



الوحدة الثانية

قوام التربة

تعيين نسبة الرطوبة في التربة

الغرض من التجربة

تعيين النسبة المئوية للرطوبة (المحتوى المائي) في التربة والتي على أساسها يتم تقدير كمية الماء الواجب إضافتها للتربة للوصول إلى أفضل نسبة تعطي أعلى كثافة للتربة بعد دمكها وهو اختبار مهم للتربة ولطبقات الرصف الحبيبية.

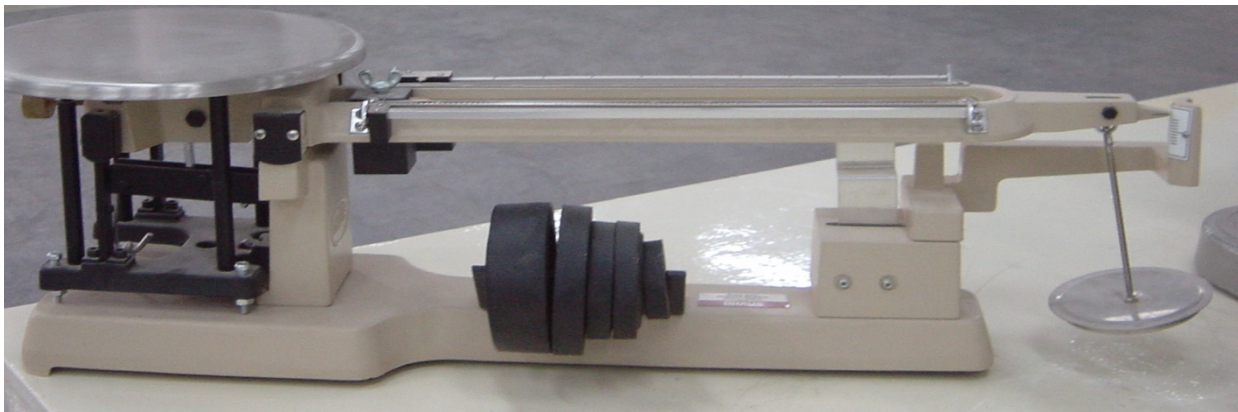
الأدوات المستخدمة :



أوعية للوزن



فرن تجفيف



ميزان حساس



خطوات التجربة

1. توزن علبة التجفيف وهي فارغة ويعين وزنها وليكن (و) جم .
2. تؤخذ عينة من التربة بحيث تمثل العينة الكلية الموجودة أفضل تمثيل وتوضع في علبة التجفيف ثم توزن والعينة رطبة وليكن وزنها (و 1) جم .
3. توضع العلبة في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة (105 - 110) م°
4. تستخرج العلبة من الفرن وتوزن ويعين وزنها والعينة جافة وليكن وزنها (و 2) جم .
5. النسبة المئوية للرطوبة تعين من القانون التالي:

$$\text{نسبة الرطوبة} = 100 \times \frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن العينة جافة}}$$

$$= 100 \times \frac{29 - 19}{9 - 2}$$

النتائج العملية :

تعيين نسبة الرطوبة في التربة			اسم التجربة
جم			وزن العلبة فارغ (و)
جم			وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)
جم			وزن العلبة مع العينة جافة (و 2)
%			النسبة المئوية للرطوبة



مثال (1):

عينة من التربة الرطبة وزنها يساوي 85 جم داخل علبة وزنها فارغة يساوي 10 جم ، تم وضعها في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة فكان وزن العينة جافة يساوي 70 جم . المطلوب حساب نسبة الرطوبة .

الحل:

$$\begin{aligned}
 \text{نسبة الرطوبة} &= 100 \times \frac{29 - 19}{90 - 20} \\
 &= 100 \times \frac{70 - 85}{10 - 70} \\
 &= 100 \times \frac{15}{60} \\
 &= 100 \times 0.25 \\
 &= 25\%
 \end{aligned}$$

تعيين نسبة الرطوبة في التربة			اسم التجربة
جم	10	وزن العلبة فارغ (و)	
جم	85	وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)	
جم	70	وزن العلبة مع العينة جافه (و 2)	
%	25	النسبة المئوية للرطوبة	



مثال (2):

علبة فارغة وزنها يساوي 25 جم فيها عينة من التربة الرطبة وزنها يساوي 150 جم ،
تم وضعها في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة فكان وزن العينة بعد التجفيف يساوي 125 جم
المطلوب حساب نسبة الرطوبة .

