جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

أساسيات التربة العامة

الجزء العملي

اعداد

الدكتور قحطان درويش عيسى الخفاجي

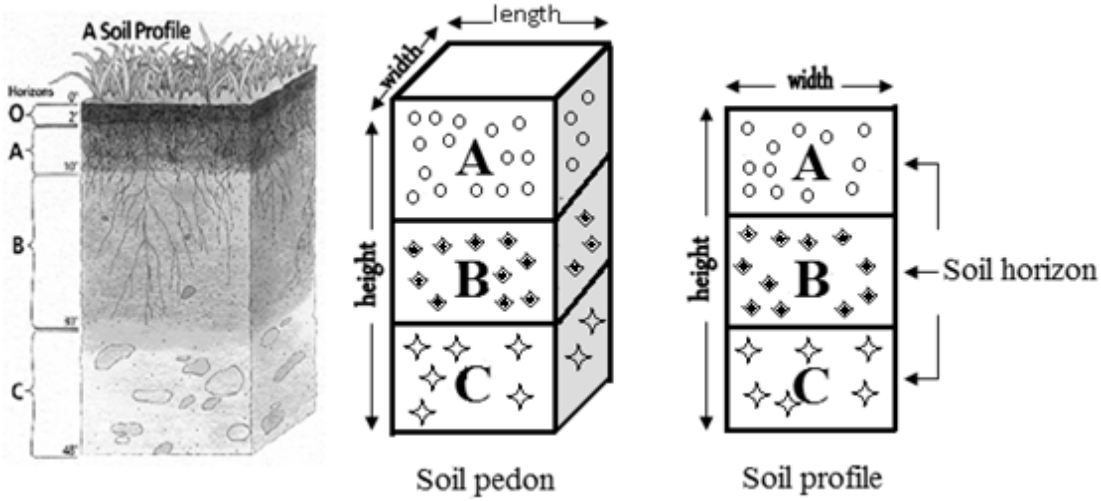
قسم علوم التربة والموارد المائية

مقد التربة وجمع عينات التربة من الحقل

التربـة (Soil) : هـي الجزء المتطور من القشرة الأرضية بفعل عوامل وعمليات تكوين التربـة والمتكونة من مواد معدنية وعضوية مختلطة مع بعضها والقادرة على إمداد النبات ببعض أو كل ما يحتاجه من العناصر الغذائية بشرط توفر الماء والهواء.
كما ان التربة تعتبر نظام ديناميكي متغير على سطح الأرض ولـه ثلاث أبعاد (مساحة وعمق) وهذا ما يعرف بالـ (Soil Pedon).

من خلال التعريف السابق نلاحظ ان هناك ثلاث أطوار رئيسية للتربة هي :
(1) الطور الصلب : ويتكون من : أ. جزء معدني ب. جزء عضوي
(2) الطور السائل (ماء التربة)
(3) الطور الغازي (هواء التربة)
يضاف إلى ذلك جزء حيوي مهم وهو المكون البيولوجي المتضمن الكائنات الحية الدقيقة في التربة.
مقد التربـة (Soil profile) : هو عبارة عن مقطع عمودي في جسم التربة يمتد من السطح الفاصل بين التربة والهواء الجوي إلى مادة الأصل (Parent material) أو الماء الأرضي ويتكون مقد التربة من مجموعة من الطبقات أو الأفاق المكونة لجسم التربة والمتميزة بعضها عن البعض. وهذا المقد هو حفرة بطول 2 متر وعرض 1 – 1,5 متر أما العمق فيختلف حسب مستوى الماء الأرضي أو صخور مادة الأصل أو الغرض من الدراسة .

أفق التربة (Soil horizon) : هو عبارة عن طبقة غالبا ما تكون موازية لسطح الأرض وذات صفات كيميائية وفيزيائية ومعدنية وحيوية تميزها عن الطبقات التي فوقها والطبقات التي تحتها ونتجت هذه الطبقة عن فعالية عمليات تكوين التربة . وتمتاز الترب القديمة بوضوح الأفاق على العكس من الترب الحديثة حيث يصعب تمييز الأفاق.

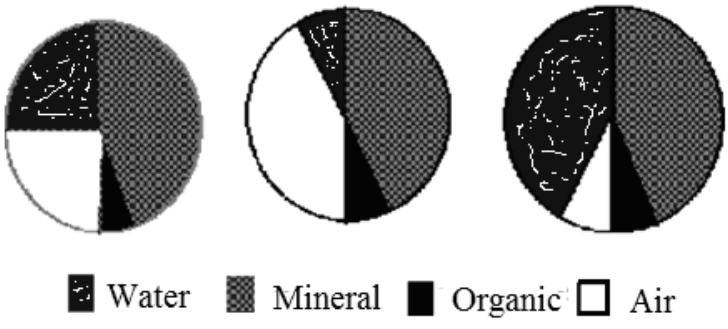


المكونات الرئيسية للتربة :

تتكون التربة المعدنية المثالية لنمو النبات على النسب الحجمية التالية. مواد معدنية 45%. مواد عضوية 5% وهذان يمثلان الجزء الصلب . أما المسافات البينية فأنها تشكل نسبة 50% من المكونات حيث تكون 25% منها مشغولة بالماء و 25% تكون مشغولة بالهواء. هذا في حالة تربة مروية بعد مرور 24 ساعة. لكن نسبة الماء إلى الهواء تتغير حسب الظروف الجوية وظروف التربة فعندما تكون التربة جافة سوف يُطرد الماء ويحل محله الهواء والعكس يحدث عند ري التربة حيث يُطرد الهواء ليحل محله الماء.

الشكل الأتي يوضح النسب المئوية الحجمية لمكونات التربة الرئيسية في التربة ملائمة لنمو النبات بعد يوم واحد من إروائها:

وممكن ان تتغير نسب مكونات التربة حسب الظروف البيئية لكل تربة كما في الشكل التالي



جمع عينات التربة :

يجب أن تعطى أهمية كبيرة لجمع عينات التربة من الحقل فالتربة كجسم طبيعي تقسم إلى عدة أنواع وتختلف من موقع إلى أخر ويمكن ملاحظة هذا الاختلاف في البقع المتجاورة ضمن الحقل الواحد. وتتجلى أهمية اخذ عينات من التربة في معرفة الكثير من خواص التربة الكيميائية والفيزيائية والحيوية. وعلى ضوء الخواص يمكن تقسيم الترب المختلفة ومعرفة مدى صلاحيتها للزراعة واحتياجاتها إلى الأسمدة المختلفة كماً ونوعاً لإعادة خصوبتها أو حل بعض المشاكل التي تعاني منها التربة مثل الملوحة أو الحموضة.

كذلك فأن عدد العينات الواجب أخذها يعتمد على الغرض من الدراسة أو البحث. الا ان عدم تجانس التربة يزيد من مشاكل اخذ العينات. ونظراً لتعدد فروع علم التربة فأنه يصعب الاتفاق على الطريقة المثلى التي يجب إتباعها عند اخذ العينات. فمثلا العينات التي تؤخذ لتقدير نسبة الرطوبة تختلف عن تلك العينات المطلوبة لتقدير الكثافة الظاهرية والتي تؤخذ بطريقة خاصة وذلك بعدم تغيير حالتها الطبيعية قدر الإمكان (غير مستثارة) .

ولهذا يجب أن تجمع عينات التربة (Soil Samples) بطريقة علمية بحيث تكون ممثلة للموقع الذي أخذت منه قبل نقل العينات إلى المختبر للتحليل حتى تكون نتائج التحليل ألمختبري مفيدة وتعطي الصورة الحقيقية لمنطقة الدراسة وعادة ما تؤخذ العينات حسب أغراض مختلفة منها:

أولا : - حسب عمق العينة : وتقسم إلى:

(1) عينة سطحية (Surface sample):

تمثل بعينة تؤخذ على عمق (صفر – 15) سم وهذا يستلزم حفر مقد يصل عمقه إلى مادة الأصل أو إلى مستوى الماء الأرضي أو حسب الهدف من الدراسة.

(2) عينة تحت سطحية (Sub surface sample):

وتؤخذ هذه العينة من عمق (15– 50) سم ولا يتقيد بالتغير في الخواص المورفولوجية أي لا يؤخذ أعماق الأفاق بنظر الاعتبار.

(3) عينة من كل أفق:

تؤخذ في هذه الحالة عينة من كل أفق أو طبقة مميزة مورفولوجياً في قطاع التربة

ثانياً : - حسب طبيعة العينة : وتقسم إلى :

(1) عينة مستثارة (Disturbed sample)

حيث تؤخذ هذه العينة دون الاهتمام بحالة بنائها الطبيعي وتصلح هذه العينات للتحليلات الروتينية ولا تصلح للدراسات المورفولوجية.

(2) عينة غير مستثارة (Undisturbed sample)

حيث تؤخذ هذه العينات في حالتها الطبيعية دون تحطيم البناء وهذه العينات تستخدم في الدراسات المورفولوجية وتقدير الكثافة الظاهرية .

ثالثاً : – حسب شمول العينة : وتقسم إلى :

(1) عينة مفردة (Single sample)

وهي عينة تؤخذ من كل جزء مختلف من الحقل على حدا دون خلطها بالعينات الفردية الأخرى.

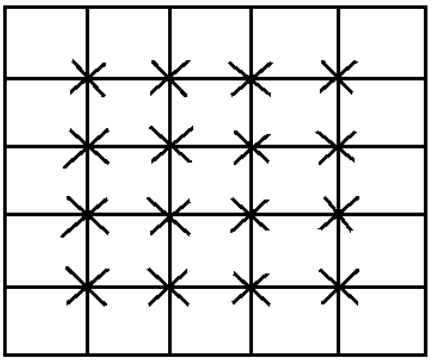
(2) عينة مركبة أو مختلطة (Compound sample)

تتألف من عينات صغيرة جمعت بشكل عشوائي من مواقع مختلفة ومسافات متفاوتة وبمقادير متساوية وثم تخلط هذه العينات مع بعضها خلطاً جيداً ثم يؤخذ جزء منه لتصبح عينة ممثلة للموقع.

مبادئ عامة يجب مراعاتها عند جمع عينات التربة :

1 – الدقة في أخذ العينات

2 – انتظام وتجانس اخذ العينات بحيث تكون العينة ممثلة للحقل المراد دراسته. فمثلا يقسم الحقل إلى مربعات ونأخذ النماذج من مواقع اشتراك اربع مربعات في نقطة واحدة .



3 – عدم اخذ العينات من مناطق رطبة جداً أو مروية حديثاً أو بعد سقوط الامطار.

4 – الابتعاد عن الطرق العامة وممرات الماشية ومصادر المياه.

5 – تجنب مناطق الجذور والمناطق المسمدة حديثاً.

6 – الابتعاد عن مناطق تجمع الاملاح والبقع الملحية.

تؤخذ العينات باستخدام (الاوكر) Auger والمسمى (المثقاب) وهو عبارة عن مثقب بطول 120 سم، أو أكثر لأخذ عينات التربة على أعماق مختلفة هو مقسم طول كل قسم 10 سم. يمكن من خلال هذه التقسيمات اخذ عينة التربة من أي عمق.

كيفية عمل مقد التربة

يجب أن يُعمل مقد أو قطاع التربة في مساحة ممثلة تمثيلاً جيداً للتربة المراد دراستها حيث تعمل حفرة بأبعاد (1 × 2 م) على أن يكون البعد الطولي موازياً لأشعة الشمس حتى تسهل عملية وصف القطاع أما بالنسبة للعمق فيختلف حسب مستوى الماء الأرضي أما في الترب الجيدة الصرف فيكون العمق إلى مادة الأم.

وبعد تحديد موقع المقد وحفره يتم وصف مقد التربة وكما يلي :

أ- وصف المنطقة المحيطة بالمقد **ب- وصف واجهة المقد**

أ- وصف المنطقة المحيطة بالمقد :

1. موقع المقد : نحدد موقع المقد ، فمثلا لو كانت المنطقة داخل الكلية نحدد الموقع كالتالي (حقول كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل / محافظة نينوى).
2. تاريخ وصف العينات : وهو مهم لان وصف المقد في الشتاء يختلف عن وصفه في الصيف، ففي الشتاء يكون المقد رطب حيث نلاحظ انتشار النباتات في الارض المحيطة به، اما في الصيف يكون المقد جاف والارض المحيطة به تكون جافة.
3. الطوبوغرافية: هل هي مستوية ، غير مستوية ، منحدرة ، مرتفعة ...الخ
4. حالة الصرف: الترب التي يكون فيها الماء الارضي منخفض تعتبر جيدة الصرف مثل ترب شمال العراق.
5. مادة الاصل: هل هي رسوبية ، متحولة ، نارية ، والترب العراقية هي ترب كلسية رسوبية.
6. الغطاء النباتي السائد في المنطقة : هل هو طبيعي أو صناعي ونوع النباتات.
7. التعرية : هل هي شديدة ، متوسطة ، قليلة ، لا توجد.
8. حالة استثمار الارض: هل هي مستثمرة من الناحية الزراعية ام غير مستثمرة.
9. الماء الأرضي : هل هو منخفض أو مرتفع ومحاولة تحديد ملوحة المياه.
10. مناخ المنطقة : تحديد طبيعة المناخ من حيث الامطار ودرجات الحرارة.

ب- **وصف واجهة المقد** : نبدأ بوصف المقد من الأعلى الى الأسفل وكما يلي :

1. تحديد الطبقات او الافاق في واجهة المقد : وتعتمد على تحديد الحد الفاصل بين الطبقات وتكون هذه الحدود (مستقيمة ، متموجة ، متداخلة).
2. لون التربة : يمكن تحديد لون التربة باستخدام دليل خاص يستخدم لهذا الغرض يسمى دليل أطلس الالوان (Munsell Soil Color Chart) ويحتوي على صفحات رتبت فيها الألوان المختلفة التي تبديها التربة حسب العناصر الثلاثة الخاصة باللون وهي:

أ- Hue: ويكون مرتبط بطول موجة الضوء السائد ويأخذ صفحة واحدة ، وكل صفحة من صفحات الدليل تأخذ لون خاص.

ب- Value: يمثل درجة وضوح اللون ، حيث يكون عمق اللون منظم من الأسفل غامق والى الأعلى فاتح.

ج- Chroma: يعبر عن درجة نقاوة اللون، أي النقاوة النسبية للموجة الضوئية السائدة حيث تزداد من اليسار الى اليمين بنقصان اللون الرمادي.

كل صفحة من صفحات الدليل تختص بدرجة Hue واحدة من درجات اللون الأحمر (R) أو البرتقالي (YR) أو الأصفر (Y) وبالتالي فان أي لون يعبر عنه برمز شامل لكل من Hue و Value و Chroma مثلا:

10 YR 4/6

حيث ان 10YR يعبر عن Hue و 4 يمثل Value و 6 يمثل Chroma

ولكل رمز ترجمة وصيغة للون على الصفحة المقابلة في أطلس الألوان.

وفي بعض الأحيان يدل اللون على بعض خواص التربة فمثلا وجود اللون الأسود يدل علة وجود المادة العضوية أو وجود أكاسيد المنغنيز (MnO_2)، بينما يدل اللون الأحمر على وجود معدن الهيماتايت (Fe_2O_3) ، في حين يدل اللون الأصفر على وجود معدن الليمونايت (Fe_2O_3-$3H_2O$) ، أما اللون الرمادي المزرق يدل على عدم جودة الصرف.

العوامل المؤثرة على اللون:

1- نوع المعادن لمادة الأصل
2- حالة الأكسدة والاختزال
3- نسبة المادة العضوية
4- نسبة الرطوبة
5- وجود الأكاسيد
6- وجود الاملاح

3. اختبار pH التربة : باستخدام ورق عباد الشمس.
4. وجود كاربونات الكالسيوم : ويتم الكشف عنها بواسطة حامض HCl المخفف.
5. وصف بناء التربة : وهو النظام أو الترتيب التي تنتظم به حبيبات التربة في نظام معين ويكون (حبيبي ، كتلي ، منشوري ، فتاتي ، كتلي ذو زوايا .... الخ).
6. وصف حالة المسامية: وهي حجم الفراغات البينية في التربة.
7. وصف تواجد الصخور أو الحصى في المقد.

8. وصف حالة الصرف في التربة :

أ- الصرف ضعيف جدا عند وجود مساحات زرقاء مخضرة

ب- الصرف ضعيف عند وجود بقع داكنة في الاجزاء السطحية من التربة

ج- الصرف غير كامل عند ظهور بقع داكنة في الاجزاء السفلية من التربة

د- الصرف جيد عندما تكون الوان المقد زاهية

9. وصف نسجة التربة : وهي النسبة المئوية لمفصولات التربة ويمكن التعرف على نعومة أو خشونة الحبيبات عن طريق فرك عينة من التربة بين الأصابع والأبهام.

10. وصف تواجد جذور النباتات وكثافتها وتوزيعها.

