)
 $\sigma'c$: مقاومة الضغط الحقيقية للإسمنت بعد 28 يوما وعند عدم إجراء التجربة يمكن أخذها بقيمة 52.5 (Mpa).

$$\sigma'_{28} = \sigma_{28} + 15\%$$

(7).....

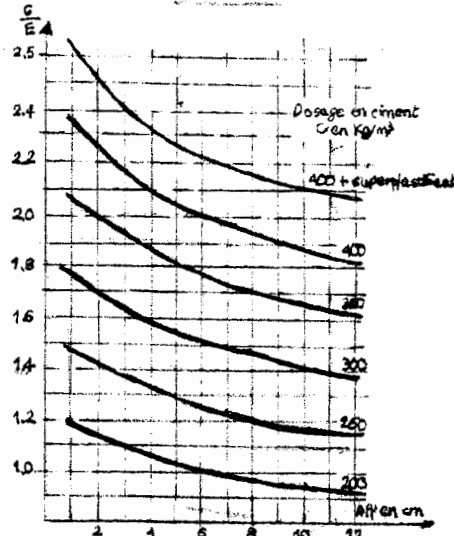
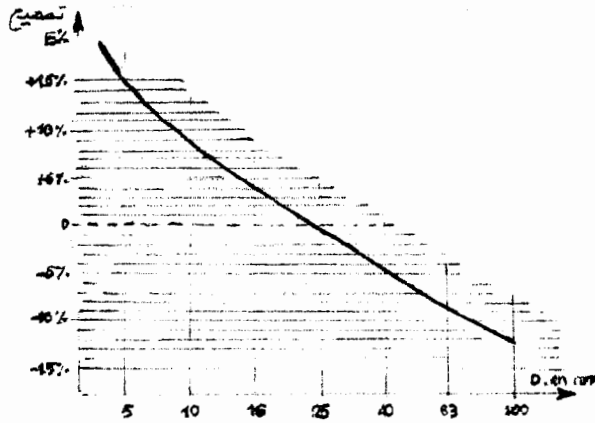
σ_{28} : المقاومة المفروضة (المرجو الوصول إليها) :
C/E: نسبة الإسمنت إلى الماء

- نستنتج تركيز الإسمنت بواسطة الشكل رقم (4) بافتراض الهبوط

3-VI تركيز الماء:

بعد إستنتاج كمية الماء E من العلاقة رقم (6) ولا بد من تصحيح هذه القيمة بواسطة الشكل

رقم (5).



شكل (04)
تركيز الإسمنت
بدلالة C/E
والهبوط

شكل رقم (05): تصحيح نسبة الماء بدلالة المقاس الأعظمي D

نوعية الحبيبات	دقيقة D=16مم	متوسطة 40 ≥ D ≥ 26	كبيرة D=63مم
ممتازة	0.55	0.60	0.65
جيدة	0.45	0.50	0.55
مقبولة	0.35	0.40	0.45

جدول رقم (6): قيم G من أجل رص جيد

4-VI رسم منحنى التحليل الحبيبي المرجعي:

يكون المنحنى على (ورقة شبه لوغاريتمية) وهو مكون من قطعتين OA و ab
B: (D 100%) : المقاس الأعظمي للحبيبات المستعملة.



O: نقطة المبدأ

A: نقطة إنكسار المنحنى وإسقاطها على محور النسب المنوية للمار الكلي هي : Y وتعطى بالعلاقة التالية:

$$Y = 50 - \sqrt{d+k+ks+k_p}$$

(8)....

k: قيمة مصححة ومفروضة متعلقة بتركيز الإسمنت، شكل الحبيبات، درجة التراص ومعامل النعومة، k معطى بالجدول رقم (7).

ks: (corection supplementaire):

معامل مصحح يعتمد على معامل نعومة الإسمنت من أجل العلاقة :

$$K_s = 6 M_f - 15$$

(9).....

ويجب أن يكون : $2 \leq M_f \leq 3$ مع $M_f \neq 2.5$

Kp: لا يطبق إلا في حالة إضهار الخرسانة أقصى الليونة، وتؤخذ قيم هذا المعامل ما بين 5 إلى 10 حسب حالة الليونة التي نريدها.

درجة التراص (الهز)		ضعيفة		عادية		مرتفعة أو قوية	
شكل الحبيبات		مستديرة	مكسرة	مستديرة	مكسرة	مستديرة	مكسرة
تركيز	400+	2-	0	4-	2-	6-	4-
الإسمنت	400	0	2+	2-	0	4-	2-
كغ/م ³	350	2+	4+	0	2+	2-	0
	300	4+	6+	2+	4+	0	2+
	250	6+	8+	4+	6+	2+	4+
	200	8+	10+	6+	8+	4+	6+

جدول رقم (7): القيم المصححة والمفروضة لـ k

VI - 5 نسبة الحبيبات من أجل 1م³ من الخرسانة:

(أ) الحجم الكلي المطلق:

لدينا نسبة الحجم المطلق للمادة γ معامل التراص معطى بالجدول رقم (8)

(10).....

$$\gamma = V_M / 1000$$

V_M: الحجم المطلق للمادة (بالتر).

ب) الحجم المطلق للإسمنت: V_c

C: تركيز الإسمنت

(11).....

$$V_c = C / \gamma_{ab}$$

γ_{ab}: الكتلة الحجمية المطلقة للإسمنت

(من العمل التطبيقي رقم (01): الكتلة الحجمية)



معامل التراص γ							القوام	كيفية الإهتزاز
D=100	D=63	D=40	D=25	D=16	D=10	D=5		
0.820	0.815	0.810	0.805	0.795	0.780	0.750	سائلة	يدوي
0.825	0.820	0.815	0.810	0.800	0.785	0.755		ضعيف
0.830	0.825	0.820	0.815	0.805	0.790	0.760		عادي
0.830	0.825	0.820	0.815	0.805	0.790	0.760	لدنة	يدوي
0.835	0.830	0.825	0.820	0.810	0.765	0.765		ضعيف
0.840	0.835	0.830	0.825	0.815	0.800	0.770		عادي
0.845	0.840	0.835	0.830	0.825	0.805	0.775		قوي
0.845	0.840	0.835	0.830	0.820	0.805	0.775	صلبة	ضعيف
0.850	0.845	0.840	0.835	0.825	0.810	0.780		عادي
0.855	0.850	0.845	0.840	0.830	0.815	0.785		قوي

جدول رقم (8): قيم معامل التراص γ

هذه القيم ل (γ) موافقة من أجل حبيبات ذات شكل مستدير وإلا نصغر في قيمة :

- 0.01 من أجل رمل ذو حبيبات بشكل مستدير + حصى مكسر.
- 0.03 من أجل حصويات مكسرة.

ج) الحجم المطلق للركام: V

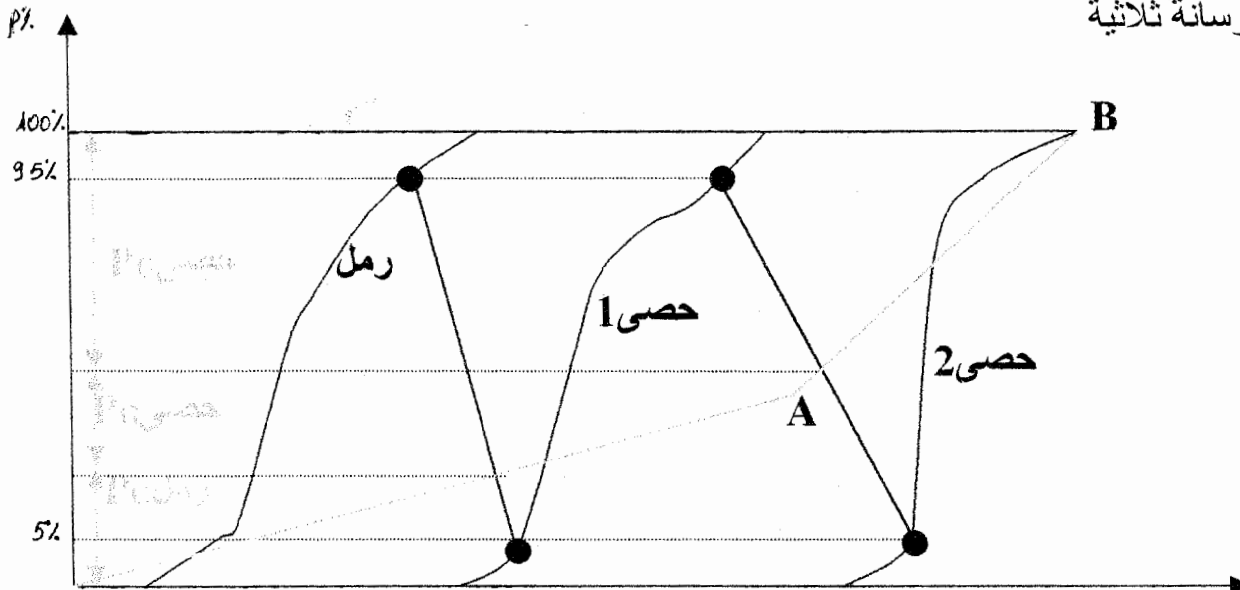
(12).....

$$V = V_M - V_c$$

تعيين نقطتين : 1- على منحنى التحليل الحبيبي للرمل والتي توافق 95% من المار الكلي

2- على منحنى التحليل الحبيبي للحصى والتي توافق 5% من المار الكلي.

نوصل النقطتين بمستقيم، بحيث يتقاطع هذا الأخير مع المنحنى المرجعي و باتجاه التقسيم يتم إتمام وتجسيد النسبة المئوية للحصى والرمل. والشكل رقم (6) يمثل تجسيد النسبة المئوية للحصى والرمل في حالة خرسانة ثلاثية





(13).....

$$V_{abG} = V_{abS} \cdot P_G$$

* الحجم المطلق للحصى: V_{abG} (بالتر) P_G : نسبة الحصى في 1م³ من الخرسانة.

(14).....

$$V_{abS} = V_{abS} \cdot P_S$$

* الحجم المطلق للرمل: V_{abS} (بالتر) P_S : نسبة الرمل في 1م³ من الخرسانة.

(د) كتلة المواد:

- كتلة الإسمنت: C وهي تركيز الإسمنت السابق.- كتلة الحصى: M_G

(15).....

$$M_G = V_G \cdot \gamma_{ab} \text{ (Gravier)}$$

(16).....

$$M_S = V_S \gamma_{ab} \text{ (Sable)}$$

- كتلة الرمل: M_S - كتلة الماء E وهي تركيز الإسمنت السابق E_C (هـ) كتلة الخرسانة النظرية: Δ_0 (كغ/م³) ل 1م³ من الخرسانة

(17).....

$$\Delta_0 = C + E + M_G + M_S$$

المطلوب

- 1- أدرس خطوات طريقة درو:
- 2- أحسب تركيز الإسمنت C وتركيز الماء E
- 3- أحسب منحني التحليل الحبيبي المرجعي و إستنتج كل من الرمل و الحصى (P_S, P_G)
- 4- أحسب : - الحجم المطلق الكلي γ
- الحجم المطلق للإسمنت V_{abC}
- الحجم المطلق للرمل V_{abS}
- الحجم المطلق للحصى V_{abG}
- كتلة الحصى والرمل: M_S, M_G
- كتلة الخرسانة النظرية لوحد متر مكعب من الخرسانة Δ_0
- 5- حدد نوع وعدد القوالب المراد إنجازها وأحسب :
- الحجم الكلي الذي تشغله القوالب v (م³)
- كتلة كل من : الإسمنت، الحصى، الرمل و الماء من أجل شغل الحجم v فقط.
- 6- أعط كيفية مثلى لخلط هذه المكونات؟



الخرسانة الطازجة (الطرية)

Béton Frais

I- تعريف:

من أهم الخصائص و النوعيات الضروري توفرها في الخرسانة المستعملة في الورشات هي:
ال مقاومة الجيدة: أي الحفاظ على توازن الجسم ودوامه
سهولة التشكيل : (لدونة الخرسانة) وهي خاصية فيزيائية تعبر عن قابلية الخرسانة في أخذ عدة أشكال دون التأثير في تجانسها ، يمكن ترجمة ذلك عمليا في سهولة :