الحل:

$$\begin{aligned} \text{نسبة الرطوبة} &= 100 \times \frac{29 - 19}{29 - 20} \\ &= 100 \times \frac{125 - 157}{25 - 125} \\ &= 100 \times \frac{32}{100} \\ &= 100 \times 0.32 \\ &= 32 \% \end{aligned}$$

تعيين نسبة الرطوبة في التربة		اسم التجربة
جم	25	وزن العلبة فارغ (و)
جم	155	وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)
جم	125	وزن العلبة مع العينة جافة (و 2)
%	32	النسبة المئوية للرطوبة



تمارين على تعيين نسبة الرطوبة في التربة

تمرين (1) :

علبة فارغة وزنها يساوي 45 جم وضع فيه عينة من التربة الرطبة وزنها يساوي 170 جم ، تم تجفيفها في فرن التجفيف فكان وزن العينة يساوي 145 جم . المطلوب حساب نسبة الرطوبة .

الحل:

$$\frac{170 - 45}{145} = \frac{125}{145} = 0.862$$

اسم التجربة	تعيين نسبة الرطوبة في التربة
وزن العلبة فارغ (و)	جم
وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)	جم
وزن العلبة مع العينة جافة (و 2)	جم
النسبة المئوية للرطوبة	%

تمرين (2) :

عينة من التربة الرطبة وزنها يساوي 115 جم داخل علبة وزنها فارغة يساوي 15 جم ، تم تجفيفها في فرن التجفيف ، فكان وزن العينة جافة يساوي 85 جم . المطلوب حساب نسبة الرطوبة .

الحل:

$$\frac{115 - 15}{85} = \frac{100}{85} = 1.176$$

اسم التجربة	تعيين نسبة الرطوبة في التربة
وزن العلبة فارغ (و)	جم
وزن العلبة مع العينة رطبة (و 1)	جم
وزن العلبة مع العينة جافة (و 2)	جم
النسبة المئوية للرطوبة	%



اختبارات قوام التربة الطبيعية

تمهيد :

توجد التربة في الطبيعة على عدة حالات تبعاً لكمية الماء الموجودة في الفراغات بين الحبيبات وتسمى بقوام التربة، حيث أنه كلما زادت هذه النسبة زادت نسبة الترابط بين الحبيبات وإذا قلت قل الترابط بين الحبيبات، وتوجد التربة في الطبيعة على إحدى الحالات التالية:

- الحالة الصلبة . solid stat
- الحالة شبه الصلبة . semi solid stat
- الحالة اللدنة .plastic stat
- الحالة السائلة .liquid stat

وتنتقل التربة من حالة إلى أخرى كلما زاد المحتوى المائي، ولتعيين قوام التربة (مقدرة التربة على التشكل) يجب تحديد حدود أتبرج (atterberg limits) للتربة وهي الحدود الفاصلة بين الحالات السابقة الذكر وتعرف بما يلي:

- حد السيولة (liquid limit) .
- حد اللدونة (plastic limit)
- حد الانكماش (shrinking limit) .

اختبار تعيين حد السيولة للتربة

تعريف:

حد السيولة هو المحتوى المائي (نسبة الرطوبة) الذي تتحول التربة عنده من حالة السيولة إلى حالة اللدونة . ويعبر عن هذا الحد بكمية الماء (المحتوى المائي) الذي يمكن عنده إغلاق شق في عينة من التربة عرضه نصف بوصة باستخدام جهاز كزجراند في 25 ضربة.

الغرض من التجربة:

تحديد حد السيولة للتربة الطبيعية.

