اختبار العينات الصخرية المستخدمة في أعمال البناء كالرخام والغرانيت:

اختيار العينات:

يجب أن تؤخذ العينات لأغراض الاختبارات بمعدل ثلاث بلاطات لكل مائة بلاطة أو أقل من الإرسالية، على ألا يقل عدد العينات عن ثلاثة نماذج فحص لكل اختبار من الاختبارات المنصوص عليها لاحقاً.

الاختبارات الأساسية:

1. **اختبار الامتصاص:**

- توزن العينة المختبرة بوضعها الجاف بدقة 0.1 غرام وليكن الوزن الجاف (m1)
- تغمر العينة ضمن حوض مائي حتى الاشباع .
- تخرج العينة المشبعة من الحوض المائي وينشف سطحها وحوافها بقطعة قماش نظيفة وجافة.
- يحسب وزن العينة المشبعة في الهواء وليكن الوزن المشبع (m2)
- تحسب قيمة الامتصاص الأعظمي للماء من العلاقة:

$$W(\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

يتراوح معدل امتصاص الماء للرخام والصخور الكلسية بين (**0.2-12%**) من الرخام الجيد (الأقل امتصاصاً) إلى الصخور الكلسية منخفضة الكثافة (الأكثر امتصاصاً).

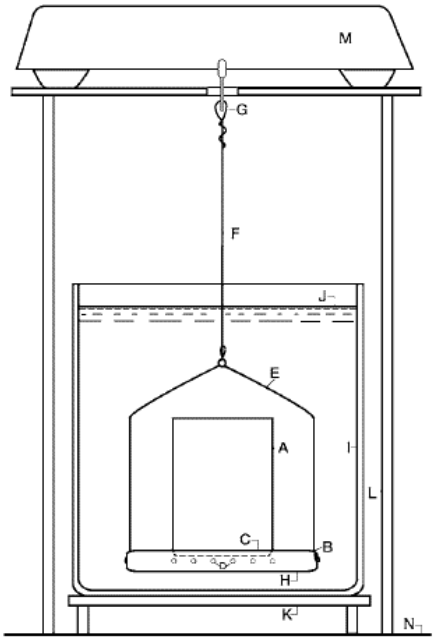
عند إجراء اختبار الامتصاص على عينات الرخام حسب المواصفات القياسية الأميركية (**ASTM - C 97**)يجب ألا يزيد متوسط امتصاص الماء لعينات الرخام عن (**0.75%**) ، ولعينات الغرانيت عن (**0.4%**)

2. **الكثافة النوعية:**

- توزن العينة المختبرة بوضعها الجاف بدقة 0.1 غرام وليكن الوزن الجاف (m1)
- تغمر العينة ضمن حوض مائي حتى الاشباع
- تخرج العينة المشبعة من الحوض المائي وينشف سطحها وحوافها بقطعة قماش نظيفة وجافة.
- يحسب وزن العينة المشبعة في الهواء وليكن الوزن المشبع (m2)
- توضع العينة المشبعة في سلة معلقة بميزان لقياس وزنها المشبع في الماء m3 ليتم بعدها حساب الوزن النوعي أو الكثافة النوعية بالعلاقة:

$$G_s = \frac{m_1}{m_2 - m_3}$$

حيث أن الفارق بين وزن العينة في الهواء ووزنها في الماء (m2-m3) يعبر عن وزن الماء المزاح والذي هو حجم العينة المغمورة.



عند إجراء اختبار الكثافة النوعية على العينات حسب المواصفات القياسية الأميركية **(ASTM- C 97)**، يجب ألا يقل متوسط الكثافة النوعية لعينات الرخام الجيد عن (2,59) ولعينات الغرانيت عن (2.56) . في حالة عينات الترافيرتين تكون الكثافة أقل عموماً ولكن بحيث لا تقل عن (2.3)

3. **الصلادة**: عند خدش العينات بالمواد المنصوص عليها في مقياس (موهس)، يجب ألا يقل متوسط صلادة عينات الرخام عن (3) درجات حسب ذلك المقياس.