- صناعتها ووضعها في القوالب
 - تغطيتها للتسليح (القضبان الفولاذية)
 - الحصول على عناصر جيدة من ناحية التركيب سواء أكانت عناصر أفقية أو عمودية (روافد - بلاطات - أعمدة.....الخ) وتؤثر على هذه القابلية
 - 1- كمية الماء : كلما زادت كمية الماء تنتج خرسانة أكثر مرونة
 - 2- نوع الحصى: حصى كروية الشكل تعطي خرسانة مرنة
 - 3- نسبة الإسمنت إلى حجم الماء المستعمل: $C/E \approx 2$
- ويمكن قياس لدونة الخرسانة بإجراء التجارب التالية:
- 1- تجربة الهبوط - مخروط أبرامس
 - 2- تجربة إعادة التشكيل بالاهتزاز الترددي
 - 3- تجربة المانيابيلمتر

II- الهدف من هذه التجارب:

- معرفة نوعية وقابلية تشكيل الخرسانة (لدنة، جارية، جافة)
- التأكد من أن الخلطة المختار تصميمها يوافق ويطابق طبيعة العمل والبناء
- إنجاز قوالب
- المراقبة الدورية لثبات خواص الخرسانة أثناء عملية الصب

III- أنواع التجارب:

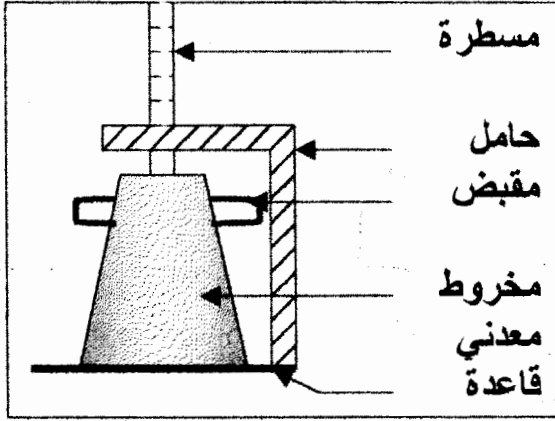
III-1 تجربة الهبوط: (مخروط أبرامس)

III-1-1 مجال الإستعمال:

تستعمل هذه التجربة في الخلطات الخرسانية اللدنة التي تحتوي على عناصر ذات أبعاد صغيرة.
III-1-2 المبدأ: ملء مخروط أبرامس بالخلطة الخرسانية على أربع طبقات ورسها في كل طبقة ثم يرفع المخروط ويقاس الهبوط ΔH ومن خلال هذه القيمة نستنتج نوعية الخرسانة.

III-1-3 الأدوات المستعملة:

- مخروط أبرامس
- معدات الخلط
- قضيب للرص قطره 16 ملم وطوله 60 ملم
- هيكل معدني مزود بمسطرة زلقة
- قاعدة معدنية أفقية - (خلطة خرسانية مدروسة مسبقا). - كرونومتر



شكل رقم (01): مخروط أبرامس

III- 4-1 تعريف الجهاز:

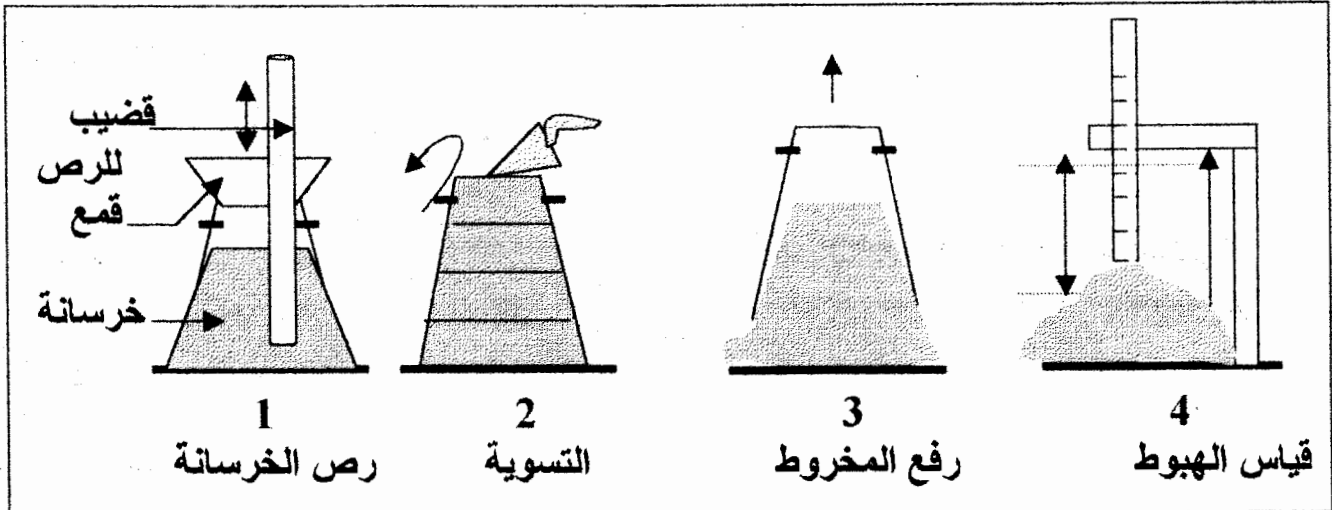
قالب على شكل جذع مصنوع من صفائح معدنية قطر قاعدته 20 سم وقطره العلوي 10 سم إرتفاعه 30 سم وسمكه 1.5 سم، سطحه الداخلي ناعم ومزود ببدين من الخارج أنظر الجهاز المقابل (شكل رقم (01))

III- 5-1 طريقة العمل:

- نظف السطح الداخلي للقالب من أي خرسانة سابقة أو عوائق
- أطلي المخروط بقايا من الزيت
- إملاً القالب على أربعة طبقات كل منها يساوي 1/4 من الإرتفاع تقريبا، على أن ترص كل طبقة ب 25 ضربة بساق الرص (يدويا) أو بالهزاز (آليا) بشرط أن ينفذ القضيب إلى الطبقة التي تحتها (أنظر الشكل 03)
- سوي السطح العلوي بمسحاج مع مراعاة ملاء القالب تماما
- قس الإرتفاع h_0 ثم ارفع القالب بعناية عموديا
- أترك العينة حوالي دقيقة من الزمن لتتهبط بفعل ثقلها ولدونتها
- قس الإرتفاع h_1
- أحسب كمية الهبوط : $\Delta H = h_1 - h_0$ ويقدر بالسنتيمتر (± 0.5 سم).

ملاحظات:

- يجب أن لا تزيد المدة بين تجهيز الخلطة والاختبار 20 دقيقة.
- يجب عدم تعريض المخروط لأي اهتزازات
- يعاد الاختبار عند حدوث إنزلاق أو انهيار العينة .



شكل رقم (03): قياس الهبوط في مخروط أبرامس



III-1-6 تحليل النتائج:

من خلال قيمة الهبوط ΔH نستطيع معرفة نوعية الخرسانة وتعطى العلاقة بين الهبوط ونوعية الخرسانة وشكلها بالجدول رقم (01):

الترتيبات العملية	نوعية الخرسانة	شكل الهبوط	الهبوط (سم) ΔH
هز قوي (كتلة أساس)	خرسانة جامدة جدا (جافة) (صلبة جدا)		0 - 2
هز جيد (منشأة ثقيلة وسميكة الأساسات)	خرسانة جامدة (صلبة)		3 - 5
هز متوسط أعمدة وروافد	خرسانة لدنة (مرنة)		6 - 8
وخز بدون فعالية (بلاطات وجدران خرسانية)	خرسانة لينة (رطبة)		9 - 12
بدون إهتزاز (هناك فائض في الماء)	خرسانة سائلة (مانعة)		13 - 16
بدون هز (غير صالحة للإستعمال)	خرسانة سائلة جدا		أكبر من 16

شكل رقم (01): قيم تقريبية للهبوط ونوعية الخلطة الخرسانية 451 - NFP 18

III-1-7 المطلوب:

1- أنجز تجربة الهبوط مستعملا مخروط أبرامس

2- قس مقدار الهبوط

3- إستنتج نوعية الخرسانة المنجزة

III-1-8 أسئلة لإستكمال المناقشة:

1- أذكر أنواع الهبوط

2- لماذا يجب أن تجرى تجربة الهبوط في وقت قصير يتراوح من 2 إلى 15 دقيقة



III-2 تجربة Vebe : تجربة إعادة التشكيل بالاهتزاز الترددي: (V-B consistomet test)

يرمز إلى هذا الاختبار بتجربة v-b نسبة إلى العالم السويدي V-BAHITRER

III-2-1 مجال الاستعمال:

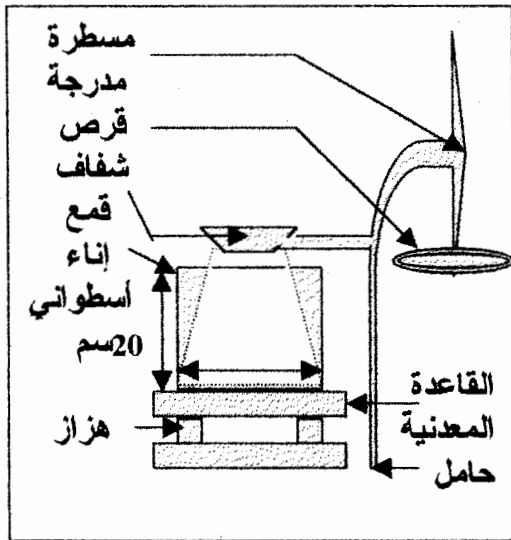
- تعتبر هذه الطريقة من أنسب الطرق لقياس قوام الخرسانة خاصة في الخلطات الجافة (صعبة التشكيل) التي لا تصلح معها الطرق الأخرى .
- كما تعبر هذه الطريقة عن قابلية تشغيل الخرسانة التي سيتم دكها بالاهتزازات الميكانيكية .
- الأبعاد القصوى للحبيبات لا تتعدى 40 مم

III-2-2 المبدأ: يختص هذا الاختبار بتحديد درجة قابلية الخرسانة للتشغيل عن طريق قياس الزمن اللازم لتغير كتلة خرسانة من شكل معين (مخروط) إلى شكل آخر (إستواء الخرسانة في الإناء الأسطواني) تحت تأثير اهتزازات الطاولة الميكانيكية ، وهذا كلما زادت ميوعة الخرسانة والعكس صحيح.

II-2-3 تعريف الجهاز :

الجهاز حسب نظام ISO 110 4 وهو مؤلف من

- إناء أسطواني قطره 24 سم وإرتفاعه 20 سم موضوع على قاعدة معدنية (طاولة اهتزاز) .
- قرص شفاف أفقي قطره 23 سم
- طاولة اهتزاز بها حمل غير متمركز يدور بسرعة (3000 لفة في الدقيقة ، وبعجلة قدرها 3Y إلى 4Y حيث Y هي عجلة الجاذبية).
- قضيب للرص (الجهاز مبين في الشكل رقم (01))



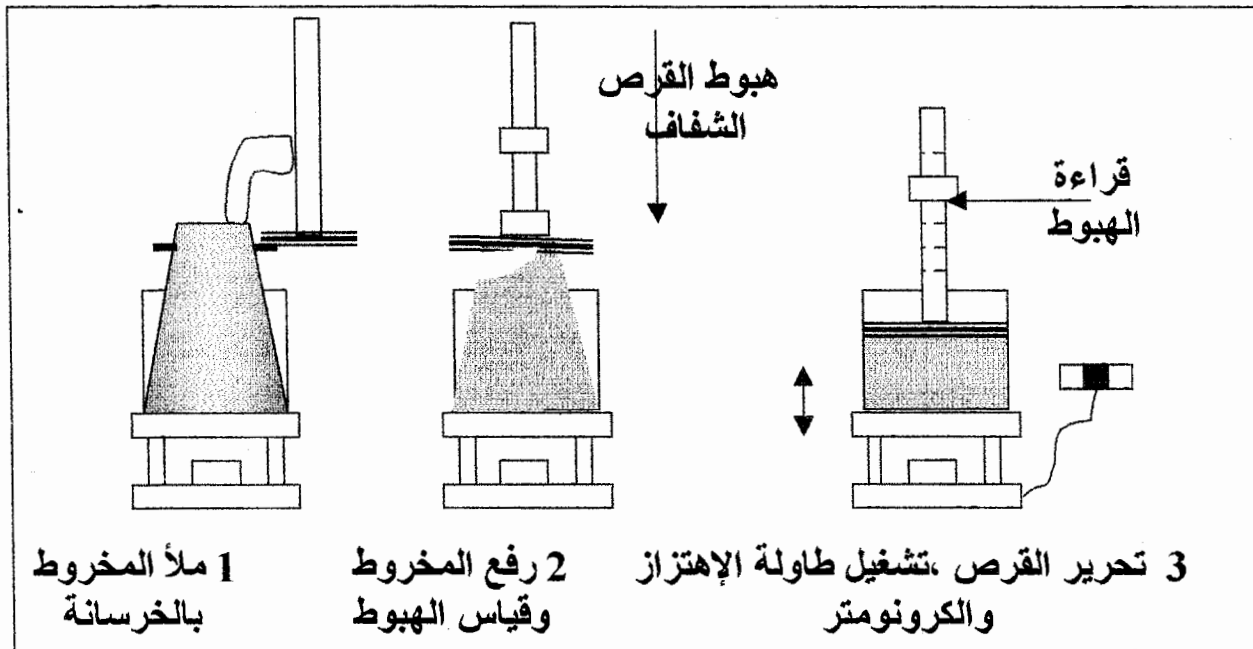
شكل رقم (04): جهاز الاهتزاز الترددي

II-2-4 طريقة العمل:

- تحضير العينة (نفس الخلطة المستعملة في تجربة الهبوط)
- تثبيت مخروط أبرامس داخل الإناء الأسطواني وأضبط القمع فوقه
- إملاء المخروط بالخرسانة على أربع طبقات وترص كل طبقة ب 25 ضربة بالقضيب الحديدي حتى يمتلئ
- سوي السطح مع حافة المخروط
- إرفع المخروط عمودياً بهدوء ورفق (أنظر الصورة رقم (01))
- إقرأ الهبوط الابتدائي بالمسطرة المدرجة على الحامل، بتسوية القرص الشفاف على سطح الكتلة الخرسانية

- أطلق القرص الشفاف حر تحت تأثير ثقله وشغل طاولة الاهتزاز وفي نفس الوقت شغل الكرونومتر ، وسجل الزمن الذي إستغرقه الرج لانتشار الخرسانة حتى تصبح موازية وملامسة للقرص الشفاف أي عندما تتلاشى كل الفراغات في الخرسانة ويحدد هذا بالنظر الذي يعتبر أحد عيوب إجراء هذا الاختبار .

- إقرأ الهبوط النهائي وطريقة العمل ملخصة في الشكل رقم (05)



شكل رقم (05): خطوات تجربة Vebe

II-2-6 تحليل النتائج:

- نفرض أن كمية الطاقة اللازمة لإتمام الرص تمثل الدرجة التشغيلية للخليط معبرا عنها بالزمن بالثانية لإعادة التشكيل الكامل ومن خلال هذا الزمن نستطيع معرفة نوعية الخرسانة كما هو مبين بالجدول رقم (02):

قسم Vebe	V ₀	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
زمن الإنتشار (ثا)	32 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 3	3 - 0	t < 0
نوعية الخرسانة	خرسانة جامدة جدا	خرسانة جامدة	خرسانة لينة	خرسانة رطبة	خرسانة مائعة	خرسانة مبللة جدا

جول رقم (02): تصنيف الخرسانة حسب زمن إنتشارها

II-2-7 المطلوب:

- أنجز التجربة
- قس الزمن اللازم لإنتشار الخرسانة في الإناء
- حدد نوعية الخرسانة من خلال الزمن المحصل عليه

II-2-8 سؤال لإستكمال المناقشة:

- ما هي العوامل المؤثرة في التشغيل؟
- ما إقتراحاتك لهذا العمل التطبيقي ووسائله؟



III-3 تجربة سهولة التشكيل : Maniabilimetre LCPC

يرمز إلى هذا الاختبار ب LCPC نسبة إلى المخبر المركزي للجسور والطرق :

LA BORATOIRE CENTRALE DES PONTS ET CHAUSSEE (paris)

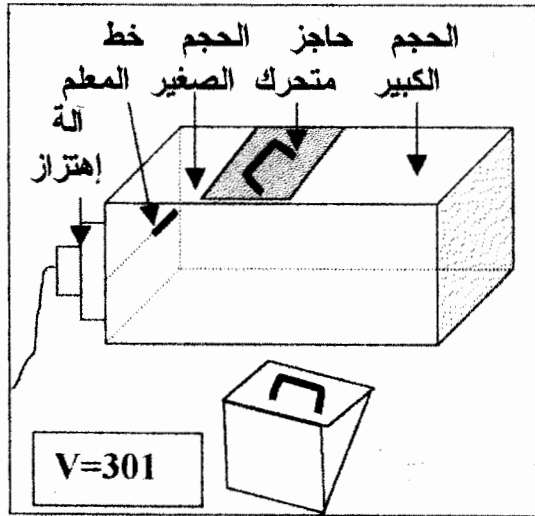
III-3-1 مجال الاستعمال:

يستعمل هذا النوع من التجارب في الخلطات الخرسانية الجافة (صعبة التشكيل) والتي بها عناصر ذات أبعاد كبيرة مقارنة مع أبعاد تجربة الهبوط.

III-3-2 الدراسة النظرية:

III-3-3 المبدأ: تعتبر هذه التجربة من أهم التجارب المخبرية لقياس قابلية تشكيل الخرسانة بحيث يتم حساب تدفق الخرسانة تحت تأثير الهزاز الآلي .

III-3-4 تعريف الجهاز:



الجهاز عبارة عن صندوق متوازي المستطيلات مصنوع من صفائح معدنية مقسم إلى حجمين غير متساويين بواسطة حاجز مثلثي معدني متحرك .
الحجم الأول كبير وتصب فيه الخرسانة والحجم الثاني حجم صغير فارغ على سطحه المقابل للحاجز المثلثي معلم نهائي .
الصندوق متصل بالآلة إهتزاز (أنظر الشكل رقم (06)) .
* هناك نوعان من جهاز المانيابيلمتر :

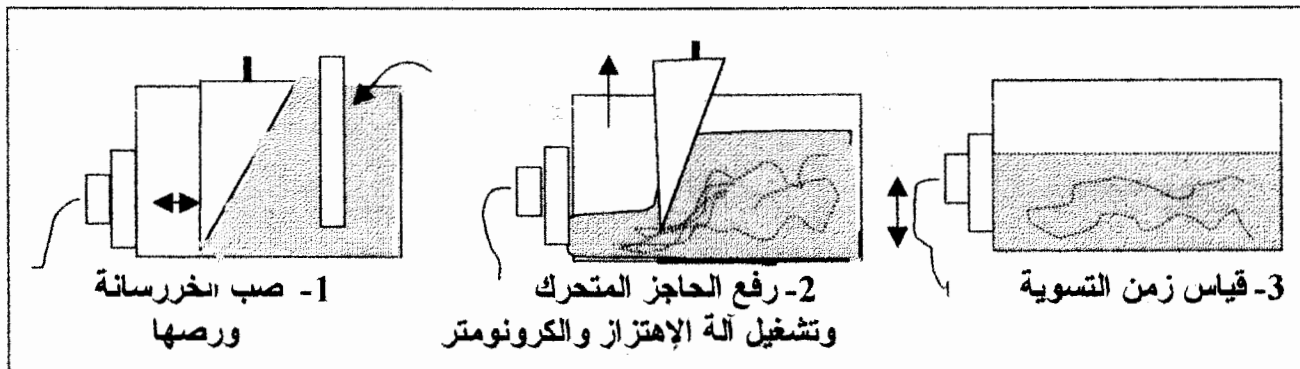
- جهاز خاص بالخرسانة $V = 301$

- جهاز خاص بالمونة $V = 61$

شكل رقم (06): جهاز المانيابيلمتر (LCPC)

III-3-5 طريقة العمل:

- تحضير العينة (نفس الخلطة المستعملة في تجربة الهبوط ولو أن هذه الخلطة غير صالحة لهذه التجربة)
- إملأ الحجم الكبير للجهاز بالخرسانة المحضرة على أن ترص كل مرة العينة بقضيب الرص حتى يمتلئ الحجم الكبير .
- سوي سطح الخرسانة مع حافة الجهاز
- إرفع الحاجز المتحرك رأسياً وشغل آلة الإهتزاز
- قس بواسطة الكرونومتر زمن تدفق الخرسانة إلى غاية وصولها إلى المعلم النهائي الموجود في الوجه المقابل للحاجز المتحرك من الحجم الصغير (طريقة العمل موضحة في الشكل رقم (07)) .



شكل رقم (07): مراحل تجربة المانيابيلمتر



III-3-6 تحليل النتائج:

يجب أن يكون زمن التدفق محصور ما بين 1 و 2 دقيقة، ويتم تعيين نوعية الخرسانة (t) الموضح في الجدول رقم (03):

نوعية الخرسانة	الزمن (ثا)
جد رطبة	$t < 10$ ثا
رطبة	$t = 10$ ثا
لدنة	$20 < t < 30$
جد جافة	$t > 30$

ملاحظة:

تعذر علينا إجراء هذه التجربة وذلك لأن الجهاز يختص بالخلطات الخرسانية صعبة التشكيل أي الجافة



IV- إنجاز المخبرات:

هناك عدة أشكال مختلفة من القوالب المحددة القياسات والتي أنجزت حسب مواصفات (ASTM-AFNOR) منها المكعبة والأسطوانية والمستطيلة يتم صنعها وفحصها من أجل قياس قوة الخرسانة للضغط والشد والانحناء وذلك بعد تحطيمها، وتستعمل أيضا في تجارب أخرى غير تحطيمية لإيجاد بعض الخصائص الكثافة، معامل اللدونة..... الخ

- يجب أن تكون أبعاد قوالب العينات دقيقة ومناسبة لحجم الحبيبات المكونة للخلطة.

1-IV شروط واجب توفرها في القوالب:

- القوالب حديدية لا تتفاعل مع الخرسانة
- لاتمتص الماء
- جدرانها الداخلية ناعمة ومتعامدة على بعضها البعض ومثبتة مع القاعدة بطريقة تمنع نفاذ الماء
- جدرانها سميكة بشكل تمنع حدوث التواء أو إنبعاج
- يراعى أن يصمم القالب بحيث يسمح بإخراج عينة الاختبار منه دون أن يصيبها أي تلف
- يجب أن يتم دهن القوالب من الداخل بالزيت أو الشحم قبل استعمالها ليسهل فصلها عن العينة بعد جفافها

IV- 2- الأسطوانة:

أسطوانة الخرسانة عبارة عن مقياس أسطواني من الحديد حيث يكون قطرها نصف ارتفاعها ($H = \frac{1}{2} \phi$) تستعمل لقياس مقاومة الضغط (حسب مواصفات ASTM-AFNOR) وتجربة الشد عن طريق الصدع (لكل المواصفات)

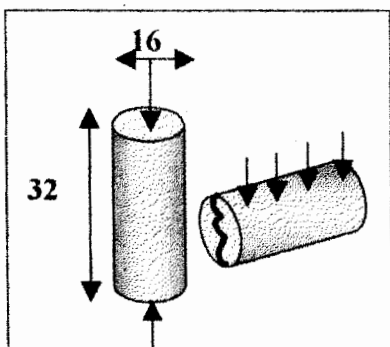
- أبعاد المخبرة تكون كالتالي : $\phi = 159.6$ ملم، الارتفاع H يساوي 320 ملم، المساحة 200 سم².

IV- طريقة تحضير المخبرة:

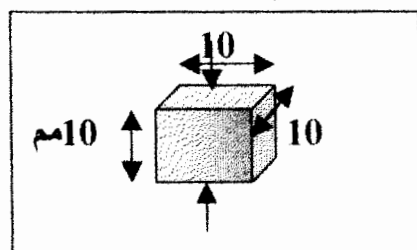
- إدهن القالب الأسطواني
- إملا القالب الأسطواني بالخرسانة على ثلاث طبقات
- رص الطبقات بواسطة الهزاز : الذي هو عبارة عن قضيب فولاذي يتصل بضابط للهواء بواسطة أنبوب مرن، يؤدي الهواء المضغوط به إلى هز القضيب الذي ندخله بالخرسانة المراد رصها فيتم خروج فقاعات هواء وبالتالي يقلل من الفراغات الموجودة بها
- قم بتسوية السطح العلوي بالمسحاج حتى نتحصل على سطح أملس
- بعد 24 ساعة قم بتفكيك القوالب
- سجل على سطح القالب رقم الفوج وتاريخ الصب
- ضع القوالب في الماء لمدة 24 ساعة
- أخرج القوالب من الماء وانتظر 28 يوم لإجراء تجارب أخرى لما سنراه في الفصل القادم.

