

تقنيات التحليل المخبري وفحص المواد الأثرية

Techniques of Laboratory Analysis and Examination of Archaeological Materials

د. قبوب لخضر سليم
معهد الآثار - جامعة الجزائر 2
g.lakhdarsalim@yahoo.fr

ملخص

تهدف هذه دراسة إلى إبراز أهمية الفحص المخبري للمواد الأثرية بغية تحديد مدى صلاحية مختلف أجزاء المعلم الأثري و المقتنيات الأثرية التي تعرضت للتدهور من طرف العوامل الطبيعية، وذلك بتحديد الكثير من الخواص الهامة كمقاومة الضغط لكل جزء من أجزاء المعلم، تحديد مقدار وأماكن تواجد الفراغات، تحديد أماكن الشروخ الداخلية والخارجية و مدى اتساعها، تحديد مستوى الرطوبة و تأثيرها على الأجزاء المعدنية للمعلم .

كما أن الأثريين يجدون حقيقة استخدام التحاليل المخبرية للمخلفات المادية الأثرية و التراثية قصد تعيين طبيعة مادة الأثر وطريقة تصنيعه الفنية و التكنولوجية ، و التي تساعد في معرفة التركيبة الكيميائية والمعدنية للمواد ، بالإضافة إلى الخواص الفيزيائية والكيميائية لها ، وهذا من أجل تشخيص أوضاع للعوامل المسببة لتلف هذه المواد وفهم آلية تدهورها ، و ذلك بغية اقتراح حلول ناجعة وفعالة من أجل القضاء على التلف أو إيقافه من دون المساس بالمادة الأصلية أو التسبب في مشكلة إضافية ، كما تساعد في الاختيار الأمثل لمواد الترميم و إعادة التهيئة و التأهيل للمعالم الأثرية بصفة عامة.

الكلمات الدالة: مادة أثرية، تدهور، عوامل التلف، فحص، خواص.

Abstract

The objective of this study is to present the importance of the examinations of laboratory of the sudden archaeological materials for various factors atmospheric changes. To determine the materials validity of the diverse parts of the constructions by the identification of the important characteristics such as the resistance mechanics, the various forms of the fissuring, the open porosity and slashed the level of humidity and its impact.

The parameters petro-physical allow to supply a first indication on the degree of compaction with the archaeological material as well as on its absorption capacity and of storage of the fluids.

The archaeologists find the fact the use of laboratory analysis of archaeology and the inheritance of the physical residues to identify the nature and the impact of recycled material and technological resources and this helps to know the chemical composition of the mineral material, besides its physical and chemical properties

To determine the techniques of restoration and understand the behavior of the archaeological materials which are in the majority of the cases the major factor of the change of materials, several methods of analysis were used to characterize at the same time materials and changes.

keywords: Archeological Materials, Deterioration Factors, Examination, the Properties.

مقدمة

بوزن العينات المستعملة بعد تجفيفها في الفرن حتى الحصول على الكتلة الثابتة ، وبعدها تغمر هذه العينات في حمام مائي مدة ساعتين من الزمن ، ويتم الوصول إلى هذه النسبة بتطبيق القانون التالي (5) :

$$\text{معامل الامتصاص (م.ا)} = \frac{1\text{ك} - 2\text{ك}}{1\text{ك}} \times 100\%$$

بحيث :

م.ا : معامل الامتصاص

1ك : كتلة العينة الجافة

2ك : كتلة العينة الرطبة

1-1-1 خطوات العمل

لتعيين نسبة الامتصاص يمكننا إتباع إحدى الطريقتين التاليتين :

1-2-1 الطريقة الأولى

نستعمل ثلاث أجزاء من العينة ونجففها في فرن للتجفيف درجة حرارته 100 درجة مئوية بعدها نضع العينات في حمام مائي (حرارته 80 درجة مئوية لمدة ساعتين) حتى التحصل على الكتلة الثابتة 1ك ، ثم نخرج العينات ونضعها في إناء من الخزف الصيني به ماء عادي بغية تبريد العينات قليلا ، ثم نزن العينات في ميزان إلكتروني بعد مسحها بمنشفة مبللة حتى ننفادى الوزن الزائد لقطرات- انظر الشكل رقم 01



الشكل رقم 01 : مراحل تعيين نسبة الامتصاص للمواد (من إعداد الباحث)

2-2-1 الطريقة الثانية

بتعيين الكتلة الناشئة ثم وضع العينات في حمام مائي لمدة ساعتين ، بعدها نبرد العينات ثم نمسحها بمنشفة مبللة ونقوم بوزنها في Balance hydrostatique (ميزان هيدروستاتيكي) في الهواء- انظر الشكل رقم 02

نأخذ ثلاثة أجزاء من كل عينة، مع استبدال الميزان الإلكتروني بـ Balance hydrostatique (ميزان هيدروستاتيكي)، ونقوم



الشكل رقم 02 : مراحل تعيين نسبة الامتصاص للمواد (من إعداد الباحث)

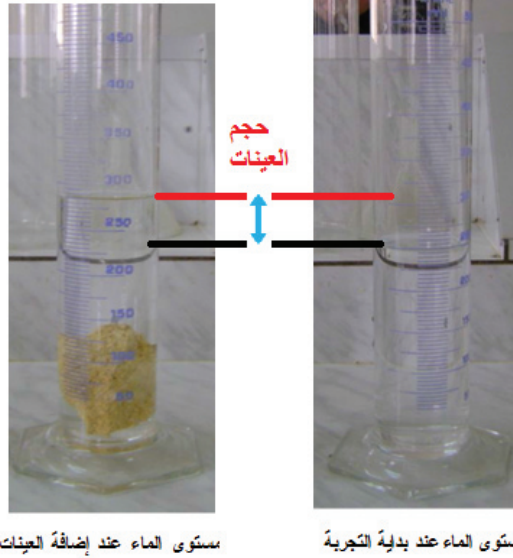
1-2- الكتلة الحجمية الظاهرية

المتواجدة فيها⁽⁶⁾، ويمكن الحصول عليها بطريقتين :