الأدوات المستخدمة:



بوتقة من النحاس ، أداة الشق



جهاز كزجراند



فرن تجفيف

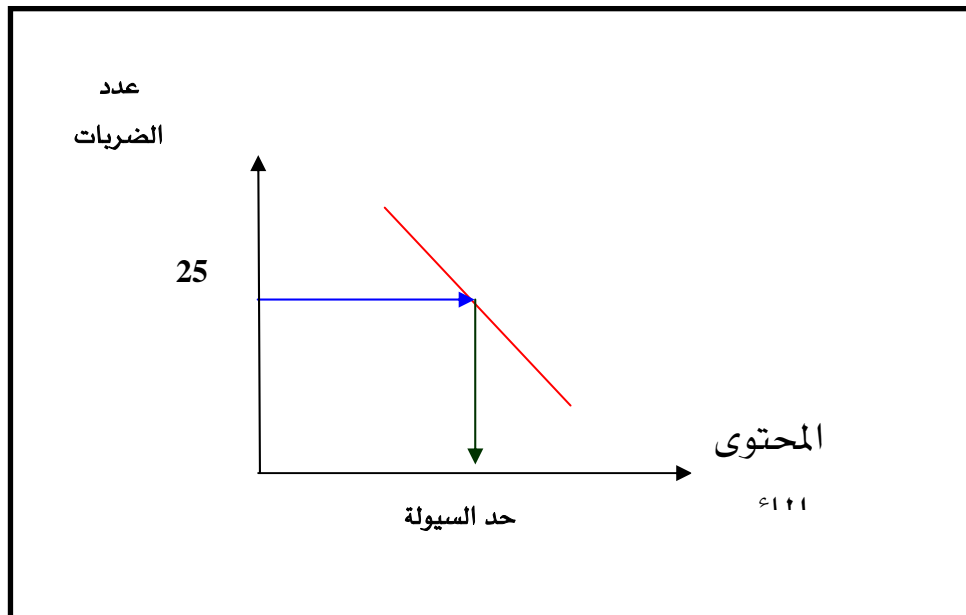


مناخل رقم 40



طريقة إجراء التجربة:

1. تجفيف عينة من التربة في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة، درجة حرارة 105-110م° ثم تستخرج العينة لتبرد في حرارة الغرفة .
2. تتخل العينة (المجففة) على منخل رقم 40 ويؤخذ مقدار 250 جرام من التربة المنخولة .
3. يضاف لها نسبة معلومة من الماء وتخلط حتى نحصل على قوام كثيف متجانس.
4. يوضع جزء من التربة في بوتقة الجهاز بحيث لا يزيد سمك التربة عن 1 ملم عند قاع البوتقة ثم يسوى سطح التربة.
5. عمل شق طولي بالعينة قطره السفلي 2 ملم باستخدام أداة الشق وبعمق لا يقل عن 8 ملم .
6. تشغيل الجهاز ليرفع البوتقة مسافة 10 ملم، وتترك لتسقط تحت تأثير وزنها لإغلاق الشق .
7. عند انغلاق الشق عند 25 ضربة تؤخذ عينة من منتصف الشق ويحدد لها المحتوى المائي في فرن التجفيف .
8. إذا لم يتم إغلاق الشق في عدد 25 ضربة، تعاد التربة لوعاء الخلط ويضاف لها قطرات من الماء وتخلط جيداً، ثم يجرى الاختبار مرة أخرى.
9. إذا لم تحدد النسبة اللازمة لغلق الشق في 25 ضربة يجرى الاختبار على عدد من العينات ويسجل نسبة الماء لها وعدد الضربات ثم ترسم علاقة ويحدد حد السيولة