جدول لوصف مقد التربة

كاربونات الكالسيوم	الجذور	المادة العضوية O.M	البناء	النسجة	اللون	الحدود	العمق	الافاق
شائعة	ليفية قليلة	قليلة	فتاتي	مزيجية	10YR4/3 بني داكن	واضحة	20سم	A

بعض الاختبارات السريعة التي تجري في الحقل

1 – اختبار درجة تفاعل التربة الـ pH : يتم ذلك باستخدام الدلائل وهو عبارة عن ورق اللتموس يكون بشكل شريط يحوي على عدة ألوان ويتم عمل مستخلص تربة وماء ويغمس هذا الشريط الورقي في المستخلص حيث يتغير لون الشريط وكل لون يدل على درجة تفاعل معينة ومن خلال التغير الحاصل من لون الدليل يتم تحديد درجة التفاعل.

2 – اختبار النفاذية : يتم ذلك بأخذ مسحوق الطباشير والماء ويضاف إلى نموذج التربة فإذا امتصت الماء مع الطباشير دلالة على كون التربة جيدة النفاذية، أما إذا امتصت الماء وبقي الطباشير على سطح التربة دل ذلك على عدم نفاذية التربة.

3 – اختبار وجود أو عدم وجود كاربونات الكالسيوم : ويتم بإضافة حامض HCl المخفف إلى عينة التربة فإذا احدث أزيز وفوران دلالة على وجود الكاربونات في التربة واذا لم يحدث فان ذلك يدل على عدم وجود الكاربونات.

تهيئة العينات للتحليل المختبري :

تجفف العينات بتعريضها نسبياً إلى الهواء وذلك بفرش عينات التربة على شكل طبقة رقيقة فوق قطعة من البلاستك وتحتاج إلى درجة حرارة (25 –30) درجة مئوية ورطوبة 20 – 60% وشرط أن لا يكون الجو ملوثاً بالغبار أو الأبخرة الكيميائية. حيث تترك لبضعة أيام حتى تجف. ويجب أن لا تزيد درجة الحرارة عن 35 ْم لان الزيادة تؤدي إلى حدوث تغييرات في الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة. واذا أريد خزن العينة لفترة من الزمن يجب ان تجفف قبل خزنها وعند رطوبة معينة لكي لا يحدث فيها تغيرات كيميائية أو بايولوجية لبعض مركبات التربة منها المادة العضوية والحديد والنترات والبوتاسيوم. حيث عندما تعرض عينة التربة للهواء الجوي فانها تفقد مائها تدريجيا حتى يصبح في حالة اتزان بين كمية بخار الماء الموجود في الهواء الجوي وبين الرطوبة الموجودة في العينة ويطلق على هذه العينة بعينة التربة الجافة هوائيا (Air Dry Soil) .

بعد تجفيف العينات يتم طحنها بواسطة مطرقة من الخشب أو المطاط مع تجنب تحول التربة إلى مسحوق ناعم جداً بعد ذلك يتم نخل التربة باستخدام منخل قطر ثقوبه (2 ملم) حيث يتم فصل الحجارة والحصى والكتل الكبيرة من العينة الترابية بعد ذلك تحفظ العينات لغرض إجراء التحاليل المختبرية عليها فيما بعد.

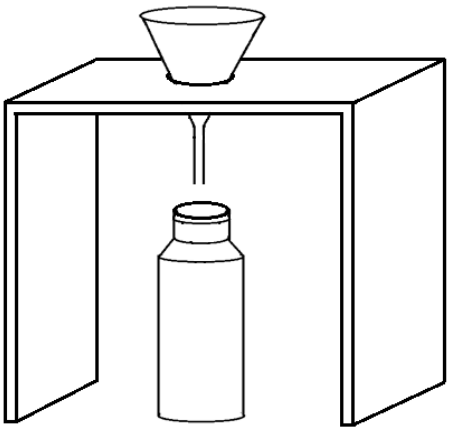
مستخلصات التربة

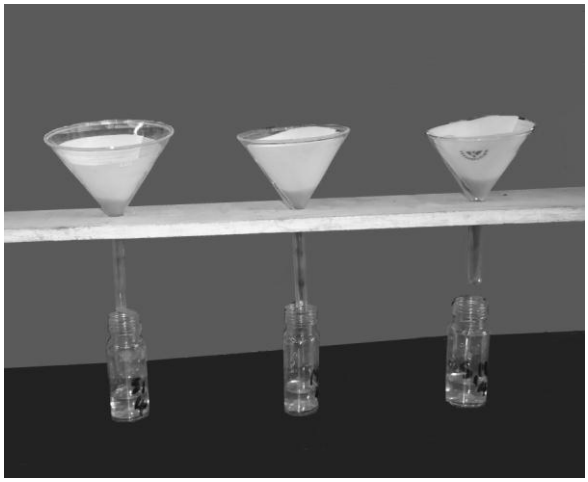
عمل المستخلصات تتطلب معرفة الكثير من خصائص التربة حيث تحدد فيها نسبة (التربة : الماء). وعلى هذه المستخلصات تجرى التحاليل الكيميائية وخاصة التحاليل المتعلقة بالأيونات الموجودة بصورة ذائبة في محلول التربة. ومن الامثلة على هذه المستخلصات مستخلص العجينة المشبعة(1:1). (2.5:1). (5:1). (10:1) يرمز العدد الاول إلى التربة ويرمز العدد الثاني إلى الماء.

طريقة تحضير مستخلص 1:1 أو 5:1 أو 10:1

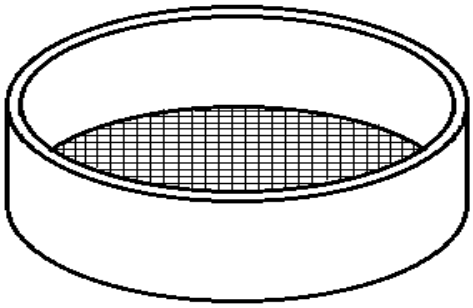
توضع عينة التربة في دورق زجاجي. وتضاف اليها الكميات اللازمة من الماء حسب نوع المستخلص. يسد الدورق بسدادة وترج لمدة (5) دقائق. ثم يرشح المعلق. اما عند استعمال اليد في الرج فيقلب الدورق وترج بشدة لفترة (10) ثواني وتكرر هذه العملية أربع مرات على الاقل كل فترة نصف ساعة قبل الترشيح. ويتم الترشيح هنا بدون استعمال التفريغ.

ملاحظة : من الضروري ذكر نسبة (التربة : الماء) المستخدمة لان نسبة ذوبان بعض الاملاح وكذلك تقدير بعض الايونات تتعلق بهذه النسبة.

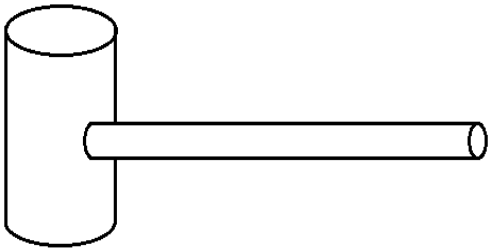




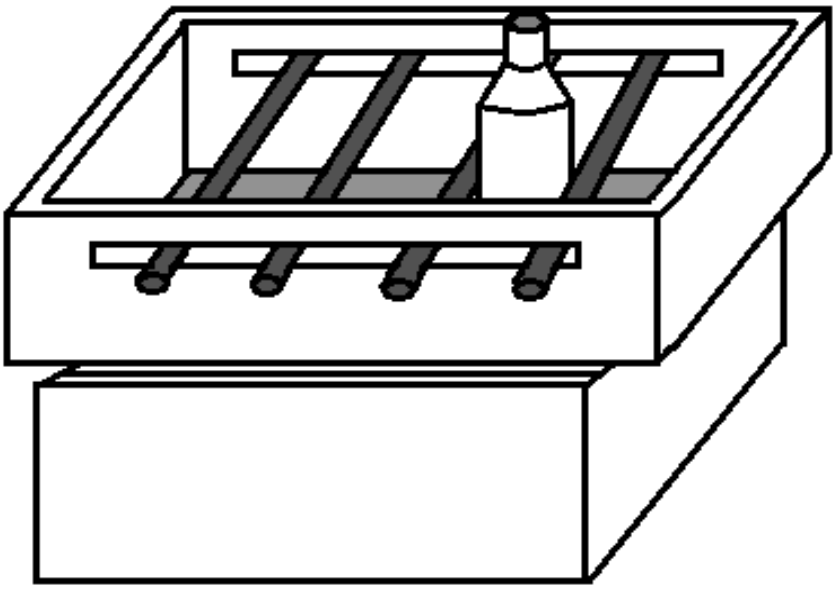
منظومة الترشيح باستخدام ورق الترشيح



(منخل)



(مطرقة خشبية)



(رجاج كهربائي)

تقدير رطوبة التربة ودرجة التشبع

تقدير المحتوى الرطوبي للتربة

الماء والهواء يشكلان حيزاً بقدر 50% من التربة وان هذان المكونان يشكلان الجزء غير الصلب من مادة التربة ويشغلان المسامات البينية الموجودة بين دقائق التربة. عندما تكون التربة مشبعة بالماء فان جميع الفراغات تكون مشغولة بالماء وذلك لان الماء يطرد الهواء ويحل محله. ولكن عند الجفاف. أي عندما يتبخر الماء من التربة أو يغور إلى الطبقات السفلى فأن الماء يزاح من الفراغات البينية ليحل محله الهواء وبالتالي فان نسبة الماء إلى الهواء في الفراغات البينية تكون غير ثابتة.

عندما ينخفض منسوب الماء في التربة فان الفتحات أو الفراغات الكبيرة تفرغ أولاً من الماء ويبقى الماء الممسوك بقوة شد عالية في الفتحات أو الفراغات البينية الصغيرة. كذلك فان الماء يتواجد بشكل التراكيب البلورية الدقيقة للتربة ولكن يكون ممسوك بقوة شد عالية جداً. بحيث يحتاج إلى درجات عالية من الحرارة لغرض إزاحته ومن الناحية الفيزيائية فان ارتباط جزيئات الماء مع دقائق التربة أو بعضها مع البعض الاخر يعتمد على خاصيتين هما :

1. **التماسك** (Cohesion) : وتحدث هذه العملية بين المواد المتشابهة مثل (ماء – ماء).
2. **التلاصق** (Adhesion) : وتحدث هذه العملية بين المواد المختلفة مثل (تربة – ماء).

ولكن من الناحية التطبيقية فأن المحتوى المائي في التربة يؤخذ على أساس ذلك الماء الذي يزال من التربة بواسطة التجفيف على درجة حرارة 105 ْم لحين ثبوت وزن نموذج التربة.

ان الغرض من تقدير المحتوى الرطوبي في التربة :

1- معرفة كمية الماء الملائمة الواجب اضافتها للنبات بحيث لا يحدث جفاف للتربة ولا يحدث تغدق لها.

2- معرفة أنسب وقت للري وتكرار الريات والفترة بين رية واخرى.

ماء التربة Soil water : يعد التصنيف الفيزياوي ابسط تصنيف لرطوبة التربة وقد وضعت رطوبة التربة في هذا النظام إلى ثلاث أصناف هي :

(1) – الماء الهيدروسكوبي (Hydroscopic water) :

وهو ماء موجود في حالة غير سائلة وممسوك بقوة شد تتراوح بين (31 – 10000ض.ج) ويكون ممسوك بقوة شد عالية ولا يستفاد منه النبات.

(2) – الماء الشعري (Capillary water) :

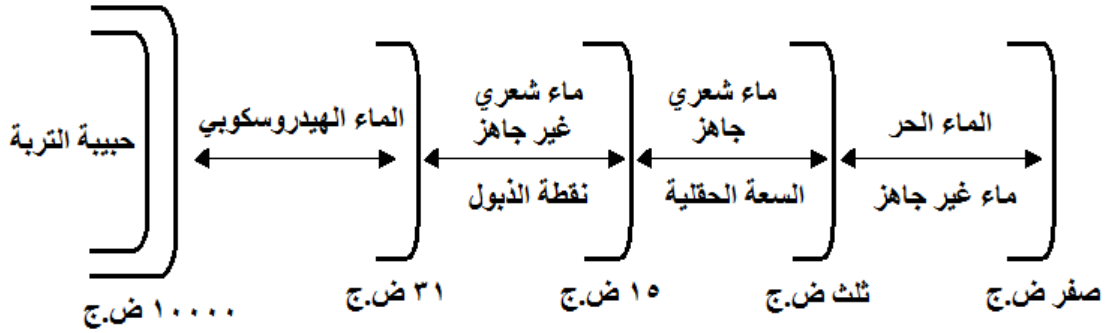
وهو الماء الموجود في أغلفة تلي الماء الهيدروسكوبي ويطلق عليه الماء الشعري لوجوده في المسامات البينية في الارض والتي تشبه في شكلها الانابيب الشعرية ونلاحظ ان الماء الشعري ممسوك بقوة أقل من الماء الهيدروسكوبي (من 31 – 3/1 ض.ج) وهو يتحرك خلال الانابيب الشعرية وهو على نوعين:

أ – ماء شعري غير جاهز : وهو الماء الممسوك بقوة شد تتراوح بين (15 – 31 ض . ج) ولا يستفاد منه النبات.

ب – ماء شعري جاهز : وهو الماء الممسوك بقوة شد تتراوح بين (3/1 – 15 ض.ج) وضمن هذا المدى يمكن لجذور النباتات امتصاصه حيث تزيد قوة أخذ الجذور للماء على قوة مسكه للتربة.

(3) – الماء الحر (Free water) :

ويسمى أيضا بماء الجذب الأرضي وممسوك بقوة شد ضعيفة تكون اقل من ثلث ضغط جوي بحيث انه يتحرك إلى الاسفل بفعل ثقله وبفعل الجاذبية الأرضية ولا يستفاد منه النبات لسرعة مروره في الارض.



1 – تقدير رطوبة التربة على أساس وزن التربة الجافة تماماً بواسطة الفرن.

2 – تقدير رطوبة التربة على أساس وزن التربة الجافة هوائياً.

3- تقدير رطوبة التربة على أساس الحجم

طريقة العمل :

1 – يؤخذ وعاء معدني فارغ ثم يوزن ويسجل الوزن.

2 – يوضع كمية من التربة الجافة هوائياً (بحدود 20 غرام) في الوعاء الفارغ ثم يوزن الوعاء مع التربة ويسجل الوزن.

3 – يوضع الوعاء مع التربة في الفرن على درجة حرارة 105°م لمدة 24 ساعة وبعد استخراجها تبرد ثم توزن ويسجل الوزن.

الحسابات :

1 – النسبة المئوية للرطوبة على أساس الوزن الجاف تماماً =

$$\frac{\text{وزن العينة قبل التجفيف – وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة بعد التجفيف – وزن الوعاء فارغ}} \times 100$$

2 – النسبة المئوية للرطوبة على أساس الوزن الجاف هوائياً =

$$\frac{\text{وزن العينة قبل التجفيف – وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة قبل التجفيف – وزن الوعاء فارغ}} \times 100$$

3 – النسبة المئوية للرطوبة على أساس الحجم =

$$\text{نسبة الرطوبة على أساس الوزن} \times \frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{كثافة الماء}} \times 100$$

$$\theta v = \theta m \times \rho b \times 100$$

حيث أن :

θv = المحتوى الرطوبي ألحجمي.

θm = نسبة الرطوبة على أساس الوزن.

ρb = الكثافة الظاهرية . علماً أن كثافة الماء = 1

مثال : احسب المحتوى الرطوبي على اساس الوزن الجاف هوائيا اذا علمت ان وزن التربة قبل التجفيف 34غم ووزنها بعد التجفيف 29 غم وان وزن العلبة فارغة 6 غم؟

الحل :

النسبة المئوية للرطوبة على أساس الوزن الجاف هوائياً =

$$\frac{\text{وزن العينة قبل التجفيف – وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة قبل التجفيف – وزن الوعاء فارغ}} \times 100$$

$$\frac{29 - 34}{6 - 34} \times 100 =$$

$$\% 17,85 =$$

مثال : أخذت عينة تربة من الحقل وكانت نسبة الرطوبة فيها 7 % فما هو الوزن اللازم أخذه من عينة التربة الجافة هوائيا للحصول على 25 غم تربة جافة تماما؟

الحل :

وزن التربة الجافة هوائيا	وزن التربة الجافة تماما
107	100
س	25

$$\text{س} = \frac{25 \times 107}{100} = 26{,}75 \text{ غم}$$

تقدير السعة التشبعية للتربة

السعة التشبعية : هي حالة التربة التي تكون عندها جميع المسامات الصغيرة والكبيرة مملوءة بالماء وتسمى ايضا بسعة الحفظ العظمى.