الطريقة الأولى : نستخدم القانون التالي⁽⁷⁾ : (أنظر الشكل رقم 03)

الكتلة الحجمية الظاهرية تعبر عن كتلة المادة (غ) بالنسبة لحجمها (سم³)، وهذا بالأخذ بعين الاعتبار المسامات والشعيرات

$$\text{كح ظ} = \frac{\text{ك}}{(\text{ح} - \text{ح}_1)} \quad (\text{غ} / \text{سم}^3)$$



الشكل رقم 03 : مراحل تعيين الكتلة الحجمية الظاهرية (من إعداد الباحث)

بحيث :

ح1: حجم الماء وحده في الاسطوانة.

كح ظ: تمثل الكتلة الحجمية الظاهرية للعينات

ح2: حجم الاسطوانة بعد إضافة العينات.

ك: وزن العينات وهي مشبعة بالماء.

الطريقة الثانية : في هذه الطريقة نستخدم القانون التالي :

$$\text{كح ظ} = \frac{\text{ك}}{(\text{ح} - \text{ح}_1)} \quad (\text{غ} / \text{سم}^3)$$

بحيث :

(1غ/سم³) الكتلة الحجمية للماء: كح الماء

كح ظ: تمثل الكتلة الحجمية الظاهرية للعينات

3-1 الكتلة الحجمية الخصوصية

ك1 : تمثل الكتلة الناشئة للعينات .

الكتلة الحجمية الخصوصية هي نسبة وزن المادة بالنسبة

ك2 : تمثل الكتلة المشبعة بالماء موزونة في الجو .

لحجمها المطلق، أي حساب حجم الأجزاء الصلبة فقط⁽⁸⁾، و

ك3 : تمثل الكتلة المشبعة بالماء موزونة داخل الماء .

تعطى الكتلة الخصوصية بالعلاقة التالية :

$$\text{كح خصوصية} = \frac{(ك2 - ك1) \times \text{كح توليان}}{3ك - (ك2 - ك1) + 4ك} \text{ (غ / سم}^3\text{)}$$

لإيجاد الكتلة الحجمية الخصوصية يجب حساب :
أولا : حساب حجم البيكنومتر (Pycnomètre) : يعطى بالعلاقة الآتية

$$\text{ح بيكنومتر} = \frac{ك2 - ك1}{\text{كح الماء}} \text{ (سم}^3\text{)}$$

ثانيا : حساب الكتلة لتوليان : تعطى بالعلاقة الآتية

$$\text{كح توليان} = \frac{ك4 - ك1}{\text{ح ب}} \text{ (غ / سم}^3\text{)}$$

حيث :

كح توليان : الكتلة الحجمية للتوليان (المذيب)

ح ب : حجم البيكنومتر

ك1 : وزن البيكنومتر فارغ (أنبوب الاختبار)

ك2 : وزن البيكنومتر مع العينة

ك3 : وزن البيكنومتر مع العينة مملئ بالتوليان.

ك4 : وزن البيكنومتر مملئ بالتوليان حتى المسبار.

ك5 : وزن البيكنومتر مملئ بالماء المقطر حتى المسبار.

الخطوات المتبعة لتعيين الكتلة الحجمية الخصوصية للمواد - أنظر الشكل رقم 04.

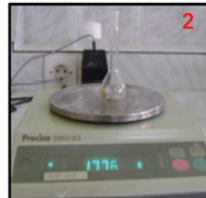
- نقوم أولا بأخذ أجزاء من كل عينة ، ثم نسحقها في هاون من الخزف الصيني ، بعدها . نغربل المسحوق المتحصل عليه في غربال قطر فتحاته 100 ميكرون .

- نغسل البيكنومتر نضعه ليحفظ في فرن التجفيف التي تكون درجة حرارته ما بين 100 و 110 درجة مئوية ، ثم نزنه فنحصل

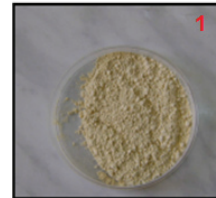
- على ك1.
- نملأ البيكنومتر بالماء المقطر حتى خط العنق ، بعدها نزنه فنحصل على ك2 نسكب المحتوى ونجفف البيكنومتر في الفرن.
- نملأ البيكنومتر بالتوليان حتى خط العنق ثم نزنه لنحصل على ك3 ثم نضغ المحتوى ونغسل البيكنومتر بالماء المقطر ونجفقه في الفرن
- بعدها نضع كمية من المسحوق (ك3) في البيكنومتر ونزنه فنحصل على ك4.
- نملأ البيكنومتر السابق بكمية من التوليان ثلثي حجمه ثم نضعه في حمام مائي درجة حرارته (ما بين 40 و 50 درجة مئوية) لمدة 30 دقيقة، نخرجه ونضعه تحت حنفية الماء لتبريده ، ثم نظيف له التوليان حتى خط العنق ونقوم بوزنه فنحصل ك5.
- وفي الأخير نضغ المحتوى وننظف البيكنومتر أولا باستعمال التوليان ثم نستعمل الماء لتعيين حجم البيكنومتر ح ب.