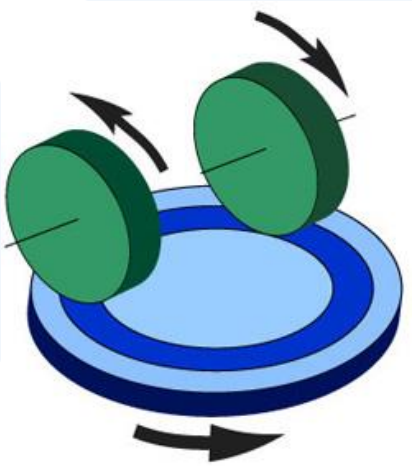
4. مقاومة التآكل:

- يتم تجهيز العينة المراد اختبارها بقصها على شكل مربع بأبعاد (10×10cm) وبسماكة (1cm)
- توزن العينة قبل التجربة وليكن وزنها الأولي (W0) وكثافتها النوعية (Gs)
- توضع عينة الصخر المراد اختبارها في صفيحة حاملة خاصة ضمن جهاز الاهتراء (Taber abraser)

- توضع عجلات الحت (abrasive wheel) على العينة ويطبق عليها عدد دورات (1000دورة)
- يتم وزن العينة بعد الاهتراء وليكن (Wi).

$$I_w = \frac{36.75}{W_0 - W_i} \times G_s$$

عند إجراء اختبار مقاومة التآكل على العينات حسب المواصفات القياسية الأميركية **(ASTM– C 241)**، يجب ألا يقل متوسط مقاومة التآكل لعينات الرخام عن (10) ولعينات الغرانيت عن (25)



4. مقاومة الكسر:

تجهز العينة المراد اختبارها على شكل مكعب أو أسطوانة بحيث لا يقل بعدها (الطول أو القطر) عن **5cm** ويفضل أن تكون نسبة بعديها **1:1** قدر الإمكان.

- يسوى سطح العينة بحيث يكون أملساً وأفقياً منتظماً
- توزن العينة ثم توضع على المكبس الهيدروليكي الخاص بجهاز كسر العينات بحيث يكون منتصف العينة منطبق على مركز محور التحميل
- يطبق على العينة ضغط متزايد تدريجياً بمعدل لا يزيد عن (690 kPa/s) أو وفق سرعة تحميل (1.3mm/min)
- تحسب مقاومة الكسر من العلاقة:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{\text{حمولة الكسر}}{\text{سطح العينة المعرض للحمولة}}$$

في حال كان بعدي العينة (المكعبية أو الاسطوانية) غير متساوين يجب تصحيح قيمة مقاومة الكسر بضربها بمعامل تصحيح يعطى بالعلاقة:

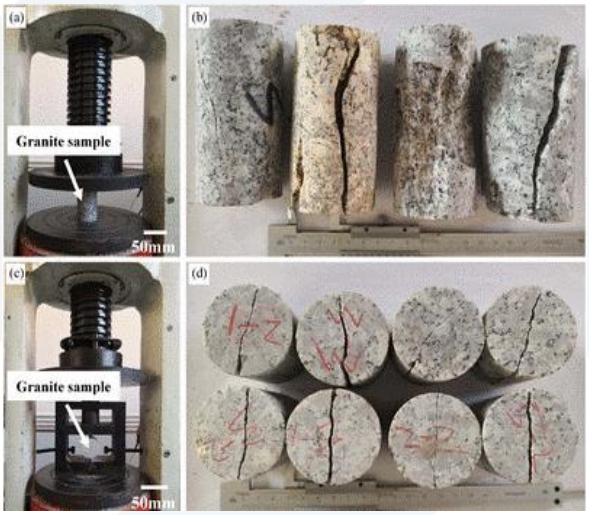
$$\sigma_{modif} = \frac{\sigma_{test}}{\left[0.778 + 0.222 \times \frac{b}{h}\right]}$$

σ_{modif} المقاومة المعدلة أو المصححة

σ_{test} المقاومة الناتجة عن اختبار العينة غير نظامية الشكل (أبعادها غير متساوية)

b بعد العينة المكعبية أو قطر العينة الاسطوانية

h ارتفاع العينة



عند إجراء اختبار مقاومة الكسر على العينات حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM - C170)، يجب ألا يقل متوسط مقاومة الكسر لعينات الرخام عن (52MPa) ولعينات الغرانيت عن (131MPa)

مدرس المقرر: د.م مهند سليم مهنا

5. **مقاومة الانعطاف** (Flexural resistance):

تجهز العينة المراد اختبارها بالأبعاد التالية:

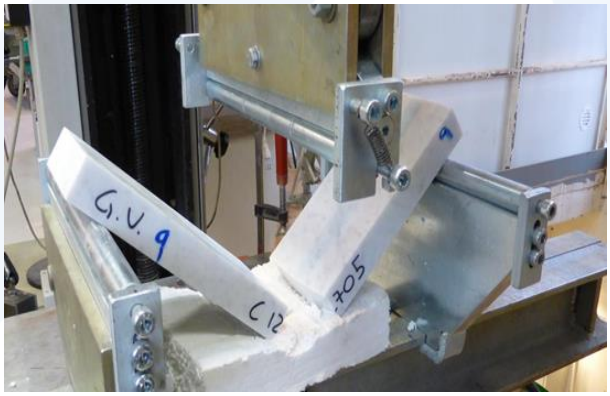
لايقل عرضها b عن 10cm ، عمق العينة d يحقق b> 1.5d ، طول العينة 381mm

