خامسا : تعيين الوزن النوعي لحبيبات التربة :

- الغرض من الاختبار:

- الغرض من هذا الاختبار هو تعيين الوزن النوعي لحبيبات التربة الذي يعرف بأنه النسبة بين وزن حجم كمية معينة من حبيبات التربة الجافة إلى وزن نفس الحجم من ماء مقطر عند درجة حرارة ٢٠ °م

يعتبر الوزن النوعي من القيم الهامة التي يجب تعينها بدقة نظرا لأنه يستخدم في حساب كثافة التربة وخلاف ذلك من الموضوعان الهامة. وتتراوح قيمة الوزن النوعي لحبيبات التربة عادة بين ٢,٦ إلى ٢,٩، ونظرا لأن التربة في الطبيعة متجانسة لذا يجب أن تكون عينة التربة التي يجرى عليها هذا الاختبار مماثلة للحقيقة بقدر الامكان.

- عند إجراء هذه التجربة يجب التأكد من أن التربة لا تحتوي على أكثر من ١٠% من حبيبات ذات قطر أكبر من ٤٠ مم، وفي حالة احتوائها على نسبة أكبر من ١٠% يجب تكسير الحبيبات الكبيرة. هناك طريقتان لإجراء هذا الاختبار كما يلي:

- (أ) تعيين الوزن النوعي لجمع حبيبات التربة.

- (ب) تعيين الوزن النوعي لحبيبات التربة الناعمة فقط والتي لها قطر ٢ مم فأقل

- تعيين الوزن النوعي لجميع حبيبات التربة :
- الجهاز :
- (أ) مخبار سعة ١٠٠٠ سم^{٣} بسدادة من المطاط.
- (ب) هزاز آلي لتقليب المخبار رأسا على عقب وبمعدل ٥٠ مرة في الدقيقة.
- (جـ) ميزان حساس تبلغ دقته ٠,٢ جرام.

- (د) ترمومتر لقياس درجة الحرارة بدقة ١ ºم .
- (هـ) فرن كهربائي آلي الضبط يمكن تثبيت درجة حرارته عند ١٠٥ º ــ ١١٠ ºم .
- (و) قارورة غسيل من البلاستيك بها ماء مقطر.
- (ز) ساعة توقيت.

- الطريقة :

- (أ) يوزن حوالي ٢٥٠ جم من التربة الناعمة أو حوالي ٤٥٠ جم من التربة المتوسطة أو الخشنة الحبيبات، التي تم تحضيرها كما سبق.

- (ب) تجفف عينة التربة في الفرن عند درجة حرارة ١٠٥ º – ١١٠ ºم. يجب تخفيض درجة حرارة التجفيف إلى ٨٠ ºم في حالة إذا كانت حبيبات التربة تتأثر بدرجة حرارة ١٠٥ ºم كما في حالة التربة التي تحتوي على كمية من المواد العضوية.

- (جـ) يوزن المخبار بالسدادة وهو جاف إلى أقرب ٠,٢جرام (m_1).

- (د) يوزن حوالي ٢٠٠ جم من التربة الناعمة الجافة أو حوالي ٤٠٠ جم من التربة المتوسطة أو الخشنة الحبيبات، التي تم توضع في المخبار الزجاجي. يوزن المخبار بالسدادة وفيه التربة الجافة إلى أقرب ٠,٢ جم (m_2).

- (هـ) يوضع حوالي ٥٠٠ سم^3 من الماء المقطر في المخبار ويترك حتى يأخذ الخليط درجة حرارة المعمل التي تكون قد سجلت إلى أقرب ١ ^{o}م.

- (و) توضع السدادة فوق فوهة المخبار ثم يقلب رأسا على عقب عدة مرات حتى يصير الخليط متجانسا (تتم عملية الخلط هذه مباشرة بعد وضع العينة في حالة التربة الناعمة. بينما تترك العينة حوالي ٤ ساعات في حالة التربة المتوسطة والخشنة الحبيبات ثم تتم عملية التقليب بعد ذلك)، ثم يوضع المخبار وما يحتويه من تربة في الهزاز الآلي ويقلب رأسا على عقب لمدة نصف ساعة تقريبا حتى يخرج جميع الهواء الموجود داخل العينة.

- (ز) يملأ المخبار حتى علامة ١٠٠٠سم^{٣} بالماء المقطر ويترك حتى يأخذ درجة حرارة المعمل ثم يوزن بالسدادة بما فيه من ماء وتربة إلى أقرب ٠,٢ جم (m_3).

- (ح) يفرغ المخبار من المحلول وينظف جيدا ويملأ بالماء المقطر حتى علامة ١٠٠٠سم^{٣}، ويترك المخبار حتى يكتسب درجة حرارة المعمل ويوزن بالسدادة وبداخله الماء إلى أقرب ٠,٢ جم (m_4) .

- في حالة نقص منسوب الماء في المخبار عن العلامة أثناء الانتظار لاكتساب درجة حرارة المعمل للخطوتين (ز)،(ح) يكمل حتى العلامة بماء مقطر ثم يتم الوزن.

- (ط) تكرر الخطوات من (جـ)- (ح) على عينتين أخرتين من نفس التربة وتسجل النتائج في الجدول رقم (٥-١).

  إذا كانت درجة حرارة الغرفة مخالفة لدرجة ٢٠ º . يحسب الوزن النوعي للتربة عند درجة الحرارة المسجلة ثم يعدل درجة حرارة لـ ٢٠ ºم باستخدام الجدول رقم (٥-٢).

- **الحسابات:**

- **يحسب الوزن النوعي لحبيبات التربة (G_S) من المعادلة التالية:**

$$G_s = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}$$

- **يؤخذ متوسط الثلاثة قيم للعينات الثلاثة فتكون القيمة المتوسطة هي الوزن النوعي لحبيبات التربة.**

- تسجيل النتائج :
- تسجل القيمة المتوسطة للوزن النوعي للتربة لأقرب رقمين عشريين.

- جدول رقم(٥-١) نتائج اختبار حد الانكماش للتربة بطريقة أطباق الانكماش

المشروع : رقم الجسة :

الموقع : عمق العينة :

رقم العينة : وصف التربة :

رقم العينة	١	٢	٣
وزن المخبار والسدادة (m_1) جم وزن المخبار والسدادة + التربة (m_2) جم وزن المخبار والسدادة + التربة + الماء (m_3) جم وزن المخبار والسدادة + الماء (m_4) جم الوزن النوعي (G_S).			
القيمة المتوسطة (G_S).			

جدول رقم (٥-٢) الوزن النوعي للماء عند درجات الحرارة المختلفة

درجة الحرارة م°	الوزن النوعي	درجة الحرارة م°	الوزن النوعي	درجة الحرارة م°	الوزن النوعي
٤	١,٠٠٠٠٠	١٨	٠,٩٩٨٦٢٣	٣٢	٠,٩٩٥٠٥٤
٥	٠,٩٩٩٩٩٢	١٩	٠,٩٩٨٤٣٣	٣٣	٠,٩٩٤٧٣١
٦	٠,٩٩٩٩٦٨	٢٠	٠,٩٩٨٢٣٢	٣٤	٠,٩٩٤٣٩٩
٧	٠,٩٩٩٩٣٠	٢١	٠,٩٩٨٠٢١	٣٥	٠,٩٩٤٠٥٩
٨	٠,٩٩٩٨٧٦	٢٢	٠,٩٩٧٧٩٩	٣٦	٠,٩٩٣٧١٢
٩	٠,٩٩٩٨٠٩	٢٣	٠,٩٩٧٥٦٧	٣٧	٠,٩٩٣٣٥٧
١٠	٠,٩٩٩٧٢٨	٢٤	٠,٩٩٧٣٢٦	٣٨	٠,٩٩٢٩٩٤
١١	٠,٩٩٩٦٣٣	٢٥	٠,٩٩٧٠٧٤	٣٩	٠,٩٩٢٦٢٣
١٢	٠,٩٩٩٥٢٥	٢٦	٠,٩٩٦٨١٣	٤٠	٠,٩٩٢٢٤٦
١٣	٠,٩٩٩٤٠٤	٢٧	٠,٩٩٦٥٤٢	٤١	٠,٩٩١٨٦٠
١٤	٠,٩٩٩٢٧١	٢٨	٠,٩٩٦٢٦٢	٤٢	٠,٩٩١٤٧٠
١٥	٠,٩٩٩١٢٧	٢٩	٠,٩٩٥٩٧٤	٤٣	٠,٩٩١٠٧٠
١٦	٠,٩٩٨٩٧٠	٣٠	٠,٩٩٥٦٧٦	٤٤	٠,٩٩٠٦٦٠
١٧	٠,٩٩٨٨٠٢	٣١	٠,٩٩٥٣٦٩	٤٥	٠,٩٩٠٢٤٠

$$G_s(at 20^\circ c) = G_s(at \cdot t^\circ c) x \frac{sp.gr.of water at t^\circ c}{sp.gr.of water at 20^\circ c}$$

- تعيين الوزن النوعي للتربة الناعمة :
- يستخدم هذا الاختبار لتحديد الوزن النوعي لحبيبات التربة ذات قطر ٢ مم أو أقل.

- الجهاز :
- (أ) قنينة كثافة ذات سعة ٥٠ سم^{٣} بسدادة مثقوبة.

- (ب) حوض مائي يمكن تثبيت درجة حرارته عند ٢٠ ^{o}م.

- (جـ) مجفف مزود في أعلى غطائه بصنبور تفريغ.
- (د) مفرغ هوائي.
- (هـ) فرن كهربائي آلي الضبط يمكن تثبيت درجة حرارة ١٠٥ - ١١٠ °م.
- (و) ميزان حساس تبلغ دقته ٠,٠٠١ جرام .

- (ز) قارورة غسيل من البلاستيك بها ماء مقطر.
- (ح) قضيب زجاجي قطره حوالي ٣ مم بطول ٢٥٠ مم.
- (ط) ترمومتر مقسم دقيق إلى درجات مئوية.

- الطريقة :

- (أ) تجفف قنينة الكثافة ومعها السدادة في الفرن ثم تترك لتبرد وتوزن (m_1).

- (ب) يؤخذ حوالي ٥٠ جرام من التربة وتجفف داخل الفرن في ١٠٥-١١٠ مº. يجب تخفيض درجة حرارة التجفيف إلى ٨٠ مº في حالة التربة التي تحتوي على مواد عضوية.

- (جـ) تترك التربة داخل المجفف لتبرد ثم يؤخذ منها ٥ ـ ١٠ جرام وتوضع في قنينة الكثافة. توزن القنينة والغطاء بداخلها التربة (m_2).

- (د) تغطى التربة داخل القنينة بماء مقطر ثم تقلب بواسطة القضيب الزجاجي حتى تصبح محلولا متجانسا. قبل إخراج القضيب الزجاجي يجب أن يغسل داخل القنينة بكمية من الماء المقطر لإزالة التربة التي قد تكون عالقة به.

- (هـ) توضع القنينة وبها التربة والماء وبدون السدادة في المجفف الذي يتم تفريغه من الهواء بالتدريج. الغرض من هذه الخطوة هو إخراج الهواء الموجود داخل مسام التربة وإحلال الماء مكانه ولذا يجب أن تستمر هذه العملية حتى يخرج جميع الهواء الموجود داخل العينة يجب أن يراعي أن تكون عملية التفريغ هذه غير مصحوبة بفوران شديد للتربة الذي يمكن أن ينتج عنه فقدان لبعض حبيباتها.