IV- 3 المكعب:

يحدد بهذه المخبرة إختبار إجهاد الضغط للخرسانة بعد تصلدها (مواصفات BST ومواصفات أخرى) إستعمل نفس طريقة التحضير السابقة لكن إملا القالب على طبقتين فقط وبعد نزعها من الماء وتعليمه حدد بعلامة تبيين بها إتجاه رص الخرسانة.



شكل رقم (08): مخبرة أسطوانية

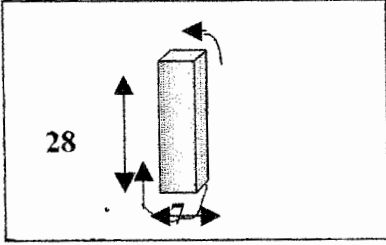


شكل رقم (09): مكعب لقياس الضغط



IV- 4 متوازي المستطيلات:

يستعمل هذا النوع من المخبرات في إيجاد مقاومة الخرسانة للشد بواسطة الإنحاء وتحضيره بنفس مراحل إنجاز المخبرات السابقة أنجز مخبرات متوازية المستطيلات على أن يملأ القالب بالخرسانة على طبقتين فقط



شكل رقم (10): متوازي المستطيلات
لقياس الشد بالإنحاء

- تتأثر العينات المحضرة للفحص بعوامل كثيرة ذات علاقة بالتحضير والحفض نوجزها فيما يلي:
- حجم وشكل العينة فالمكعب الصغير يعطي عند التحطيم (تطبيق ضغط عليه) قراءة أعلى من الحجم الكبير وكذلك أعلى من العينة الأسطوانية
 - أحجام وتدرج حبيبات الركام
 - مدى نعومة وإستواء السطح
 - درجة الحرارة .

الفصل الثالث

الخرسانة المتصلة

I- مقدمة:

تعتبر المقاومة من أهم خصائص الخرسانة في حالتها الصلبة وتعرف قوة المادة بأنها مقدار مقاومتها للقوى المؤثرة عليها، في حالة المخبرات الخرسانية تعرف مقاومتها بتحمل القوة المؤثرة على وحدة المساحة المطلوبة لحدوث الكسر، ولدراسة أي مقطع خرساني يجب التطرق للخواص التالية:

- مقاومة الضغط σ_{c28} - مقاومة الشد σ_{t28} - معامل التشوه الطولي E_{ij} ، وقد عرفت الخاصيتين الأخيرتين حسب قوانين (BAEL) كالآتي:

(01).....

$$\sigma_{t28} = 0.6 + 0.06 \sigma_{c28} \text{ Mpa}$$

$$E_{ij28} = 11000 \sqrt{\sigma_{cj}} \text{ Mpa}$$

II- الهدف:

تختصر هذه الاختبارات على تحديد مقاومة الخرسانة وخواصها الميكانيكية (مقاومة الضغط - الشد - الشد بواسطة الانحناء - الشد بواسطة الصدع) وملاحظة شكل الكسر أيضا.

- ويستعمل هذا الفحص كذلك في التعرف على تأثير العوامل المختلفة كالحبيبات - الشوائب - الماء و الزمن على قوة الخرسانة.

III- اختبار مقاومة الضغط:

إن أكثر الفحوصات التي تجرى على الخرسانة شيوعا هو فحص تحمل الضغط وذلك لسهولة إجراء هذا الفحص ولكون الكثير من الخصائص المرغوب بها في الخرسانة ذات علاقة بقوة الإسمنت بالإضافة لما لها من قوة تحمل للضغط في المنشآت.

III- 1 المبدأ:

يقتصر هذا الاختبار على تحديد إجهاد الضغط على عينات من الخرسانة الصلبة ذات أشكال أسطوانية (حسب المواصفات الفرنسية) أو المكعبة (حسب المواصفات الإنجليزية) وهي العينات المحضرة في العمل التطبيقي رقم (11).

ونحصل على هذه المقاومة بعد 7 أيام، 14 يوم، أو 28 يوم من إنجازها، ويتم ذلك بضغط الأسطوانة الخرسانية تحت تأثير قوتين حتى تتحطم ومن خلال هذه القوة نستطيع حساب إجهاد الضغط.

F: الحمولة المطبقة (N)

S: مساحة السطح المضغوط (mm)

 σ_c : المقاومة (Mpa)تصحح ب $\pm 5 \text{ Mpa}$

(02).....

$$\sigma_c = F/S$$



III- 2 التعريف بالجهاز:

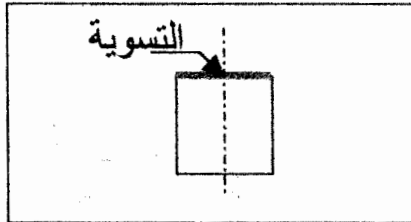
إن آلة الاختبار تكون من النوع الذي يستطيع إعطاء قوة الضغط بالسرعة المطلوبة في التجربة وهي عادة تتألف من كتلتين من الحديد إحداهما سفلية ثابتة و الأخرى علوية متحركة ومتصلة بمكبس متحرك بواسطة الزيت ، وتكون سعة أسطح هاتين الكتلتين أكثر بقليل من مساحة سطح العينة التي تحت الفحص ويراعى وقت الفحص أن يكون معدل التحميل للضغط في ماكينة الفحص ثابتا وحسب ما تتطلبه المواصفات ويتصل بالجهاز أيضا آلة كاتبة بها مفاتيح لوح التحكم تستعمل لضبط معلومات الجهاز و إعطاء نتائج نهائية عن التجربة وهي (رقم التجربة، مساحة سطح العينة ، سرعة التحميل ، القوة والمقاومة).

* ملاحظات: تجربة سهلة في مبدئها لكن هناك شروط يجب توفيرها:

- أوجه المخبرة المعرضة للضغط يجب أن تكون متساوية وعمودية على محور العينة.
- حامل القوة المطبقة يجب أن يطبق على محور المخبرة
- القوة المطبقة يجب أن تزايد تدريجيا لا بسرعة كبيرة ولا ببطء.

III- 4 خطوات العمل:

- تلبس أطراف العينات : قبل فحص العينات يجب التأكد من أن سطوحها مستوية ومتوازية لذلك يجب حتما تنعيمها بحجر النار أو بوضع تلبس لسطوحها لتأمين هذا الإستواء ويجب أن تكون قوة التلبس مقاربة لقوة الخرسانة المنوي فحصها ومن أهم طرق التلبس: إستعمال خليط مكون من:



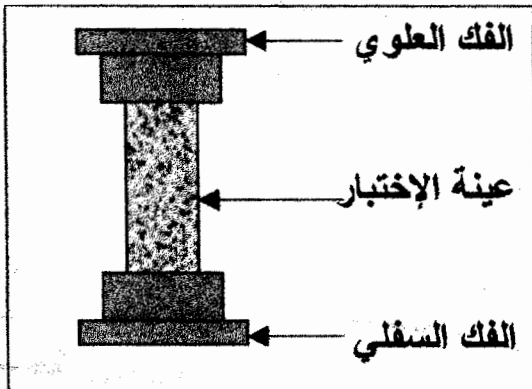
- 62% كبريت

- 2% أسود دخان

- 36% رمل ناعم

يسخن الخليط في وهاء آلي (كهربائي) بحيث يوضع على سطحي المخبرة (كما في الشكل رقم (01)).

- يجرى التحطيم بعد 30 دقيقة من التلبس
- قم بوزن عينة الأسطوانة الخرسانية و أحسب كتلتها الحجمية و إحتفظ بقيمتها لتجربة الموجات فوق الصوتية.



- نظف سطح القاعدة السفلية (الحاملة) لجهاز الضغط.
- ضع العينة بين فكي ماكينة الاختبار حيث يكون السطح المستوي متجه إلى الأعلى الأسطوانة ويراعى إنطباق محور العينة على محور التحميل الخاص بالجهاز.
- باشر بضغط العينة تدريجيا وبدون إحداث أية صدمات و لا يسمح بإجراء أي تعديل أو ضبط لجهاز الضغط أثناء عملية التحميل.

- أترك صفيحة الحمولة تسير بسرعة منتظمة ب:

بالنسبة للأسطوانة: 0.2 ± 0.5 (Mpa/s)، 4 ± 10 (kn/s) شكل رقم (02): العينة بين فكي الجهاز

بالنسبة للمكعب: 2.5 (kn/s)

- تسجل النتائج على ورقة تعطيها لوحة التحكم (الآلة الكاتبة)

المتصلة بالجهاز .

- لاحظ شكل الكسر

III-5 تحليل النتائج:

يتراوح إجهاد الضغط لخرسانة المنشآت بين (140 – 420) كغ/سم² وغالبا الاجهادات المبينة في الجدول رقم (01) تدخل في تصميم الخرسانة:

اجهادات الضغط (كغ/سم ²)	تصميم الخرسانة
320 – 250	المباني وقواعد الأعمدة والبلاطات والجدران الخرسانية
250 – 210	الأرصعة والطرق
210 – 140	السدود
أقل من 140	الأعمال الصغيرة والغير هامة نسبيا

جدول رقم (01): تصميم الخرسانة بدلالة الإجهادات

III-6 المطلوب:

- القيام بالتجربة تحطيم العينتين أسطوانيتين، و ثلاث عينات مكعبة (المحضرة في العمل التطبيقي رقم (11))

- إملأ الجدول رقم (03) و أحسب σ_{28} المتوسطة

III-6 أسئلة لإستكمال المناقشة:

- كيف كان نوع وشكل الكسر بعد التحطيم (فسر ذلك)؟
- كيف يمكنك المقارنة بين المكعب والأسطوانة في حدود هذه التجربة؟
- ماهي العوامل التي تؤثر على فحص الضغط؟
- لماذا مقاومة الضغط تقل كلما زاد حجم المكعب؟

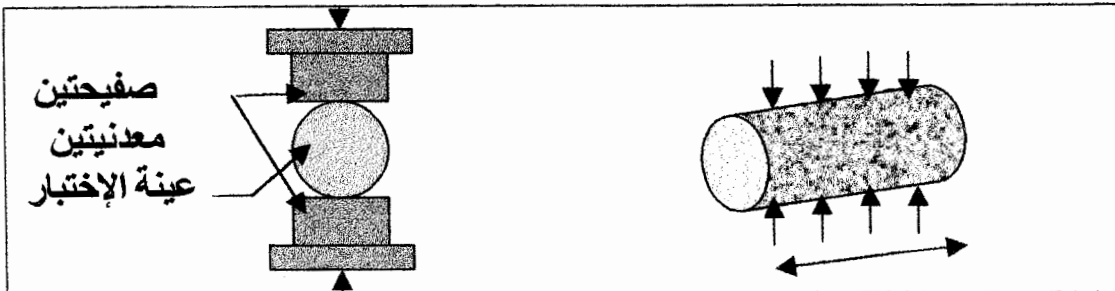
IV- الشد بواسطة الصدع:

1-IV مجال الإستعمال: يختصر هذا الاختبار بتعيين إجهاد الشد للخرسانة المتصلة للمدة المطلوبة 28 يوم ويندر إجراء هذا الاختبار نظرا لضعف الخرسانة على تحمل الشد بحيث تشكل مقاومتها للشد (10%) من مقاومة الضغط عموما، تقاس الخرسانة على الشد بتجارب تخضع خلالها العينات المختبرة للشد الغير مباشر (بواسطة الصدع و الشد بالإنحناء).

IV-2 المبدأ:

ننجز هذه التجربة على مخبرات أسطوانية أو مكعبة الشكل أي نفس المخبرات التي أستعملت في تجربة الإنضغاط البسيط.

توضع المخبرة أفقية بين الصفيحتين لآلة الضغط مع صفيحتين خشبيتين أو معدنيتين ذات سمك محدد كما هو موضح في الشكل إحداهما في الأسفل والأخرى في الأعلى:



شكل رقم (03): العينة بين فكي الجهاز



(03).....

$$\sigma_t = 2F/H\phi t$$

F: الحمولة (N)

ϕ, H : الإرتفاع والقطر (مم)

σ_t : الإجهاد (Mpa)

4-IV التعريف بالجهاز:

نستعمل نفس جهاز الضغط ونضيف إليه الصفيحتين المعدنيتين.

5-IV المواد والأدوات المستعملة:

- جهاز الضغط + صفيحتين معدنيتين
- ثلاثة عينات أسطوانية
- زيت
- ميزان

6-IV طريقة العمل:

- نظف سطح الأسطوانة
- قم بوزن عينة الأسطوانة الخرسانية، وأحسب كتلتها الحجمية
- ثبت الصفيحتين المعدنيتين على القاعدة السفلية والأخرى على القاعدة العلوية
- ضع المخبرة أفقياً بين الصفيحتين المعدنيتين .
- أعط معلومات أولية على لوحة التحكم: (رقم التجربة، التاريخ، المساحة المحملة)
- باشر بضغط العينة تدريجياً بسرعة تقدر ب 4.01 كن/ ثا حتى تتصدع العينة.
- النتائج على ورقة تعطيها لوحة التحكم.