ان الغرض من تقدير السعة التشبعية للتربة :

1. معرفة أقصى كمية من الرطوبة يمكن للتربة أن تحتفظ بها (قابلية حفظ التربة للماء).
2. التعرف على نسجة التربة. حيث ان الترب الطينية تحتاج إلى كمية اكبر من الماء للوصول إلى حالة التشبع مما هو عليه في الترب الرملية.
3. المستخلص المائي للعجينة المشبعة يستخدم في التحليلات الكيميائية مثل قياس درجة حموضة التربة (pH) ودرجة ملوحة التربة (EC) ومحتوى الترب من العناصر الغذائية.

طرق تقدير السعة التشبعية (نسبة التشبع) :

(أولا) الطريقة الوزنية :

1-يوزن 250 غرام من تربة جافة هوائيا ومنخولة بمنخل 2 ملم. ثم توضع في كأس زجاجي أو جفنة خزفية كبيرة ويضاف اليها كميات قليلة ومتزايدة من الماء المقطر مع التقليب المستمر بواسطة المحرك أو الملعقة (Spatula) حتى يبلل الماء جميع التربة وتصبح التربة مشبعة بالماء ذات مواصفات:

(1) يكون سطح عجينة التربة لماع.

(2) عدم التصاق عجينة التربة بألة الخلط أو جدران الجفنة.

(3) عدم تجمع الماء على سطح عجينة التربة.

(4) عند عمل شق في عجينة التربة بواسطة الملعقة وطرق الجفنة طرقات خفيفة على المنضدة نلاحظ التحام الشق من الاسفل وعدم التحامه من الاعلى مكونا ما يشبه حرف (V).

(5) سيلان عجينة التربة عند امالة الجفنة.

تترك عجينة التربة المحضرة لمدة ساعة واحدة أو أكثر ثم تفحص من جديد بالمواصفات أعلاه فاذا تجمع الماء على سطحها فيجب اضافة قليل من التربة الجافة وخلطها من جديد اما اذا اصبح سطحها غير لامع أو جفت العجينة فيجب اضافة الماء اليها ومزجها ثانية حتى التجانس.

2-يؤخذ جزء من هذه العجينة ويوضع في علبة معدنية فارغة معلومة الوزن وتوضع في الفرن على درجة حرارة 105 ْم ولمدة 24 ساعة وتوزن قبل وبعد التجفيف.

الحسابات :

$$\%\ \text{للسعة التشبعية (S.P)} = \frac{\text{الفقد في الوزن (الوزن الرطب – الوزن الجاف)}}{\text{وزن التربة الجافة تماما}} \times 100$$

(ثانيا) الطريقة الحجمية :

1-يتم تقدير نسبة الرطوبة في عينة التربة الجافة هوائيا المراد تقدير السعة التشبعية فيها.

2-يوزن 100 غرام من هذه العينة وتوضع في كأس زجاجي أو جفنة كبيرة.

3-يضاف لها ماء مقطر من السحاحة مع التقليب المستمر حتى تصل التربة إلى حالة التشبع بالصفات المذكورة سابقا. ثم يحسب حجم الماء المضاف من السحاحة.

الحسابات :

$$\%\ \text{للسعة التشبعية} = \frac{\text{حجم الماء الكلي}}{\text{وزن التربة الجافة تماما}} \times 100$$

حجم الماء الكلي = حجم الماء المضاف من السحاحة + حجم الماء الموجود أصلا في التربة

حجم الماء الموجود أصلا في التربة = وزن التربة الجافة هوائيا – وزن التربة الجافة تماما

مثال : احسب نسبة التشبع لعجينة تربة مشبعة كان وزنها مع الجفنة 60 غرام ووضعت في الفرن على درجة حرارة 105 ºم لمدة 24 ساعة ووزنت بعد استخراجها من الفرن فكان وزنها 38 غرام. علما ان وزن الجفنة فارغة 8 غرام ؟

الحل :

$$\%\ \text{للسعة التشبعية (S.P)} = \frac{\text{الفقد في الوزن (الوزن الرطب – الوزن الجاف)}}{\text{وزن التربة الجافة تماما}} \times 100$$

$$= \frac{38 - 60}{8 - 38} \times 100 = 73{,}33\ \%$$

تقدير النسب المئوية (للرمل والغرين والطين) وتحديد نسجة التربة

التحليل ألحجمي لدقائق للتربة Soil Partical Analysis

ان نسجة التربة تعتمد بشكل اساسي على حجم دقائق التربة المعدنية. وبالاستناد إلى حجوم دقائق التربة فانه بالإمكان تصنيف الترب إلى ثقيلة (عندما تكون نسبة الطين عالية) Clay Soil ومزيجية (عندما تحتوي على نسبة عالية من الغرين) Loamy Soil وإلى تربة خفيفة (عندما تحتوي على نسبة عالية من الرمل) Sandy Soil.

فالتحليل الميكانيكي هو سلسلة من العمليات تجرى في المختبر لغرض فصل وتقدير نسب ومكونات التربة المختلفة والتي تشمل الرمل (Sand) والغرين (Silt) والطين (Clay) والهدف الأساسي من العملية هو لمعرفة نسجة التربة (Soil Texture) والتي لها تأثير على معدل وكيفية حدوث معظم التفاعلات الكيميائية والفيزيائية والحيوية في التربة مثل قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء اللازم لنمو النبات و معدل الغيض وكذلك على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية والسعة التبادلية الكاتيونية.

الأساس التي تبنى عليه عملية التحليل الميكانيكي تتلخص في ثلاث خطوات رئيسية هي:

1 – تفكيك تجمعات التربة وذلك بالقضاء على المواد اللاحمة والتي تشمل كلاً من المادة العضوية وكاربونات الكالسيوم والأملاح الذائبة واكاسيد الحديد والألمنيوم.

2 – إضافة العامل المفرق للحيلولة دون اتحاد الدقائق المفككة مرة اخرى.

ويمكن الحصول على تفرقة تامة لحبيبات التربة في معلقاتها بطريقتين :

أ. تفرقة طبيعية : وتتم بعدة طرق منها الرج والغليان والغسيل

ب. تفرقة كيميائية : وتستخدم فيها مواد كيميائية تحتوي على أيون الليثيوم أو الصوديوم في صورة كاربونات أو اوكزالات أو هيدروكسيد أو صوديوم هكسا ميتا فوسفيت (الكالكون).

3 – فصل دقائق التربة حسب أقطارها أي عن طريق الانتشار Dispersion أو التجزئة Fractionation.

ومن أهم الطرق المستعملة في تقدير نسجة التربة هي :

(أولا) : الطرق اليدوية :

وهي التي تعتمد على حاسة اللمس في تقدير النسجة. وهي طرق حقلية تعتمد على الخبرة العملية الطويلة في الحقل وذلك بالاستناد إلى درجة نعومة دقائق التربة حيث ان التربة الرملية تكون خشنة الملمس غير متماسكة تفتقر لحالة المطاطية واللزوجة. اما الغرينية ريشية الملمس وناعمة ومتوسطة التماسك تقاوم الهدم. والطينية تتصف بحالة اللزوجة Viscosity واللدونة Plasticity وناعمة الملمس. وهذه الطرق تكون تقريبية في تحديد نسجة التربة.

(ثانيا) : طرق الترسيب :

وهذه الطرق تستند إلى قانون ستوك (Stocke's Law) حيث ان معدل سرعة سقوط الدقائق خلال المعلق تتناسب طرديا مع أقطارها. الدقائق الكبيرة الحجم تسقط بصورة أسرع من الدقائق الصغيرة الحجم لذلك فانه بقياس الوقت الذي تستغرقه الدقائق خلال عملية السقوط في المعلق فانه بالإمكان تقدير حجومه. وبهذه الطريقة يمكن بواسطتها قياس حجوم دقائق التربة التي تقل اقطارها عن 2 ملم. اما الاقطار التي تزيد عن 2 ملم يمكن عزلها بواسطة المناخل.

ومن الطرق المهمة التي تعتمد على مبدأ الترسيب في تحديد نسجة التربة هي طريقة الهيدروميتر Hydrometer method وهي الاكثر شيوعا واستخداما.

تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الدقائق وفق التقسيم العالمي :

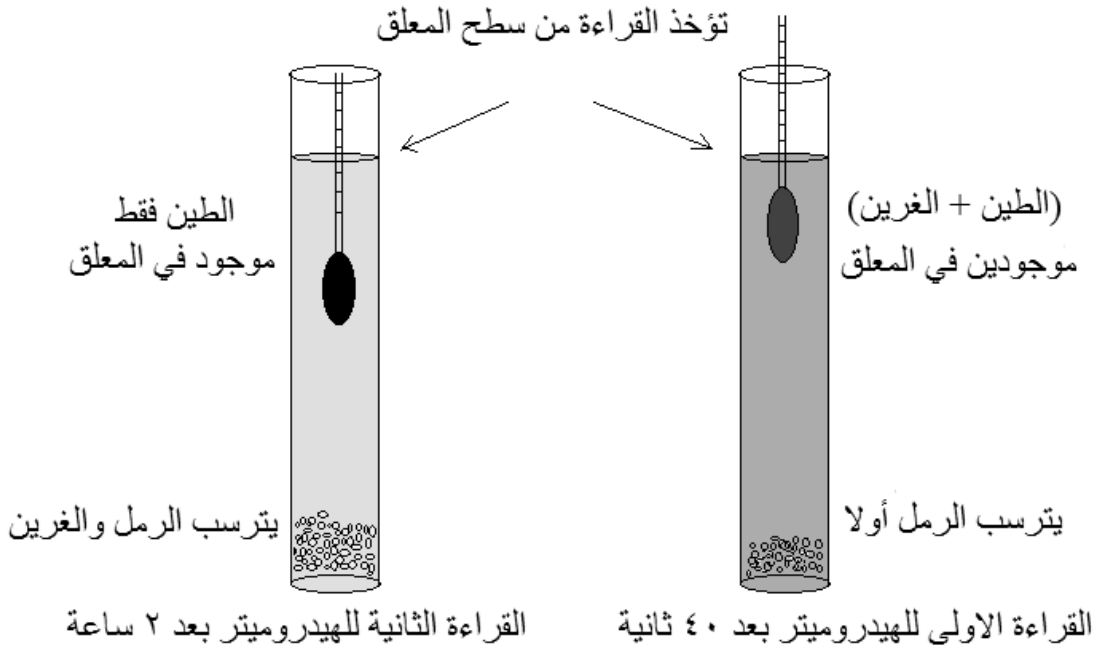
المفصولات	أقطار الدقائق (ملم)
الرمل	2 – 0,02 ملم
الغرين	0,02 – 0,002 ملم
الطين	أقل من 0,002 ملم

تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الدقائق وفق التقسيم الامريكي :

المفصولات	أقطار الدقائق (ملم)
رمل خشن جدا	2 – 1 ملم
رمل خشن	1 – 0,5 ملم
رمل متوسط	0,5 – 0,25 ملم
رمل ناعم	0,25 – 0,1 ملم
رمل ناعم جدا	0,1 – 0,05 ملم
غرين	0,05 – 0,002 ملم
طين	أقل من 0,002 ملم

طريقة الهيدروميتر Hydrometer method

الأساس النظري لهذه الطريقة مبني على أساس سرعة سقوط الحبيبات تحت تأثير قوى الجاذبية الأرضية. وفيها تقاس كثافة المعلق (معلق التربة) في أوقات معينة أثناء الترسيب كما هو موضح في الشكل الأتي :



ويمكن حساب أوقات الترسيب باستخدام قانون ستوك (Stoke's Low) والذي ينص على أن سرعة ترسيب الدقائق الصلبة في سائل ما تحت تأثير الجاذبية الأرضية يتناسب طردياً مع مربع نصف قطر الدقيقة وعكسياً مع لزوجة السائل.

$$س = \frac{2}{9} \text{ نق}^2 . ج \left(\frac{\text{كث ح – كث م}}{\text{ل}} \right) \quad \text{..... قانون ستوك}$$

حيث ان :

س = سرعة الترسيب (سم / ثا)

نق^2 = نصف قطر الدقيقة (سم)

ج = التعجيل الأرضي (سم / ثا^2)

كث ح = الكثافة الحقيقية لدقائق التربة الصلبة (غم / سم^3)

كث م = كثافة الماء (غم / سم^3)

ل = لزوجة السائل (غم / سم . ثا)

طريقة العمل :

1 – نأخذ (40 غم) تربة جافة هوائياً معلومة فيها نسبة الرطوبة وتزال منها المواد اللاحمة للحصول على دقائق التربة بصورة منفردة حيث يتم التخلص من المادة العضوية باستخدام بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز 6 % . أما كربونات الكالسيوم فتزال باستخدام حامض HCl . أما الأملاح فيتم التخلص منها عن طريق الغسل بالماء المقطر.

2 – تنقل عينة التربة نقلاً كمياً إلى كأس الخلاط الكهربائي ويضاف حوالي 30 مل من المادة المفرقة الكالكون (0.5 والتي تحضر من إذابة 50 غم في 1 لتر من الماء مقطر). مع ضبط الـ PH عند 8.5 . ثم يضاف ماء مقطر إلى ثلاثة أرباع الكأس.

3 – نرج معلق التربة بواسطة الخلاط الكهربائي لمدة (15) دقيقة لإتمام عملية التفرقة.

4 – ننقل معلق التربة إلى اسطوانة زجاجية (Cylinder) حجم واحد لتر ويكمل بالماء المقطر إلى العلامة.

5 – نرج معلق التربة داخل الاسطوانة بصورة عمودية إلى الأسفل والأعلى بواسطة الـ (Plunger) عشرة مرات للحصول على محلول متجانس.

6 – بعد 40 ثانية من الانتهاء من عملية الرج ندخل المكثاف إلى المعلق ونأخذ القراءة الاولى (R1) وحسب التدرج الموجود على المكثاف وبنفس الوقت نأخذ درجة حرارة المعلق بواسطة المحرار.

7 – بعد مرور ساعتين تؤخذ القراءة الثانية للمكثاف (R2) وكذلك نأخذ درجة حرارة المعلق بواسطة المحرار.

ملاحظة :

قبل موعد القراءة بحوالي (15 ثانية) يغمر المكثاف في المعلق بهدوء حتى لا يحدث حركات او اهتزازات بحيث يثبت المكثاف عند فترة القراءة.

الحسابات :

تصحح قراءة الهيدروميتر حسب درجة حرارة المعلق حيث تضاف (0,3) إلى قراءة الهيدروميتر لكل درجة حرارة تزيد عن (19,4). كذلك يطرح (0,3) من قراءة الهيدروميتر لكل درجة حرارة تقل عن (19,4). لان قراءة الهيدروميتر معايرة على أساس درجة حرارة (19,4) لذا يجب تصحيح القراءة عند قياس كثافة معلق التربة عند أي درجة حرارة أخرى باستخدام المعادلة الآتية:

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف +[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

قراءة الهيدروميتر المصححة بعد 40 ثا = R1

(حيث يترسب الرمل أولا. لذلك تمثل القراءة اولا الطين والغرين لأنهما لا يزالان عالقين في المعلق ويؤثران على الهيدروميتر).

$$\%\ (\text{الطين} + \text{الغرين}) = R1 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

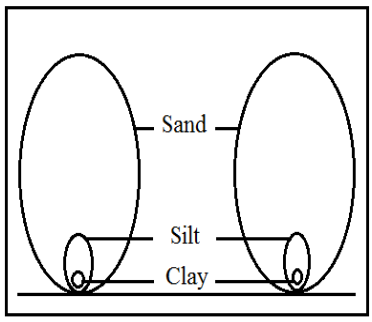
قراءة الهيدروميتر المصححة بعد ساعتين = R2

(حيث يترسب الرمل و الغرين. لذلك تمثل القراءة الثانية الطين فقط لأنه لا زال في المعلق ويؤثر على قراءة الهيدروميتر).

$$\%\ (\text{الطين}) = R2 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

$$\%\ \text{للغرين} = \%\ (\text{الطين} + \text{الغرين}) - \%\ (\text{الطين})$$

$$\%\ \text{للرمل} = 100 - \%\ (\text{الطين} + \text{الغرين})$$



Relative Sizes of Sand, Silt and Clay

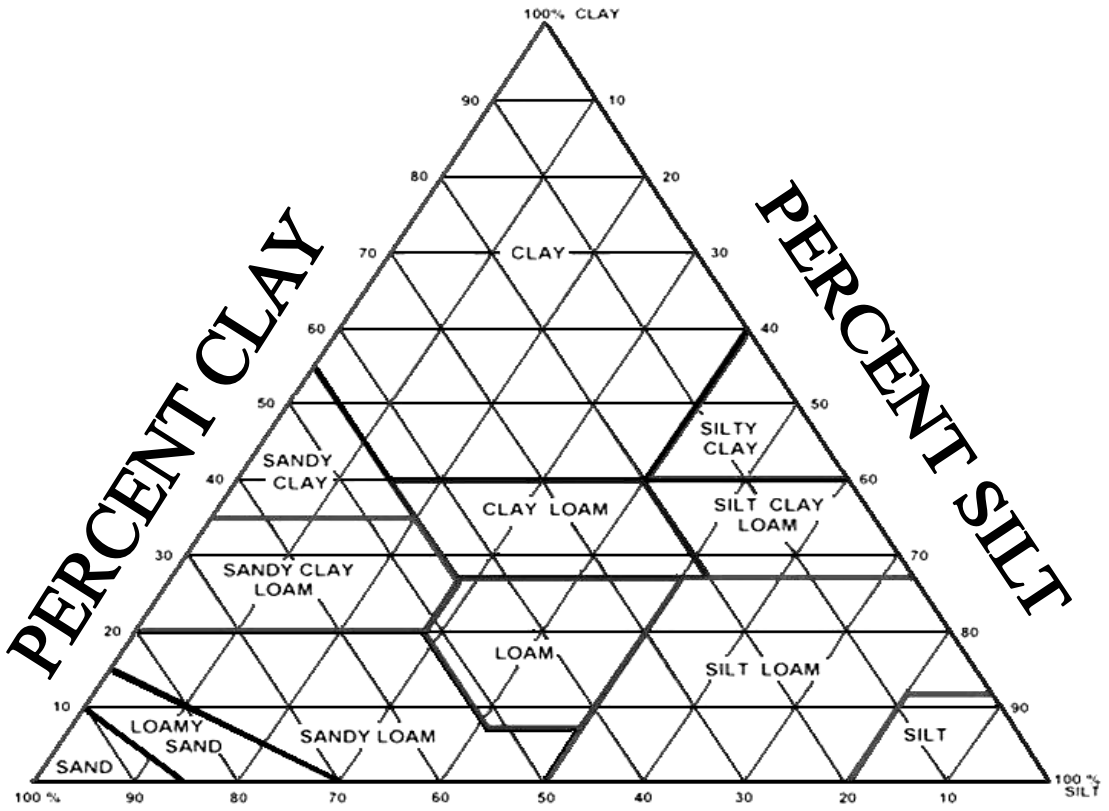
ثم نسقط النسب المئوية للطين والغرين والرمل على مثلث النسجة ونوجد نسجة التربة .