- (و) تنقل القنينة من المجفف وتكمل بالماء المقطر ثم تغطى بالسدادة فيخرج الماء الزائد من الثقب ، ثم توضع في الحوض المائي في درجة حرارة ٢٠ ºم حتى يكتسب المحلول داخل القنينة درجة حرارة الحوض المائي.

- (ز) تنقل القنينة من الحوض المائي وتكمل بماء مقطر، في حالة نقص الماء بها للتغير في الحرارة، ثم توضع بعد ذلك في الحوض المائي ثابت الحرارة لكي يكتسب الخليط درجة حرارة الحوض. تجرى هذه العملية عدة مرات حتى يتم التأكد من أن القنينة مملوءة حتى أعلى الثقب في السدادة.

- (ح) تجفف القنينة ن الخارج بواسطة منشفة وتوزن لأقرب ٠,٠٠١ جم (m^3).

- (ط) تفرغ القنينة من الخارج وتغسل جيدا وتملأ بالماء المقطر لأعلى الثقب في السدادة ثم توضع في الحوض المائي في درجة حرارة ٢٠ °م ليكتسب الماء داخل القنينة درجة حرارة الحوض.

- (ي) تنقل القنينة بالسدادة من الحوض فإذا لوحظ أي نقص في الماء تكمل وتوضع مرة أخرى في الحوض وتكرر هذه العملية حتى لا يلاحظ أي نقص في ماء القنينة. تجفف القنينة بالمنشفة وتوزن بالسدادة إلى أقرب ٠,٠٠١ جم (m_4).

- (ك) تكرر الخطوات (ب) -(ي) على عينتين أخرتين من نفس التربة وتسجل النتائج في جدول رقم (٥-٣).

- **الحسابات :**

- **تستخدم المعادلة التالية في حساب الوزن النوعي لحبيبات التربة. ويكون الوزن النوعي للتربة هو القيمة المتوسطة للعينات الثلاثة المختبرة.**

$$G_s = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}$$

- تسجيل النتائج:
- تسجل القيمة المتوسطة للوزن النوعي للتربة لأقرب رقمين عشريين.

- جدول رقم(٥-٣)نتائج اختبار تعيين الوزن النوعي للتربة الناعمة

المشروع: رقم الجسة:

الموقع: عمق العينة:

رقم العينة : وصف التربة:

رقم العينة	١	٢	٣
وزن قنينة الكثافة فارغة والسدادة (m_1) جم وزن قنينة الكثافة + التربة (m_2) جم وزن قنينة الكثافة + التربة + الماء(m_3) جم وزن قنينة الكثافة + الماء (m_4) جم الوزن النوعي (G_S).			
القيمة المتوسطة (G_S).			

سادسا : تعيين التدرج الحبيبي باستخدام المناخل :

- **الغرض من الاختبار :**

- **الغرض من الاختبار هو تعيين تدرج حبيبات التربة حتى مقاس الرمل الناعم، ويتم إجراء الاختبار بطريقة الغسيل على المناخل أو بطريقة فرعية وهي النخل الجاف، كما يمكن من الاختبار الحصول على نسبة المكونات الطينية والطمية مجمعة.**

- ١- طريقة الغسيل على المناخل :

- يمكن لأنواع التربة التي تحتوي على نسبة قليلة من مقاس الزلط في حدود ١٠% أن تدمج عمليتا غسيل التربة للتخلص من حبيبات الطمي والطين وعملية نخل الحبيبات الخشنة على المناخل المختلفة في علية واحدة. ويلاحظ في هذه الحالة أن تقسيم العينة إلى أقسام فرعية أثناء الاختبار، لتحاشي زيادة كمية التربة على أي منخل عما يجب، يصبح غير ممكنا.

- الجهاز :

- (أ) مجموعة مناخل قياسية عالمية تكون أرقامها وفتحاتها كما في الجدول رقم (٢-٨-١)، وتستخدم مع مجموعة المناخل أواني استقبال مناسبة. ويجب أن تغطى مقاسات المناخل المختارة المدى الذي تتراوح فيه مقاسات حبيبات التربة، ويلاحظ أنه لا داعي لاستخدام جميع المقاسات لكل اختبار.

وعندما يراد إجراء عدد كبير من التجارب فمن الأفضل استخدام مجموعتين من المناخل احداهما للنخل بالغسيل والأخرى لنخل التربة الجافة.

- (ب) ميزان حساس تبلغ دقته ٠,٥٠ جم .
- (جـ) ميزان حساس تبلغ دقته ٠,٠١ جم .

- (د) مقسم عينات مثل المقسم ذو الفتحات المتعددة
- (هـ) فرن كهربائي آلي الضبط يمكن تثبيت درجة حرارته ١٠٥- ١١٠ °م.
- (و) ستة جفنات بخر بمقاس مناسب، قطر حوالي ١٥٠ مم.
- (ز) ستة صواني معدنية بمقاس مناسب، قطر حوالي ٣٠٠ مم، عمق حوالي ٤٠ مم.

- (ح) صنيتان أو أكثر غير منفذتين للمياه، أو دلو سعته حوالي ١٢ لتر (الأبعاد المناسبة للصينية في حدود ٥٠٠ ـ ١٠٠٠ مم طول وعرض ٨٠ ــ ١٥٠ مم عمق).

- (ط) مجرفة (المقاس المناسب بطول ٢٠٠ مم وعرض ١٠٠ مم) أو كأس كبيرة سعة حوالي ٠,٥٠ لتر.

- (ي) فرش مناخل، و فرشة سلك أو ما يماثلها.
- (ك) محلول مبعثر مثل هكساميتا فوسفات الصوديوم، أو ترايبو ليفوسفات الصوديوم للتربة الجيرية والقلوية.
- (ل) أنابيب مطاط قطر ٦ مم.
- (م) هزاز مناخل ميكانيكي (اختياري).

- الطريقة :

- (أ) تؤخذ عينة من التربة السابق تجفيفها بالفرن والتي تم تحضيره طبقا لطريقة تحضير العينات المقلقلة وتوزن لأقرب ٠,١% من وزنها الكلي (m_1) عندما يراد فصل الجزء المكون من الطمي والطين فيحتفظ بعينة ثانية من جهاز التقسيم وتجرى عليها تجربة التدرج للتربة الناعمة، الذي سيأتي ذكره فيما بعد

- (ب) توضع العينة على منخل مقاس فتحته ٢٠ مم مع ملاحظة فصل الحبيبات العالقة بالحبيبات ذات المقاس الأكبر من مقاس المنخل المذكور باستخدام فرشة سلك أو ما يماثلها، ويجب أثناء ذلك عدم إزالة أي أجزاء من الحبيبات الكبيرة. ينخل الجزء المحجوز على المنخل مقاس فتحته ٢٠ مم على مجموعة من المناخل ذات فتحات أكبر، وتوزن الكمية المتبقية على كل منخل وتسجل. يجب ملاحظة ألا يزيد الوزن الأقصى للتربة المتبقية على كل منخل في نهاية عملية النخل عن القيم الموضحة بالجدول رقم (٦-١)

- (جـ) يوزن الجزء المار من المنخل مقاس فتحته ٢٠ مم إلى أقرب ٠,١% من وزنها الكلي (m_2) ثم تقسم للحصول على جزء وزنه حوالي ٢كيلوجرام. ويوزن هذا الجزء لأقرب ٠,١% من وزنه الكلي (m_3).

- (د) يفرد الجزء الأخير في الصينية الكبيرة أو يوضع في الدلو ويغطى بالماء.

- (هـ) يضاف محلول مبعثر مناسب بواقع ٢ جم لكل لتر من المياه وتقلب التربة جيدا وتترك لمدة ساعة مع التقليب على الفترات.

- (و) تغسل التربة على أجزاء خلال منخل مقاس فتحته ٢,٣٦ مم موضوع على منخل مقاس فتحته ٠,٠٦٣ مم وتصرف المياه الحاملة للحبيبات أدق من مقاس ٠,٠٦٣ مم والتي تحتوي على الحبيبات الطينية والطمية، ويستمر الغسيل حتى يلاحظ أن المياه المارة من المنخل مقاس ٠,٠٦٣ مم صافية. تنقل جميع الحبيبات المحجوزة على المنخلين إلى صواني أو جفنات تبخير، ويجب ملاحظة ألا تكون أي من كمية التربة أو المياه أثناء الغسيل كبيرة بالنسبة لسعة المنخل(أنظر جدول رقم ٦-٢) وألا تتعدى كمية التربة المحجوزة على المنخل مقاس فتحته ٠,٠٦٣ مم ١٥٠ جم.

- (ز) عندما يتم غسيل العينة بأكملها تجفف التربة المحجوزة في فرن درجة حرارته ١٠٥-١١٠ °م.

- (ح) ينخل الجزء المحجوز على منخل مقاس فتحته ٢,٣٦ مم والذي تم تجفيفه في الفرن على مناخل مناسبة حتى منخل مقاس فتحته ٤,٧٥ مم وتوزن الكمية المحجوزة على كل منخل وتسجل.

- (ط) إذا كان الجزء المار من منخل مقاس فتحته ٤,٧٥ مم صغيرا، أي لا يتعدى وزنه ١٥٠ جم فيمكن النخل حتى منخل مقاس فتحته ٠,٠٦٥ .توزن الكمية المحجوزة على كل منخل وتسجل. في حالة توافر هزاز ميكانيكي فيمكن دمج هذه الخطوات في عملية واحدة. ويجب التأكد أن عملية النخل تامة والزمن الأدنى لذلك هو ١٠ دقائق.

- (ي) إذا كان الجزء المار من منخل مقاس فتحته ٤,٧٥ مم كبيرا، أي أكبر من ١٥٠ جم، فيوزن هذا الجزء أولا يسجل (m_4) ثم يقسم بحيث نحصل على جزء يتراوح وزنه من ١٠٠إلى ١٥٠ جم، ويوزن هذا الجزء ويسجل وزنه (m_5) ثم ينخل على منخل مناسب حتى منخل مقاس فتحته ٠,٠٦٣ مم. توزن وتسجل أوزان الأجزاء المتبقية من كل منخل.

- (ك) يحسب الجزء المار من منخل مقاس فتحته ٠,٠٦٣ مم بالطرح، أي بإضافة الأوزان المحجوزة على كل منخل على حدة مع الأخذ في الاعتبار أي تقسيم لأي جزء من العينة، ثم الطرح من الوزن الكلي (m_1).

- الحسابات :

- (أ) بالنسبة للعينات التي تحتوي على حبيبات بأقطار أكبر من مقاس ٢٠ مم يحسب الوزن المحجوز على كل منخل من مجموعة المناخل الكبيرة كنسبة مئوية من (m_1)، كمثال

النسبة المئوية المحجوزة على منخل مقاس فتحته ٤٠مم = P40.

- (ب) تحسب الأوزان المحجوزة على مجموعة مناخل التي تتراوح مقاس فتحتها من ٢٠ إلى ٤,٧٥ مم كنسبة من (m_2) ثم كنسبة مئوية من (m_1) كمثال لذلك :

النسبة المئوية للمحجوز على منخل مقاس فتحته ١٠ مم =p10

$$p_{10} = \frac{m_2 \, x \, m_{(10mm)}}{m_1 x \, m_3} x 100$$

- (جـ) تحسب الأوزان المحجوزة على كل منخل من المناخل الأصغر من مقاس ٤,٧٥ مم كنسبة من (m_4) ثم كنسبة مئوية من (m_1) كمثال لذلك النسبة المئوية للمحجوز على منخل مقاس فتحته ٠,٣ مم = P0.3 .

$$p_{0.3} = \frac{m_2 \, x \, m_4 \, x \, m_{(0.3mm)}}{m_1 \, x \, m_3 \, x \, m_5} x 100$$

- (د) تحسب النسبة المئوية التجميعية للمار بالوزن لكل منخل.