7-IV تحليل النتائج:

إليك جدول خاص بمقاومة الشد لمختلف عيارات الإسمنت:

مقاومة الضغط (بار)	مقاومة الشد (بار)	عيار الإسمنت كغ/سم ³
180	17.5	250
230	20.5	300
270	23.5	350
300	25	400

جدول رقم (02): مقاومة الشد والضغط لعيارات مختلفة

هذه القيم معطاة حسب نظام CCBA

8-IV المطلوب:

- قم بتجربة الشد عن طريق الصدع (بتحطيم مخبرات أسطوانية) في المكبس
- املأ جدول النتائج رقم (03) وأحسب σ_{t28} المتوسطة.

9-IV أسئلة لاستكمال المناقشة:

- كيف كان شكل الكسر بعد التحطيم (فسر ذلك)؟
- ماذا تستنتج؟



V- الشد بواسطة الانحناء:

V- 1 مجال الاستعمال:

يختص هذا الاختبار بتعيين مقاومة الخرسانة المتصلة للشد بواسطة الانحناء للاستفادة من ذلك فب التعرف على سلوك الكمرات (الجسور) الخرسانية أو بعض عناصر الجوائز الشاقولية الحاملة للبلاطات أو الشرفات المعلقة عند تعرضها للشد بواسطة الانحناء نتيجة الأحمال .

V- 2 المبدأ:

تحتطم مخبرات خرسانية من نوع (7.7.28 سم) في جهاز (Simrup) بتعرضها لعزم انحناء M ناتج عن قوة F التي تنتج بدورها من تحريك كتلة M على ذراع أفقي (ومنه الحصول على الإجهاد الناتج يعطى كالتالي:

σ_f : مقاومة الشد بواسطة الانحناء

F : الحمولة

a : الذراع

$$\sigma_f = 6Fa/bh^2$$

(04).....



الصورة رقم (01): جهاز الانحناء بواسطة الشد (simrup)

V- 3 طريقة العمل:

- ضع العينة على الفك السفلي للجهاز (أنظر الصورة رقم (01))
- سحب الكتلة المتحركة أفقياً على العارضة إلى غاية جوار الصفر.
- تثبيت الفك العلوي على فوق العينة
- تشغيل الجهاز بواسطة قفل التشغيل، عندها تبدأ العربة المتحركة بالتقدم على المسطرة المدرجة
- ضع الحلقة في مكانها من الجهاز في الفك العلوي بتدوير العجلة التي تعمل على تسوية المسطرة المدرجة وبالتالي شد القسم العلوي المتحرك من الجهاز
- حافظ على توازن المسطرة المدرجة طوال مدة التجربة بتدوير عجلة الاتزان حتى تنهار العينة
- عند انهيار العينة اقرأ مباشرة المسافة على المسطرة (المسافة التي قطعها العربة)
- أسقط النتيجة على الجدول رقم (04) للحصول على مقدار القوة المطبقة.

V- 5 المطلوب:

- قم بالتجربة (تحتطم ثلاث مخبرات، شكل متوازي المستطيلات)
- املأ جدول النتائج رقم (05) وأحسب σ_{f28} المتوسطة



V-6 أسئلة لاستكمال المناقشة:

- كيف كان شكل الكسر ولماذا؟
- ما العوامل المؤثرة على العلاقة بين الشد والضغط؟

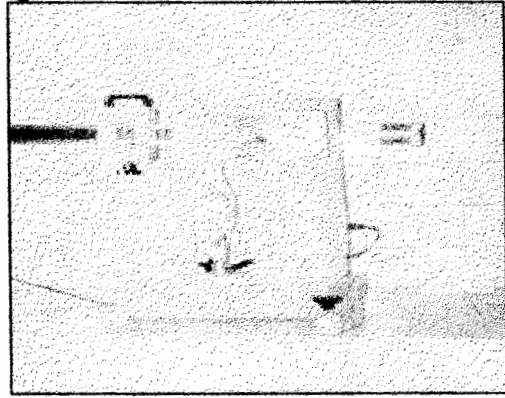
VI- تجربة الانحناء:

VI-1 مجال الاستعمال:

يختص هذا الاختبار بتعيين مقاومة الخرسانة ودراسة سلوك الجوائز الخرسانية عند تعرضها لأحمال الانحناء كالجسور والشرفات المعلقة.

VI-2 المبدأ:

تخطيط مخبرات خرسانية من نوع 4.4.16 سم في جهاز الانحناء الموضح في الصورة رقم (02) حيث يكون مستوى الانحناء عموديا على المخبرة المدروسة ويقرأ مقدار القوة (بالنيوتن) التي تتحطم بها المخبرة على نافذة متحركة تسير على مسطرة مدرجة ومن خلال تلك القوة نستطيع حساب إجهاد الانحناء الذي يحسب بالعلاقة التالية:



..... (06)

$$\sigma = 3Fl/bh^2$$

F: القوة

l: الذراع

d: عرض المقطع

h: ارتفاع المقطع

الصورة رقم (02): جهاز الانحناء

VI-3 المواد والأدوات المستعملة:

- جهاز الانحناء (الموضح في الصورة رقم (02))
- مخبرات مستطيلة ذات أبعاد 4.4.16 سم

VI-4 طريقة العمل:

- أنجز التجربة على المخبرات بعد 28 يوم من تاريخ الصب
- اضبط الجهاز عند الصفر وذلك بسحب النافذة المتحركة أفقيا على الذراع إلى غاية جوار الصفر
- أدخل المخبرة في الجهاز الذي به فكين ثابتين في جوانب المخبرة عبارة عن مساند لتثبيت العينة وفك رافع في الوسط للحصول على الانحناء عند التشغيل
- اقرأ مقدار القوة (بالنيوتن) التي تتحطم بها العينة على النافذة المتحركة تسير على ذراع به مسطرة مدرجة ومن خلال هته القوة نستطيع حساب الإجهاد

VI-5 المطلوب:

- قم بتجربة الانحناء بتخطيط ثلاث مخبرات مستطيلة 4.4.16 سم
- املا جدول النتائج رقم (06) و أحسب σ المتوسطة
- كيف كان شكل الكسر بعد التخطيط وما تفسيرك لذلك وماذا تستنتج ؟



المستوى:.....
الفوج:.....
التاريخ:.....

التقرير رقم (1-12)

تجربة الضغط

جامعة عمار التليجي بالاغواط
معهد الهندسة المدنية
مخبر الخرسانة

I- جدول النتائج:

شكل العينة	رقم العينة	عمر العينة	المساحة المضغوطة mm ²	قوة الضغط N	مقاومة الضغط (ن/مم ²)	معدل المقاومة

جدول رقم (02): نتائج تجربة الضغط



المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

التقرير رقم (2-12)

جامعة عمار الشليجي بالاعواط

معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

تجربة الشد بواسطة الصدع

II- النتائج:

معدل المقاومة	المقاومة (Mpa)	المساحة (mm)	القوة (N)	عمر العينة	رقم العينة	شكل العينة

جدول رقم (03): نتائج تجربة الشد بواسطة الصدع



المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

التقرير رقم (3-12)

جامعة عمار الفليجي بالاغواط

معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

II - النتائج:

شكل العينة	رقم التجربة	عمر العينة	القراءة المسطرة المدرجة cm	على القوة N	مساحة المقطع (a) mm ²	الذراع (a) m	مقاومة الشدة N/mm ²	معدل المقاومة N/mm ²

جدول رقم (05): نتائج تجربة الشد بواسطة الاتحذاء

التقرير رقم (12 - 4)

الفوج:.....
التاريخ:.....

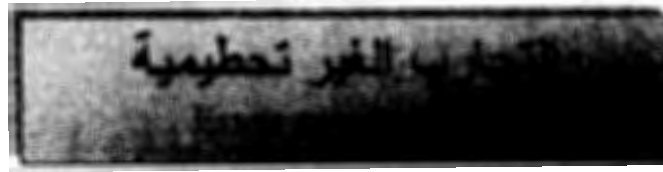
تجربة الانحناء

المستوى:.....
معهد الهندسة المدنية
مخبر الخرسانة

I- النتائج:

شكل العينة	رقم العينة	عمر العينة	القوة N	مساحة المقطع مم ²	المقاومة N/mm ²	معدل المقاومة

جدول رقم (06) : نتائج الانحناء



مقدمة:

التجارب الغير تحطيمية هي مراقبة ميدانية الهدف منها بيان بعض خواص الخرسانة المتصلة للمنشآت الخرسانية المنتهية (جسور - عمارات.....) وذلك لبيان مدى مقاومتها وتجانسها ، ويمكن بهذه الاختبارات تعيين كل من مقاومة الضغط - الكثافة - مدى تواجد الفراغات - سمك التغطية و أقطار التسليح وكذا توضعها - الشروخ الداخلية أماكنها ومدى إتساعها - صلادة السطح وتنوع الاختبارات حسب التقنيات التالية:

- 1- الإختبار بطريقة الارتداد
- 2- الإختبار بطريقة النبضات
- 3- إختبار الكشف عن التسليح

II- الإختبار بطريقة الارتداد:

1-II الهدف:

معرفة مقاومة الضغط لسطح الخرسانة.

2-II مجال الإستعمال: تعتبر طريقة الارتداد طريقة حديثة وأكثر إنتشارا حيث أثبتت التجارب أنها أكثر دقة في تقدير مقاومة الخرسانة.

و يستعمل هذا الإختبار في المنشآت الخرسانية المنتهية كالجسور - مخبرات - ورشات البناء....

3-II المبدأ:

تقوم الفكرة الأساسية على ضرب قضيب الصدم لسطح الخرسانة المختبرة وذلك بعد تهيئة السطح بحجر خاص يدعى الحجر الخفاق ثم إرتداد هذا القضيب مرة أخرى ليسجل رقما يسمى رقم الارتداد R على مسطرة جانبية مرقمة من 10 إلى 100 (دليل السكليرومتر)، وباستخدام المنحنى الموجود على الجهاز يمكن تقدير مقاومة الضغط المقابلة لرقم إرتداد معين.

II- 4 التعريف بالجهاز:

السكليرومتر هو جهاز يتألف من أسطوانة رفيعة بداخلها قضيب معدني مشدود بنابض يقوم بضغط القضيب على السطح الخرساني ويسمح للقضيب بالإنفلات و بالتالي صدم السطح الخرساني ونتيجة لرد الفعل يرد إلى الخلف ويؤثر على مقدار الارتداد الذي يكون دليلا على قوة الخرسانة وجودتها .

يوجد ثلاثة أنواع من السكليرومتر تختلف باختلاف مقاومتها للصدم وأبعاد المنشآت المراد مراقبتها فهناك النوع M، L، و N، والنوع المستعمل هو N وقدرته (0.225 ك.غ.م)، كما يختلف يوجد السكليرومتر اليدوي والإلكتروني.



الصورة رقم (01): جهاز السكليرومتر

التقرير رقم (12 - 4)

الفوج:.....
التاريخ:.....