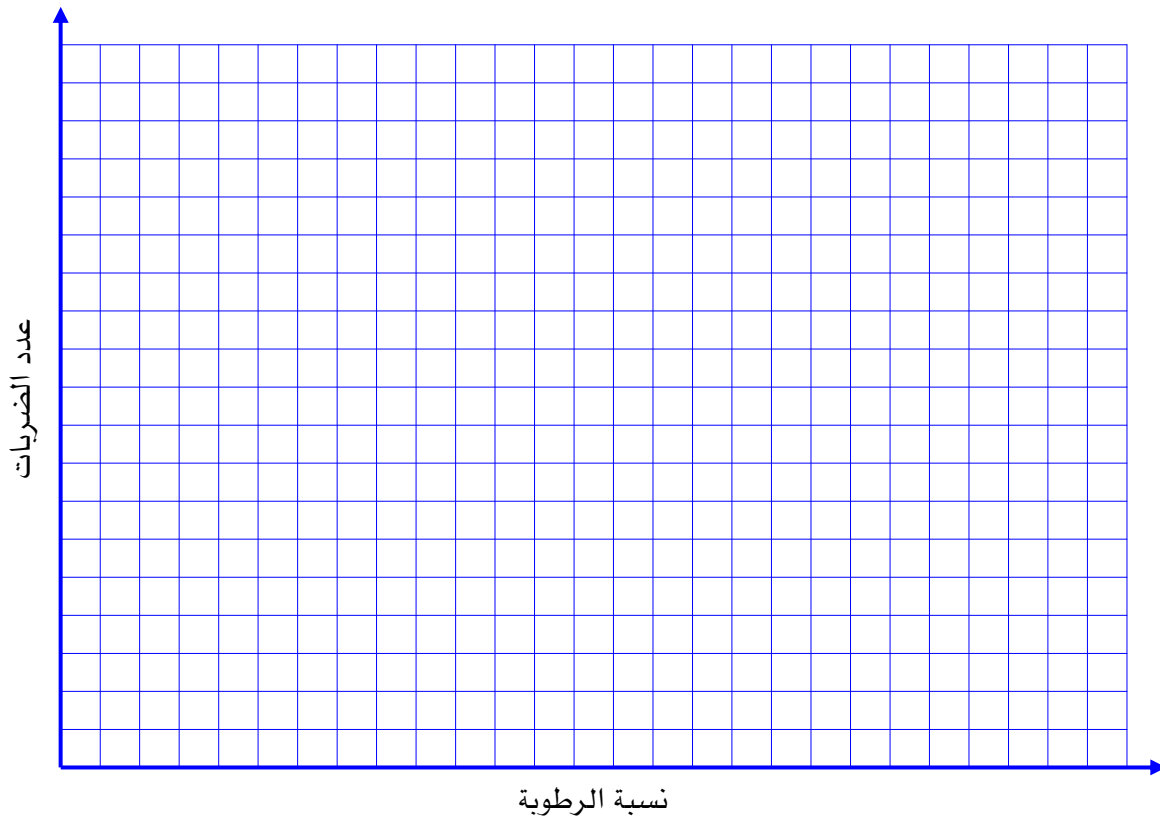




النتائج :

تدون نتائج الاختبار في الجدول ثم يرسم المنحنى ويحسب حد السيولة .

اختبار تعيين حد السيولة للتربة				اسم التجربة
				نوع العينة
	3	2	1	رقم العلبة
وزن العلبة فارغة				جم
وزن العلبة + وزن العينة رطبة				جم
وزن العلبة + وزن العينة جافة				جم
وزن الماء (الرطوبة)				جم
وزن العينة جافة				جم
المحتوى المائي				%
عدد الضربات				



اختبار تعيين حد اللدونة للتربة

تعريف:

حد اللدونة هو المحتوى المائي (نسبة الرطوبة) الذي تتحول التربة عنده من حالة اللدونة إلى حالة شبه الصلبة . ويعبر عن هذا الحد بكمية الماء (المحتوى المائي) الذي يمكن عنده فتل خيط المرن التربة إلى أن يصبح قطره (بوصة أو 3 ملم) دون أن يتشقق أو أن ينقطع .

الغرض من التجربة:

تحديد حد اللدونة للتربة الطبيعية.

الأدوات المستخدمة:



ميزان حساس



مجموعة حد اللدونة



فرن تجفيف



مناخل رقم 40



خطوات إجراء التجربة:

1. تجفف التربة في فرن التجفيف بدرجة حرارة 110 ± 5 م° لمدة 24 ساعة ، ثم تستخرج وتترك لتبرد في درجة حرارة الغرفة .
2. نخل التربة على منخل رقم 40 ويؤخذ منها وزن في حدود 25 جرام .
3. يضاف للعينة (25 جرام) مقدار من الماء قريب من حد السيولة وتخلط حتى يصبح قوامها متجانس .
4. تجزأ العينة إلى كميات صغيرة وتشكل على هيئة كرات صغيرة في حدود 8 جرام
5. فرك الكرات على اللوح الزجاجي تحت أصابع اليد برفق حتى يكون قطر الخيط 3 ملم .
6. يتم تقطيع الخيط المتشكل إلى أجزاء ثم تشكل على هيئة كرات ثم تفرك بالطريقة السابقة .
7. تكرار الخطوات (5 ، 6) إلى أن يتشقق الخيط قبل الوصول إلى قطر 3 ملم .
8. يؤخذ جزء من التربة (من الخيط المتشقق) ثم يوضع في فرن التجفيف لتعيين المحتوى المائي للعينة .