- **تسجيل النتائج :**

- **تسجل النتائج التي تم الحصول عليها على مخطط نصف لوغاريتمي م النمط الموضح بالشكل رقم (٥٠). ويمكن تسجيل النتائج في جدول يوضح نسب المار بالوزن لكل منخل من المناخل المستخدمة إلى أقرب ١% من كل وزن .**

- ٢- طريقة فرعية باستخدام النخل الجاف :

- الغرض من الاختبار :

- الغرض من هذا الاختبار هو التعيين الكلي لتوزيع حبيبات التربة حتى مقاس الرمل الناعم. ولا تستخدم هذه الطريقة إلا إذا تبين أن نتيجتها على عينات مماثلة هي نفس النتيجة التي يحصل عليها بالطريقة القياسية بالغسيل لو أن الاختبار سيجرى على عينات أخرى من طبقة التربة.

- الجهاز :

- (أ) مجموعة مناخل قياسية عالمية تكون أرقامها وفتحاتها كما في الجدول رقم (٦-٣)، ويجب أن تغطى مقاسات المناخل المختارة المدى الذي تتراوح فيه مقاسات حبيبات التربة، و لا داعي لاستخدام جميع المناخل لكل اختبار.

- (ب) ميزان حساس تبلغ دقته ٠,٥ جم .

- (جـ) ميزان حساس تبلغ دقته ٠,٠١ جم .

- (د) مقسم عينات مثل المقسم ذو الفتحات المتعددة والموضح بالشكل رقم (٥٠)، بند رقم (٦-٤).

- (هـ) فرن كهربائي آلي الضبط يمكن تثبيت درجة حرارته ١٠٥-١١٠ °م.

- (و) ستة جفنات بخر بمقاس مناسب، قطر حوالي ١٥٠ مم.

- (ز) ستة صواني معدنية بمقاس مناسب، قطر حوالي ٣٠٠مم، عمق حوالي ٤٠ مم.

- (ح) هاون ويد بنهاية كاوتش، كما في الشكل (٦-٤).

- (ط) مجرفة (المقاس المناسب بطول ٢٠٠مم وعرض ١٠٠ مم) أو كأس كبيرة سعة حوالي ٠,٥٠ لتر.

- (ي) فرش مناخل.

- (ك) هزاز مناخل ميكانيكي (اختياري).

- الطريقة:

- (أ) تؤخذ عينة من التربة السابق تجفيفها بالفرن والتي تم تحضيره طبقا لطريقة تحضير العينات المقلقلة وتوزن لأقرب ٠,١% من وزنها الكلي (m_1)

- (ب) يجهز المنخل ذو المقاس الملائم لأكبر مقاس للحبيبات على صينية الاستقبال وتوضع العينة عليه، إذا كان تجميع أكثر من منخل يعطي وزنا محجوزا مناسبا فيمكن النخل باستخدام هذه المناخل مجمعة ملاحظة ترتيب المناخل.

- (جـ) يهز المنخل بحيث تتدحرج العينة على المنخل بحركة غير منتظمة ويمكن وضع أي حبيبات باليد لمعرفة ما إذا كانت ستمر من المنخل أم لا مع عدم دفعها للمرور خلال المنخل.تنقل التربة المحجوزة على المنخل إلى الهاون وتخلط بواسطة اليد ويعاد نخلها للتأكد من أن المحجوز على المنخل يتكون من حبيبات مفردة. توزن الكمية المحجوزة على المنخل.

- (د) تنقل التربة المارة من المنخل والموجودة في آنية الاستقبال إلى صينية معدنية. تجهز آنية الاستقبال مع المنخل ذو المقاس التالي. تنقل التربة من الصينية المعدنية إلى هذا المنخل بآنيته وتعاد الخطوة (جـ). إذا كان وزن التربة المار من منخل مقاس فتحته ٢٠ مم أكبر من ٢ كجم بمقدار ملحوظ فيجب تقسيم العينة للحصول على وزن حوالي ٢ كجم مع ملاحظة ذلك في الحسابات بالنسبة للعينة الكلية الأصلية.

- (هـ) تعاد الخطوات (جـ) ، (د) لجميع المناخل المستخدمة. في حالة توافر هزاز ميكانيكي فيمكن دمج هذه الخطوات في عملية واحدة ويجب التأكد من أن عملية النخل تامة، والزمن الأدنى لذلك هو ١٠ دقائق.

- (و) إذا أصبح أي من المناخل محملا أكثر مما يجب يتم نخل الكمية على أجزاء لا تتعدى الأوزان المعطاة في الجدول رقم (٦-٦).

- **الحسابات :**

- **تحسب نسبة المتبقي بالوزن من كل منخل. ويمكن الحصول على نسبة المار من منخل مقاس فتحته ٠,٠٦٣ مم بالطرح مع مقارنة ذلك بوزن المحجوز على آنية الاستقبال. وتحسب نسبة المار من كل منخل بالوزن للعينة كلها.**

- **تسجيل النتائج :**

- **تسجل النتائج التي تم الحصول عليها على مخطط نصف لوغاريتمي كالموضح بالشكل رقم (٥٠) . ويمكن تسجيل النتائج في جدول يوضح نسب المار بالوزن لكل منخل من المناخل المستخدمة إلى أقرب ١% من كل وزن .**

- **يجب تسجيل أن النخل الجاف فقط هو الذي استخدم في إجراء الاختبار.**

جدول رقم (٦-١) مقاسات وفتحات المناخل القياسية

مناخل النظام العالمي I.S.:460-1962		المناخل البريطانية BS:410:1962		المناخل الأمريكية ASTME -1961	
مقاس	الفتحة(مم)	مقاس	الفتحة(مم)	مقاس	الفتحة(مم)
٥٠مم	٥٠	"٢	٥٠,٨	"٢	٥٠,٨
٤٠مم	٤٠	"١,٥	٣٨,٨	"١,٥	٣٨,٨
٢٠مم	٢٠	"٣/٤	١٩,٠٥	"٣/٤	١٩,٠٥
١٠مم	١٠	"٣/٨	٩,٥٢	"٣/٨	٩,٥٢
٤,٧٥مم	٤,٧٥	"٣/١٦	٤,٧٦	٤	٤,٧٦
٢,٦٣مم	٢,٦٣	٧	٢,٤	٨	٢,٣٨
١,١٨مم	١,١٨	١٤	١,٢	١٦	١,١٩
٦٠٠ميكرون	٠,٦	٢٥	٠,٦	٣٠	٠,٥٩٥
٤٢٥ميكرون	٠,٤٢٥	٣٦	٠,٤٢	٤٠	٠,٤٢
٣٠٠ميكرون	٠,٣٠	٥٢	٠,٣	٥٠	٠,٢٩٧
٢١٢ميكرون	٠,٢١٢	٧٢	٠,٢١	٧٠	٠,٢١
١٥٠ميكرون	٠,١٥	١٠٠	٠,١٥	١٠٠	٠,١٤٩
٧٥ميكرون	٠,٠٧٥	٢٠٠	٠,٠٧٥	٢٠٠	٠,٠٧٤
٦٣ميكرون	٠,٠٦٣	٢٤٠	٠,٠٦٣	٢٣٠	٠,٠٦٣

جدول رقم (٦-٢) الوزن الأقصى للتربة المتبقية على كل منخل في نهاية عملية النخل

مقاس فتحة المنخل(مم)	الوزن الأقصى (كجم)		مقاس فتحة المنخل(مم)	الوزن الأقصى (كجم)
	منخل قطر ٤٥سم	منخل قطر ٣٠ سم		منخل قطر ٢٠سم
٥٠	١٠	٤,٥	٢,٣٦	٢٠٠
٤٠	٨	٣,٥	١,١٨	١٠٠
٢٠	٤	٢	٠,٦٠	٧٥
١٠	٢	١	٠,٤٢٥	٧٥
٤,٧٥	١,٠	٠,٥٠	٠,٣٠	٥٠
			٠,٢١٢	٥٠
			٠,١٥	٤٠
			٠,٧٥	٢٥
			٠,٠٦٣	٢٥

- جدول (٦-٣) نتائج اختبار التدرج الحبيبي باستخدام المناخل

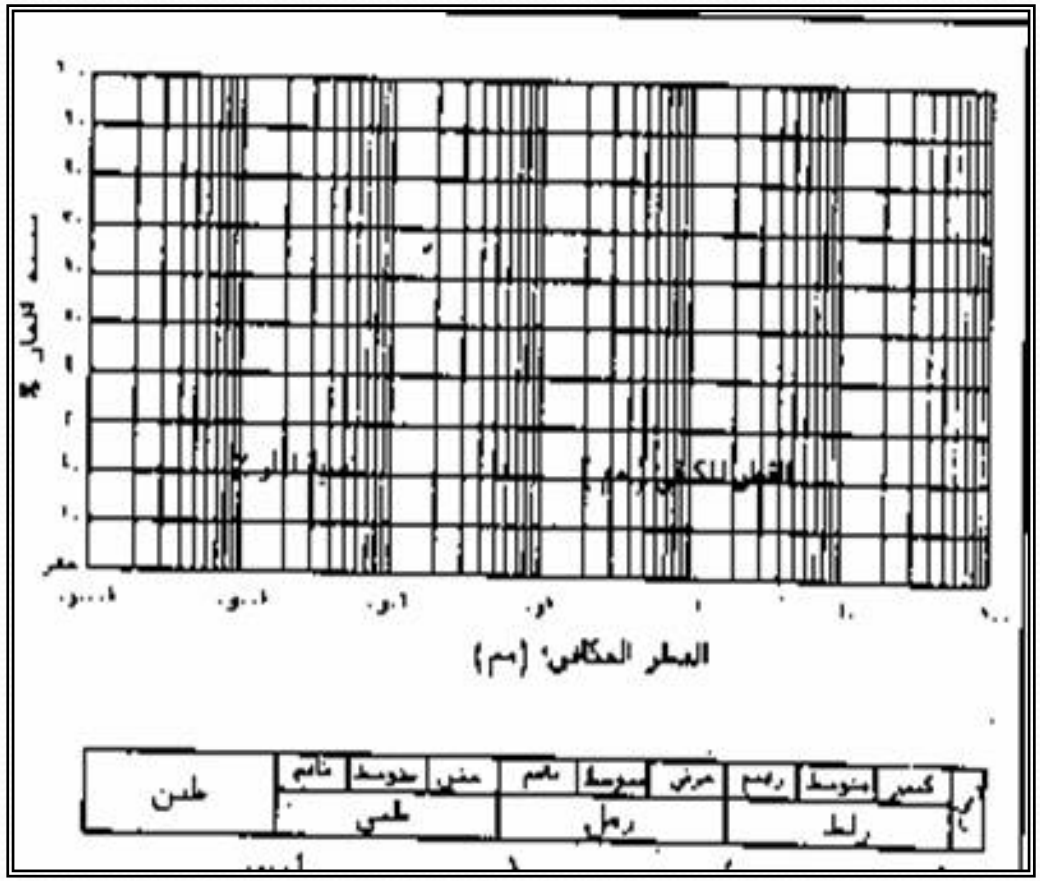
المشروع : رقم الجسة :

الموقع : عمق الجسة :

الوزن الكلى للعينة الجافة :

طريقة النخل : (بالغسيل - جاف).