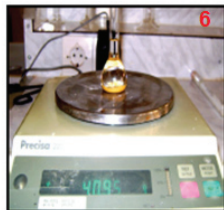
إضافة المسحوق داخل البيكنومتر



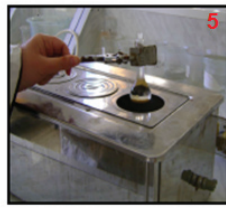
وزن البيكنومتر فارغ



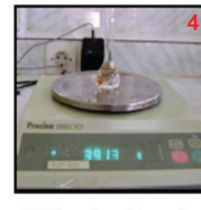
مسحوق العينة



إعادة وزن البيكنومتر بعد استخراجها من الحمام المائي



وضع البيكنومتر مملوء بالتوليان والعينات داخل الحمام المائي



وزن البيكنومتر مملوء بالتوليان

الشكل رقم 04 : مراحل تعيين الكتلة الحجمية الخصوصية (من إعداد الباحث)

4-1- المسامية

فقط في المادة بالنسبة لحجمها الكلي.

1-4-1 خطوات العمل

- نجفف العينات في درجة حرارة 100 درجة مئوية حتى الحصول على كتلة ثابتة (ك1).
- نضع العينات في الحمام المائي في درجة حرارة درجة مئوية لمدة ساعتين من الزمن.
- نخرج العينات ونقوم بتبريدها بماء عادي، ونزيل الماء السطحي بواسطة منشفة جافة ثم نزنها للحصول على (ك2).
- يمكن حساب المسامية بالعلاقات الآتية:

المسامية هي حجم فراغات المتواجدة في المادة بالنسبة لحجمها الكلي. ويمكن تقسيم المسامية إلى ثلاثة أنواع⁽⁹⁾، وهي:

- المسامية الكلية الممتلئة في حجم كل الفراغات بالنسبة لحجم الكلي للمادة،
- المسامية الظاهرية (المسام المفتوحة): هي نسبة حجم المسام المفتوحة إلى الحجم الكلي معبراً عنها كنسبة مئوية.
- المسامية الداخلية أو المغلقة فتمثل حجم الفراغات الداخلية

أ- المسامية الكلية: تعطى بالعلاقة التالية

$$\text{م الكلية} = 1 - \frac{\text{كح الظاهرية}}{\text{كح الخصوصية}} \times 100 \%$$

ب- المسامية الظاهرية: تعطى بالعلاقة التالية

$$\text{م الظاهرية} = \frac{(ك2 - ك1) \times \text{كح الظاهرية}}{ك1} \times 100 \%$$

ج- المسامية المغلقة (الداخلية): ويمكن الحصول عليها بتطبيق القانون الآتي:

$$\text{المسامية المغلقة (م المغلقة)} = \text{المسامية الكلية} - \text{المسامية الظاهرية}$$

5-1- اختيار التدرج الحبيبي بالغربة

(كتلة التجربة غ) = 2 x القطر الأكبر المستعمل (مم).

- غسل العينة على المنخل (الغربال 0.08 مم) ثم نجففها في أتوف التجفيف (ك).

- نحضر سلسلة من المناخل أو الغربال فوق بعضها البعض حيث يكون الغربال ذو القطر الأصغر من الأسفل إلى الغربال ذو القطر الأكبر إلى الأعلى، مع وضع إناء قاعدي في الأسفل وغطاء في الأعلى لمنع تطاير المادة.

- نفرغ العينات المرونة فوق الغربال العلوي ونشغل الهزاز الكهربائي أو باليد لمدة زمنية معينة.

- بعد انتهاء المدة الزمنية لعملية الغربة، نزن الكمية المرفوضة من المادة في كل غربال على حده.

• النتائج وتحليلها

نقوم بحساب المرفوض الكلي بالنسبة المئوية:

تهدف هذه التجربة إلى توزيع وتصنيف الحبيبات حسب أبعادها ويتم ذلك بواسطة غرابيل أو مناخيل ذات القطر الأكبر من 0.08 مم.

❖ أدوات العمل

- مجموعة مناخيل (غرابيل)

- ميزان بحساسية 0.1 غ

- أتوف تجفيف

- هزاز ميكانيكي

❖ خطوات العمل

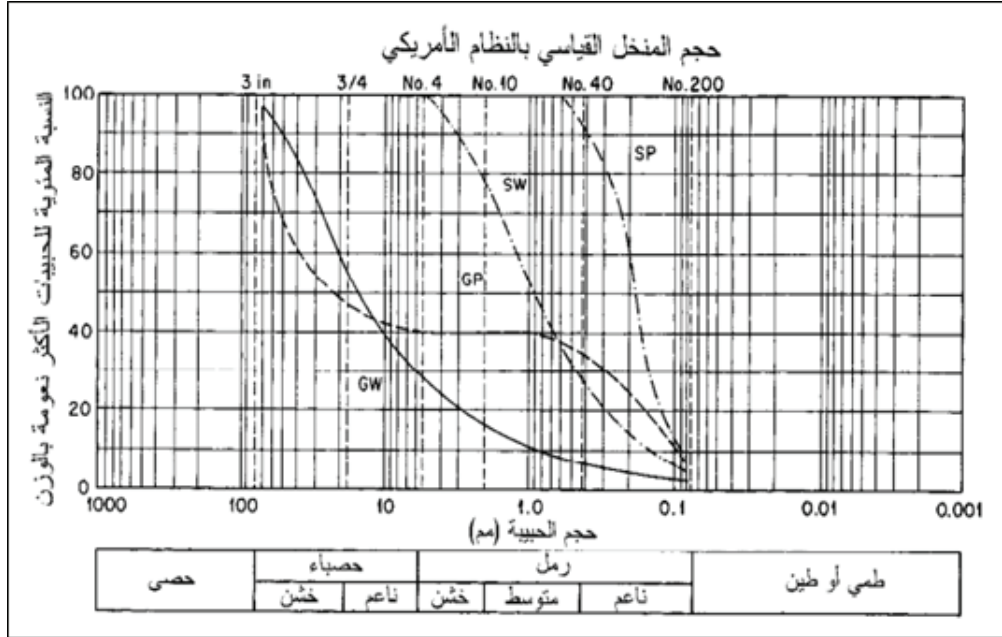
- نقوم بتحضير العينات من التربة وذلك حسب القاعدة الوزن التجريبي أي:

$$\text{النسبة المتبقية على كل منخل} = \frac{\text{وزن المادة المرفوضة على كل منخل}}{\text{وزن الكلي الجاف (ك)}} \times 100 \%$$