النتائج :

يكرر الاختبار على ثلاث عينات ثم يتم تحديد حد اللدونة كالتالي :

مجموع نسبة الرطوبة للعينات

عدد العينات

= حد اللدونة



المواصفات والمقاييس:

تكون التربة عديمة اللدونة في الحالات التالية :

1. إذا تساوى حد السيولة وحد اللدونة .
2. إذا كانت التربة تحتوى على كمية من الرمل .
3. إذا تعذر تشكيل خيط التربة وتقطعه دائماً قبل الوصول إلى قطر 3 ملم

وتدون نتائج الاختبار في الجدول التالي :

اختبار تعيين حد اللدونة للتربة				اسم التجربة
				نوع العينة
	3	2	1	رقم العلبة
جم				وزن العلبة فارغة
جم				وزن العلبة + وزن العينة رطبة
جم				وزن العلبة + وزن العينة جافة
جم				وزن الماء (الرطوبة)
جم				وزن العينة جافة
%				المحتوى المائي



تعيين نسبة الفراغات في التربة

الفرض من التجربة

معرفة نسبة الفراغات بين حبيبات التربة ، مع العلم أنه كلما زادت نسبة المواد الناعمة قلت نسبة الفراغات والعكس . ولتعيين نسبة الفراغات في التربة هناك طريقتان :

الطريقة الأولى:

وهي طريقة حسابية تعتمد أساساً على نتائج تجربة الوزن النوعي للتربة و تجربة الوزن الحجمي للتربة باستخدام القانون التالي :

$$\text{نسبة الفراغات} = 100 \times \frac{\text{الوزن النوعي للتربة} - \text{الوزن الحجمي للتربة}}{\text{الوزن النوعي للتربة}}$$

الطريقة الثانية :

وتعتبر طريقة تقريبية لتعيين نسبة الفراغات في التربة ، وذلك باستخدام مخبار مدرج مملوء بالماء ووعاء .

وسنستخدم الطريقة الثانية في تعيين نسبة الفراغات في التربة.

الأدوات المستخدمة:



وعاء معلوم الحجم



مخبار مدرج



خطوات التجربة

1. يملأ المخبار المدرج بكمية معلومة من الماء .
2. يتم ملء وعاء معلوم حجمه بكمية من التربة المراد اختبارها مع مساواة سطحها بسطح الوعاء مع مراعاة عدم رج الوعاء أو دمك التربة .
3. يسكب الماء من المخبار المدرج في الوعاء ومنتظر حتى يتساوى سطح الماء مع سطح العينة وسطح الوعاء.
4. نحدد كمية الماء التي سكبت من المخبار ونعين حجمها من المخبار المدرج وتكون هي حجم الفراغات الموجودة بين الحبيبات مع إهمال امتصاص التربة للماء.
5. نسبة الفراغات تعين من العلاقة التالية:

$$\text{نسبة الفراغات} = \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي للعينة}} \times 100 = \%$$

النتائج العملية:

اسم التجربة	تعين نسبة الفراغات في التربة	
الحجم الكلي للعينة	سم ³	
حجم الفراغات (كمية الماء)	جم	
نسبة الفراغات	%	



مثال (1) :

عينة من التربة في وعاء حجمها يساوي 2000 جم ، وبعد سكب الماء علي العينة تبقى في المخبار 90 جم . احسب نسبة الفراغات في التربة إذا كان المخبار مدرج مملوء بالماء لحجم 200 جم .

الحل:

$$\begin{aligned}
 & \text{نسبة الفراغات} = \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي للعينة}} \times 100 \\
 & = \frac{90 - 200}{2000} \times 100 \\
 & = \frac{110}{2000} \times 100 \\
 & = 100 \times 0.055 \\
 & = 5.5 \%
 \end{aligned}$$

تعيين نسبة الفراغات في التربة		اسم التجربة
سم ³	2000	الحجم الكلي للعينة
جم	110	حجم الفراغات (كمية الماء)
%	5.5	نسبة الفراغات



مثال (2) :

عينة من التربة في وعاء حجمها يساوي 1500 جم ، تم سكب كمية من الماء عليها بحجم 150 جم . أوجد نسبة الفراغات في التربة.