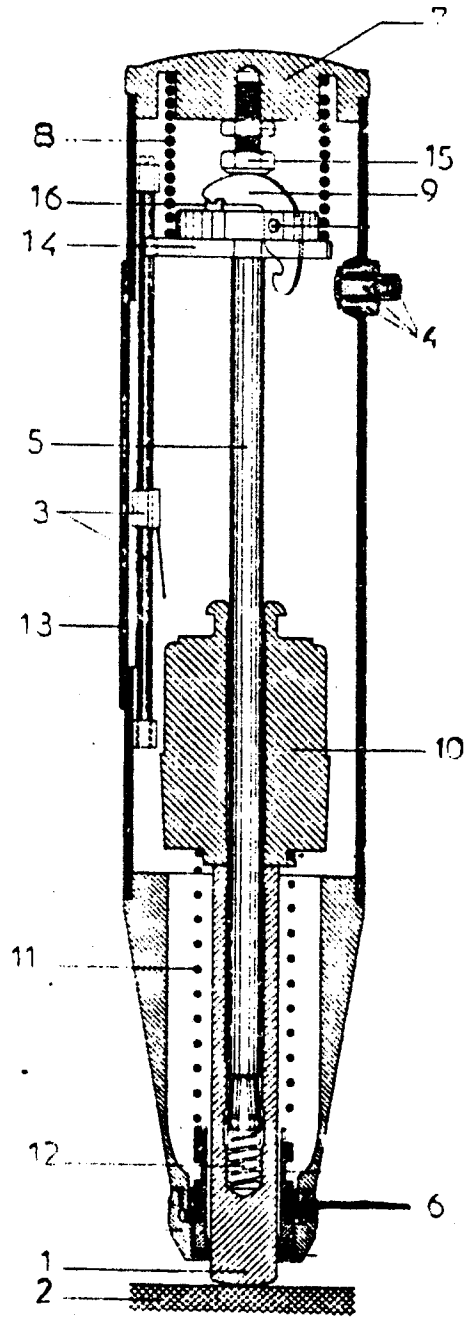
تجربة الانحناء

المستوى:.....
معهد الهندسة المدنية
مخبر الخرسانة

I- النتائج:

شكل العينة	رقم العينة	عمر العينة	القوة N	مساحة المقطع مم ²	المقاومة N/mm ²	معدل المقاومة

جدول رقم (06) : نتائج الإنحناء



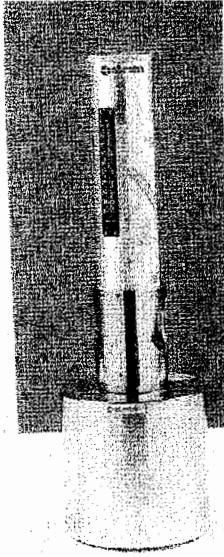
- 1 - قضيب الصدم.
- 2 - المساحة المصقولة.
- 3 - معلم بقضيب.
- 4 - قفل.
- 5 - قضيب الإنزلاق.
- 6 - حلقة الضغط.
- 7 - غطاء.
- 8 - نابض الضغط.
- 9 - مزلاج.
- 10 - مطرقة.
- 11 - نابض الصدم.
- 12 - نابض الصوت.
- 13 - فتحة التدريجات.
- 14 - أسطوانة الإرشاد.
- 15 - برغي.
- 16 - نابض زلج.

شكل رقم (٤٧٧. ٢) جهاز السكليرومتر

II- 5 المواد و الأدوات المستعملة:

- جهاز السكليرومتر من نوع N
- الحجر الخاص للتسوية
- العينة المدروسة .

* معايرة الجهاز: (تصحيح الجهاز)

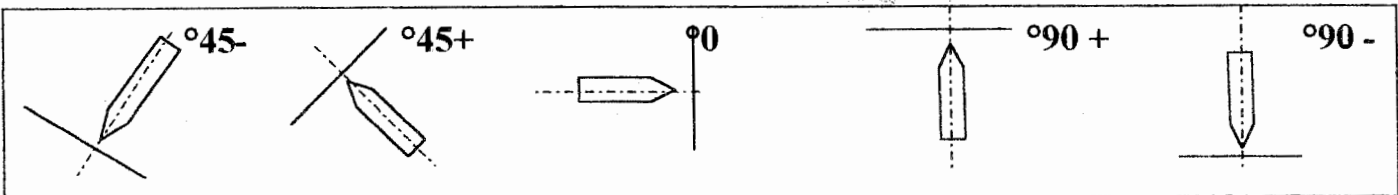


- 1- نستطيع مراقبة الجهاز وذلك بإستعمالنا لكتلة من البرونز (السندان)، نقوم بضغط الجهاز على السندان حتى نسمع صوت الضغط فنقرأ القيمة الموافقة على المسطرة الموجودة بالجهاز فإذا كانت محصورة بين 78 و 82 فالجهاز جيد .
- 2- إذا كانت القيمة المقروءة تختلف عن 78 أو 82 فنقوم بمقارنة بين تجربتي الضغط التحطيمية وتجربة السكليرومتر على نفس العينة: $R = ((\sum r)/n) \cdot (80/Ra)$
- n: عدد القراءات
- Ra: قيمة القراءة على السندان.

الصورة رقم (02): معايرة السكليرومتر

II- 6 طريقة العمل:

- 1- تأكد من سلامة الجهاز وذلك بضغطه على كتلة من البرونز وسيأتي شرح الطريقة فيما بعد.
- 2- يجب أن يكون السطح المراد فحصه أملس ومنتظم فيجب نتحاشي السطوح ذات المسامية الغير عادية أو السطوح ذات الأجزاء الكثيفة و المركوكة بشكل غير عادي لأنها تعطي رقم إرتداد كبير لا يعبر عن متوسط مقاومة الخرسانة (الحك بالحجر الخاص).
- 3- عين النقاط التي تريد مراقبتها ضمن العنصر الواحد وهي 10 نقاط
- 4- (يجب أن يكون سطح الخرسانة بدون تلييس).
- 5- إضبط السكليرومتر عند القيمة (0).
- 6- إجعل وضعية الجهاز دائما متعامدة مع السطح المراد فحصه وسيكون هذا السطح رأسيا بزاوية 90° أو أرضيا بزاوية (-90°) أو أفقيا (0°) أو حتى مائلا بزاوية 45° مثل الأدرج، كما هو موضح في الشكل الموالي:



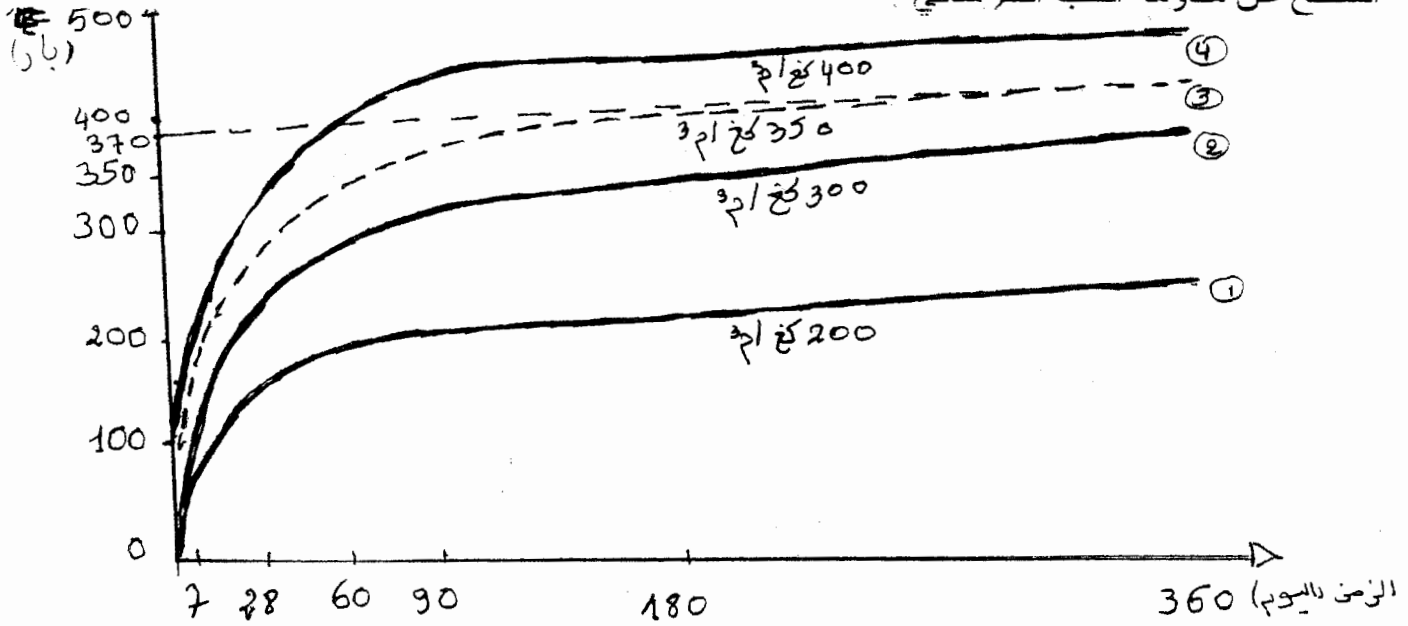
وضعية السكليرومتر

- 7- إضغط على الجهاز حتى يحدث صوتا عندها إضغط على القفل الموجود على سطحه .
- 8- إقرأ الإرتداد على التأشير الموجود في الجهاز.
- 9- كرر هذا العمل 12 مرات مع عدم تكرار العملية في نفس النقطة باعد أكثر من 2.5 سم بين كل نقطتين) .

7-II سلابيات إستعمال طريقة الارتداد:

- لا تصلح لإستعمال الخرسانة التي لم تتصلب بشكل تام
- لا تعطي معلومات على عمق يزيد عن 3 سم.

أي هذا الإختبار يقيس صلابة سطح الخرسانة في عوامل غير تلك التي يتعرض لها بقية المقطع من الداخل حيث تلعب المعالجة و إمتصاص الماء والتحول الكربوني دورا كبيرا في إختلاف مقاومة السطح عن مقاومة القلب الخرساني.



شكل رقم (01): مقاومة الخرسانة للضغط بدلالة الزمن

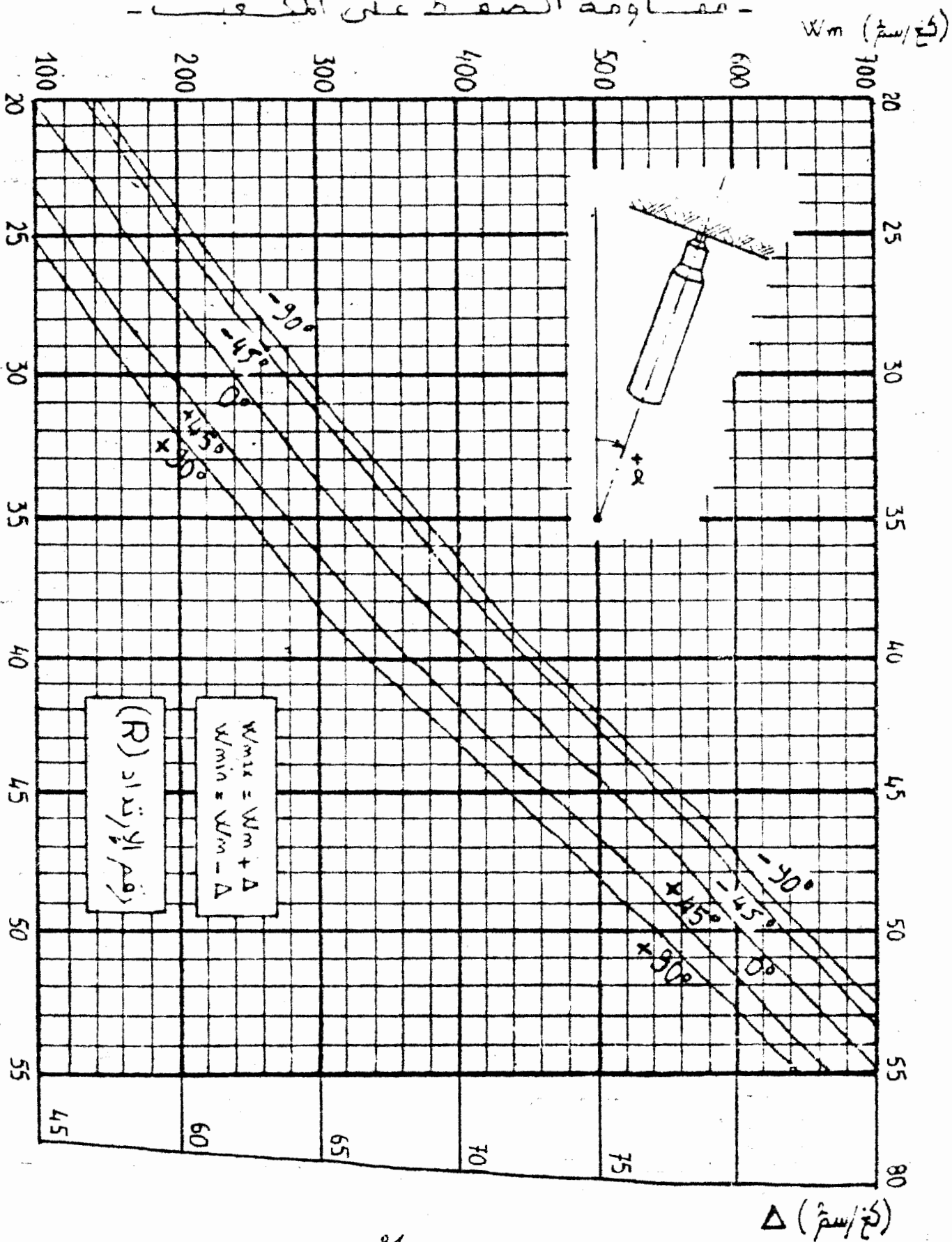
8-II المطلوب:

- قم بالتجربة على سطوح خرسانية من عناصر البناء التي تم تحديدها في الورشة.
- ألغي القيمة الصغرى للقراءات (لتبقى 10 قراءات).
- إذا كان الفرق بين إحدى القراءات والمعدل أكثر من 5 وحدات إستغني عنها وأعد قراءة أخرى.
- أحسب القيمة المتوسطة : $R_M = \sum R_i / 10$
- أسقط قيمة معدل القراءات R على المنحنى بالشكل رقم (02) وأوجد قيمة مقاومة الضغط والإرتياب.
- إملأ نتائج التجربة في الجدول رقم (01)
- أحسب مقاومة الضغط الدنيا $W_{max} = W_m + \Delta$
- $W_{min} = W_m - \Delta$
- فسر وحل النتائج (بالمقارنة مع المنحنى بالشكل رقم (01)).