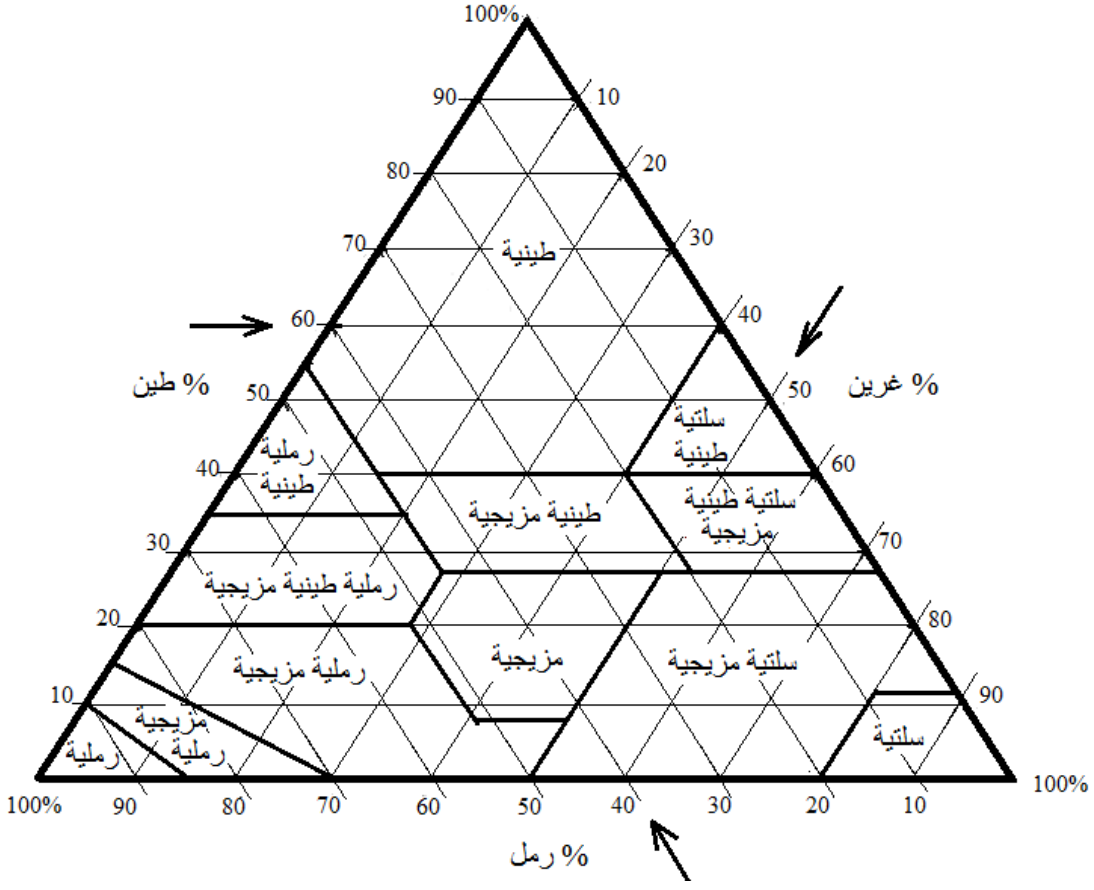
من مساوئ الهيدروميتر :

1 – يتحرك بصورة مستمرة وقد يلتصق بجدران السلندر من الداخل ويسبب إعاقة في ترسيب الدقائق.

2 – ترسب بعض دقائق التربة على سطح البصلة ويسبب خطأ في القراءة.

3 – عملية إدخال وإخراج الهيدروميتر يعمل على تعكير المعلق داخل السلندر.





مثلث النسجة (القوام)

مثال (1) :

اخذت (25 غم) من عينة التربة لغرض التحليل الميكانيكي وكانت قراءة الهيدروميتر بعد 40 ثانية تساوي (19). وكانت القراءة بعد ساعتين تساوي (12). احسب النسب المئوية للطين و الغرين والرمل ؟ علما ان درجة حرارة المعلق كانت (25°م) عند القراءتين.

الحل :

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف +[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

$$R1 = 19 + [\ (19,4 - 25) \times 0,3\ ]$$
$$R1 = 19 + [\ 5,6 \times 0,3\ ]$$
$$R1 = 20,68$$

$$\%\ (\text{الطين + الغرين}) = R1 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

$$\%\ (\text{الطين + الغرين}) = 20,68 \times \frac{100}{25}$$

$$\%\ (\text{الطين + الغرين}) = 20,68 \times 4 = \%\ 82,72$$

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف +[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

$$R2 = 12 + [\ (19,4 - 25) \times 0,3\ ]$$
$$R2 = 12 + 1,68$$
$$R2 = 13,68$$

$$\%\ (\text{الطين}) = R2 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

$$\%\ (\text{الطين}) = 13,68 \times \frac{100}{25}$$

$$\%\ (\text{الطين}) = 13,68 \times 4 = \%\ 54,72$$

$$\%\ \text{للغرين} = \%\ (\text{الطين + الغرين}) - \%\ (\text{الطين})$$
$$\%\ \text{للغرين} = 82,72 - 54,72 = \%\ 28$$
$$\%\ \text{للرمل} = 100 - 82,72 = \%\ 17,28$$

مثال (2) :

اذا علمت ان النسبة المئوية للطين (50 %) . والغرين (20 %) احسب قراءة الهيدروميتر بعد 40 ثا وبعد ساعتين علماً ان درجة الحرارة في الحالتين (15°م) ووزن التربة (50 غم).

الحل :

$$\% \text{ الطين} + \% \text{ للغرين} = R1 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

$$20 + 50 = R1 \times \frac{100}{50}$$

$$70 = R1 \times 2$$

$$R1 = \frac{70}{2} = 35 \text{ قراءة الهيدروميتر المصححة عند 40 ثا}$$

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف +[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

$$35 = \text{س} + [\ (15 - 19{,}4\ ) \times 0{,}3\ ]$$
$$35 = \text{س} + [\ (-4{,}4\ ) \times 0{,}3\ ]$$
$$35 = \text{س} + (-1{,}32\ )$$
$$35 = \text{س} - 1{,}32$$
$$\text{س} = 35 + 1{,}32 = 36{,}32$$

$$\% \text{ للطين} = R2 \times \frac{100}{50}$$

$$2 \times R2 = 50$$

$$R2 = 25 \text{ قراءة الهيدروميتر المصححة عند ساعتين}$$

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف +[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

$$25 = \text{ص} + [\ (15 - 19{,}4\ ) \times 0{,}3\ ]$$
$$25 = \text{ص} + (-1{,}32\ )$$
$$25 = \text{ص} - 1{,}32$$
$$\text{ص} = 25 + 1{,}32 = 26{,}32$$

قياس الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية والمسامية للتربة

الكثافة الظاهرية

تعرف الكثافة الظاهرية للتربة بأنها عدد الغرامات التي يزنها وحدة الحجم من التربة (1 سم^3) في ترتيبها الطبيعي في الحقل. ويعبر عنها ايضاً بأنها كتلة وحدة الحجوم أي الكتلة / الحجم ووحدتها غم /سم^3. وتوجد كثافتان للتربة :

$$\text{1 – الكثافة الظاهرية Bulk Density} = \frac{\text{كتلة التربة الجافة تماماً}}{\text{الحجم الكلي (الظاهري) للترب}} = \text{غم / سم}^3$$

$$\text{2 – الكثافة الحقيقية Partical Density} = \frac{\text{كتلة التربة الجافة تماماً}}{\text{الحجم الحقيقي للتربة (حجم الحبيبات)}} = \text{غم / سم}^3$$

ويلاحظ أن الحجم الكلي (الظاهري) للتربة = حجم المادة الصلبة + حجم الفراغات بين الحبيبات (المسامات). أما الحجم الحقيقي فهو حجم المادة الصلبة (حبيبات التربة) فقط. وبمقارنة الحجم الكلي بالحقيقي نجد أن الحجم الكلي اكبر ومتغير ولذلك فالكثافة الظاهرية دائما اقل في القيمة مقارنة بالكثافة الحقيقية ولا يمكن أن تتساوى القيمتين فهذا يعني أن المسامية تساوي صفر. وتتراوح قيمة الكثافة الظاهرية للتربة بين (1,4 – 1,8 غم / سم^3) وفي حالة وجود طبقات متراصة والتي غالباً ما تتواجد في الطبقات تحت السطحية من التربة نتوقع أن تزيد الكثافة الظاهرية ولربما تصل إلى (2 غم / سم^3). وتتأثر الكثافة الظاهرية بعمليات الخدمة المختلفة فالأرض المفككة والتي تحتوي على فراغات كثيرة تكون الكثافة الظاهرية اقل بالمقارنة بالأرض المتراصة.

وهناك عدة طرق لتقدير الكثافة الظاهرية:

1 – طريقة الاسطوانة Core method

هي اسطوانة معدنية مفتوحة الطرفين ذات أبعاد معينة فتحتها السفلى تكون حادة وهي تمثل الحصول على نموذج التربة بصورة طبيعية (غير مستثارة). ويقدر حجمها من معرفة حجم الاسطوانة. ثم يقدر الوزن الجاف للعينة عند (105°م). ومن الوزن والحجم يمكن حساب الكثافة الظاهرية.

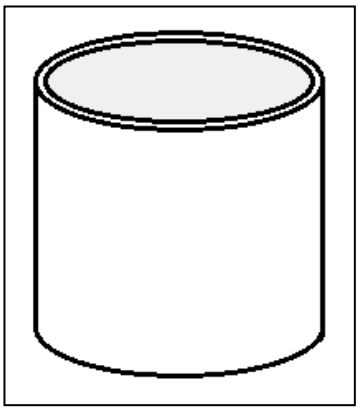
طريقة العمل:

(1) توضع الاسطوانة بصورة عمودية على سطح التربة بحيث تكون الحافة الحادة إلى الأسفل على منطقة مستوية من السطح (على ان تكون هذه التربة ممثلة للمنطقة وخالية من الحجارة والحصى).

(2) تضغط الاسطوانة من الأعلى بواسطة مطرقة إلى أن تدفن كلياً داخل التربة ثم تستخرج وتزال التربة الزائدة من الفتحتين العليا والسفلى بشفرة حادة.

(3) تنقل الاسطوانة مع التربة إلى المختبر وتوضع في الفرن على درجة حرارة (105°م) لمدة 24 ساعة ثم توزن الاسطوانة مع التربة ويسجل وزنها.

(4) توزن الاسطوانة وهي فارغة ويطرح وزنها من الوزن السابق فنحصل على وزن التربة الجافة تماماً ويقسم على حجم الاسطوانة فنحصل على الكثافة الظاهرية للتربة كما في المعادلة التالية :



$$\text{الكثافة الظاهرية} = \frac{\text{كتلة التربة الجافة تماماً}}{\text{حجم الاسطوانة}}$$

حجم الاسطوانة = ط نق^2 ع

حيث ان :

ط = النسبة الثابتة 3,14

نق = نصف قطر الاسطوانة

ع = ارتفاع الاسطوانة

2 – طريقة الكتلة الترابية Clod method :

وتعتمد هذه الطريقة على اخذ كتلة ترابية بحالتها الطبيعية (غير مستثارة) ويحسب وزنها ثم تغمس في شمع البارافين وبعد تغليفها بالشمع توزن مرة آخرة ومن ثم تغمس في سلندر مدرج يحوي على ماء مقطر ويقاس حجم الماء المزاح. ومن معرفة وزن الكتلة بحالتها الطبيعية وحجم الماء المزاح يمكن حساب الكثافة الظاهرية:

طريقة العمل :

1 – تؤخذ كتلة ترابية منتظمة الشكل قدر الامكان أو تنظم بواسطة سكين لتكون بشكل مكعب (تقريبا) تزال منه النهايات الحادة وبحدود 10 – 20 غم.

2 – تربط الكتلة الترابية بخيط وتوزن ويرمز لها الرمز (أ).

3- تغمر الكتلة في شمع البارافين المنصهر على درجة حرارة (60 ْم) مرتين متتاليتين ثم تترك إلى ان ينجمد الشمع على الكتلة علماً إن كثافة الشمع تساوي (0,9 غم / سم ^{3}).

3 – توزن الكتلة الترابية المغلفة بالشمع ونعطي لها الرمز (ب).

4 – الفرق في الوزن (ب – أ) يساوي وزن شمع البرافين.

5 – توضع الكتلة الترابية المغلفة بالشمع في سلندر مدرج يحوي ماء مقطر ويحسب مقدار الماء المزاح.

الحسابات :

$$\text{الكثافة الظاهرية للتربة} = \frac{\text{وزن الكتلة الترابية}}{\text{حجم التربة}}$$

حجم التربة = حجم الماء المزاح – حجم الشمع

$$\text{حجم الشمع} = \frac{\text{وزن الشمع}}{\text{كثافة الشمع}} = \frac{\text{ب – أ}}{0,9}$$

الكثافة الحقيقية

الكثافة الحقيقية هي وزن حجم معين من التربة الجافة بالفرن ويعبر عنها بـ غم / سم ^{3}.

تختلف الكثافة الحقيقية من تربة لأخرى تبعا لنوع المكونات الموجودة فيها فمثلا وجود معادن ثقيلة مثل أكاسيد الحديد ذات الوزن النوعي المرتفع يؤدي إلى رفع قيمة الكثافة الحقيقية. بينما في الترب الغنية بالمواد العضوية ذات الوزن النوعي المنخفض يؤدي إلى انخفاض قيمة الكثافة الحقيقية ولهذا السبب فأن الترب تحت السطحية لها كثافة حقيقية أعلى من الترب السطحية.

بصورة عامة تتراوح قيم الكثافة الحقيقية لمعظم الترب بين (2,55 – 2,75 غم / سم ^{3}) وبمعدل (2,65 غم / سم^3). كما إن تقدير الكثافة الحقيقية مهم في تحديد مسامية التربة.

مبدأ الطريقة:

تقدر الكثافة الحقيقية على أساس وزن الدقائق الصلبة وحجمها. ويتم ذلك عن طريق وزن نموذج التربة الجاف بالفرن. أما الحجم فيقدر عن طريق الغمر في حجم معين من الماء الخالي من الهواء بقياس حجم الماء المزاح وتستخدم في ذلك قنينة الكثافة Pycnometer .

طريقة العمل :

1 – توزن قنينة الكثافة وهي فارغة بعد تنظيفها وتجفيفها جيداً ويرمز لها (أ).

2 – يوضع حوالي (5 غم) من التربة الجافة بالفرن داخل قنينة الكثافة ثم توزن القنينة مع الغطاء لاستخراج وزن التربة (ب).

3 – تملأ القنينة إلى فوق منتصفها بالماء المقطر وتوضع على حمام مائي للغليان لمدة عشرة دقائق مع التحريك المستمر من وقت إلى أخر لطرد الهواء من التربة.

4 – تبرد القنينة إلى درجة حرارة الغرفة وتملأ تماماً بالماء المقطر ثم يعاد غطاء القنينة وتمسح وتجفف من الخارج ثم توزن ونعطيها الرمز (ج).