الحل:

$$\begin{aligned}
 \text{نسبة الفراغات} &= \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي للعينة}} \times 100 \\
 &= 100 \times \frac{150}{1500} \\
 &= 100 \times 0.1 \\
 &= 10\%
 \end{aligned}$$

تعيين نسبة الفراغات في التربة		اسم التجربة
سم ³	1500	الحجم الكلي للعينة
جم	150	حجم الفراغات (كمية الماء)
%	10	نسبة الفراغات



تمارين على تعيين نسبة الفراغات في التربة

تمرين (1):

عينة من التربة في وعاء حجمها يساوي 2750 جم ، وبعد سكب الماء على العينة تبقي في المخبار 135 جم . أوجد نسبة الفراغات في التربة .

الحل:

$$100 \times \frac{\quad}{\quad} =$$

$$100 \times \frac{\quad}{\quad} =$$

$$\% \quad =$$

تعيين نسبة الفراغات في التربة			اسم التجربة
سم ³			الحجم الكلي للعينة
جم			حجم الفراغات (كمية الماء)
%			نسبة الفراغات



تمرين (2) :

عينة من التربة في وعاء حجمها يساوي 3500 جم ، تم سكب كمية من الماء عليها بحجم 250 جم . أوجد نسبة الفراغات في التربة .

الحل:

$$100 \times \text{—————} =$$

$$100 \times \text{————} =$$

$$\% \quad =$$

تعيين نسبة الفراغات في التربة			اسم التجربة
سم ³			الحجم الكلي للعينة
جم			حجم الفراغات (كمية الماء)
%			نسبة الفراغات

تعيين نسبة الطمي والمواد الناعمة في التربة

الغرض من التجربة :

الغرض من هذه التجربة هو تعيين نسبة الطمي والمواد الشديدة النعومة والموجودة في الركام الصغير (الرمل) سواء المستخدم في أعمال الطرق أو الأعمال الإنشائية الأخرى نظراً لأن وجوده يعتبر مضرًا سواءً بالخرسانة الإسفلتية أو الأسمنتية خاصة إذا زادت نسبته عن الحدود المسموح بها .

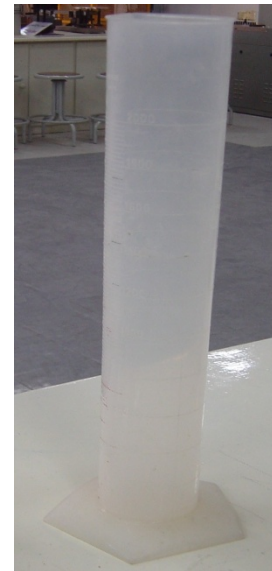
وتجرى هذه التجربة بطريقتين إما بالوزن أو بالحجم .

أولاً : بطريقة الحجم (المخبار المدرج) :

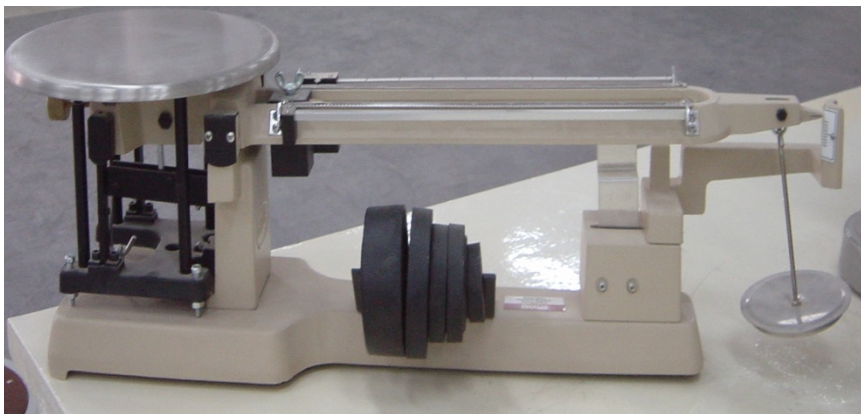
الأدوات المستخدمة :



فرن تجفيف



مخبار مدرج



ميزان حساس



منخل قياسي رقم (4)