توضع العينة بعد التأكد من قياس أبعادها على المكبس الخاص بالشد بالانعطاف بحيث يكون المجاز المختبر أي (المسافة بين مسندي الارتكاز) مساوياً لـ *318mm*

تطبق قوة ضغط تدريجية حتى انكسار العينة وانهيارها

تحسب مقاومة الشد بالانعطاف من العلاقة التالية:

$$\sigma_t = \frac{3}{2}\left[\frac{F \times L}{b \times d^2}\right]$$



عند إجراء اختبار مقاومة الشد بالانعطاف على العينات حسب المواصفات القياسية الأمريكية (**ASTM – C880**)، يجب ألا يقل متوسط مقاومة الانعطاف لعينات الرخام عن (**7MPa**) ولعينات الغرانيت عن (**8.27MPa**)

تطبيق عددي 1:

يراد اجراء مجموعة من الاختبارات على عينة صخرية من أحد مقالع الرخام. تم تجهيز عينة أبعادها (10×10×10cm) وزنها الجاف 2610.5 gr. تم غمر العينة في حوض مائي لمدة 24 ساعة فكان وزنها بعد الترطيب 2614.8gr. تم بعدها وضع العينة المشبعة في سلة معلقة بميزان لقياس وزنها المشبع في الماء فكان وزنها في الماء 1620.3gr.

تم إخراج العينة من الماء وتنشيفها، ثم وضعت على مكبس جهاز الكسر. تم تطبيق قوة ضغط متزايدة تدريجيا حتى انكسار العينة فكانت قوة الكسر الموافقة F=450kN.

احسب: نسبة الامتصاص، الوزن النوعي، مقاومة الكسر للعينة

1- نسبة الامتصاص

تعطى بالعلاقة التالية المشروحة سابقاً:

$$W(\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{2614.8 - 2610.5}{2610} \times 100 = 0.16\%$$

2- الوزن النوعي (الكثافة النوعية)

تعطى بالعلاقة التالية المشروحة سابقاً:

$$G_s = \frac{2610.5}{2614.8 - 1620.3} = 2.62$$

مقاومة الكسر للعينة:

تعطى بالعلاقة التالية المشروحة سابقاً:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{\text{حمولة الكسر}}{\text{سطح العينة المعرض للحمولة}} = \frac{450 \times 100}{10 \times 10} = 450\ kg/cm^2 = 45\ MPa$$

مدرس المقرر: د.م مهند سليم مهنا

حسب المواصفات القياسية الأميركية (ASTM):

يجب ألا يزيد متوسط امتصاص الماء لعينات الرخام عن (0.75%) ،
يجب ألا يقل متوسط الكثافة النوعية لعينات الرخام الجيد عن (2,59)
يجب ألا يقل متوسط مقاومة الكسر لعينات الرخام عن (**52MPa**)

بالمقارنة مع المواصفات الأميركية (ASTM) المذكورة سابقاً نجد أن العينة تحقق نسبة الامتصاص والوزن النوعي بينما لا تحقق شرط المقاومة الأصغرية المطلوبة. لذلك فالعينة مرفوضة.

تطبيق عددي 2:

تم تجهيز عينة من الغرانيت المراد حساب معامل الاهتراء لها بقصها على شكل مربع بأبعاد (10×10cm) وبسماكة (1cm).
وزن العينة قبل التجربة (W0=263.2gr) وكثافتها النوعية (Gs=2.71)

وضعت عينة الصخر المراد اختبارها في صفيحة حاملة خاصة ضمن جهاز الاهتراء (Taber abraser) وطبق عليها عدد دورات (1000دورة). تم وزن العينة بعد التجربة فكان الوزن الصاف بعد الاهتراء (Wi=259.8).

احسب مقاومة التآكل لعينة الغرانيت المختبرة:

تعطى مقاومة التآكل بالعلاقة التالية المشروحة سابقاً:

$$I_w = \frac{36.75}{W_0 - W_i} \times G_s$$

$$I_w = \frac{36.75}{263.2 - 259.8} \times 2.71 = 29.29$$

حسب المواصفات القياسية الأميركية، يجب ألا يقل متوسط مقاومة التآكل لعينات الغرانيت عن (25) وبالتالي العينة مقبولة من وجهة نظر مقاومة الاهتراء.