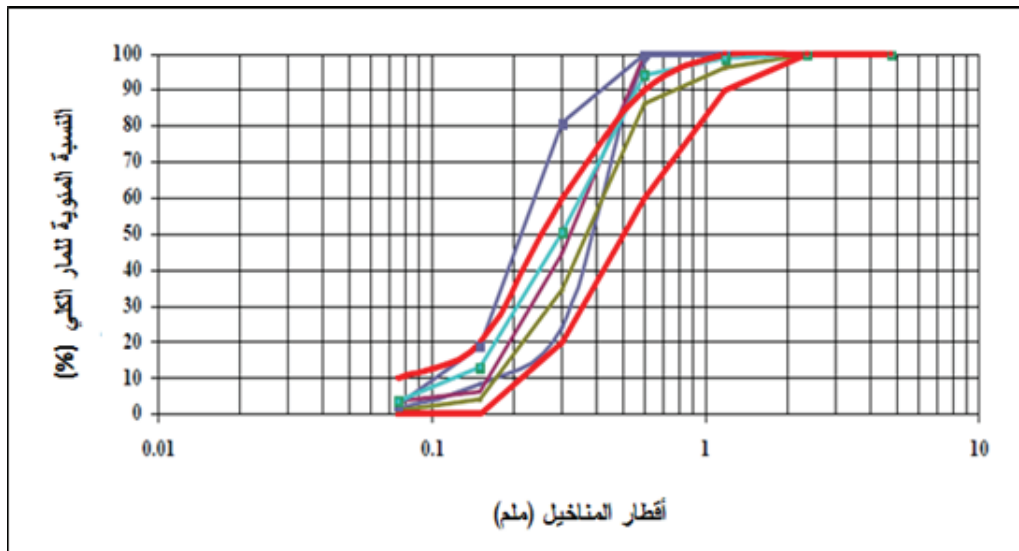
حساب نسبة المار على كل منخل تعطى بالعلاقة الآتية :

$$\text{نسبة المارة (\%)} = 100 - \text{النسبة المتبقية (\%)} \quad \boxed{\text{نسبة المارة (\%)} = 100 - \text{النسبة المتبقية (\%)}}$$

وبعد إتمام عملية الحساب نقوم برسم المنحنى البياني للتوزيع كميّة المارة ، محور الفواصل يمثل لوغاريتم أقطار المناخل الحبيبي للمادة المختبرة حيث يكون محور الترتيب يمثل (الغرابيل).



شكل رقم 5 : التوزيع النموذجي لحجم الحبيبات للتربة المدرجة بعناية (GW) والرمل (SW) وللتربة غير المدرجة (GP) والرمل (SP) (عن لوثن 1973 Luthin).



الشكل رقم 06 : التمثيل البياني للتدرج الحبيبي للتربة بالغربلة (مثال من إعداد الباحث)

• هناك عدة مقاييس لتقييم حجم الحبيبات وتعريفها منها النظام الدولي (ASTM D421-58)، international system ، والذي يعتمد على تحديد قطر الحبيبات كما يلي:

المجموعة	قطر الحبيبات (مم)
الحصى	أكثر من 2
الرمل الخشن	من 2-0.2
الرمل الناعم	من 0.2-0.02
الطمي	من 0.02-0.002
الطين	أقل من 0.002

1-6 تحديد قوام التربة

في التربة، تهوية التربة، قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية و السعة التبادلية الكاتيونية للتربة.

يتم فصل الحبيبات بطريقة الترسيب نتيجة اختلاف أحجامها وعلاقة ذلك بسرعة رسوب الحبيبات في الوسط. هذا الأساس يعتمد على Loi de Stokes (قانون ستوكس) والذي ينص على انه عند سقوط حبيبة في سائل فان سرعة الرسوب تتناسب طردياً مع حجم الحبيبة (نصف قطر الحبيبة) كما يظهر ذلك من العلاقة التالية:

$$\text{سر} = \frac{2 \text{ ج نق}^2 (\text{كج م} - \text{كج س})}{9 \eta}$$

حيث:

كج س: كثافة السائل أو الماء (جرام /سم³)

ل : لزوجة السائل (جرام /سم²/ثانية)

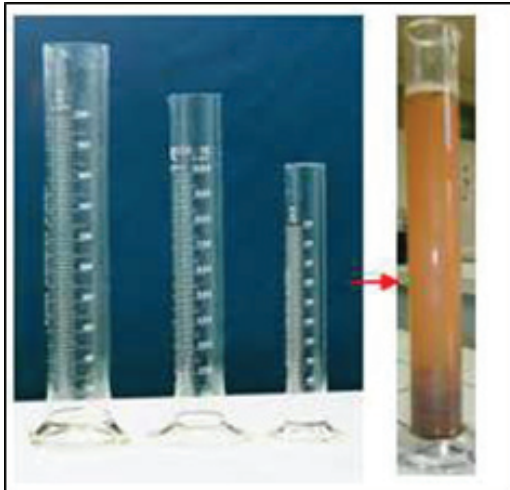
يستعمل في هذه الطريقة جهاز الهيدروميتر وهو عبارة عن ساق زجاجية مدرجة بقراءة تعطي النسبة المئوية لحبيبات التربة المعلقة في زمن القياس مباشرة.