9-II أسئلة لإستكمال المناقشة:

- أذكر أهم العوامل المؤثرة في نتائج إستخدام الجهاز
- أذكر الشروط الواجب توافرها في الإختبار حتى نتحصل على نتائج أكثر دقة.

- مقاومة الضغط على المكعب -





III- اختبار الموجات فوق صوتية:

III- 1 تمهيد:

تعتبر طريقة القياس أو الاختبار بالموجات فوق صوتية من طرق تحديد خصائص الخرسانة الداخلية حيث أنها تعطي نتائج متجانسة بالنسبة للقلب الخرساني ككل ونستطيع بها اكتشاف عيوب هذا الأخير.

III- 2 الهدف:

- تقدير مقاومة الخرسانة
- قياس كثافة الخرسانة وجودة دمكها.
- الكشف عن وجود فجوات أو شروخ داخلية.

III- 3 مجال الاستعمال:

يستعمل هذا الاختبار في المنشآت الخرسانية المنتهية التي تحتاج إلى مزيد من الفحص والتنقيب (ورشات البناء، الجسور...).

III- 4 الدراسة النظرية:

III- 4-1 المبدأ:

في هذا الاختبار يتم إرسال نبضات عبارة عن موجات فوق صوتية من جهاز الإرسال (بلورات من الكوارتز) على أحد أسطح العضو الخرساني و استقبالها على السطح المقابل له ببلورات مماثلة في اتجاه طولي ويتم قياس الزمن ب (Ms) اللازم لمرور النبضة في العضو الخرساني بواسطة جهاز إلكتروني لقياس الزمن كما هو موضح في الصورة رقم (03).
وبمعرفة المسافة بين جهازي الإرسال و الاستقبال يمكن تحديد سرعة النبضة وهذه السرعة (V) لها علاقة بمعامل المرونة الديناميكي E ، حيث ($E = \sigma/\epsilon$) وكثافة الخرسانة ρ حيث ($\rho = M/V$) ومعامل بواسون ν حيث $\nu = \epsilon_p/\epsilon_{tv}$ ويتم حساب السرعة كالآتي:

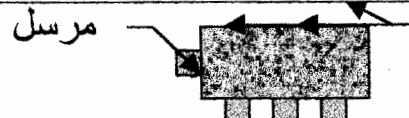
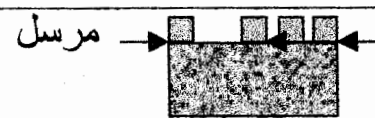
(01).....

$$V = d/t$$

V: سرعة إنتقال الموجات. (m/s)

d: المسافة بين المرسل والمستقبل (m)

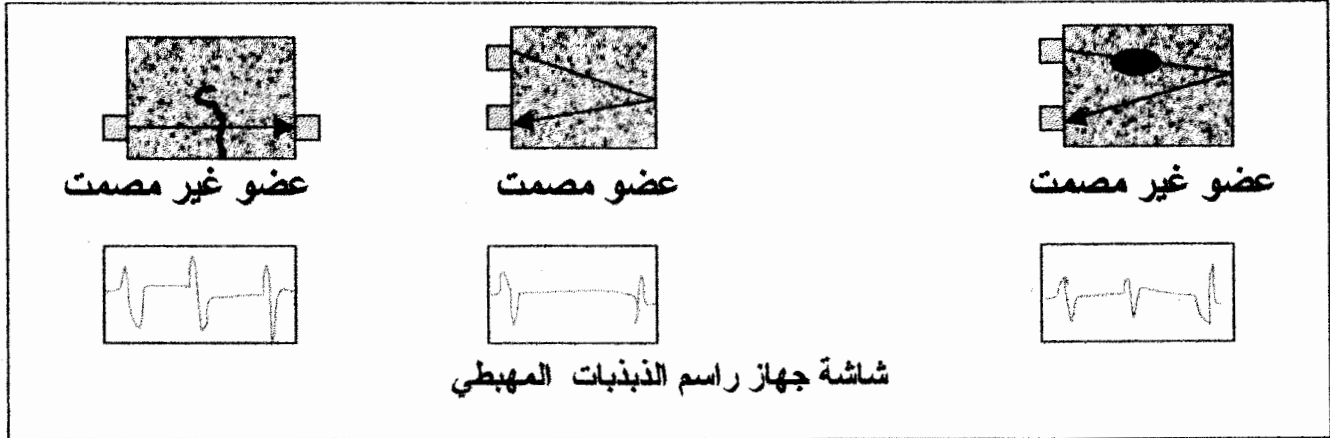
t: زمن إنتقال الموجات. (s)

	القياس الغير مباشر المرسل والمستقبل يوضعان متقابلان
	القياس النصف مباشر المرسل والمستقبل يوضعان متعامدين على جانبي العضو المتعامدين.
	القياس الغير مباشر المرسل والمستقبل يوضعان على نفس السطح

شكل رقم (03): مختلف وضعيات الجهاز



في حالة اختبار عضو خرساني مصمت أي ليس به شروخ داخلية فإن شاشة جهاز راسم الذبذبات المهبطي تظهر عليه إشارة خاصة بالصدمة الأولى بالسطح المرسل " " وإشارة خاصة بالصدمة الثانية بالسطح المستقبل ، أما في حالة وجود إشارة إضافية فهذا يعني أن العضو الخرساني به شروخ داخلية. (أنظر الشكل رقم (04)).



III-4-2 العلاقة بين سرعة الموجة ومقاومة الضغط للخرسانة: شكل رقم (04): الكشف عن الشروخ

- يتم تحديد مقاومة الخرسانة عموماً :

1- يتم رسم منحنى من نتائج تجربة تقارن بين مقاومة مكعبات خرسانية ذات عمر مختلف أو نسبة الماء إلى الإسمنت مختلفة بدلالة سرعة الموجات (من تجربة الموجات الفوق صوتية لهذه المكعبات)، وعلى حسب المنحنى المحصل عليه يمكننا استخراج علاقة رياضية تمثل شكل أو ميل المنحنى: فيمكن الحصول على ثلاثة حالات:

$$R_c = A \exp BV$$

$$R_c = A V^2 + BV + C$$

$$R_c = AV$$

من العلاقة الرياضية: من خلال تجارب سابقة تحصل الباحثين على علاقة استرشادية :

.....(02).

$$\sigma_c = 16.7 \exp E_d/122.500$$

E_d : معامل المرونة

يمكننا مقارنة النتيجة على المنحنى المرجعي بالشكل رقم: ()

III-4-3 علاقة السرعة بمعامل المرونة:

V : سرعة موجة الصوت

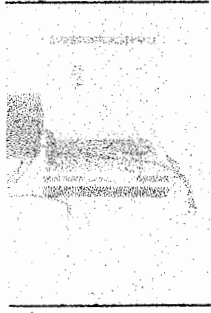
ρ : الكتلة الحجمية للخرسانة (من العمل التطبيقي رقم 12)

(03)... $E_d = V^2 \rho(1+\nu)(1-2\nu)/(1-\nu)$

ν : معامل بواسون الديناميكي محصور بين : 0.22 و 0.28

III-4-4 الأدوات والمواد المستعملة:

- جهاز الموجات الفوق صوتية (شاشة الإلكترونية موصولة ببلورتا الكوارتز، قطعة بلاستيكية مسجل عليها زمن عبور الموجات المرجعية خلالها).
- عينات الاختبار (عينات خرسانية)



الصورة رقم (03): جهاز الموجات
الفوق صوتية

- مادة دسمة (vasline)

- حجر النار

أنظر الصورة رقم (03)

III-4-5 طريقة العمل:

- تأكد من سلامة الجهاز : ضع بلورتا الكوارتز على جانبي

القطعة البلاستيكية بعد دهنهما بالمادة الدسمة وقراءة الزمن

وملاحظة ماذا كان مطابق للزمن المسجل على القطعة أم لا .

- حدد العينات والنقاط المراد مراقبتها ضمن العنصر الواحد

(بدون تليبس) وسوّها بحجر النار

- ضع المرسل والمستقبل (البلورتان) على الوضعية و النقاط المراد تجريبها.

- اقرأ الزمن المسجل على الشاشة الإلكترونية

III-4-6 تحليل النتائج:

أقل من 2000	2000-3000	3000-3500	3500-4500	أكبر من 4500	سرعة الموجات (m/s)
سيئة جدا	سيئة	مشكوك فيها	جيدة	ممتازة	نوعية الخرسانة

III-4-7 المطلوب:

- قم بالتجربة (قس الزمن ، سجل المسافة.

- إملأ الجدول رقم (02).

III-4-8 أسئلة لاستكمال المناقشة:

- حدد سلبيات و إيجابيات تجربة الموجات الفوق صوتية ؟

- ما فائدة المادة الدسمة التي ندهن بها البلورات؟

- ماهي العوامل التي تؤثر على نتائج التجربة؟



VI- حساب الغطاء الخرساني:

يعتبر الكشف عن التسليح جزء أساسي من الإختبارات الغير تحطيمية ويصل عمق فحص الجهاز إلى 11 سم ابتداءً من السطح وقد أنتجت مقاييس حديثة تكشف عن صلب التسليح على عمق أكبر من 65 سم.

1-VI الهدف:

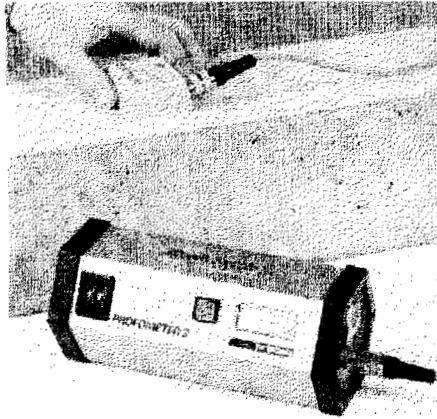
- تحديد سمك الغطاء الخرساني ، وموضع قضبان التسليح
- تحديد عدد و أقطار قضبان التسليح

2-VI المبدأ:

يستعمل في هذا الإختبار جهاز البروفومتر الذي يعطي قراءة على العداد تمكن الطالب من تحديد أماكن و أقطار التسليح و قياس سمك الغطاء الخرساني وذلك بعد وصل العداد بالأجهزة المختصة بكل قياس.

3-VI تعريف الجهاز :

الجهاز عبارة عن حقيبة تحتوي على عداد موصول بجهاز لقياس سمك الغطاء الخرساني وذلك يصل عمقه الأقصى إلى 110 مم وجهازين لقياس قطر وعدد قضبان التسليح ، توصل هذه الأخيرة بالعداد بواسطة قطعة شاهدة ، يخترقها قضيب من الحديد .



4-VI طريقة العمل :

- حدد العضو الخرساني المراد إختباره
- ثبت البطريات الثلاث في العداد
- صل جهاز قياس سمك الغطاء الخرساني بالعداد بواسطة الخيط الكهربائي
- تأكد من عمل الجهاز بوضعه على سطح القطعة الشاهدة الموجودة في الحقيبة
- بعد التحقق ضع جهاز قياس سمك الغطاء الخرساني على سطح العضو الخرساني المراد إختباره
- اقرأ النتيجة على العداد (ملم).

ملاحظات:

- على من يستعمل الجهاز أن يدرك بعض الأشياء التي تؤثر على قراءات البروفومتر مثل الأربطة المعدنية ووصلات الحديد ووجود أجسام معدنية في الخرسانة نفسها مثل: المسامير ، أسلاك الكهرباء..
- الأسياخ العالية المقاومة ذات الأقطار الصغيرة تعطي نتائج على الغطاء الخاطئ الخرساني أكبر من الحقيقة.