الحسابات :

وزن التربة الجاف بالفرن (غم) = ب – أ

وزن قنينة الكثافة + التربة (غم) = ب

وزن قنينة الكثافة + الماء + التربة (غم) = (ج)

وزن الماء = ج – ب = ك

حجم قنينة الكثافة = 100 سم^3

$$\text{الكثافة الحقيقية (غم / سم}^3\text{)} = \frac{\text{وزن التربة الجاف بالفرن}}{\text{حجم دقائق التربة الصلبة}}$$

$$\text{الكثافة الحقيقية (غم / سم}^3\text{)} = \frac{\text{ب – أ}}{\text{حجم قنينة الكثافة – ك}}$$

علماً ان كثافة الماء هي (1 غم / سم^3) أي ان حجم الماء = وزن الماء

$$\text{\% المسامية} = [1 - \frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}}] \times 100$$

مثال : لو كان وزن كتلة من التربة بعد غمرها بشمع البرافين يساوي 7 غم. وكان حجم الماء المزاح بالسلندر بعد تغطيس هذه الكتلة فيه 6 سم^3. وكان وزن الشمع لوحده 1,2 غم. احسب الكثافة الظاهرية لهذه الكتلة. ثم احسب النسبة المئوية للمسامات الكلية ؟

الحل :

$$\text{حجم الشمع} = \frac{\text{وزن الشمع}}{\text{كثافة الشمع}} = \frac{1,2}{0,9} = 1,33 \text{ سم}^3$$

حجم التربة = حجم الماء المزاح – حجم الشمع

= 6 – 1,33 = 4,67 س^3

وزن الكتلة الترابية = وزن التربة مع الشمع – وزن الشمع

= 7 – 1,2 = 5,8 غم

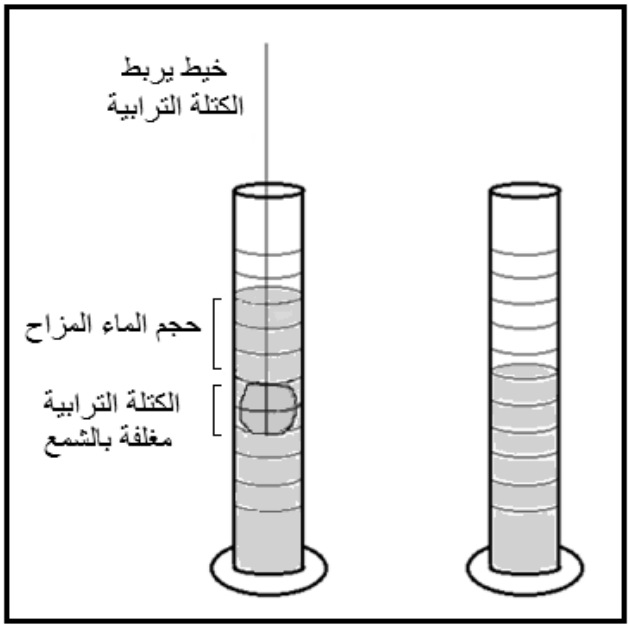
$$\text{الكثافة الظاهرية للتربة} = \frac{\text{وزن الكتلة الترابية}}{\text{حجم التربة}}$$

$$= \frac{5,8}{4,67} = 1,24 \text{ غم / سم}^3$$

$$\text{\% المسامية} = [\,1 - \frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}}\,] \times 100$$

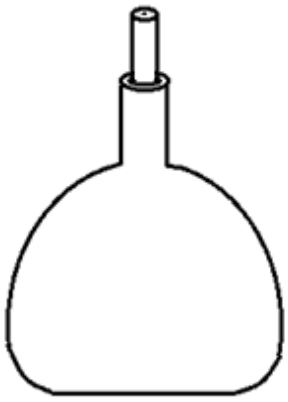
$$\text{\% المسامية} = [\,1 - \frac{1,24}{2,65}\,] \times 100$$

% للمسامية = 53,21 %



(مخطط يوضح التجربة)

(تقدير الكثافة الظاهرية بطريقة شمع البرافين)



(البكنوميتر)

(تقدير الكثافة الحقيقية)

تقدير رقم الحموضة pH في التربة

تعرف درجة حموضة التربة أو ما يسمى (pH التربة) على إنها اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين النشط في محلول التربة ، وان درجة حموضة التربة من أهم القياسات في التربة والذي يمكن من خلاله التعرف على كثير من صفات التربة.

$$pH = - \log [H^+]$$

أي ان ايون الهيدروجين H^+ هو سبب الحموضة وايون الهيدروكسيل OH^- هو المسؤول عن القلوية ، وكما هو معروف ان الماء يتأين كما يلي :

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

ويكون ثابت الانقسام

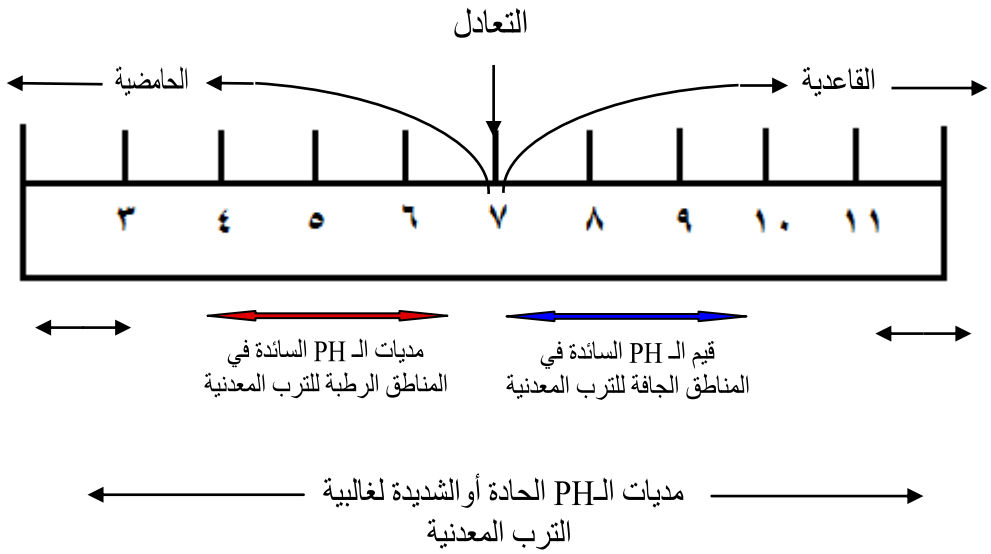
$$K = [H^+] [OH^-]$$

$$K = 10^{-7} + 10^{-7}$$

$$Pk = PH + POH = 14$$

عند تساوي التركيز بين ايونات الهيدروجين والهيدروكسيل فأن قيمة الـ pH=7 و الـpOH=7، أي ان المحلول في حالة تعادل عند درجة حرارة 25°م كما هو الحال مع الماء المقطر الخالي من CO_2، اما الترب الحامضية فهي الترب التي يكون فيها تركيز ايونات الهيدروجين أكبر من تركيز ايونات الهيدروكسيل وتكون قيمة الـ pH أقل من 7، وفي الترب القاعدية يكون فيها تركيز ايونات الهيدروكسيل أكبر من تركيز ايونات الهيدروجين وتكون قيمة الـ pH أكبر من 7 ، وبما ان الـ pH لوغاريتمي فأن تركيز ايونات الهيدروجين يزداد بمقدار عشرة مرات عندما ينخفض pH المحلول درجة واحدة.

تختلف قيمة درجة حموضة التربة من تربة لأخرى ويرتبط ذلك بعوامل عديدة منها بطبيعة غروياتها بقيم مختلفة من درجات تفاعل التربة pH، فالترب التي تحتوي على كمية ملحوظة من الهيدروجين والألمنيوم ما بين الكاتيونات المتبادلة تتصف بدرجة تفاعل واطئه (حامضية)، بينما تتصف الترب الحاوية على الصوديوم المتبادل بدرجة تفاعل عالية (قلوية).



تتراوح قيم pH محلول التربة الزراعية بين 4,5 – 8,5 ويمكن وصف حالة التربة على اساس قيمة الـ pH على الشكل التالي :

قيمة الـ (pH)	حالة التربة
اقل من 5	ترب شديدة الحموضة
6,5 – 5	ترب معتدلة الى قليلة الحموضة
7,5 – 6,5	ترب معتدلة
8,5 – 7,5	ترب معتدلة القلوية
اكبر من 8,5	ترب شديدة القلوية

الترب الحامضية نادرة الوجود في المناطق الجافة وشبه الجافة، فهي غالباً ما تتواجد في المناطق الرطبة الممطرة، وعلى العكس فأن المناطق الاكثر جفافاً غالباً ما تكون قلوية، أي ان pH التربة اكثر من 7 نتيجة لوجود كاربونات الكالسيوم وترتفع الى اكثر من 8,5 في الترب الحاوية على كميات عالية من الصوديوم.

أهمية قياس درجة حموضة التربة :

- تحديد جاهزية العناصر الغذائية للنبات.
- تعطي معلومات عن القدرة السمية للمواد الموجودة في التربة .
- تعطي مؤشر عن حالة الاحياء الموجودة في التربة ومقدار تأثيرها على البقايا العضوية وتحلل الجذور، وتسود الفطريات في الترب الحامضية بينما تسود البكتريا عادة في الترب المتعادلة او قليلة القلوية.
- انها تعطي القدرة على ادارة الترب واختيار المحاصيل الزراعية المناسبة لكل تربة.
- تعطي مؤشر على السعة التبادلية الكاتيونية في التربة حيث انها تزداد مع ارتفاع pH التربة.

طرق تقدير pH التربة :

(اولاً): الطريقة اللونية Colorimetric method

وتعتمد الطريقة اللونية على استعمال الدلائل التي تكتسب الواناً معينة حسب تركيز ايون الهيدروجين في محلول التربة، ويجرى الاختبار بغمس شريط الدليل العام في عجينة التربة المشبعة ويقارن اللون الناتج بالألوان القياسية المرفقة مع الدليل حيث يحدد رقم الـ pH .

(ثانياً): الطريقة الكهربائية Potentiometeric method

وهي تعتمد على استخدام جهاز الـ pH-meter الذي يعتمد على قياس فرق الجهد بين قطبين كهربائيين، القطب الاول يتوقف جهده الكهربائي على التركيز النشط لأيونات الهيدروجين في محلول التربة ويسمى بالقطب الزجاجي (Glass Electrode)، والقطب الثاني غير متوقف جهده الكهربائي على تركيب المحلول ويسمى قطب قياسي (Calomel Electrode). وحديثاً يستعمل قطب واحد يشمل كل من القطب الزجاجي والقياسي ويسمى بالقطب الموحد.

يتم قياس رقم الـ pH عادة في عجينة التربة المشبعة أو معلق التربة مع الماء ، ويتم ضبط جهاز pH-meter قبل القياس باستخدام محاليل منظمة قياسية ذات رقم pH معروف وعادة يستخدم محلولين على الاقل هما pH = 4 و pH= 7

خطوات العمل:

(1) لتحضير مستخلص تربة 1:1 ، يوزن 100 غرام تربة جافة هوائياً في دورق مخروطي سعة 250 مل ونضيف اليها 100 مل ماء مقطر، نرج المعلق المتكون من الماء والتربة لمدة نصف ساعة ويرشح ثم يجمع الراشح في قنينة.

(2) يضبط جهاز قياس الـ pH وذلك بقياس pH محلولين قياسيين على الاقل للتأكد من دقة وسلامة الجهاز.

(3) يقاس pH مستخلص التربة المحضر مسبقاً بالطريقة اللونية وذلك بوضع الدليل على المستخلص ومقارنة اللون الناتج مع قرص الالوان الموجود او المرفق مع الدليل.

(4) يغسل القطب المشترك بالماء المقطر ثانيا ويوضع في مستخلص التربة بعمق 3 سم تقريباً وتسجل قراءة الجهاز بعد مرور 30 ثانية او لحين ثبوت القراءة، ثم يستخرج القطب ويغسل مرة اخرى بالماء المقطر.

تقدير الاملاح الكلية الذائبة في التربة

الاملاح الذائبة مصطلح يشير الى مكونات التربة اللاعضوية الذائبة في الماء. والتربة المالحة هي التي يؤدي ارتفاع كمية الاملاح الموجودة الى حدوث ضرر في نمو النبات وذلك عن طريق زيادة الشد لماء التربة اذ ينفق النبات المزيد من الطاقة من اجل امتصاص الماء من الترب الملحية اكثر من التر الاعتيادية فتبدو على النبات علامات الجفاف رغم وجود كميات لابأس بها من الرطوبة في التربة. كما ان وجود بعض العناصر التي تكون هذه الاملاح تصبح سامة للنبات اذا ازدادت كمياتها عن حدود معينة.

وهذا لا يعني ان الاملاح هي ضارة في كل الاحوال، فالترب الخصبة تحتوي على الاملاح الا ان تراكيزها تكون مناسبة وبالتالي فأن الاملاح هي التي تمد النبات بما يحتاجه من العناصر الغذائية ولذلك فأن عملية تسميد التربة في الحقيقة هي اضافة املاح الى التربة ولكن بمقادير مناسبة.

مصادر الاملاح في التربة :

(1) ناتج عن تحلل بعض الصخور والمعادن بفعل عوامل التجوية المختلفة (العامل الطبيعي).

(2) نتيجة استخدام مياه ري تحتوي على تراكيز عالية من الاملاح أو نتيجة رداءة الصرف في التربة فيحدث تراكم للأملاح على سطح التربة نتيجة لتبخر المياه تاركة الاملاح في حالة مترسبة على صورة بقع او قشرة ملحية.

(3) تسبب حركة الماء الارضي الى الاعلى بفعل الخاصية الشعرية الى زيادة تركيز الاملاح على سطح التربة بعد تبخر الماء من السطح.

(4) اضافة الاسمدة وبكميات غير مناسبة ايضا يسهم في زيادة تركيز الاملاح في التربة.

ويمكن وضع الترب المتأثرة بالأملاح في فئات اعتماداً على قيم التوصيل الكهربائي EC.

قيمة الـ (EC) $ds.m^{-1}$	حالة التربة
اقل من 0,7	لا توجد مشكلة
بين 0,7 – 3	التربة قليلة الى متوسطة الملوحة
اكبر من 3	التربة شديدة الملوحة

وتتضمن ايونات الاملاح الذائبة ذات العلاقة القوية بالترب المتأثرة بالأملاح هي:

الايونات الموجبة (الكاتيونات) Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+

الايونات السالبة (الانيونات) NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-}

ويعتبر تقدير الاملاح الكلية في التربة من التقديرات الرئيسية الهامة لتحديد درجة ملوحة التربة واختيار المحاصيل الزراعية المناسبة لها. كما ان خطورة الملوحة في التربة لا يقتصر على كمية الاملاح وانما على نوعية تلك الاملاح ايضا، ويتأثر نمو النبات بتركيز الاملاح الذائبة تأثيرا كبيرا ويرجع هذا التأثير الى:

1. تأثير مباشر : مثل زيادة الضغط الازموزي للمحلول الارضي وسمية بعض الاملاح للنباتات.
2. تأثير غير مباشر : مثل تأثير بعض الايونات على امتصاص ايونات اخرى لها اهمية في تغذية النبات، كما يؤدي ارتفاع نسبة الصوديوم المدمص الى سوء الخواص الطبيعية للتربة في حين ان زيادة نسبة الهيدروجين المدمص يؤدي الى خفض درجة تفاعل التربة وهي من الصفات غير المرغوبة لنمو النبات، وتختلف النباتات في مدى تحملها للملوحة حسب نوعيتها.

اهمية قياس درجة ملوحة التربة :

(1) تقدير الاملاح الذائبة لدراسة المكونات الملحية للتربة والماء مهمة في وضع مقاييس الاستصلاح او للأغراض الري.

(2) معرفة الاملاح الذائبة مهم في تثبيت الحدود المثلى للعناصر بشكل دقيق خاصة تلك التي تظهر النقص او الاضطراب الفسيولوجي، فالكمية الزائدة من ايون الكلوريد يسبب ضرراً كما في حالة النقص.

طرق تقدير الاملاح الكلية الذائبة في التربة:

(اولا) الطريقة الوزنية Gravimetric method :

وتعتمد هذه الطريقة على مزج كمية معينة من التربة مع حجم معين من الماء المقطر بنسبة (5:1) تربة : ماء، ثم ترج لمدة نصف ساعة وترشح ويجمع الراشح في جفنة معلومة الوزن وبعد ذلك توضع الجفنة في الفرن على درجة حرارة 105 ْم لمدة 24 ساعة حيث يتبخر الماء وتجف تماما وتبقى الاملاح في اسفل الجفنة، وتوزن الجفنة مع الاملاح والفرق في الوزن يمثل وزن الاملاح الذي يحسب كنسبة مئوية (%) أو جزء بالمليون (ppm).