مقياس فتحة المنخل (مم)	الوزن المحجوز، جم	الوزن الكلى المحجوز، جم	نسبة المحجوز، %	نسبة المار، %	ملاحظات	أقصى وزن على المنخل** جم
٥٠						٤٥٠٠
٤٠						٢٥٠٠
٢٠						٢٠٠٠
١٠						٥٠٠
٤,٧٥						٢٠٠
المار من ٤,٧٥						١٠٠
العينة بعد التقسيم						٧٥
المار من ٤,٧٥						٧٥
٢,٣٦						٥٠
١,١٨						٥٠
٠,٦						٤٠
٠,٤٢٥						٢٥
٠,٣٠						
٠,٢١٢						
٠,١٥						
٠,٠٧٥						
المار من ٠,٠٧٥						
المجموع						



شكل (٦-١) مخطط نصف لوغاريتمى

- تعيين الكثافة الكلية بالموقع :

- الغرض من الاختبار :

- الغرض من هذا الاختبار هو تعيين الكثافة الكلية في الموقع وذلك بإحدى الطرق التالية :

- (أ) طريقة الإحلال بالرمل باستخدام اسطوانة السكب الصغيرة.
- (ب) طريقة القاطع الأسطواني.
- (جـ) طريقة الوزن في الماء .
- (د) طريقة الإزاحة بالماء.

- ١- طريقة الإحلال بالرمل باستخدام اسطوانة السكب الصغيرة :

- تستخدم هذه الطريقة في تعيين الكثافة الكلية لطبقة مدكوكة (مضغوطة) من التربة المتوسطة الحبيبات لا يتجاوز سمكها ١٥ سم، ويلاحظ أن هذه الطريقة لا تعطي نتائج دقيقة إذا كانت التربة من النوع الحبيبي الذي له تماسك، وخاصة إذا كانت نسبة الرطوبة به عالية. ويرجع ذلك إلى احتمال انهيار جوانب الحفرة التي تنفذ بالموقع لتعيين الكثافة.

- **الجهاز :**

- **(أ) اسطوانة سكب بالأبعاد الموضحة بالشكل رقم (٥١).**

- **(ب) أدوات حفر مناسبة لعمل حفرة بالتربة، مثل المعلقة المنثنية، أو القاطع، الموضحين بالشكل (٥١) أو ما يماثلها، وأداة تسوية مماثلة للموضحة بالشكل رقم (٦-٢).**

- **(جـ) وعاء معايرة أسطواني معدني قطره الداخلي ١٠سم، وعمقه ١٥ سم، مثل الموضح بالشكل رقم (٦-٣). والوعاء مجهز بشفة بعرض ٥سم وسمك ٤,٥ مم محيطة بالنهاية المفتوحة للاسطوانة، ويلاحظ أن عمق الاسطوانة محدد باعتبار أنه يماثل عمق حفرة تعيين الكثافة بالتربة، فإذا اختلفت عمق الحفرة عن ١٥ سم يجب استخدام وعاء قياسي مماثل لعمق الحفرة.**

- (د) ميزان تبلغ دقته ١ جرام.
- (هـ) لوح زجاجي مربع ضلعه ٤٥ سم بسمك ٩ مم على الأقل.
- (و) صينية معدنية أو وعاء لاستيعاب التربة المحفورة(المقاس المناسب بقطر حوالي ٣٠ سم، وارتفاع حوالي ٤ سم).

- (ز) قاطع اسطواني من الحديد بطول ١٣ سم وقطر داخلي ١٠ سم وسمك الجدار ٣ مم مدببة من إحدى نهايتها مثل المبينة بالشكل رقم (٦-٤)، ويجب دهان القاطع بطبقة من الشحم الرقيق.

- (ح) أجهزة وأدوات لتعيين محتوى الرطوبة

- (ط) صينية معدنية مربعة ضلعها ٣٠ سم وارتفاعها ٤ سم، في مركزها فتحة بقطر ١٠ سم.

- **المواد :**

- **رمل نظيف خالي من المواد العضوية منتظم الحبيبات (يمر من منخل مقاس فتحته ٠,٦ مم ويحجز على منخل مقاس فتحته ٠,٣ مم). يجفف الرمل ويحفظ لمدة سبعة أيام لاتزان محتوى رطوبته مع الجو، يجب عدم حفظ الرمل في وعاء يمنع دخول الهواء، كما يجب خلطه جيدا قبل الاستخدام.**

- **معايرة الجهاز :**

- **(أ) تعيين وزن الرمل الذي يملأ مخروط اسطوانة السكب.**

- **(أ ـ ١) تملأ اسطوانة السكب بالرمل بحيث يكون منسوب أعلاه أقل بحوالي ١٢مم من الحافة العلوية للأسطوانة ويعين الوزن الكلي لها (m_1)، وهذا الوزن يبقى ثابتا خلال الاختبارات الخاصة بالمعايرة، وتوضع اسطوانة السكب، ويجب عدم الطرق أو هز الاسطوانة أثناء ذلك.**

وعند ملاحظة توقف الرمل عن المرور من الاسطوانة يغلق الصنبور وتنقل الاسطوانة بعناية ثم توزن لتعيين الرمل الذي ملأ المخروط إلى أقرب جرام.

- (أ -٢) تعاد الخطوة السابقة ثلاث مرات على الأقل لحساب متوسط وزن الرمل الذي يملأ المخروط وليكن (m_2) .

- (ب) تعيين حجم وعاء المعايرة :

- (ب -١) يوضع وعاء المعايرة على كفة الميزان بحيث يكون الطرف العلوي للوعاء أفقيا ويمكن تحقيق ذلك بغمس قاعه في مادة صلصالية، أو ما يمثلها،ثم يوزن الوعاء وأي صلصال استعمل إلى أقرب جرام (m_5) . يملأ الوعاء بالكامل بالماء مع الأخذ الاحتياط بعدم سقوط ماء على كفة الميزان أو خارج الوعاء.

توضع قدة على الحافة العلوية للوعاء ويصب الماء ببطء وبعناية بواسطة قضيب تنقيط إلى أن يلمس الماء حافة القدة.
ترفع القدة ويسجل وزن الوعاء والماء لأقرب ١ جم (m_6).
تكرر هذه العملية عدة مرات للحصول على قيمة دقيقة متوسطة للوزن (m_6) ويحسب حجم وعاء المعايرة من المعادلة:

$$V=m_6-m_5$$

- (جـ) تعيين الكثافة الكلية للرمل (ρ_S) :

- (جـ -١) يعين الحجم الداخلي لوعاء المعايرة (V) سم^3، كما في (ب).

- (جـ -٢) توضع اسطوانة السكب فوق وعاء المعايرة بحيث يكون محورها الرأسي منطبقا مع مركز الوعاء، وذلك بعد ملأ الاسطوانة للوزن الثابت (m_1). يفتح صنبور اسطوانة السكب ليسمح بمرور الرمل منها،

ويجب أثناء ذلك عدم الطرق أو هز الاسطوانة. وعندما يلاحظ توقف خروج الرمل من الاسطوانة يغلق الصنبور وتوزن اسطوانة السكب لأقرب جرام.

- (جـ-٣) تعاد الخطوة السابقة ثلاث مرات على الأقل ويؤخذ المتوسط (m_3). يجب اعادة المعايرة كل يوم على الأقل وذلك لاحتمال تغير نسبة الرطوبة في الجو، كذلك احتمال التغير الطفيف في تدرج وشكل حبيبات الرمل المستخدم في المعايرة.

- تعيين كثافة التربة :

- (أ) تنظف مساحة من التربة المراد اختبارها على شكل مربع طول ضلعه حوالي ٤٥ سم وتسوى بحيث تكون مستوية ويفضل أن يتم ذلك باستخدام أداة تسوية.

- (ب) توضع الصينية المعدنية على المنطقة المجهزة من التربة بحيث تكون الفتحة التي في مركزها فوق المنطقة من التربة المراد اختبارها. تعمل حفرة بالتربة بحيث تكون محددة بالفتحة التي في الصينية ويراعى عدم ترك مواد مفككة في الحفرة كما يراعى أثناء الحفر عدم توسيع الحفرة عما يجب أثناء تسوية جوانبها. ويجمع ناتج الحفر من التربة ويوزن لأقرب جرام (m_w).

- ويمكن كطريقة مرادفة في حالة التربة ناعمة الحبيبات التي ليس لها تماسك استخدام القاطع الأسطواني، يدفع القاطع بانتظام في التربة حتى تصبح نهايته العليا في منسوب السطح الذي تم تسويته للتربة ثم تحفر التربة بداخله إلى عمق ١١ سم باستخدام أدوات مناسبة. تجمع التربة وتوزن لأقرب جرام (m_w). ويترك القاطع الأسطواني مكانه أثناء إجراء بقية الاختبار.

- (جـ) توضع عينة ممثلة للتربة المحفورة في وعاء غير منفذ للهواء ويعين محتوى الرطوبة لها ($\theta\%$) وذلك حسب الطريقة المشروحة سابقا. ويمكن كطريقة مرادفة تجفيف العينة المستخرجة من الحفرة بكاملها ووزنها (m_d).

- (د) توضع اسطوانة السكب وبها الرمل بحيث يكون وزنها هو الوزن الثابت (m_1) وبحيث تكون قاعدتها متمركزة مع الحفرة، ثم يفتح صمام اسطوانة السكب ويسمح للرمل الذي بداخلها بالمرور وملأ الحفرة، ويراعى عدم هز الاسطوانة أو المنطقة التي حولها خلال هذه الفترة. عندما يتوقف خروج الرمل يغلق الصمام وترفع اسطوانة السكب وتوزن لأقرب جرام (m_4). من الضروري إجراء الاختبار بالحقل عدة مرات للتأكد من أن كثافة التربة ثابتة لدرجة مناسبة من الدقة.

- الحسابات :
- (أ) يحسب وزن الرمل الذي يملأ وعاء المعايرة (m_a) من العلاقة الآتية :

$$m_a = m_1 - m_2 - m_3$$

- حيث :

m_1 = وزن اسطوانة السكب بالرمل قبل سكبه في وعاء المعايرة.

m_3 = الوزن المتوسط لاسطوانة السكب بالرمل بعد السكب في وعاء المعايرة.

m_2 = الوزن المتوسط للرمل الذي يملأ المخروط.

- (ب) تحسب الكثافة الشاملة للرمل ρ_S من المعادلة التالية :

$$\rho_s = \frac{m_a}{V}$$

- (جـ) يحسب وزن الرمل الذي يملأ الحفرة (m_b)من العلاقة التالية :

$$m_b = m_1 - m_4 - m_2$$

- حيث :

m_1 = وزن اسطوانة السكب بالرمل قبل سكبه في الحفرة.

m_4 = الوزن المتوسط لاسطوانة السكب بالرمل بعد السكب في الحفرة.

m_2 = الوزن المتوسط للرمل الذي يملأ المخروط.

- (د) تحسب الكثافة الكلية للتربة (cρ)من المعادلة التالية:

$$\rho = \rho_S \, x \, \frac{m_w}{m_b}$$

- حيث m_w = وزن التربة المحفورة.

m_b = وزن الرمل الذي يملأ الحفرة.

ρ_2 = الكثافة الشاملة للرمل.