خطوات التجربة

1. يوضع مقدار من الماء النقي في المخبار المدرج وليكن الحجم في حدود 800 سم³.
2. ينخل مقدار من الركام الجاف على منخل رقم (4) ويؤخذ من المار وزن مقداره 500 جم.
3. يوضع الركام في المخبار ثم يقفل بإحكام ويرج بشدة ثلاث مرات بين كل مرة والأخرى في حدود 20 دقيقة بحيث في النهاية يكون سطح الركام في المخبار أفقياً.
4. بعد مرور ساعة من بداية التجربة يتم تعيين حجم الطبقة الناعمة المترسبة أعلى الركام في المخبار.
5. إذا كان الماء في المخبار لم يزل غير رائق يترك لمدة 24 ساعة وتؤخذ القراءة .
6. النسبة المئوية لكمية المواد المترسبة.

$$\frac{\text{حجم المواد المترسبة} \times \text{كثافة المواد المترسبة}}{\text{وزن الركام}} = \text{النسبة المئوية للمواد المترسبة}$$

ملاحظة:

- ❖ كثافة المواد الناعمة بعد مرور (1) ساعة تؤخذ 0.6 جم / سم³.
- ❖ كثافة المواد الناعمة بعد مرور (24) ساعة تؤخذ 0.9 جم / سم³.

النتائج العملية :

تعيين نسبة الطمي والمواد الناعمة في التربة			اسم التجربة
وزن الركام	جم		
زمن أخذ العينة	وقت		
حجم المواد المترسبة	سم ³		
كثافة المواد المترسبة	جم / سم ³		
النسبة المئوية للمواد المترسبة	%		

ثانياً: بطريقة الوزن والغسيل باستخدام المنخل رقم (200) :

تعتبر هذه الطريقة أدق من الطريقة السابقة في النتائج ولكن تحتاج هذه الطريقة إلى وقت أطول من الطريقة الأولى .

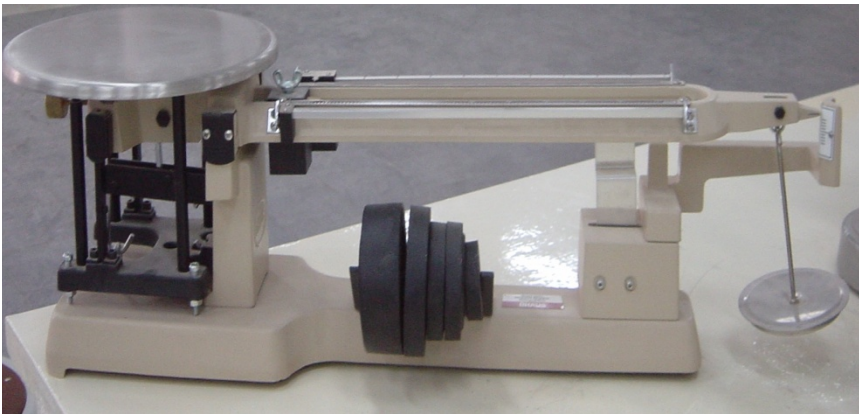
الأدوات المستخدمة :



فرن تجفيف



مخبار لسكب الماء



ميزان حساس



منخل قياسي رقم (200)



خطوات التجربة:

1. تحضر العينة المراد اختبارها ثم تجفف في فرن درجة حرارته تتراوح بين 105 – 110 درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن (1 و) جم.
2. توضع العينة في الوعاء وتغطي بالماء وتقلب جيداً لضمان فصل الطين والمواد الناعمة المختلطة بالرمل .
3. يتم سكب ماء في الوعاء مباشرة على منخل رقم (200) وتكرار العملية عدة مرات حتى يصبح الماء المار من المنخل رائق مما يدل على عدم وجود مواد ناعمة في العينة.
4. تعاد جميع الحبيبات المحجوزة على المنخل إلى الوعاء ثم تجفف في الفرن عند درجة 105 – 110 درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن (2 و) جم .
5. تحسب النسبة المئوية للمواد الناعمة والطين من القانون التالي:

$$\text{النسبة المئوية للمواد الناعمة والطين} = 100 \times \frac{2 \text{ و} - 1 \text{ و}}{2 \text{ و}}$$