(ثانيا) الطريقة الكهربائية Electrical method :

وهي الطريقة الاسرع والاكثر استعمالا وتعتمد على قياس التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة، من المعلوم ان الماء النقي ضعيف في توصيله للتيار الكهربائي بينما الماء المحتوي على املاح ذائبة يوصل التيار الكهربائي بدرجة تتناسب مع ما يحتويه من املاح ذائبة لذلك فان التوصيل الكهربائي يعطي فكرة جيدة عن تركيز المكونات المتأينة في المحلول.

والتوصيل الكهربائي هو عكس المقاومة الكهربائية، لذا فالوحدة المستخدمة في التوصيل الكهربائي هي $mhos.cm^{-1}$ ، $mmhos.cm^{-1}$ والـ $micromhos.cm^{-1}$ ولكن الوحدة الشائعة في التعبير عن التوصيل الكهربائي هي $ds.m^{-1}$ والتي تساوي $mmhos.cm^{-1}$.

خطوات العمل :

(1) يحضر معلق (تربة : ماء) بنسبة (1:1).

(2) يرشح المعلق باستخدام ورق ترشيح ويستقبل الراشح في بيكر.

(3) تغسل خلية جهاز التوصيل الكهربائي بالماء المقطر.

(4) تسجل درجة حرارة المحلول بواسطة المحرار.

(5) تغمس خلية الجهاز في الراشح وتقرأ مباشرة قيمة التوصيل الكهربائي بـ ($ds.m^{-1}$).

- تصحح قراءة الجهاز على ضوء درجة الحرارة .اذ تضاف او تطرح من قراءة الجهاز 2% لكل درجة حرارة تزيد او تقل عن25°م على التوالي.
- اذا تجاوز تركيز الاملاح في المستخلص حدود درجات الجهاز فيجب عمل تخفيف للمحلول ويقرأ. فمثلاً تم اخذ 10 مل من الراشح الاصلي واضيف 90 مل ماء مقطر فيكون عدد مرات التخفيف =10 مرات كما موضح في المعادلة التالية:

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{\text{10 مل من الراشح الاصلي + 90 مل ماء مقطر}}{\text{10 مل من الراشح الاصلي}} = 10 \text{ مرات}$$

فعند قراءة الجهاز بعد التخفيف تضرب بعدد مرات التخفيف.

يمكن تحويل قراءة التوصيل الكهربائي الى نسبة مئوية أو جزء بالمليون أو اية قراءة اخرى.

مجموع الكاتيونات أو الانيونات مليمكافئ /لتر = $10 \times EC\ (ds.m^{-1})$

تركيز الاملاح بالمليغرام / لتر $(ppm) = 640 \times EC\ (ds.m^{-1})$

الضغط الازموزي $(atm) = 0{,}36 \times EC\ (ds.m^{-1})$

تقدير كاربونات الكالسيوم(الكلس) في التربة

تعرف الترب الكلسية بأنها الترب التي تحتوي على كمية من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ وتعد الكاربونات من المكونات الطبيعية لكثير من الترب وتوجد في التربة اما بصورة ذائبة وذلك بكميات ضئيلة لان كاربونات الكالسيوم بطيئة الذوبان أو بصورة صلبة بشكل كالسايت (كاربونات الكالسيوم) أو بشكل دولومايت (كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم). والكاربونات سواء بشكل كالسايت أو دولومايت أو بشكل صخر اللايم أو المارل أو الشيل جميعها تستخدم كمحسنات للتربة الحامضية وبما ان اكثر صورها شيوعاً في التربة هي كاربونات الكالسيوم (الكالسيوم) لذلك جرت العادة في تقديرها وحسابها على اساس كونها $CaCO_3$.

طرق تقدير كاربونات الكالسيوم :

هناك طرق عديدة متبعة لتقدير كاربونات الكالسيوم في التربة :

(أولا) طريقة معادلة الحامض :

عند معاملة الترب الحاوية على الكاربونات بحامض الهيدروكلوريك المخفف فان جميع الكاربونات سوف تتحلل بالشكل الاتي:

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ولذلك فان الفكرة الاساسية في هذه الطريقة هي اضافة كمية زائدة من الحامض عن تلك الكمية اللازمة لتحلل جميع الكاربونات في التربة ومن ثم معايرة الكمية المتبقية من الحامض مع القاعدة مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) معلومة العيارية ثم حساب حجم NaOH المستهلك . ومنها يمكن حساب مليمكافئات الحامض الزائد (المتبقي).

المحاليل المستخدمة في التقدير :

1. حامض HCl (1عياري) : يحضر من تخفيف 82,8 مل من حامض HCl المركز (37.% sp.gr. 1.19) في الماء المقطر ثم يمزج جيدا ويبرد. ويكمل الحجم إلى لتر.
2. هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) (1 عياري) : يحضر من اذابة 40 غرام من هيدروكسيد الصوديوم في ماء مقطر. ثم ينقل إلى دورق حجمي سعة لتر، ويبرد ويكمل إلى العلامة بالماء مقطر.
3. دليل فينول فثالين: يحضر من اذابة 0,5 غرام من دليل الفينول فثالي في 100 مل ايثانول.
4. ايثانول (C_2H_5OH) 95%.

خطوات العمل :

1 – نضع (1 غم) تربة جافة منخولة في دورق مخروطي سعة (250 مل).

2 – نضيف (10 مل) من حامض HCl (1 عياري) بصورة تدريجية إلى التربة الموجودة في داخل الدورق.

3 – يحرك المزيج ويترك طول الليل أو يسخن على درجة حرارة (50 – 60 ْم) ويبرد.

4 – يضاف إلى المزيج (50 – 100 مل) ماء مقطر للتخفيف ثم يرشح بواسطة ورق ترشيح.

5 – يضاف (2– 3 قطرات) من دليل الفينول فثالين (ph.ph)

6 – يسحح مع NaOH (1 عياري) ونستمر بالتسحيح إلى ان يتغير اللون إلى الوردي. حيث نسجل حجم الـ NaOH المستهلك.

الحسابات :

$$\% \text{ كاربونات الكاسيوم} = [\text{حجم الحامض} \times \text{عياريته} - \text{حجم القاعدة} \times \text{عياريتها}] \times 0{,}05 \times \frac{100}{\text{وزن التربة الجافة}}$$

(ثانيا) الطريقة الوزنية :

تعتمد هذه الطريقة بالأساس على وزن CO_2 المفقود من عينة التربة عند تحلل كاربونات الكالسيوم باستعمال حامض HCl .

خطوات العمل :

1 – نضع (100 مل) من حامض HCl (2 عياري) في دورق مخروطي سعة (250 مل).

2 – نوزن الدورق مع الحامض ونسجل الوزن ونرمز له بـ W1.

3 – نظيف إلى الدورق (5 غم) تربة ونترك الخليط لحين اتمام التفاعل .

4 – نوزن الدورق مع الخليط ونسجل الوزن ونرمز له بـ W2.

الحسابات :

$$\% \text{ كاربونات الكاسيوم} = \frac{\text{وزن } CO_2 \text{ المفقود}}{\text{وزن التربة الجافة}} \times 274 \times 100$$

$$\text{وزن } CO_2 = W2 - W1$$

(ثالثا) طريقة الكالسميتر Calcimeter method :

تعتمد هذه الطريقة على قياس حجم غاز ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 المتصاعد في ظروف حرارية معلومة وضغط معلوم حيث عند معاملة الكاربونات مع حامض الـ HCl في نظام مغلق وتحت ظروف حرارة وضغط ثابتين فأن الزيادة في الضغط في قراءة المانوميتر ترتبط خطياً مع محتوى الكاربونات من غاز CO_2 ويمكن ان نشير إلى تفاعل الحامض مع الكاربونات وفق المعادلة الاتية :

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ويلاحظ ان كل وزن جزيئي غرامي (100 غم) من كاربونات الكالسيوم ينتج عنها (44 غم) من CO_2. ويمكن حساب النسبة المئوية لكاربونات الكالسيوم من علاقة الحجم الناتج من غاز CO_2 مع وزن $CaCO_3$ وفق القانون التالي :

$$\% \text{ كاربونات الكاسيوم} = \frac{\text{حجم } CO_2}{\text{وزن عينة التربة}} \times \frac{\text{الضغط الجوي}}{\text{درجة حرارة المختبر} + 273} \times 0{,}16$$

طريقة العمل :

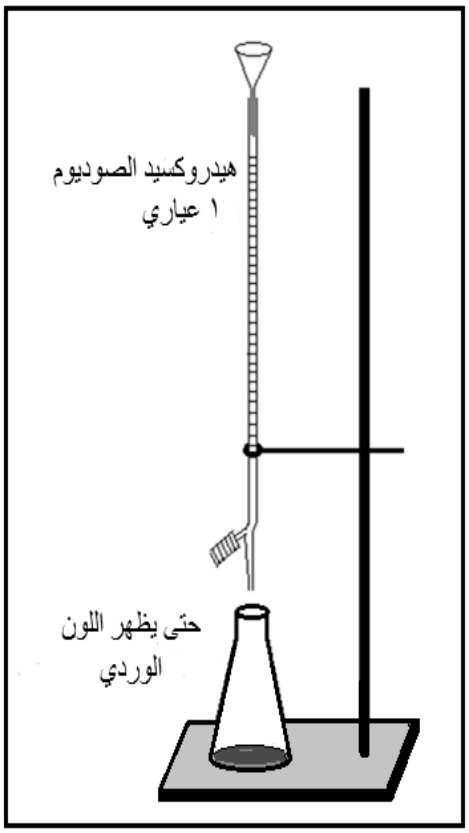
1 – يؤخذ (1 غم) من التربة الجافة المنخولة وتوضع في زجاجة التفاعل.

2 – يوضع (10 مل) من حامض HCl (1 عياري) في انبوبة خاصة تثبت بوضع قائم يسهل سكبها.

3 – تربط زجاجة التفاعل بالمانوميتر المائي ويفتح الصمام حتى يصبح مستوى السائل الملون في الانبوبة اليسرى مساوي لمستوى السائل في الانبوبة المدرجة اليمنى.

4 – يسكب الحامض على التربة مع الرج المستمر لكي يتفاعل وينتهي خروج غاز CO_2.

5 – تحسب الزيادة الحاصلة في الضغط من خلال الحجم المزاح ثم تحسب النسبة المئوية لكاربونات الكالسيوم وفق القانون المذكور اعلاه.



(تقدير كاربونات الكالسيوم بطريقة التسحيح)

تقدير المادة العضوية في التربة

المادة العضوية هي احد المكونات المهمة في التربة وتشمل جميع الأجزاء غير المعدنية في التربة ومنها بقايا النباتات والحيوانات والأحياء الدقيقة وعادة تكون البقايا على درجات مختلفة من التحلل حسب العوامل العديدة التي تؤثر على التحول للمادة العضوية.

يختلف محتوى الترب من المادة العضوية حسب نوع المناخ (حرارة ورطوبة) وعموما توجد بكمية نوعاً ما في المناطق الرطبة والباردة. بينما تكون اقل ما يمكن في ترب المناطق الحارة الجافة وذلك لسرعة تحللها وفقدها لارتفاع درجات الحرارة. وغالباً ما تحوي الطبقات السطحية من القطاع الأرضي أعلى مستوى من المادة العضوية حيث تقل مع العمق.

ويعد الكاربون هو المكون الأساسي للمادة العضوية في التربة ويظهر بأشكال مختلفة وتعمل المادة العضوية على تحسين خواص التربة الطبيعية والكيميائية والبايولوجية وكما يلي :

1 – تعد المادة العضوية مصدراً مهم لجميع العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات.

2 – فيزيائياً : تعمل على تحسين بناء التربة من خلال ربط دقائق التربة بشكل تجمعات وبالتالي تزيد من نفاذية الترب للماء والهواء.

3 – كيميائياً : تعمل على زيادة السعة التبادلية الكاتيونية ولون التربة الذي بدوره يؤثر على حرارة التربة.

4 – بيولوجيا : تعد مصدراً للكاربون الذي تحتاجه الأحياء الدقيقة في الحصول على الطاقة بالإضافة إلى احتوائها على العناصر الغذائية الضرورية التي يحتاجها النبات.

تقدر المادة العضوية في التربة بطريقتين :

(أولا) : طريقة الحرق :

تعتمد هذه الطريقة على مقدار الفقد في وزن نموذج التربة بعد عملية حرق التربة في فرن كهربائي تحت درجة حرارة 550 °م لمدة (6 – 12 ساعة) والذي يحدث نتيجة لفقد المادة العضوية وتحولها إلى غاز ثاني أوكسيد الكاربون (CO_2) وهذه الطريقة غير دقيقة وتكون معرضة لنسبة معينة من الخطأ نتيجة لفقدان بعض المركبات الاخرى الموجودة في التربة أو نتيجة لاحتواء التربة على نسبة معينة من الرطوبة.

(ثانيا) : طريقة الاكسدة المبتلة :

بهذه الطريقة تؤكسد 77% من الكربون العضوي في التربة حيث تجري عملية الاكسدة بواسطة محلول دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) باستعمال حامض الكبريتيك المركز كمساعد لعملية الاكسدة وحسب المعادلة التالية :

$$2K_2Cr_2O_7 + 3C + 8H_2SO_4 \longrightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 8H_2O + 3CO_2$$

الفكرة الأساسية للتقدير :

لتقدير المادة العضوية يؤخذ وزن معلوم من التربة ثم يؤكسد الكاربون العضوي بواسطة إضافة حجم معلوم من دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) ثم يعاير الزيادة من الدايكرومات مع كبريتات الحديدوز الامونيوم [$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$] (0,5) عياري. ويتم التأكسد بوجود حامض الكبريتيك المركز (كعامل مؤكسد) والذي عند إضافته يعمل على رفع درجة حرارة معلق التربة والدايكرومات مما يساعد على إتمام عملية الأكسدة للكاربون العضوي الذي يتم على أساسه حساب النسبة المئوية للمادة العضوية بعد أن تضرب قيمة النسبة المئوية للكاربون العضوي بعامل خاص هو (1,724) على اعتبار إن المادة العضوية تحوي على نسبة 58% كاربون عضوي.

ومن الملاحظات المهمة التي يستوجب ذكرها عند تقدير المادة العضوية هي عدم استعمال أي مصدر خارجي للتسخين لتفادي عملية تحلل دايكرومات البوتاسيوم. وعند وجود أملاح الكلوريد الذائبة في عينة التربة بكمية عالية فيلزم التخلص منها قبل التقدير حيث إن النتائج المتحصل عليها من تلك الحالة تكون اكبر من الواقع ويتم التخلص من تأثير الكلوريدات بإضافة كمية من محلول كبريتات الفضة (Ag_2SO_4).

الأدوات المستخدمة في التقدير

1 – دورق مخروطي سعة 500 مل　　2 – ماصة.

3 – سحاحة.　　4 – ميزان حساس .

المحاليل المستخدمة :

1 – محلول دايكرومات البوتاسيوم (1) عياري ويحضر من إذابة (49,04 غم) من المادة في الماء المقطر ويكمل الحجم إلى لتر.

2 – محلول كبريتات الحديدوز الامونيوم (0,5) عياري ويحضر من إذابة (196 غم) من المادة في الماء المقطر ثم تضاف (5) مل من حامض الكبريتيك المركز. ثم يمزج جيداً ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى 1 لتر.

3 – حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) (1,84. sp.gr . 98%).

ملاحظة (في حالة وجود الكلوريد في التربة حامض الكبريتيك المركز يحوي على 25 غم من كبريتات الفضة وفي حالة عدم وجود الكلوريد تجنب إضافة كبريتات الفضة)

4 – دليل داي فنيل أمين $(C_6H_5)_2$ ويحضر من إذابة (0,5 غم) في خليط من (20 مل) ماء مقطر و(100 مل) من حامض الكبريتيك المركز.

5 – حامض الفسفوريك المركز (H_3PO_4) .

خطوات العمل :

1 – يوزن (1 غم) تربة جافة هوائياً ونضعها في دورق مخروطي سعة(500 مل).

2 – يضاف (10 مل) من محلول دايكرومات البوتاسيوم 1 عياري ويحرك الدورق ليمتزج الخليط.

3 – يضاف (20 مل) من حامض الكبريتيك المركز إلى الخليط ثم يحرك الدورق بشكل دائري مرتين إلى ثلاث ثم نترك الدورق لمدة 30 دقيقة لغرض إتمام عملية التفاعل.

4 – يضاف (200 مل) ماء مقطر إلى الدورق لتخفيف المعلق ثم يرشح ويضاف 10 مل من حامض الفسفوريك المركز ويترك المزيج ليبرد.

5 – يضاف (1 مل) من دليل داي فنيل أمين وثم يسحح مع كبريتات الحديدوز الامونيوم (0,5عياري) حتى يتغير اللون من الأزرق البنفسجي إلى الأخضر ثم تسجل حجم كبريتات الحديدوز عند نقطة انتهاء التفاعل.

6– يعمل تسحيح لعينة مقارنة Blank يحوي على جميع المحاليل أعلاه ما عدا الترب.