سر : سرعة سقوط حبيبات التربة في الوسط (سم/ثانية)

ج: عجلة الجاذبية الأرضية (980 سم / ثانية²)

نق: نصف قطر الحبيبة (سم)

كج ص: كثافة الحبيبات الصلبة (جرام /سم³)



الشكل رقم 07 : جهاز الهيدروميتر

• طريقة العمل

- يوزن 100 جرام من التربة.

- تنخل التربة في منخل قطره 2 مم، ثم توزن التربة المحتجزة وتكون هذه التربة هي الرمل الخشن

- توضع بقية التربة في بئير سعة 600 مل ويضاف إليها 300 مل ماء + 15 مل من اوكسالات الصوديوم لمنع تكون الفقاعات

- ينقل معلق التربة من البئير إلى مخبر مدرج سعة 1000 مل ويكمل الحجم بالماء إلى 1000

- يوضع الهيدروميتر داخل المخبر و ما يحويه وتقدر النسبة المئوية للطين والطيني بعد 5 دقائق من وضع الهيدروميتر ثم تقدر النسبة المئوية للطيني فقط بعد 5 ساعات

- بطرح القراءتين نحصل على النسبة المئوية للطين فقط

- نحصل على النسبة المئوية للرمل الناعم

- الرمل الناعم = 100 - (نسبة الرمل الخشن + الطين + الطيني)

• تعيين النسب بمثلث القوام

فمثلث قوام التربة له أهمية في تحديد رتبة قوام التربة، رتبة قوام التربة تعتبر وصف للمجموعات الحجمية للحبيبات التي تتكون منها التربة حيث تمرر عينة ناعم التربة من خلال مناخل تختلف أقطار ثقوبها لفصل كل مجموعة حجمية

على حدة، ومن ثم نحدد نسبة المجموعة الحجمية إلى عينة التربة، المجموعات الحجمية ثلاثة هي الطين و قطر حبيباته أقل من 0.002 ملليمتر و السلت قطر حبيباته من 0.002 إلى 0.02 ملليمتر و الرمل قطر حبيباته من 0.02 حتى 2 ملليمتر، كل ضلع من أضلاع مثلث القوام موقع عليه النسب المئوية من صفر % و حتى 100 % لأحد المكونات الثلاثة لناعم التربة و يمتد خطين من عند نسب 10 و 20 و حتى 90 إلى الضلعين الآخرين بالمثلث لتتقاطع هذه الخطوط بداخل مساحات في قلب المثلث كل مساحة منها مكتوب عليها أسم رتبة قوام مختلفة. وتجدر الإشارة إلى أن طريقة قراءة المثلث تكون بالطريقة التالية:

- مع اتجاه الأسهم نبدأ من عند اكبر حجم وهو الساند أو الرمل أي قاعدة المثلث باتجاه عقارب الساعة وبعمل خط موازي لضلع المثلث السابق

• ثم التالي وهو نسبة الطين في التربة ونمثلها بخط موازي لما قبلها وهو الرمل

• وننتهي بأخر شيء وهو الغرين ويكون بخط موازي للطين وتقاطع الخطوط الثلاث سيكون هو قوام التربة.

يوجد العديد من طرق التصنيف لقوام التربة بالنسبة لقطر الحبيبة، وتباين هذه التصنيفات من بلد لآخر، و يوجد مثال يشير إلى ست تصنيفات موضح في الشكل رقم 8 :



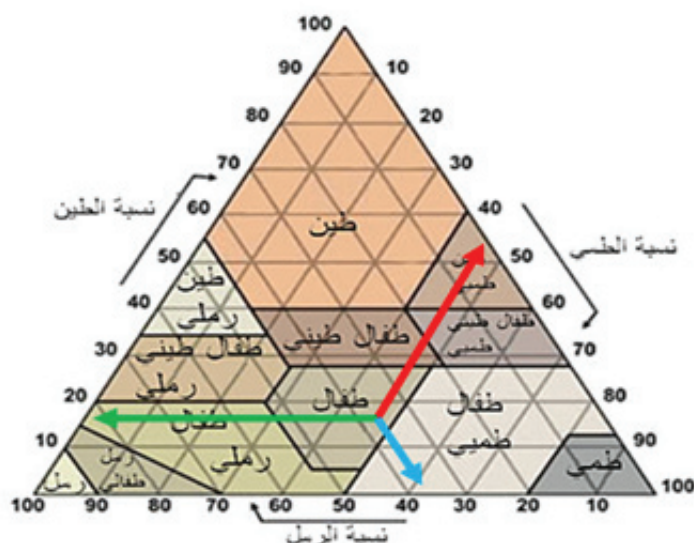
الشكل رقم 8 : الأنظمة المختلفة للتمييز بين تصانيف الحبيبات USDA : (وزارة الزراعة الأمريكية)، ISSS الجمعية العالمية لعلوم التربة، USpra (إدارة الطرق الأمريكية)، DIN (المواصفات القياسية الألمانية)، BSI معهد المقاييس البريطاني، MIT معهد ماسيتيوتس للتقنية (عن هيلل 1980 Hillel).