النتائج العملية :

1. وزن الركام قبل الغسيل (1 و) = جم.
2. وزن الركام قبل الغسيل (2 و) = جم.
3. النسبة المئوية للمواد المترسبة = $100 \times \frac{\text{وزن الركام قبل الغسيل (2 و)} - \text{وزن الركام قبل الغسيل (1 و)}}{\text{وزن الركام قبل الغسيل (1 و)}}$

تعيين نسبة الشوائب العضوية في التربة

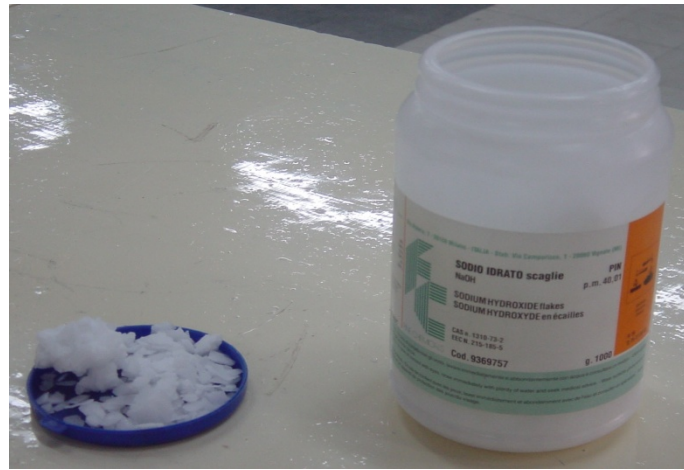
الغرض من التجربة

تعيين الشوائب العضوية الموجودة في التربة ومعرفة نسبتها حيث أن هذه النسبة إذا زادت في التربة أصبحت خواص رديئة لدرجة تجعلها لا تصلح لإنشاء الطرق فالتربة العضوية ضعيفة في تحملها للأحمال وقابلة للتغيرات الحجمية في وجود الماء وقابلة كذلك للانضغاط تحت تأثير الأحمال .

الأدوات المستخدمة :



زجاجة بغطاء وبها تدرج لمعرفة الحجم



محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 3 %



منخل رقم 8



خطوات التجربة:

1. يتم نخل عينة التربة المراد اختبارها على منخل رقم (8) وذلك بعد أخذها بإحدى طرق التقسيم المعروفة .
2. يؤخذ من العينة المنخولة مقدار 500 جم .
3. توضع العينة في الزجاج المدرجة حتى حجم 130 سم .
4. يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 3% على التربة حتى حجم 200 سم3 ثم تغلق الزجاج بإحكام .
5. ترج الزجاج بشدة ثم تترك لمدة 24 ساعة .
6. يختبر لون المحلول الموجود فوق العينة داخل الزجاج بعد 24 ساعة .

ملاحظة :

هذا الاختبار فقط لمعرفة وجود شوائب عضوية في التربة ومقدارها دون التطرق لنوع هذه المواد العضوية ومنشئها الأصلي ونسبتها الفعلية في التربة .

النتائج العملية :

اسم التجربة	تعيين نسبة الشوائب العضوية في التربة
بعد 24 ساعة وجد أن لون المحلول	
لون المحلول	رائق
لونه المحلول	أصفر فاتح
لونه المحلول	بني إلى أحمر

تنص المواصفات والمقاييس إذا كان :

- لون المحلول رائق = لا توجد شوائب عضوية في التربة .
- لون المحلول أصفر خفيف = نسبة الشوائب العضوية قليلة وغير ضاره بالتربة
- لون المحلول بني إلى أحمر = نسبة الشوائب العضوية



نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

بعد الانتهاء من التدريب على(قوام التربة)..... ، قوم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه : (قوام التربة)

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
9.	يتقن تعيين نسبة الرطوبة في التربة .				
10.	يتقن تحديد حد السيولة للتربة .				
11.	يتقن تحديد حد اللدونة للتربة .				
12.	تعيين نسبة الفراغات في التربة.				
13.	تعيين نسبة المواد الناعمة بطريقة المخبار المدرج.				
14.	تعيين نسبة المواد الناعمة بطريقة الوزن والغسيل.				
15.	تعيين نسبة الشوائب العضوية في التربة.				
16.					

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البندود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.