- (هـ) تحسب الكثافة الجافة (ρ_d) من العلاقة التالية :

$$\rho_d = \frac{100\rho}{\theta + 100}$$

- حيث:

θ = محتوى الرطوبة للتربة ×١٠٠.

أو

$$\rho = \frac{m_d}{m_b} x \rho_s$$

- حيث :

m_d = وزن التربة الجافة بالحفرة.

m_b = وزن الرمل الذي يملأ الحفرة.

- تسجيل النتائج :

- (أ) الكثافة الجافة للتربة لأقرب ٠,٠١ طن/ متر^{٣} .

- (ب) النسبة المئوية للرطوبة بالتربة لأقرب رقمين صحيحين.

  يجب تسجيل طريقة إجراء الاختبار، كأن يذكر مثلا أنه تم استخدام اسطوانة السكب الصغيرة.

- **ملاحظات :**

- **(أ) توجد اسطوانات سكب كبيرة تستخدم في حالة احتواء التربة على كسر الأحجار أو الزلط الكبير سواء إذا كانت طبيعية أو مدموكة وكذلك للتربة الناعمة أو المتوسطة الحبيبات إذا كان سمك الطبقة المراد تعيين كثافتها تزيد عن ١٥٠ مم وتقل عن ٢٥٠ مم. يوضع شكل رقم (٥٥) مثل هذه الاسطوانات كما يوضح الشكل رقم (٥٦) وعاء المعايرة الخاصة بها.**

- (ب) الأجهزة المستعملة مع اسطوانة السكب الكبيرة لا تختلف عن الأجهزة السابق شرحها في طريقة اسطوانة السكب الصغيرة عدا أن الصينية المعدنية ذات الثقب في وسطها تكون بمقاسات ٤٥ × ٤٥ × ٥ سم، كما أن الثقب في وسطها بقطر ٢٠ سم.

- (جـ) الطريقة التي تستعمل لأسطوانة السكب الكبيرة لا تختلف عن الطريقة السابق شرحها لاسطوانة السكب الصغيرة.

- (د) عندما يصعب استخدام اسطوانة السكب الصغيرة أو الكبيرة لتعيين الكثافة، يمكن استخدام مجرفة يدوية بطول ٢٠ سم وعرض ١٢ سم.

- **طريقة الوزن في الماء :**

- **تستخدم هذه الطريقة في تعيين الكثافة الكلية لعينة من التربة الطبيعية أو التربة المدموكة وذلك بتعيين وزنها في الهواء وزنها وهي معلقة في الماء. يمكن استخدام هذه الطريقة في حالة الحصول على قطع مناسبة الحجم من عينات التربة.**
ويفضل أن تكون شكل العينة اسطوانيا أو مكعبا وإذا اختلف عن ذلك فيجب ألا يكون أحد أبعاد العينة صغيرا جدا عن البعدين الآخرين. وحيث أن دقة نتيجة الاختبار تعتمد على حجم العينة فمن الضروري استخدام أكبر حجم من العينة. وبما يناسب حمولة الميزان المستخدم في إجراء الاختبار.

- **الجهاز:**

- **(أ) وعاء اسطواني من المعدن أو البلاستيك غير منفذ للماء.**

- **(ب) ميزان تبلغ دقته ١ جرام.**

- **(جـ) حامل بصنجة مثل الموضحين بالشكلين رقمي (٥٧)، (٥٨) ويتصل الحامل بصنجة الميزان كما هو مبين بالشكل. ويلاحظ أنه يمكن استخدام أي تركيبة أخرى بحيث يمكن في النهاية إيجاد وزن العينة في الماء.**

- (د) أدوات لازمة لصهر شمع البرافين.
- (هـ)أجهزة وأدوات لتعين محتوى الرطوبة للتربة كما هو موضح سابقا.
- (و) صلصال.
- (ز) شمع برافين.

- ضبط الجهاز :

- (أ) يوضع الميزان بحيث يكون حامل الصنج فوق الوعاء الاسطواني على أن تترك مسافة ٣٠ سم على الأقل بينهما كما هو موضح بالشكل رقم (٥٩).

- (ب) يملأ الوعاء الاسطواني بالماء لمسافة حوالي ٨ سم من أعلى الوعاء ويوضع في مكانه أسفل الميزان ويتم ضبط وضع حامل الصنج بحيث تصبح الكفة معلقة معلقة في الماء بدون لمس لجوانب أو قاع الوعاء. ويجب التأكد من أن أكبر عينة سيتم اختبارها ستكون مغمورة تماما بالماء عندما تكون فوق الكفة.

- (جـ) يوضع وزن معادل على كفة الميزان الثابتة حتى يتم إرجاع قراءته للصفر.

- الطريقة :

- (أ) تجهز عينة التربة إلى حجم مناسب وبحيث تصبح مقاساتها حوالي ١٠سم في كل اتجاه وتوزن العينة لأقرب جرام (m_s).

- (ب) تملأ الفراغات السطحية بالعينة بمادة مناسبة لا تذوب في الماء مثل الصلصال. يجب ملء الفراغات الهوائية فقط ولا تملأ الفراغات الناتجة عن فقد حبيبات كبيرة أثناء تحضير عينة التربة. وتسوى المادة المائلة مع سطح العينة ثم توزن بعد ذلك (m_f).

- (جـ) تغطى العينة تماما باسقاطها مرات متتابعة في شمع البرافين المنصهر، يجب ملاحظة عدم تكون فقاقيع هواء أسفل طبقة الشمع، ويراعى أن يكون الشمع في درجة حرارة تكفي لانصهاره فقط ولا يكون ساخنا أكثر مما يجب. تترك العينة بالشمع لتبرد ثم توزن لأقرب جرام (m_w)

- ويحسب وزن شمع البرافين المستخدم (m) من العلاقة التالية:

$$m = m_w - m_f$$

- حيث :

m_w = وزن العينة بعد تغطيتها بشمع البرافين .

m_f = وزن العينة بعد ملء الفراغات الهوائية بالصلصال.

- (د) توضع العينة على الكفة المعلقة في الحامل والمتصلة بالميزان ويؤخذ وزن العينة وهي معلقة في الماء لأقرب جرام (m_g). ويراعى ملاحظة عدم تكون فقاقيع هواء محبوسة أسفل العينة.

- (هـ) ترفع العينة من الماء ويستخرج منها جزء خالي تماما من الشمع أو الصلصال وتعين نسبة الرطوبة له (θ).

- **الحسابات :**

$$V_S = \frac{m}{\rho_B} - (m_g - m_w)$$

- **حيث :**

m_w = وزن العينة بالشمع.

m_g = وزن العينة بالشمع وهي معلقة في الماء حيث:

m = وزن الشمع الذي يغطي العينة.

ρ = كثافة الشمع (تعيين كثافة الشمع بأي طريقة مناسبة).

- (ب) تحسب كثافة التربة (ρ) من العلاقة التالية:

$$\rho = \frac{m_s}{V_s}$$

- حيث :

m_s = وزن عينة التربة

- (جـ) تحسب الكثافة الجافة للتربة (ρ_d) من العلاقة التالية:

$$\rho_d = \frac{100\rho}{\theta + 100}$$

- حيث:

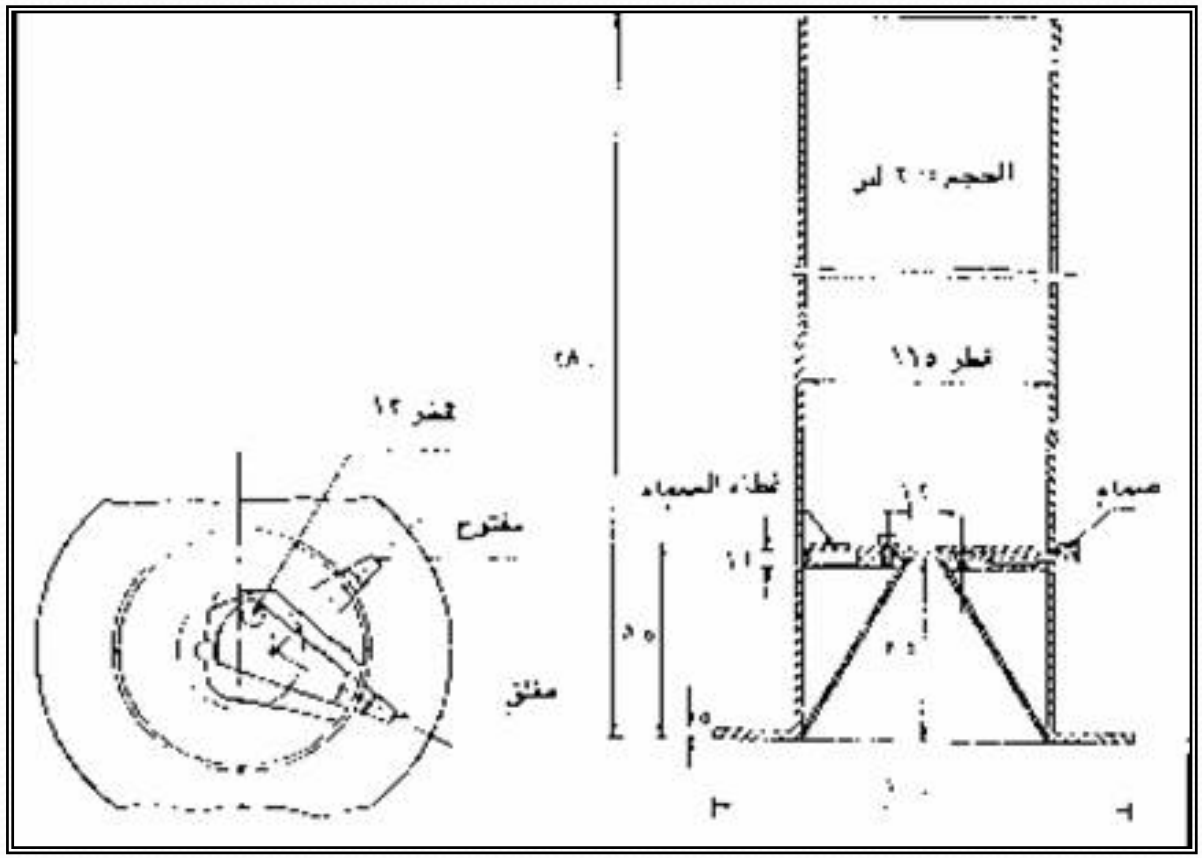
θ = النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة.