مثال

نسبة الطين : 46%

نسبة الطمي (الغرين): 37%

نسبة الرمل : 17%

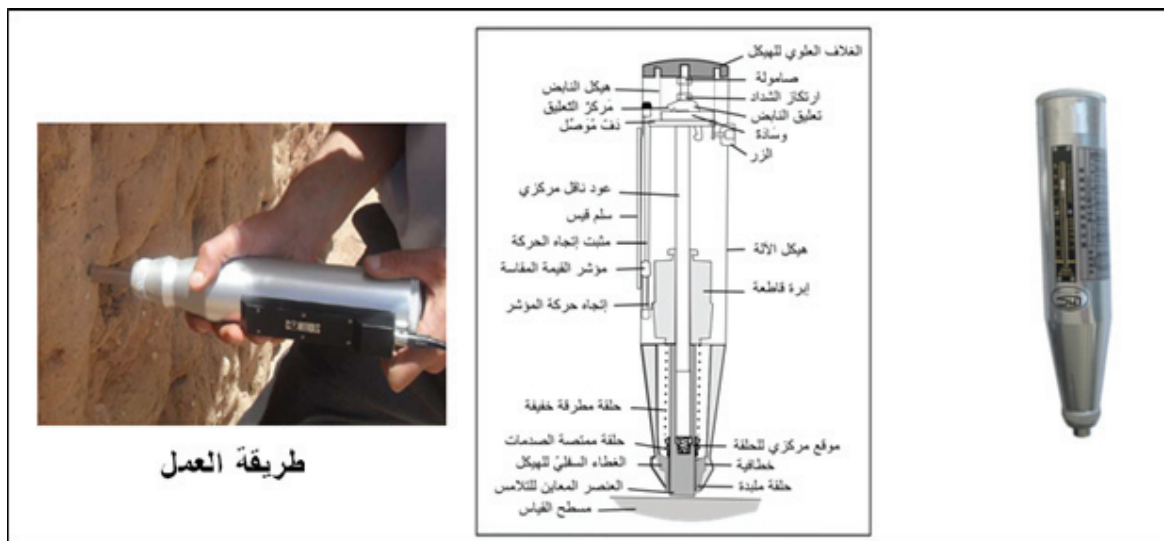


الشكل رقم 9: مثلث القوام لتحديد قوام التربة وفيه النسب المئوية للرمل والطمي والطين

7-1- الفحص بطريقة الارتداد

مقياس المطرقة بواسطة دافعة مباشرة لسطح الحجر ثم ارتداده مرة أخرى، ثم قياس مقدار الارتداد و تصنيفه إلى أرقام تسمى الارتداد (س) ، وقد تبين وجود علاقة بين رقم الارتداد وقيمة مقاومة الضغط على شكل منحنيات بيانية. و اعتمادا عليها يمكن تعيين قيمة التضرر المبنى.

يعتبر من أحدث الطرق حادثة و استعمالا في تقدير مقاومة الأجزاء الحاملة للمعلم (الجدران والأعمدة)، و تتم عن طريق استخدام جهاز مطرقة شميدت. و تتمثل في اصطدام رأس



الشكل رقم 10: جهاز مطرقة شميدت (من إعداد الباحث)

8-1 الفحص بالأمواج فوق الصوتية

اتجاهات طولية، وبذلك يمكننا تحديد قياس الزمن و السمك الذي تسري فيه الموجات، و بالتالي تحديد سرعة السريان من خلال المادة الأثرية، و التي عن طريقها يمكن معرفة جودة الحالة الداخلية للمادة و مدى تضررها. و يمكننا هذه الفحوصات في استعراض و توضيح أشكال و أنواع الشروخ و التصدعات التي أصابت أجزاء المعلم المتضرر، لاتخاذ أهم التدابير الوقائية و العلاجية.

طريقة الفحص بالأمواج فوق الصوتية ، وفي هذه الطريقة يتم استخدام موجات فوق صوتية تسري في مادة البناء عن طريق استخدام بلورات من الكوارتز ، وهذه الموجات يتم استقبالها عن طريق بلورات مماثلة ، ويتم قياس الزمن اللازم لتسريان هذه الموجات خلال المادة (جدران البناء) بواسطة دوائر الكترونية لقياس الزمن و تسير الموجات في هذه الطبقة في

2- تقنيات تحديد تأثير العوامل الخارجية على المواد الأثرية

1-2 تأثير الرطوبة

تهدف هذه التجربة إلى معرفة كمية المياه التي يمكن أن تمتصها عينات الأثر في نسب مختلفة من الرطوبة، ابتداء من 75 % إلى غاية نسبة التشبع 100 % ، بالإضافة إلى معرفة التغيرات التي تحدث للعينات والتي يمكننا ملاحظتها بالعين المجردة كالتفتت مثلا ، وكذلك المقارنة بين نسبة امتصاص الماء للعينات التي ليست عليها أي طبقة من الطلاء وبين تلك التي بها طبقات مختلفة من الطلاء⁽¹⁰⁾، وهذا بغية التأكد من دور الطلاء إن كان من أجل الزخرفة أو بغرض الحماية- انظر الشكل رقم 11.

خطوات العمل

- نمنظف العينات باستعمال الريشة من أجل إقصاء كل ما هو هش وغير متماسك بالعينات ، وإزالة الغبار الذي عليها .

- نضع العينات في فرن التجفيف درجة حرارته (110-100 درجة مئوية)، وبين الفينة. الأخرى نزن العينات حتى نحصل على الكتلة الثابتة لـ1.

- نقوم بتحضير أوساط معينة من الرطوبة وأخبار نسب مختلفة (مثال : 75 و 95 و 100 %)، وهذا محاكاة للوسط

الرطوبي بموقع الأثر أو المعلم (نسبة الرطوبة بها تتراوح بين هذه النسب) ، بحيث من أجل تحضير وسط بنسبة 75 % من الرطوبة فنحتاج إلى كمية من الماء وكمية من ملح الطعام حتى يتشبع الماء ويتسبب الملح في الأسفل مشكلا طبقة ، أما بالنسبة لـ 95 % من الرطوبة فنحتاج لكمية من Na OH.