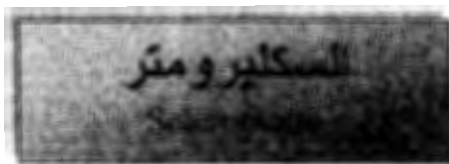
التقرير رقم (1-13)

جامعة عمار التليجي بالاغواط
معهد الهندسة المدنية
مخبر الخرسانة

المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....



I- النتائج:

الزاوية α	قراءات الإرتداد R	المجموع	المعدل	W (ن/مم ²)	Δ (ن/مم ²)
$90^{\circ} +$					
$45^{\circ} +$					
0°					
$90^{\circ} -$					

جدول رقم (01): نتائج تجربة السكرير ومتر



المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

التقرير رقم (2-13)

جامعة عمار التليجي بالاغواط

معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

الموجات فوق صوتية

شكل العينات	الزمن (t_s)	معدل الأزمنة	المسافة (m)	السرعة (m/s)	الكتلة الحجمية (kg/m^3)	معامل يونغ	الإجهاد (MPa)

جدول رقم (01): نتائج تجربة الموجات فوق صوتية



إختبار القلب الخرساني

I- تمهيد:

يعتبر هذا الإختبار من الإختبارات المتلفة للعيينة المدروسة، حيث تعمل للكشف عن قوة تحمل الخرسانة المستعملة بعد تشكيلها وتصلدها النهائي في مكانها بهيكل المبنى وقد تختبر الخرسانة بهذه التجربة في حالة عدم قبول نتائج تجارب الضغط السابقة، أو تباينها.

II- الهدف:

- تحديد مقاومة الخرسانة للضغط بدقة
- قياس كثافة الخرسانة وقياس خواص الإنكماش والإمتصاص لها
- معرفة توزيع المواد داخل الخرسانة والحكم على جودتها
- معرفة قيمة الغطاء الخرساني و أقطار حديد التسليح في حالة مرور الجهاز بمنطقة بها تسليح.

III- مجال الإستعمال:

يستعمل هذا الجهاز في المنشآت المنتهية.

IV- المبدأ:

أخذ عينات أسطوانية بقطر (10 أو 15 سم) وبعمق 15 سم من مقطع خرسانة المبنى المراد الكشف عليه على أن تؤخذ من مكان لا يؤثر على سلامة المبنى نفسه ويستعمل لذلك مثاقب ومناشير خاصة، ترسل هذه العينات إلى معمل إختبار المواد للكشف عن مقاومة خرسانتها للضغط.

V- تعريف الجهاز:

الجهاز عبارة عن مثقاب بقلب أسطواني يدور بتيار كهربائي بدورات متتالية وسريعة ويتم تبريده بالماء عن طريق الأنبوب الواصل بينه وبين المضخة والجهاز مبين في الصورة رقم (01).

VI- خطوات العمل:

- تحديد موقع فحص المنشأ
- تثبيت الجهاز بشكل عمودي على سطح المنشأ المراد فحصه إقتطاع أسطوانة بقطر 10 أو 15 سم و بعمق 15 سم من العضو الخرساني بواسطة جهاز الثقب مع تبريده بالماء عن طريق الأنبوب الواصل بينه وبين المضخة. (أنظر الصورة رقم (02))
- يتم عمل تغطية لسطح القلب الخرساني بالكبريت أو بمونة الكبريت حتى يصير مستويا (يجب أل يكون سمك طبقة التسوية كبيرا)
- يختبر القلب الخرساني بعد نزعها في ماكينة الضغط مثل إختبارات الأسطوانات والمكعبات التي تؤخذ من الخرسانة الطازجة



المستوى:.....

الفوج:.....

التاريخ:.....

التقرير رقم (14)

جامعة عمار الشليجي بالاعواط

معهد الهندسة المدنية

مخبر الخرسانة

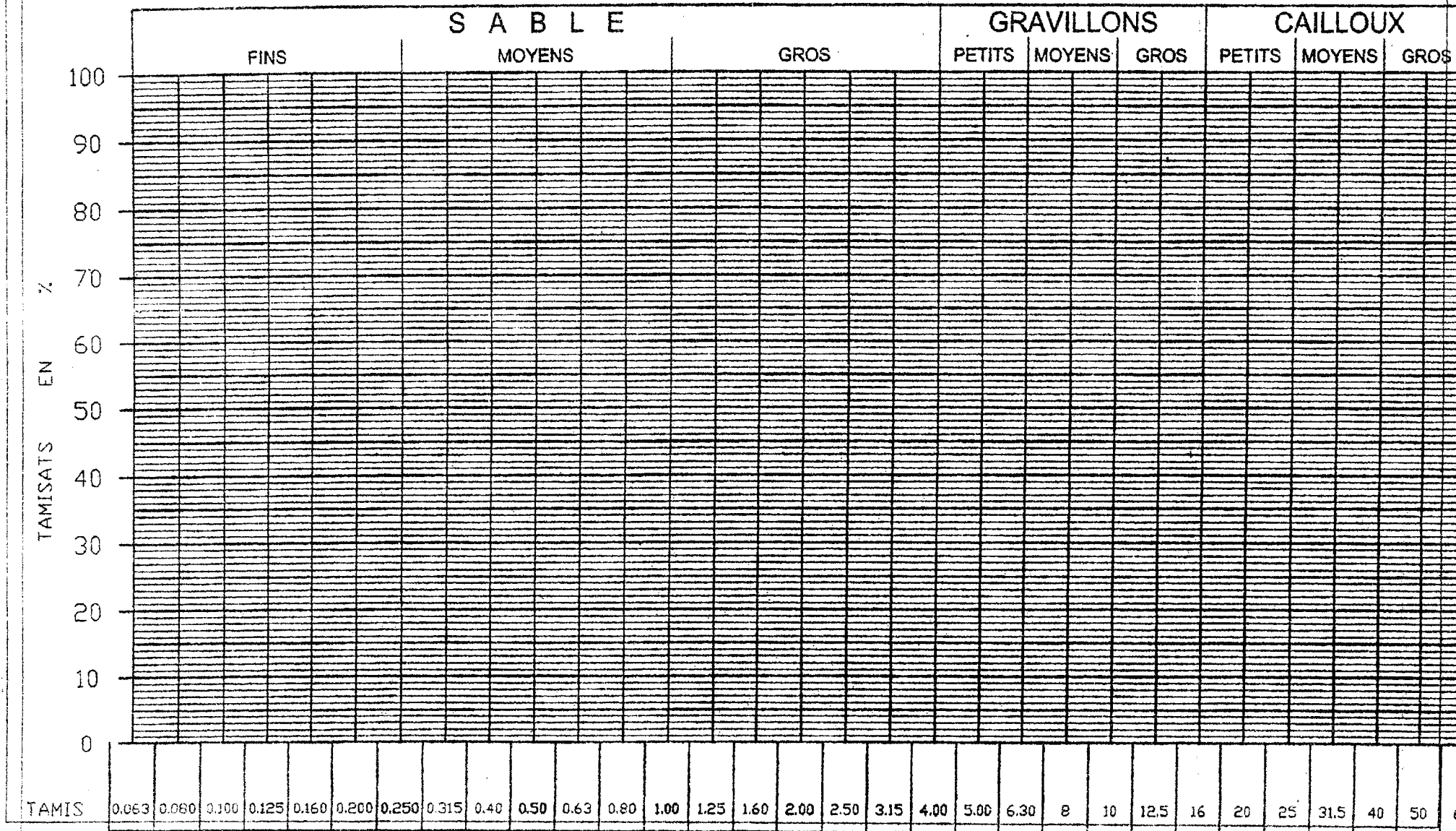
اختبار القلب الخرساني

أجريت التجربة على منشآت حقيقية خارج المخبر:

المنشأ	رقم العينة	القطر (مم)	المساحة مم ²	الارتفاع (مم)	مقاومة (الضغط N)	الملاحظات

شكل رقم (01): نتائج اختبار القلب الخرساني في مقاومة الضغط

Analyse Granulométrique



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

DOSSIER _____

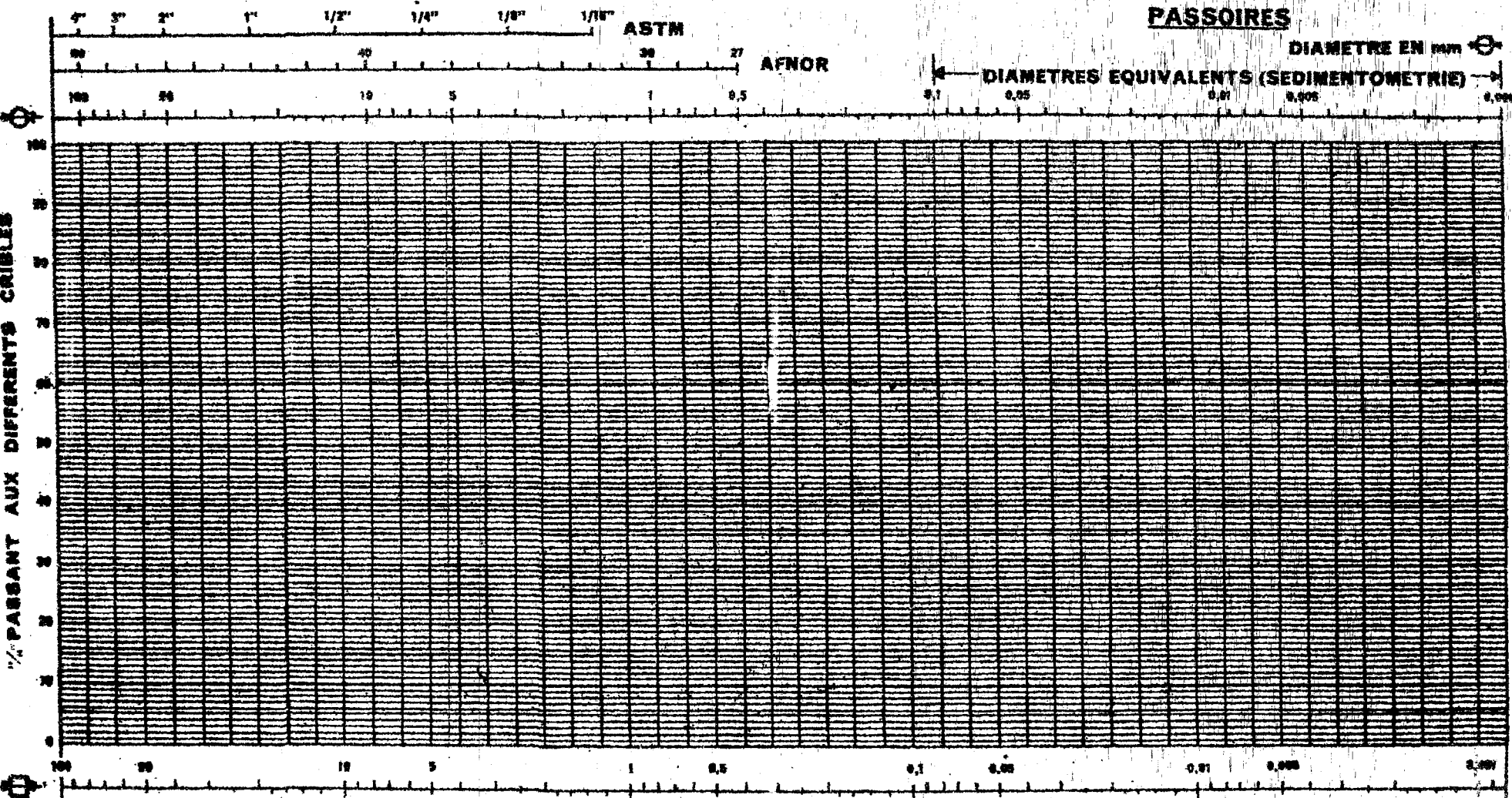
DATE _____

PROVENANCE _____

OBSERVATIONS _____

ECHANTILLON _____

PASSOIRES



الغزل الخشن

منافذ (الفتور م)

المنجى الخفيف بالستر مس

آفونر

ASTM

0.1 0.05 0.01 0.005 0.001



100

80

60

40

20

0

31



100

80

60

40

20

3" 2" 1" 1/2" 1/4" 1/8" 1/16" 38 30 20 17 4 10 18 30 40 50 60 100 200 400

ASTM

آفونر

عزليل