- تسجيل النتائج :

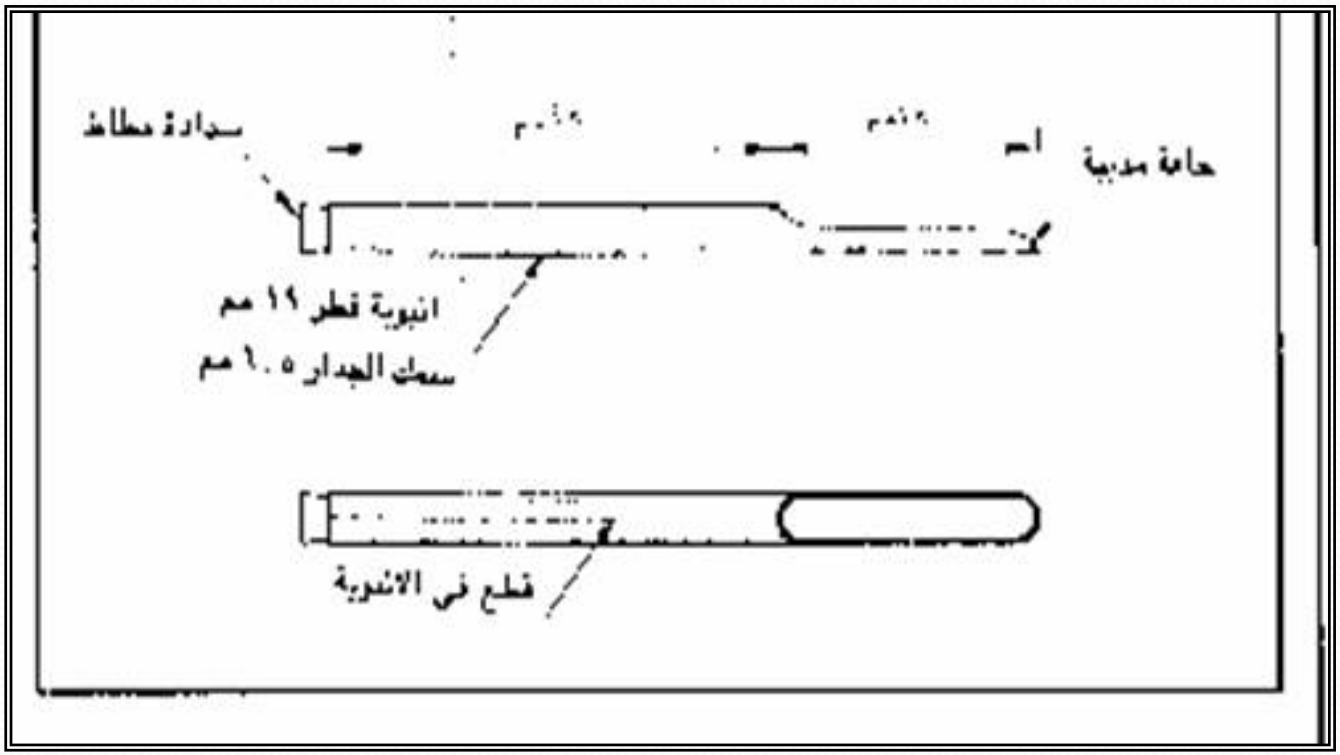
- (أ) الكثافة الجافة للتربة لأقرب رقمين عشريين.

- (ب) النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة للتربة لأقرب عددين صحيحين.

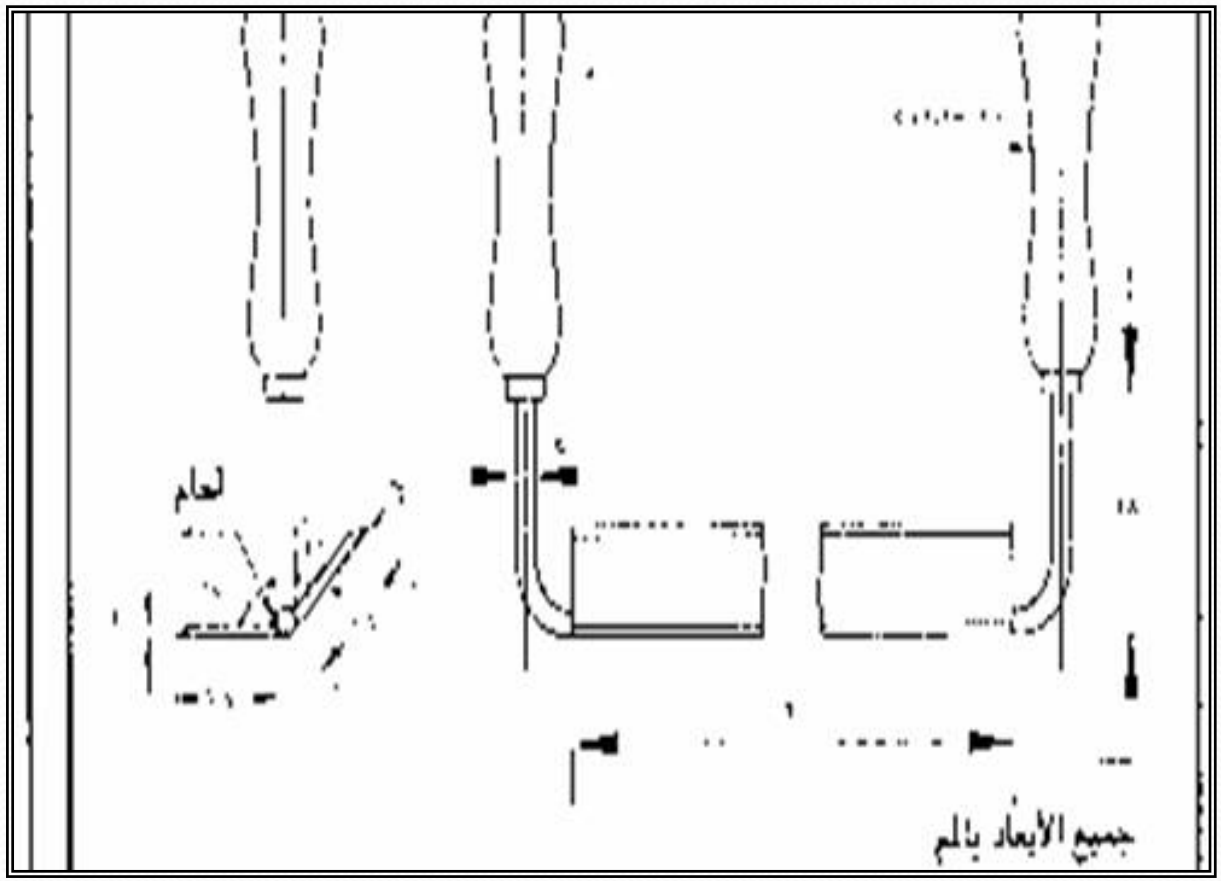
- يسجل أيضا طريقة إجراء الاختبار وهي طريقة الوزن في الماء.