-بعد الانتهاء من تحضير النسب الخاصة من الرطوبة نضعها في البوتقة، ونبدأ بوزن العينات أثناء فترات زمنية مختلفة، نضيف العينات بعد: دقيقة واحدة، دقيقتان، 3 دقائق، 5 دقائق، 15 دقيقة، 30 دقيقة، ساعة، 3 ساعات، 5 ساعات، 24 ساعة، 3 أيام، 5 أيام، 7 أيام، 15 يوما، 30 يوما⁽¹¹⁾.

و نقدر تأثير الرطوبة من خلال نسبة الماء الممتص من طرف العينات لكل فترة زمنية، بحيث يتم حسابها باستخدام علاقة الامتصاص الآتية:

$$\text{الامتصاص} = \frac{\text{ك}2 - \text{ك}1}{\text{ك}1} \times 100\%$$

بحيث :

ل1: كتلة العينة الجافة

ل2: كتلة العينة الرطبة عند زمن المعين



الشكل رقم 11: جهاز مطرقة شميدث (من إعداد الباحث)

2-2 تأثير الحرارة

تهدف هذه التجربة (الصدم الحراري) إلى معرفة أقصى درجة حرارة يمكن لمادة الأثر (حجارة، قطع فخار، زجاج..الخ) أن تتحملها من دون أن يحدث لها أي تغير خارجي⁽¹²⁾ ، نضع العينات في الفرن مدة 5 دقائق ، بعدها نخرجها ونضعها في إناء من الخزف الصيني به ماء بارد درجة حرارته (5 درجة مئوية) وتكون درجة حرارة الفرن متغيرة تصاعديا كالآتي : 60 ، 80 ، 100 ، 160 ، 180 و 250 دم.

تحليل النتائج: يعتمد على ملاحظة ما يلي :

- تغير اللون العينة

- تفتت العينة (خاصة على حواف المادة)

- تشقق العينة أو انكسارها الكلي (مثل الزجاج)

- الاحتراق الجزئي للعينة

3.2 تأثير الملوثات الكيميائية (الأحماض والقواعد) على المعلم الأثرية

نظرا لوجود الغازات الملوثة في الجو والتي تتفاعل مع الماء مشكلة أحماضا مختلفة أو قرب المعالم التاريخية من المناطق الساحلية (البحر) مما يعني وجود عناصر قاعدية ، وبغية معرفة تأثير هذه المحاليل على مختلف العناصر الإنشائية للمعلم الأثري (خاصة حجارة البناء) ، نقدم هذا النوع من التحليل لفهم أوضح لهذه التفاعلات والأثر الذي تخلفه على هذا النوع من المواد⁽¹³⁾.

خطوات التجربة

- تحليل العينة و ذوبانها

- تغيير في اللون

- زيادة في مسامية العينة و فقدان التماسك

- تشكل طبقة بيضاء على سطح العينة

4.2 تأثير كربونات الكالسيوم على المواد الأثرية (تعيين نسبة

كربونات الكالسيوم)

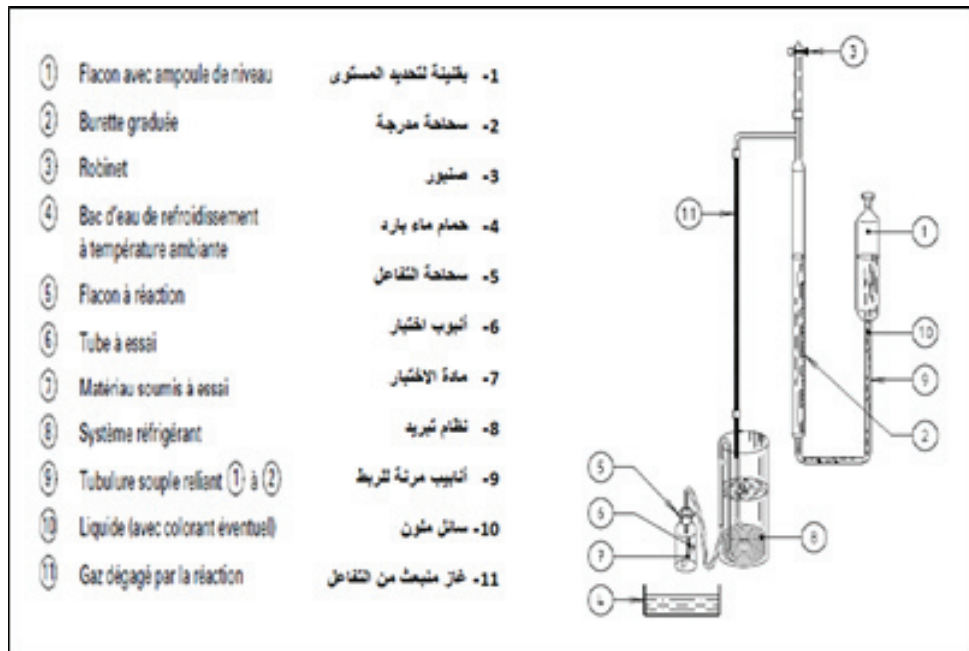
تعتبر calcimétrie طريقة لحساب نسبة كربونات الكالسيوم

في العينة ، و إن تحديد هذه النسبة يسمح لنا بالتعرف على

نوعية المادة الأثرية و مصدر تلفها. و لقياس هذه النسبة

نستعمل جهاز Calcimètre De Bernard (كلسيمتر برنارد).

انظر الشكل رقم 12.