الحسابات:

لغرض حساب عيارية كبريتات الحديدوز نطبق القانون التالي:

مليمكافئات كبريتات الحديدوز = مليمكافئات دايكرومات البوتاسيوم

حجم كبريتات الحديدوز (للبلانك) × عياريتها = حجم دايكرومات البوتاسيوم (للبلانك) ×عياريتها

$$\% \text{ للكاربون العضوي} = \frac{(\text{س}) - (\text{ص})}{\text{وزن التربة الجافة}} \times 0{,}003 \times 1{,}33 \times 100$$

س = حجم دايكرومات البوتاسيوم للنموذج × عياريتها

ص = حجم كبريتات الحديدوز للنموذج × عياريتها

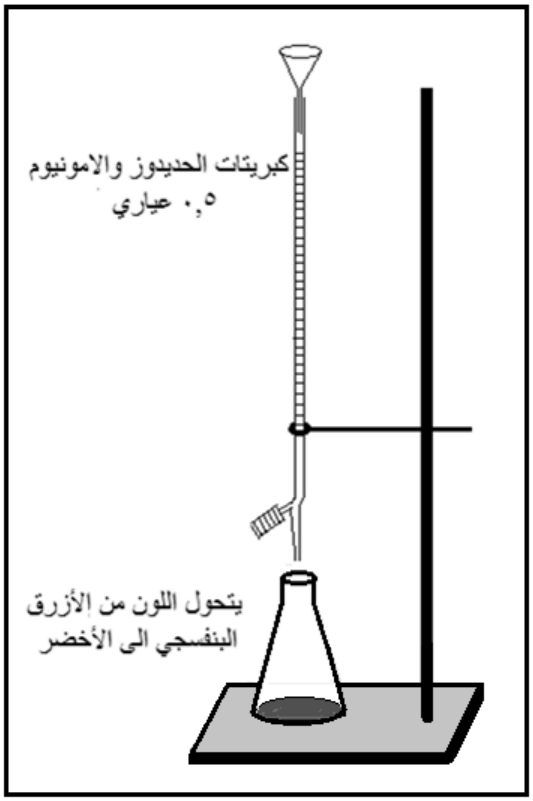
$$\% \text{ للمادة العضوية} = \% \text{ للكاربون العضوي} \times 1{,}724$$

حيث أن :

0,003 : الوزن المكافئ للكاربون (غم)

1,33 : معامل تصحيح نسبة الكاربون العضوي .

1,724 : معامل تحويل الكاربون العضوي إلى المادة العضوية .



تقدير البوتاسيوم والصوديوم (Na^+ , K^+) في التربة

في أثناء عمليات التجوية ينطلق أيون البوتاسيوم إلى المحلول الأرضي. وتمتص النباتات البوتاسيوم من المحلول الأرضي وقليلا بواسطة التبادل بالتلامس مع أسطح التبادل الكاتيوني. ويعتبر كل من البوتاسيوم الذائب والمتبادل ميسران للنبات.

ويوجد حوالي 95–99 % من البوتاسيوم بداخل البناء الشبكي لمعادن مايكروكلين. اورثوكلاز. مسكوفايت. بايوتايت. الايلايت وغيرها .

اما الصوديوم فيشكل حوالي 2,8 % من القشرة الأرضية في الوقت الذي يشكل البوتاسيوم 2,6% منها. وينتشر الصوديوم في الصخور الرسوبية كالحجر الجيري والمارل والطباشير والصخور الكلسية وغيرها.

يقدر الصوديوم والبوتاسيوم في مستخلص التربة بواسطة جهاز قياس العناصر باللهب (Flame photometer) والذي يتكون من الوحدات الرئيسية وهي :

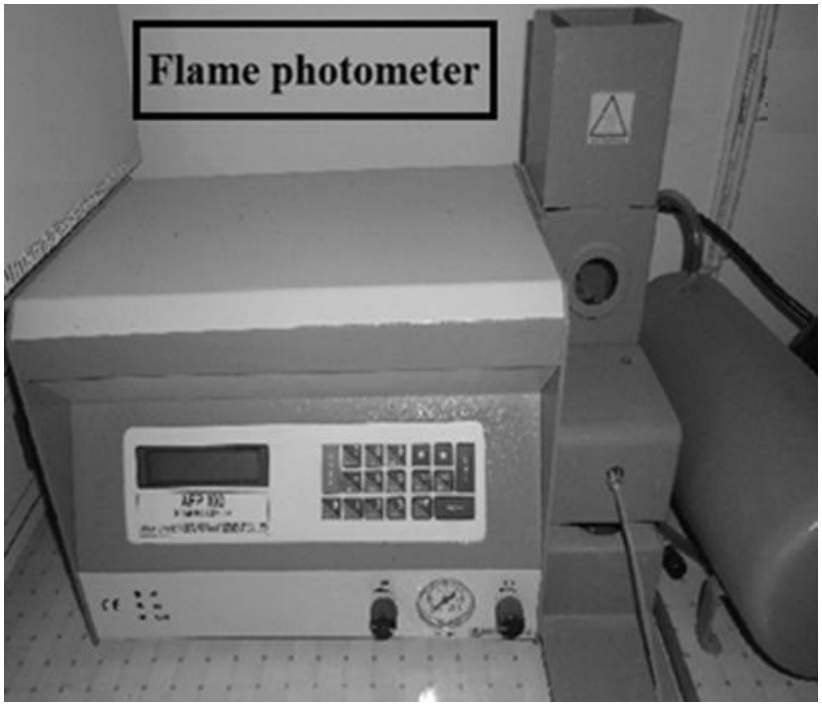
1 – وحدة ضخ الهواء والغاز.

2 – وحدة الحرق (اللهب).

3 – وحدة لترشيح الموجات الكهرومغناطيسية.

4– الخلية الضوئية.

5– وحدة القراءة.



الفكرة الاساسية للتقدير :

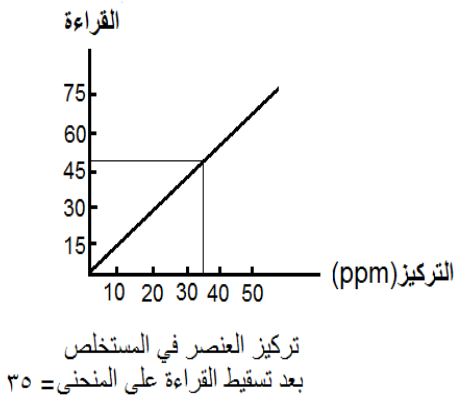
طريقة تقدير العناصر في جهاز الـ Flame photometer تعتمد على قياس شدة اللون للأشعة الناتجة عن استثارة ذرات العنصر في لهب قوي. وهذه العملية تتم بضخ مستخلص التربة مع الهواء والاوكسجين في وحدة الضخ بشكل رذاذ يمر على غاز الاستيلين أو البروتين في وحدة الحرق فيحصل استثارة لذرات العنصر نتيجة لاكتسابها طاقة من عملية الحرق فتنتقل الالكترونات إلى مدارات اعلى وتكون غير مستقرة فتحاول الذرة الرجوع إلى الحالة المستقرة. وبزوال المؤثر ترجع الذرة إلى الحالة المستقرة أي رجوع الالكترونات إلى مداراتها الأصلية وترجع الطاقة التي اكتسبتها ايضا بشكل موجات كهرومغناطيسية حيث تمر على مرشح لكل عنصر في وحدة الترشيح وتترجم هذه الموجات في وحدة الخلية الضوئية إلى قراءة خاصة في وحدة القراءة بالجهاز.

الأجهزة والمواد اللازمة:

1. جهاز Flame photometer
2. دورق معياري حجم 50 أو 100 مل
3. محلول كلوريد البوتاسيوم بتركيز 1000 ppm باذابة 1,59 غرام منه في لتر من الماء المقطر.
4. محلول كلوريد الصوديوم بتركيز 1000 ppm باذابة 2,54 غرام منه في لتر من الماء المقطر.
5. يخفف من كلوريد البوتاسيوم بنسب (2، 4 ، 6 ، 8 ، 10 ppm) ويخفف ايضا خمسة تخفيفات أخرى من كلوريد الصوديوم.
6. يحضر مستخلص التربة لقياس تركيز كلا العنصرين (الصوديوم والبوتاسيوم).

طريقة القياس:

تحضر محاليل قياسية ذات تراكيز معينة من ملح العنصر المراد تقديره ثم تقرأ هذه المحاليل في الجهاز ويعمل منحنى قياسي يمثل قراءة الجهاز وتركيز العنصر. أي انه سيكون لكل تركيز معلوم قراءة وكما موضح في الشكل التالي:



التركيز	القراءة
١٠	١٥
٢٠	٣٠
٣٠	٤٥
٤٠	٦٠
٥٠	٧٥

ولتقدير تركيز العنصر في مستخلص التربة المراد تقدير تركيز العنصر فيه نقوم بأخذ جزء من المستخلص ونضعه في الجهاز لغرض الحصول على قراءة ولتكن 50 بعدها نقوم بتسقيط هذه القراءة على المنحنى القياسي لغرض معرفة تركيز العنصر والذي سيكون في هذه الحالة (35) (الشكل أعلاه).

كيفية تحضير المحلول القياسي :

لتحضير المحلول القياسي لأي عنصر نأخذ الملح الذي يحتوي على العنصر المراد تقديره. فمثلا لتقدير عنصر الـ Na نأخذ الملح NaCl ولتقدير عنصر الـ K نأخذ الملح KCl. وهذا الملح يجب اذابته بالماء المقطر.

في البداية يجب تحضير محلول قياسي تركيزه (1000 ppm)

1000 ppm = 1000 mg/L = 1 gm /L

فمثلا لتحضير (1000 ppm) من الـ K نأخذ 1,9102 غم من KCl ويذوب هذا الوزن في 1 لتر من الماء المقطر.

KCl	K
74,5 = 35,5 + 39	39
س	1

$$\text{س} = \frac{1 \times 74,5}{39} = 1,9102 \text{ غم}$$

ومن هذا المحلول القياسي (1000 ppm) نستطيع تحضير محاليل قياسية أخرى 10 ، 20 ، 30 ، 00000 ،100 ppm باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{الحجم المسحوب من التركيز الأصلي (مل)} = \frac{\text{التركيز المطلوب} \times \text{حجم الدورق المستخدم}}{\text{التركيز الأصلي (1000 ppm)}}$$

فمثلا للحصول على تركيز (10 ppm) نأخذ 1 مل من المحلول القياسي الأصلي ونضعها في دورق معياري سعة 100 مل ونكمل بالماء المقطر إلى العلامة. وبنفس الطريقة نحضر محاليل قياسية اخرى بتراكيز 20 ، 30 ، 100 ppm وهكذا .

ولتحضير محلول قياسي للصوديوم (Na) نتبع نفس الخطوات أعلاه. نقرأ هذه المحاليل القياسية للصوديوم والبوتاسيوم بجهاز الـ (Flame photometer) لعمل المنحنى القياسي لـ Na و K . بعدها نرسم العلاقة بين القراءة والتركيز. كما هو موضح في الشكل السابق.

مثال: حضر محلول قياسي لـ Na من ملح NaCl ثم حضر التراكيز (10 ، 20 ، 30 ، 40 ، 50 ppm) في دورق معياري حجمه 50 مل مرة و100 مل مرة اخرى.

الحل:

في البداية نحضر محلول قياسي 1000 ppm

NaCl	Na
23 + 35,5	23
س	1

س = 2,543 غم من NaCl نذيبه في لتر ماء مقطر لنحصل على 1000 ppm

$$\text{الحجم المسحوب (مل)} = \frac{\text{التركيز المطلوب} \times \text{حجم الدورق}}{\text{التركيز الأصلي}}$$

لتحضير التراكيز في دورق حجم 50 مل

الحجم المسحوب (مل) = $\frac{50 \times 10}{1000}$ = 0,5 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 50 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

= $\frac{50 \times 20}{1000}$ = 1 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 50 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

= $\frac{50 \times 30}{1000}$ = 1,5 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 50 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

= $\frac{50 \times 40}{1000}$ = 2 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 50 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

= $\frac{50 \times 50}{1000}$ = 2,5 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 50 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

لتحضير التراكيز في دورق حجم 100 مل

الحجم المسحوب (مل) = $\frac{100 \times 10}{1000}$ = 1 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 100 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

= $\frac{100 \times 20}{1000}$ = 2 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 100 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

= $\frac{100 \times 30}{1000}$ = 3 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 100 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

= $\frac{100 \times 40}{1000}$ = 4 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 100 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

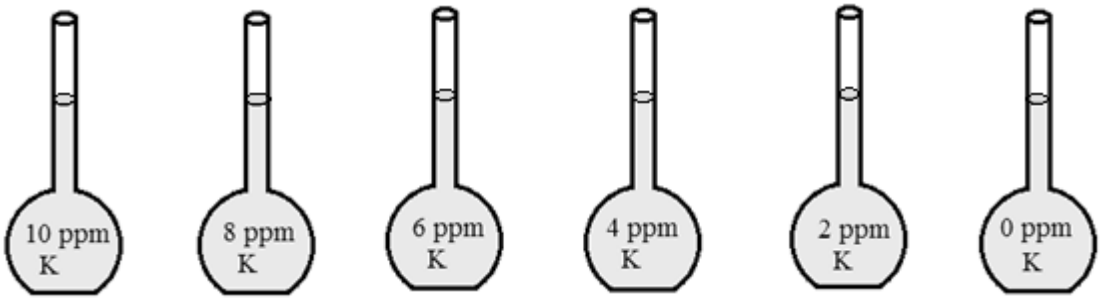
= $\frac{100 \times 50}{1000}$ = 5 مل نسحب من التركيز الأصلي ونضعها في دورق 100 مل ونكمل للعلامة بالماء المقطر

الحسابات :

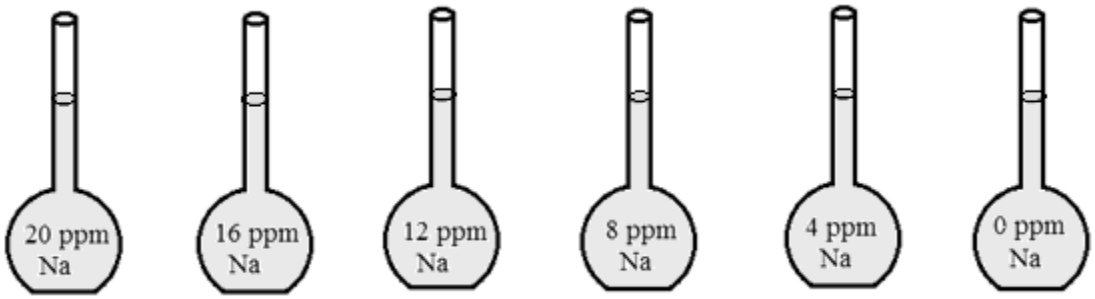
نقوم بتسقيط القراءة الخاصة بالمستخلص المراد تقدير العنصر فيه على المنحنى القياسي السابق ذكره للحصول على تركيز العنصر في المستخلص.

$$\%\ (K \text{ أو } Na) = \frac{\text{التركيز بعد التسقيط}}{1000} \times \frac{\text{حجم الدورق}}{1000} \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$$

$$ppm\ (K \text{ أو } Na) = \text{التركيز بعد التسقيط} \times \frac{\text{حجم المستخلص}}{\text{وزن التربة}}$$



(المحاليل القياسية في تقدير البوتاسيوم)



(المحاليل القياسية في تقدير الصوديوم)

تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم (Ca^{+2} , Mg^{+2}) في مستخلص التربة

يوجد الكالسيوم في التربة على صورة كاربونات، فوسفات، سليكات، فلوريد، وكبريتات. وتعد الكاربونات من اكثر مصادر الكالسيوم شيوعاً في التربة. حيث يوجد الكالسيوم على شكل كاتيونات مدمصة على سطوح الغرويات او بصورة ايونات ذائبة في محلول التربة. أن وجود الكالسيوم مهم جداً في التغذية المعدنية للنبات كما ان له دور اساسي في نمو الجذور والخلايا المرستيمية. وكذلك في تحسين صفات التربة.

أما المغنيسيوم فيتواجد في معادن الطين مثل المونتموريولونايت. الفيرموكيولايت. الكلورايت. وفي بعض الاحيان يوجد على صورة كاربونات المغنيسيوم وهناك كميات قليلة من المغنيسيوم يتواجد بصورة متبادلة أو بصورة ايونات ذائبة في محلول التربة وفي صورة مركبات عضوية. وتكمن اهمية المغنيسيوم في تأثيره المباشر على التركيب الضوئي داخل النبات لانه يشكل احد المركبات الرئيسية المكونة للكلوروفيل. ويساهم في نقل الفسفور داخل النبات.