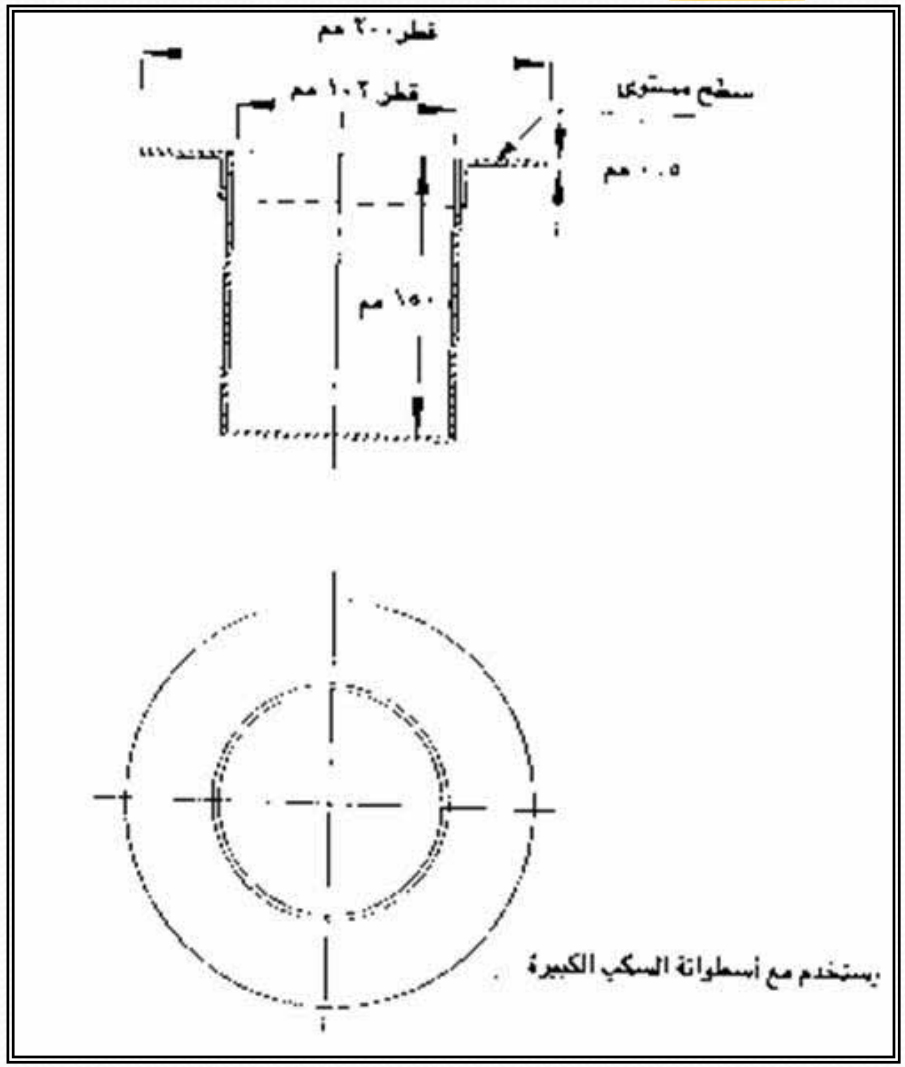
شكل (٦-١) إسطوانة السكب الصغيرة



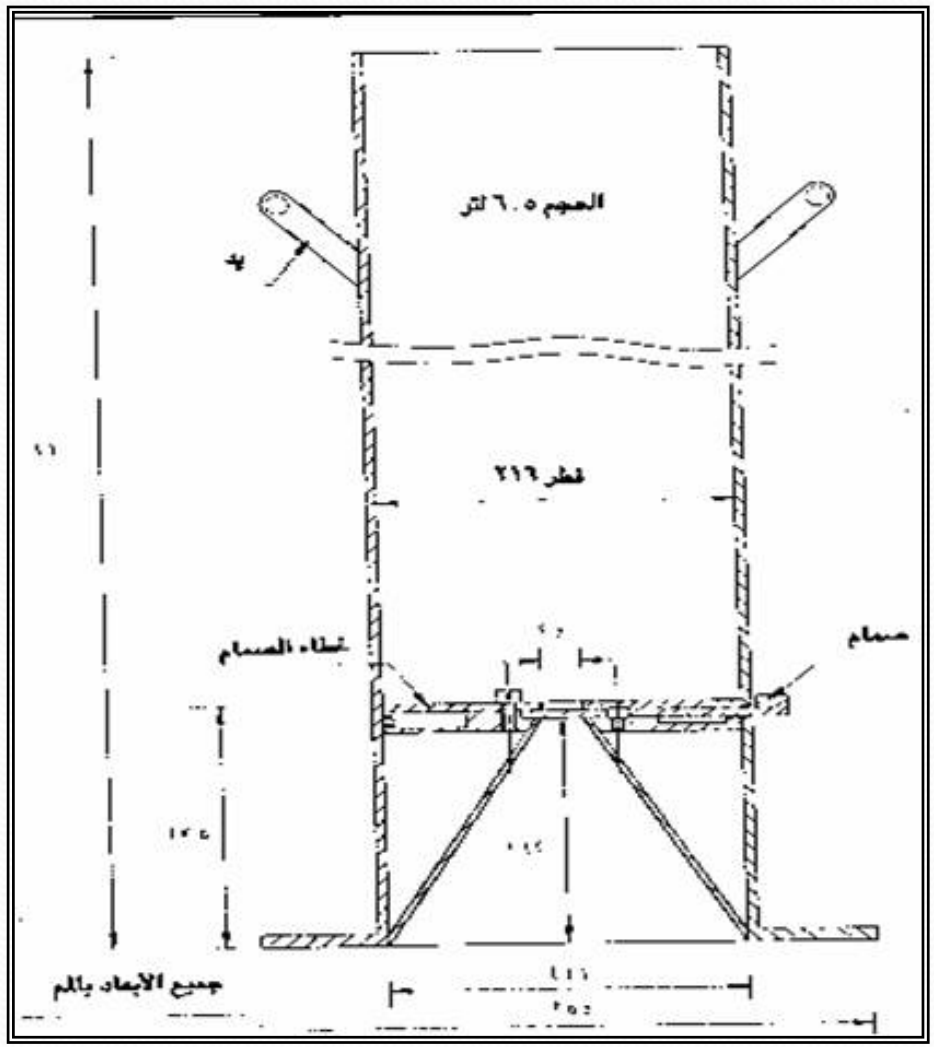
شكل (٦-٢) قاطع لعمل حفرة بالتربة



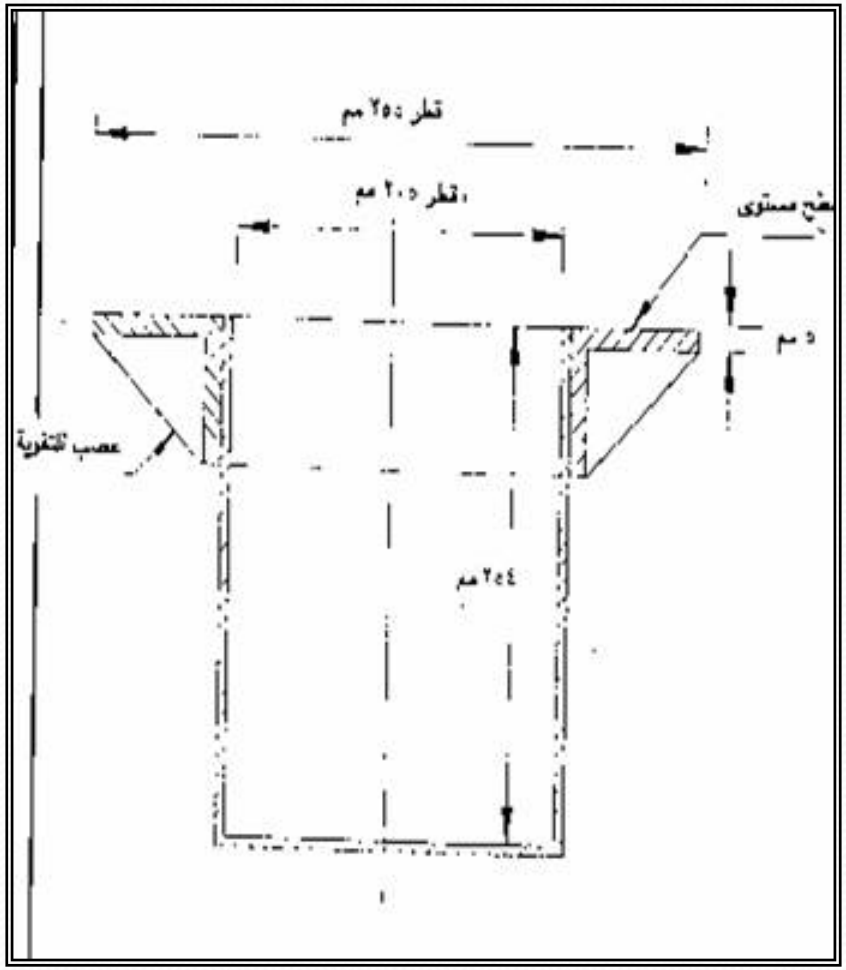
شكل (٦-٣) أداه تسوية التربة



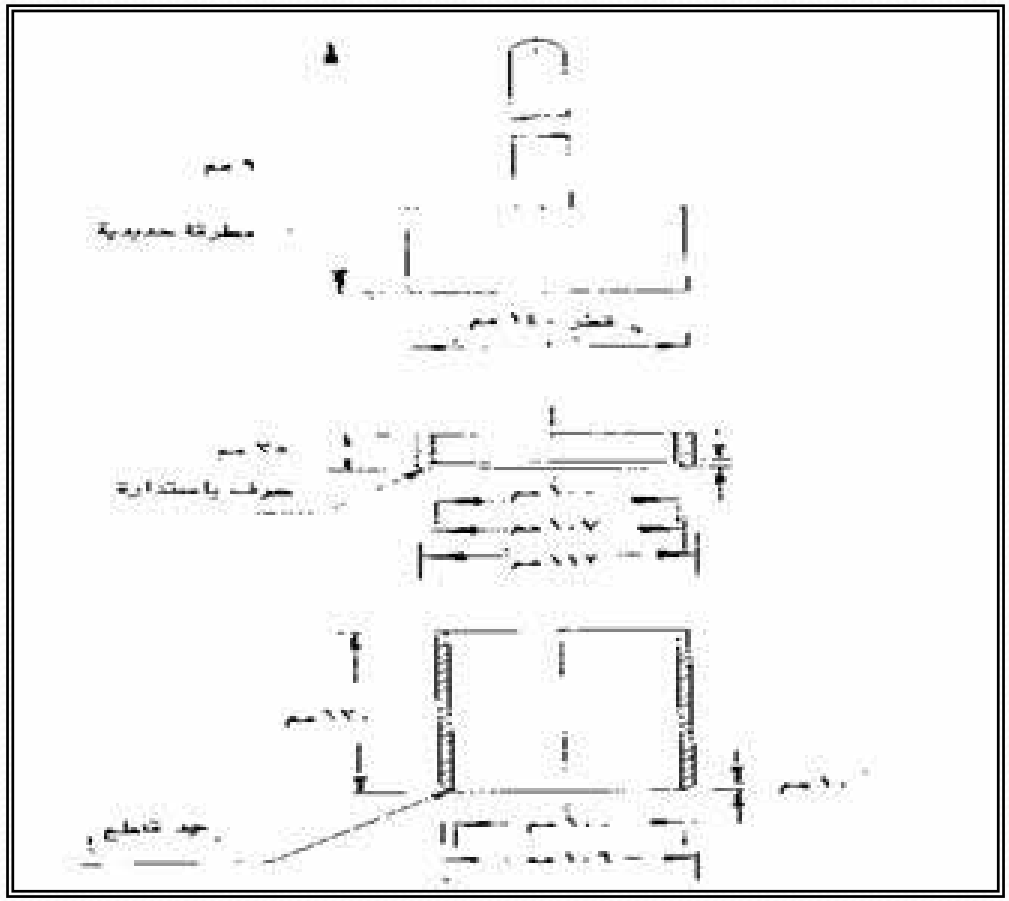
شكل (٦-٤) وعاء المعايرة



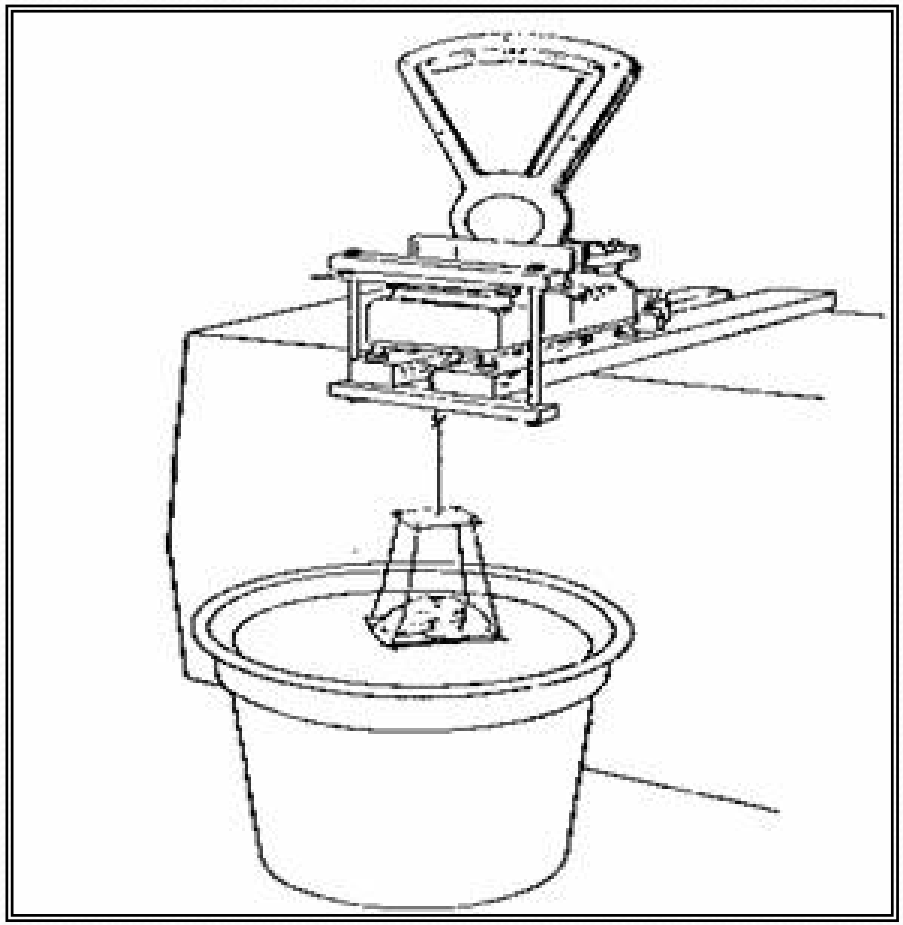
شكل (٦-٥) أسطوانة السكب الكبيرة



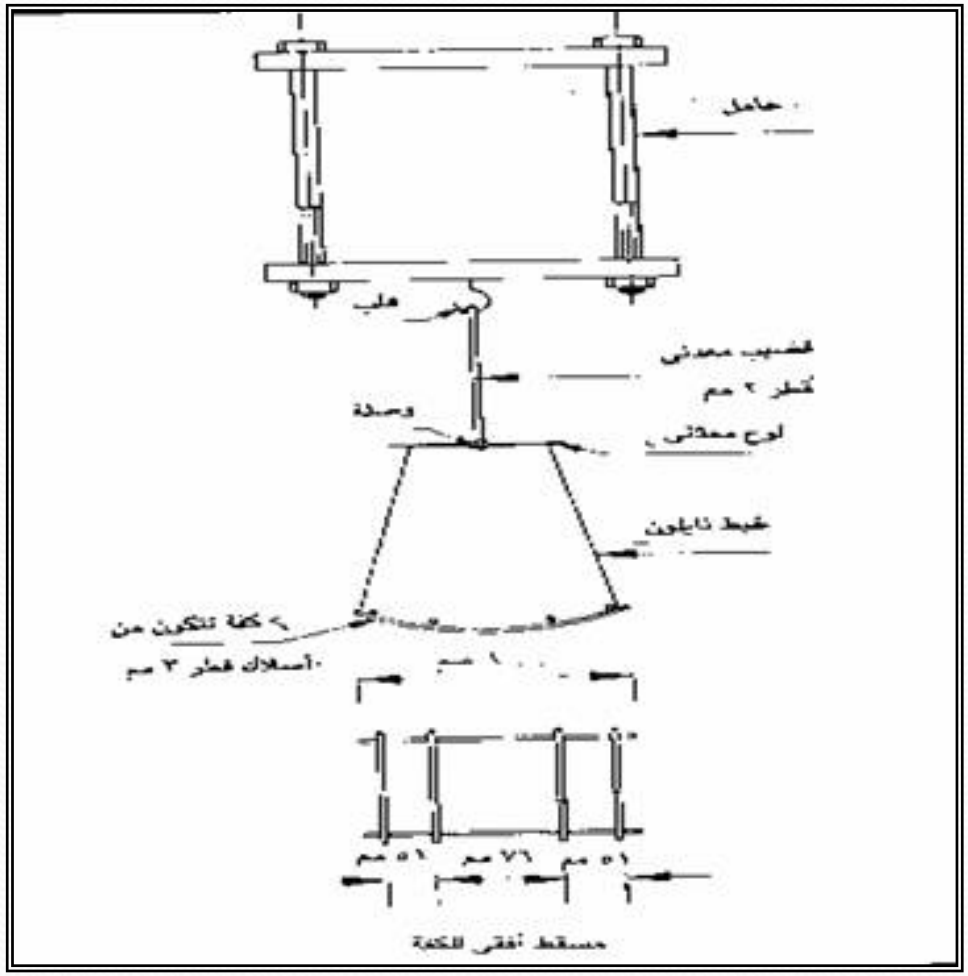
شكل (٦-٦) وعاء المعايرة
يستخدم مع إسطوانة السكب الكبيرة فة طريقة المجرفة