الشكل رقم 12: جهاز كلسيمتر برنارد (Calcimètre De Bernard)

نقوم أولاً بتعيين حجم غاز CO_2 المنطلق من كتلة 0.1 غ من عينة كربونات الكالسيوم النقية ، ثم نقيس حجم غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق من كتلة 0.1 غ من عينة المادة الأثرية المختبرة ، و بعدها نقوم بتطبيق العلاقة الآتية :

$$\text{نسبة كربونات الكالسيوم (\%)} = \frac{\text{حجم الغاز الأثري}}{\text{CaCO}_3} \times 100$$

بحيث :

حجم المادة الأثرية: حجم غاز CO_2 المنطلق من المادة أو العينة الأثرية.

حجم غاز CO_2 المنطلق من عينة كربونات الكالسيوم النقية.

تكرر التجربة ثلاث مرات للتمكن من تعيين القيمة الحقيقية

الدقيقة.

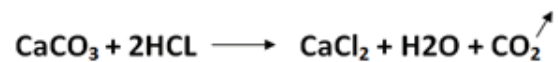
ومن أجل القيام بهذه التجربة نقوم بتحضير نوعين من محاليل الأحماض الآتية :

حمض الكبريتيك (H_2SO_4)حمض الآزوت (HNO_3)

أما عن الأسس (المحاليل القاعدية) فنختار هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) بتركيز مخفف، ثم نقوم بنقع العينات داخل المحاليل المحضرة أو إضافة قطرات على سطحها، و ملاحظة التفاعلات و التغيرات التالية:

- حدوث فقاعات غازية

يتكون الجهاز من أنبوب مدرج من 0 إلى 100 سم 3 مثبت على حامل، يحتوي على سائل ملون بغرض القراءة ، يتصل احد طرفيه بقنينة التي يحدد بها مستوى السائل (الحجم الابتدائي H_0) ، و طرفه الآخر يوصل بالبوقة التي يوضع فيها أنبوب صغير يحتوي على حمض مع المادة الأثرية المراد اختبارها. عند ميلان البوقة يتسرب حمض كلورهدريك (HCl) بتركيز 10% الموجود في أنبوب الاختبار على المادة ، و يحدث التفاعل الذي يصاحبه انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) فيتغير مستوى السائل الملون و تتحلل على قراءة جديدة للحجم H_1 (14). ان التفاعل الحاصل يترجم بالمعادلة الكيميائية التالية :



لتعيين نسبة كربونات الكالسيوم في عينة المادة الأثرية ،

- 10- Beck, K. et al- Characterization, water transfer properties and deterioration in tuffeau: building material in the Loire valley- France. Building and Environment, 38(9-10), p.1151-1162. 2003.
- 11- Revue de l'ICOMOS - Humidité dans la maison - , vol.7.1970.
- 12- Résistance au choc thermique et endurance au choc thermique. ISO 7459, 2004.
- 13- Billualt . V - Study of coatings and soluble salt propotioning's- Poitiers ratio. ERM 2004.
- 14- Détermination de la teneur en carbonate NF P 94-048.

خاتمة

نخلص من خلال هذه الدراسة أنه لا يمكن القيام بعمليات صيانة وترميم المادة الأثرية بدون معرفة خصائص هذه الأخيرة و تحديد آليات تفاعلها مع البيئة المحيطة بها، و أن يعي المرمم العلاقة الحاسمة بين المادة الأثرية و وسطها، و التعرف على مختلف الخطوات والعمليات المخبرية المطبقة على اللقى الأثرية المستخرجة من الحفرية، و ذلك من أجل تحديد الأهمية البالغة للصيانة الوقائية في الحفاظ على التراث المادي.

كما ينبغي لكل أثر من الآثار وقبل الدخول في إجراء العلاج، أن تجرى له مجموعة من الفحوص والتحليلات المختلفة التي تهدف إلى :

- التعرف على مادة الأثر وتركيبها الكيميائي الدقيق.
- ترجمة بعض الكلمات القديمة للأثر.
- الاستدلال على المصادر الأصلية للمواد الأثرية.
- معرفة فوائد المواد أو الغرض منها.
- معرفة التفاصيل الدقيقة للعمليات التكنولوجية (طرق الصناعة و آليات التلف ..).
- التمييز بين الآثار القديمة الأصلية والتقليد الحديث لها.
- علاج الأثر بمواد مناسبة له من ناحية المظهر و الخواص للإبقاء عليه وصيانتة للأجيال القادمة.
- تقدير عمر المقتنيات الأثرية أو المعالم التاريخية بطرق علمية ليس فيها مجال للشك و التخمين.

المصادر والمراجع

- 1- المؤتمر الدولي الأول للتراث العمراني في الدول الإسلامية، دليل ترميم المباني الطينية و الحجرية، الهيئة العامة للسياحة و الآثار، السعودية، 2009، ص 9-30.
- 2- جعفر زهير فضل الله، صيانة و ترميم المكتشفات الأثرية أحدث الوسائل و التقنيات العالمية، ط 1 دار قابس للطباعة و النشر و التوزيع، بيروت، 2006.
- 3- شريف فتحى الشافعي، خصائص واستخدامات مواد البناء، دار الكتب للنشر و التوزيع، 2012.
- 4- محمد راتب سطات و اندراوس سعود، مواد البناء و اختبارها، ديوان المطبوعات الجامعية، 1988.
- 5- Détermination du coefficient d'absorption des matériaux selon la norme EN 1097-6 .
- 6- Yohann Ledru- Etude de la porosité dans les matériaux composites stratifiés aéronautiques - Institut National Polytechnique de Toulouse 2009.
- 7- Mesures des masses volumiques, de la porosité et la teneur en eau des matériaux selon la norme NF P 15-433.
- 8- Détermination de la masse spécifique des matériaux selon la norme NF P 94-054
- 9- Détermination de la porosité selon la norme NF P 98-250-6.