شكل (٦-٧) قاطع اسطوانى من الحديد



شكل (٦-٨) الحهاز المستخدم فى
تعيين الكثافة الكلية للتربة بطريقة الوزن فى الماء



شكل (٦-٩) الحامل والكفة

سابعا : تعيين معامل النفاذية :

- الغرض من الاختبار :

- الغرض من هذا الاختبار هو تعيين معامل النفاذية في المعمل بإحدى الطريقتين الآتيتين :

- ١- مقياس النفاذية ذو العلو الثابت : وذلك للتربة خشنة الحبيبات مثل الرمل الحرش والمتوسط.

- ٢- مقياس النفاذية تحت تأثير العلو المتغير: وذلك للتربة دقيقة الحبيبات مثل الرمل الناعم والطمي. أما بالنسبة للتربة الطينية الغير منفذه للماء عمليا فيمكن تعيين معامل النفاذية لها بطريقة غير مباشرة من نتائج اختبار التصلب مباشرة

- ١- مقياس النفاذية ذو العلو الثابت :

- الجهاز :

- (أ) قالب نفاذية مصنوع من البلاستيك السميك ذو قطر داخلي ١٠ سم وطول ٣٠ سم ذو سدادتين إحداهما علوية والأخرى سفلية.

- (ب) وعاء يمكن تثبيت منسوب سطح الماء فيه.

- (جـ) قرصان مساميان يوضع إحداهما فوق العينة والأخر أسفلها.

- (د) ميزان حساس تبلغ دقته ٠,١٠ جم.

- (هـ) فرن تجفيف آلي الضبط يمكن تثبيت درجة حرارته عند ١٠٥ º ــ ١١٠ ºم.

- (و) ترمومتر حساس يقرأ إلى ٠,١٠ م.

- (ز) مسطرة مدرجة .
- (ح) ساعة ايقاف.
- (ط) مدق ذو نهاية من الخشب أو المطاط.
- (ي) أنبوبة من المطاط ذات قطر مناسب.
- (ك) مخبار مدرج سعته ١٠٠٠ سم^{٣}.

- الطريقة :

- (أ) يقاس القطر الداخلي لقالب مقياس النفاذية.

- (ب) يوزن القالب فارغا مضاف اليه وزن السدادتين والأقراص المسامية بدقة ٠,١٠ جم.

- (جـ) يوضع القرص المسامي السفلي والسدادة السفلية في القالب.

- (د) تجفف التربة المراد اختبارها في الفرن عند درجة حرارة١٠٥ º-١١٠ ºم.س

- (هـ) تترك التربة السابق تجفيفها في مجفف لتبرد ثم توضع في القالب على طبقات كل طبقة بسمك ٢,٥ سم مع دمك كل طبقة بواسطة المدق وبعدد دقات متساوي لكل طبقة مع مراعاة تخشين سطح كل طبقة مدموكة قبل وضع الطبقة التالية لها.

- (و) يوضع القرص المسامي العلوي والسدادة العلوية على العينة.

- (ز) يوزن القالب العينة لأقرب ٠,١٠ جم ويقاس طول العينة (L) .

- (ح) يتم وضع وتثبيت الوحدات للجهاز كما سبق ويقاس العلو (H) .

- (ط) يسمح بسريان المياه خلال العينة حتى يتم تشبعها ويصبح حجم التصرف الخارج ثابتا.

- (ي) يوضع مخبار فارغ لجمع التصرف وتسجل كمية المياه في زمن معين ٢ أو ٣ دقائق.

- (ك) تعاد الخطوة (ي) مرتين على الأقل.

- (ل) تسجل درجة حرارة الماء.

- (م) تعاد الخطوات من (د) إلى (ل) ثلاث مرات مستخدما عينات من نفس التربة ونفس درجة الدمك.

- (ن) تعاد الخطوات من(د) إلى (م) لدرجات دمك لا يقل عددها عن أربعة

- الحسابات :

- يحسب معامل النفاذية (K) من المعادلة التالية :

$$k = \frac{Q}{i.A}$$

- حيث :

Q = كمية التصرف في الزمن معين (t) (حجم / زمن).

i = الانحدار الهيدروليكي = H/L.

A = مساحة مقطع العينة = مساحة مقطع القالب.

- تسجيل النتائج :
- (أ) تسجل جميع البيانات والقراءات بالجدول (٧-١)
- (ب) يعين معامل النفاذية لكل اختبار.
- (جـ) تحسب نسبة الفراغات لكل درجة دمك.

- (د) نحصل على متوسط معامل النفاذية لكل درجة دمك وتصحح عند ٢٠ °م طبقا للمعادلة :
- حيث :

μ_T معامل اللزوجة للسائل عند درجة حرارة T درجة مئوية.

μ_{20} معامل اللزوجة للسائل عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية.

- (هـ) ترسم العلاقة بين نسبة الفراغات ومعامل النفاذية.

- جدول رقم (٧-١) نتائج اختبار مقياس النفاذية ذو العلو الثابت

المشروع : رقم الجسة :

الموقع : عمق العينة :

رقم العينة : وصف التربة :

مقياس النفاذية رقم :

وزن مقياس النفاذية : جم

مساحة العينة : سم^{٣}

وزن مقياس النفاذية والتربة : جم

الوزن النوعي لحبيبات التربة :

وزن التربة الجافة = جم

نسبة الفراغات	مقاس رقم	طول العينة	درجة حرارة المياه	كمية المياه المتجمعة	الزمن المنصرف	العلو	معامل النفاذية kT	معامل النفاذية k20	متوسط معامل النفاذية
		سم	م°	سم٣	ثانية	سم	سم/ثانية	سم/ثانية	

ملاحظـــات.....

- ٢- مقياس النفاذية تحت تأثير العلو المتغير :

- الجهاز :

- ١- قالب نفاذية مصنوع من البلاستيك السميك ذو قطر داخلي ١٠ سم وطول ٣٠ سم ذو سدادتين إحداهما علوية والأخرى سفلية.

- ٢- أنبوبة لقياس العلو وتكون مقسمة إلى سنتيمترات وميلليمترات.

- ٣- قرصان مساميان يوضع إحداهما فوق العينة والأخر أسفلها.
- ٤- ميزان حساس تبلغ دقته ٠,١٠ جم.
- ٥- فرن تجفيف آلي الضبط يمكن تثبيت درجة حرارته عند ١٠٥ º ـ ١١٠ ºم.

- ٦- ترمومتر حساس يقرأ إلى ٠,١٠م.
- ٧- مسطرة مدرجة .
- ٨- ساعة ايقاف.
- ٩- مدق ذو نهاية من الخشب أو المطاط.

- الطريقة :

- (أ) يقاس القطر الداخلي لقالب النفاذية وأنبوبة قياس العلو.

- (ب) يوزن القالب فارغا مضاف اليه وزن السدادتين والأقراص المسامية بدقة ٠,١٠ جم.

- (جـ) يوضع القرص المسامي السفلي والسدادة السفلية في القالب.

- (د) تجفف التربة المراد اختبارها في الفرن عند درجة حرارة ١٠٥ º - ١١٠ ºم.س

- (هـ) تترك التربة السابق تجفيفها في مجفف لتبرد ثم توضع في القالب على طبقات كل طبقة بسمك ٢,٥ سم مع دمك كل طبقة بواسطة المدق وبعدد دقات متساوي لكل طبقة مع مراعاة تخشين سطح كل طبقة مدموكة قبل وضع الطبقة التالية لها.

- (و) يوضع القرص المسامي العلوي والسدادة العلوية على العينة.

- (ز) يوزن القالب العينة لأقرب ٠,١٠جم ويقاس طول العين (L).

- (ح) يتم وضع وتثبيت الوحدات للجهاز (يمكن وضع شريط مقسم إلى سنتيمترات ومليمترات وذلك بجانب أنبوبة قياس العلو ولتسجيل منسوب المياه عند أوقات مختلفة إذا كانت هذه الأنبوبة غير مقسمة).

- (ط) يسمح بسريان المياه خلال العينة حتى يتم تشبعها .

- (ي) عند زمن صفر يسجل منسوب المياه ويقاس العلو عند هذا المنسوب ($h_{.}$).

- (ك) بعد مرور زمن (t_{1}) يسجل منسوب المياه في الأنبوبة ويقاس العلو (h_{1}) عند هذا المنسوب.

- (ل) تسجل درجة حرارة الماء.

- (م) تعاد الخطوات من (هـ) إلى (ك) ثلاث مرات مستخدما عينات من نفس التربة ونفس درجة الدمك.

- (ن) تعاد الخطوات من(هـ) إلى (ل) لدرجات دمك لا يقل عددها عن أربعة.

- **الحسابات :**
- **يحسب معامل النفاذية (k) من المعادلة التالية :**

$$k = 2.3\frac{a.L}{A.t}\log_{10}\frac{h_0}{h_1}$$

- **حيث :**

a = مساحة مقطع الأنبوبة.

A = مساحة مقطع العينة = مساحة مقطع القالب.

h_0 = علو بعد مضي زمن صفر.

h_1 = علو بعد مضي زمن t.

L = طول العينة.

- **تسجيل النتائج :**

أ - تسجل جميع البيانات والقراءات

ب - تحسب نسبة الفراغات ومتوسط معامل النفاذية لكل درجة دمك.

جـ - تصحح قيم معامل النفاذية عند ٢ ºم كما سبق

د - ترسم العلاقة بين نسبة الفراغات ومعامل النفاذية.

- جدول رقم (٧-١) نتائج اختبار مقياس النفاذية تحت تأثير علو متغير

المشروع : رقم الجسة :

الموقع : عمق العينة :

رقم العينة : وصف التربة :

مقياس النفاذية رقم : وزن مقياس النفاذية : جم

مساحة العينة : سم^{3}

وزن مقياس النفاذية والتربة : جم

الوزن النوعي لحبيبات التربة :

وزن التربة الجافة = جم

نسبة الفراغات	مقاس رقم	طول العينة	الزمن المنصرف	العلو من البداية	العلو عند النهاية	معامل النفاذية kT	معامل النفاذية k20	متوسط معامل النفاذية
		سم	ثانية	سم		سم/ثانية	سم/ثانية	