الفكرة الاساسية للتقدير:

يتم التقدير بأستخدام مركبات مخلبية التي لها ميل اتحادي مع الكالسيوم والمغنيسيوم. منها مركب الفرسين والذي يعرف اختصاراً بأسم (EDTA) حيث يقدر الكالسيوم أولاً ثم الكالسيوم والمغنيسيوم معاً وبطرح الاول من الثاني نحصل على المغنيسيوم.

تقدير الكالسيوم:

تتلخص فكرة التقدير برفع درجة تفاعل مستخلص التربة إلى (12) باستخدام هيدروكسيد الصوديوم تركيز (4) عياري حيث تترسب ايونات المغنيسيوم وتبقى ايونات الكالسيوم في مستخلص التربة. ويستخدم في التقدير دليل بربرات الامونيوم (الميروكساید) حيث له الميل للاتحاد مع الكالسيوم اكثر من المغنيسيوم. وعند ذلك يقوم الفرسين بخلب الكالسيوم تدريجياً حتى ينتهي تماماً من المحلول حيث يتحول لون الدليل من اللون الوردي إلى اللون البنفسجي.

المحاليل المستخدمة:

- محلول هيدروكسيد الصوديوم (4) عياري ويحضر من اذابة (160 غم) من هيدروكسيد الصوديوم بالماء المقطر في دورق معياري سعة (1 لتر) مع اكمال الحجم بعد ان يبرد المحلول.
- كاشف بربرات الامونيوم (الميروكسايد) وذلك بإضافة (0,5 غم) من بربرات الامونيوم مع (100 غم) من كبريتات البوتاسيوم وخلطهم جيداً
- محلول الفرسين (0,01 عياري) ويحضر من اذابة (2 غم) من حامض اثيلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك (EDTA) مع (0,05 غم) من كلوريد المغنيسيوم ($MgCl_2.6H_2O$) في الماء المقطر واكمال الحجم إلى لتر.

طريقة العمل :

1 – نأخذ (5 مل) من محلول الاستخلاص ونضعها في جفنة خزفية ونخففها بالماء المقطر بمقدار (5 مل).

2 – نضيف هيدروكسيد الصوديوم تركيز (4 عياري) بمقدار (5 قطرات) لرفع درجة تفاعل مستخلص التربة إلى (12).

3 – نضيف (50 ملغرام) من دليل بربرات الامونيوم بحيث يتكون لون وردي.

4 – نسحح مع الفرسين تركيز (0,01 عياري) إلى ان يتغير اللون إلى البنفسجي.

الحسابات :

$$\text{ملي مكافئ } Ca^{+2} / \text{لتر} = \frac{\text{حجم الفرسين} \times \text{عياريته}}{\text{حجم المستخلص المستخدم في التقدير}} \times 1000$$

تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم :

تتلخص الفكرة برفع درجة تفاعل مستخلص التربة إلى (10) بإضافة محلول منظم من كلوريد الامونيوم وهيدروكسيد الامونيوم. حيث يكون كل من الكالسيوم والمغنيسيوم بشكل ايونات في المستخلص. ويستخدم دليل اسود الايروكروم EBT الذي له الميل للاتحاد مع الكالسيوم والمغنيسيوم معاً ويكون لون الدليل قرمزي . وعند التسحيح مع الفرسين الذي يخلب الكالسيوم والمغنيسيوم معاً يتحول لون الدليل إلى الازرق.

المحاليل المستخدمة:

- محلول منظم من كلوريد الامونيوم وهيدروكسيد الامونيوم ويحضر من اذابة (67,5غم) من كلوريد الامونيوم في (570 مل) من هيدروكسيد الامونيوم بعدها يكمل الحجم لتر بالماء المقطر.
- دليل EBT ويحضر من اذابة (0,5 غم) من اسود الايروكروم مع(4,5 غم) من هيدروكسيل امين هيدروكلوريد في(100 مل) من الكحول الاثيلي 95%.
- محلول الفرسين (0,01 عياري) مذكورة سابقاً طريقة التحضير.

طريقة العمل :

1 – نأخذ (5 مل) من محلول الاستخلاص ونضعها في جفنة خزفية ونخففها بالماء المقطر بمقدار (5 مل).

2 – نضيف المحلول المنظم بمقدار (5 قطرات) لضبط درجة التفاعل .

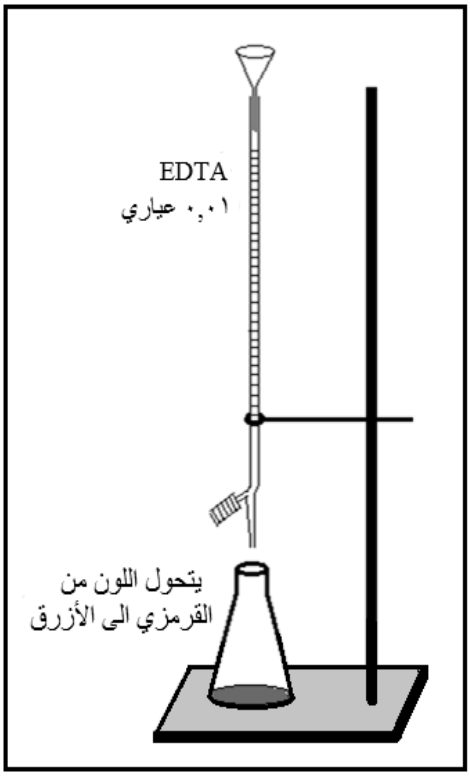
3 – نضيف 3 –4 قطرات من كاشف EBT بحيث يتكون لون قرمزي.

4 – نسحح مع الفرسين (0,01 عياري) حتى يتغير من القرمزي إلى الأزرق .

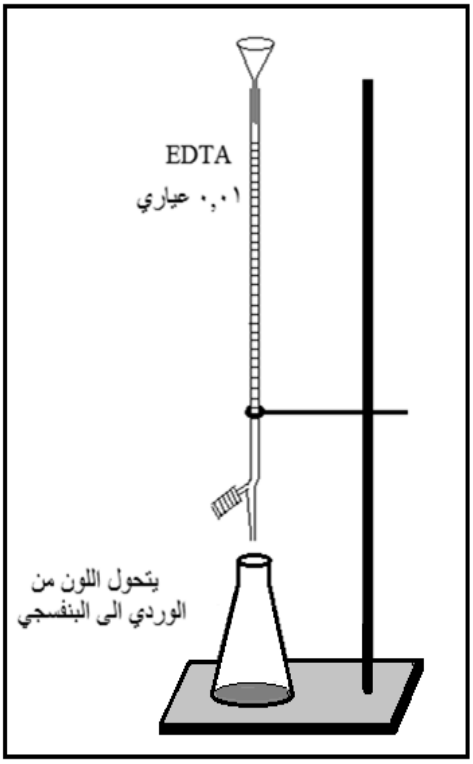
الحسابات :

$$\text{ملي مكافئ } Ca^{+2} + Mg^{+2} \text{ / لتر} = \frac{\text{حجم الفرسين} \times \text{عياريته}}{\text{حجم المستخلص المستخدم في التقدير}} \times 1000$$

$$\text{ملي مكافئ } Mg^{+2} \text{ / لتر} = (\text{ملي مكافئ } Ca^{+2} + Mg^{+2} \text{ / لتر}) - (\text{ ملي مكافئ } Ca^{+2} \text{ / لتر})$$



(تقدير الكالسيوم والمغنسيوم)



(تقدير الكالسيوم)

تقدير الكاربونات والبيكاربونات (HCO_3 , CO_3) في مستخلص التربة

تختلف نسبة الكاربونات الذائبة من تربة لأخرى حسب درجة قلويتها. فترتفع في الاراضي عالية القلوية وقد تنخفض أو تتلاشى في الاراضي القلوية الخفيفة. اما في الاراضي المتعادلة والحامضية فإنها قد لا توجد بالمحلول الأرضي. وتختلف الكاربونات في نوعيتها فقد تكون بشكل كربونات الكالسيوم أو المغنسيوم أو الحديد ولكن أكثرها انتشارا هي كربونات الكالسيوم.

ويتم الكشف عن وجود الكربونات عادة بإضافة بضع قطرات من حامض الهيدروكلوريك المخفف. فعند انطلاق فوران نتيجة انطلاق غاز CO_2 فان ذلك دليل على وجود الكربونات.

اما البيكاربونات فتنتشر بشكل أوسع وبصور متعددة. هذا وان وجود هذه المادة بنسبة تزيد عن 1,4 مليمكافئ في 100 غرام تربة يدل على تجاوزها للحد الحرج.

وتسبب املاح الكربونات والبيكربونات في ملوحة التربة مما يؤثر على صفات التربة الفيزيائية والكيميائية.

الفكرة الاساسية في التقدير:

تقدر كل من الكاربونات والبيكاربونات باستعمال حامض معلوم العيارية ويكون التفاعل حسب المعادلتين الاتيتين:

$$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl$$

ويستدل على نهاية هذا التفاعل باستعمال دليل الفينونفثالين (ph.ph)

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$$

ويستدل على نهاية هذا التفاعل باستعمال دليل المثيل البرتقالي (M.O)

في المعادلة الاولى تتحول الكاربونات إلى بيكاربونات ثم تتحول هذه البيكاربونات بالاضافة إلى البيكاربونات الموجودة أصلا في المستخلص إلى ملح متعادل كما في المعادلة الثانية. وبالتالي فان حجم الحامض المستهلك في المعادلة الاولى هو نصف حجم الحامض اللازم لإتمام عملية التفاعل. وعليه يضرب حجم الحامض × 2، وعند اضافة دليل المثيل البرتقالي والاستمرار في التسحيح مع الحامض لتحويل البيكاربونات (الناتجة من تحويل الكاربونات إلى بيكاربونات بالاضافة إلى البيكاربونات الموجودة اصلا في المحلول) إلى ملح متعادل. فان حساب حجم الحامض الذي عادل البيكاربونات الأصلية يكون بطرح ضعف حجم الحامض المستخدم في تحويل الكاربونات إلى بيكاربونات من الحجم الكلي للحامض المستخدم لتحويل الكاربونات والبيكاربونات إلى ملح متعادل.

المحاليل المستخدمة :

1. حامض الكبريتيك H_2SO_4 0,01 عياري ويحضر من تخفيف 28 مل من حامض الكبريتيك (sp.gr.1.84. 98%) في الماء المقطر. ويمزج جيدا ثم يبرد ويكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر. هذا المحلول تركيزه 1عياري. ثم يخفف 100 مرة (10 مل إلى حجم لتر) للحصول على تركيز 0,01 عياري.
2. دليل الفينول فثالين 1% ويحضر من اذابة 1 غرام من الدليل في 100 مل كحول اثيلي.
3. دليل المثيل البرتقالي 0,1% ويحضر من اذابة 0,1 غرام من الدليل 100 مل ماء مقطر

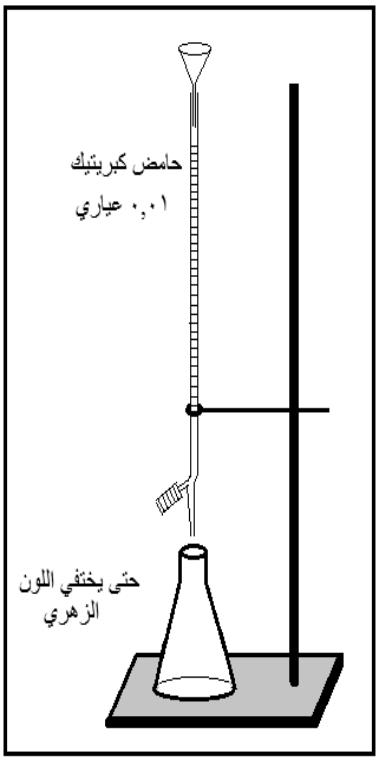
طريقة العمل:

1- خذ بالماصة (5– 10مل) من مستخلص التربة وضعها في دورق مخروطي.
2- أضف (3–4 قطرات) من دليل الفينول فثالين فاذا ظهر لون زهري هذا دليل على وجود الكاربونات الذائبة.
3- سحح مع حامض (H_2SO_4) 0,01 عياري إلى ان يختفي اللون وسجل حجم الحامض المستهلك للتسحيح وليكن (س). وفي حالة عدم ظهور اللون الزهري فان ذلك يدل على خلو العينة من الكربونات الذائبة.
4- اضف إلى نفس الدورق (3–4 قطرات) من دليل المثيل البرتقالي.
5- سحح العينة مع نفس الحامض قطرة قطرة مع التحريك المستمر حتى يتحول اللون من الاصفر إلى البرتقالي مسجلا حجم الحامض المستهلك للمعايرة (ص).

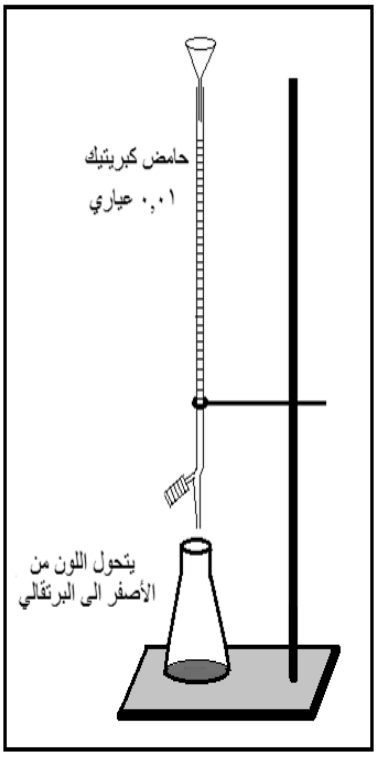
الحسابات:

$$\text{تركيز الكاربونات } (CO_3^{=}) \text{ (مليمكافئ / لتر)} = \frac{\text{حجم الحامض الذي عادل الكاربونات} \times \text{عياريته} \times 100}{\text{حجم المستخلص المستخدم بالتقدير}}$$

$$\text{تركيز البيكاربونات } (HCO_3^{-}) \text{ (مليمكافئ / لتر)} = \frac{\text{حجم الحامض الذي عادل البيكاربونات} \times \text{عياريته} \times 1000}{\text{حجم المستخلص المستخدم بالتقدير}}$$



(تقدير الكاربونات)



(تقدير البيكاربونات)

تقدير الكلوريد الذائب في مستخلص التربة

تختلف نسبة الكلوريد في التربة باختلاف درجة ملوحتها، وتعتبر نسبة 0,02 % الحد الحرج للكلوريد في التربة، وان الكلوريد من اكثر الايونات انتشارا في الترب الملحية وقد يوجد بصورة كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم، ومن الجدير بالذكر ان الكلوريد من أكثر الاملاح ذوبانا مما يسهل تواجده في المناطق الجافة.

هناك طرق كثيرة لتقدير الكلوريد اهمها الطريقة المعروفة باسم طريقة مور (Mohr Method) باستخدام محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) ودليل كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) فعند اضافة نترات الفضة بوجود الدليل يتكون راسب ابيض من كلوريد الفضة، كما في المعادلة التالية :

$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow \underset{\text{راسب ابيض}}{AgCl\downarrow} + NaNO_3$$

وعند اتمام معايرة الكلوريد بنترات الفضة وان أي زيادة من نترات الفضة تتفاعل مع كرومات البوتاسيوم مكونة كرومات الفضة ذات اللون الاحمر الجلدي كما في المعادلة التالية :

$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 \longrightarrow 2KNO_3 + \underset{\text{راسب احمر جلدي}}{Ag_2CrO_4}$$

المحاليل اللازمة :

1- محلول كرومات البوتاسيوم 5 % (K_2CrO_4)

أذب 5 غم من كرومات البوتاسيوم في حوالي 70 مل ماء مقطر. ثم أضف محلول نترات الفضة نقطة فنقطة مع التحريك المستمر حتى ظهور راسب بني محمر. ثم أكمل الى 100 مل بالماء المقطر ويحفظ في غرفة مظلمة لمدة 24 ساعة، ثم رشح للتخلص من كرومات الفضة المترسبة.

2- محلول نترات الفضة 0,01 عياري ($AgNO_3$)

أذب 1,698 غم من نترات الفضة النقية في الماء المقطر. أكمل الحجم الى لتر بالماء المقطر ويحفظ في زجاجة قاتمة اللون. اضبط عياريته بواسطة محلول كلوريد الصوديوم 0,01 عياري.

3- محلول كلوريد الصوديوم 0,01 عياري (NaCl)

أذب 0,585 غم من كلوريد الصوديوم (المجفف على درجة حرارة 105°م) في كمية من الماء المقطر ثم أكمل الحجم الى لتر بالماء المقطر.

طريقة العمل :

1- اسحب بالماصة 10 مل من مستخلص التربة وضعها في دورق مخروطي سعة 250مل.
2- أضف (3-4 قطرات) من دليل كرومات البوتاسيوم
3- سحح مع نترات الفضة (0,01 عياري) حتى بدء ظهور اللون البني المحمر (الاحمر الجلدي) ثم سجل حجم النترات المستهلكة للمعايرة.
4- كرر نفس العملية باستخدام الماء المقطر بدلا من مستخلص التربة.

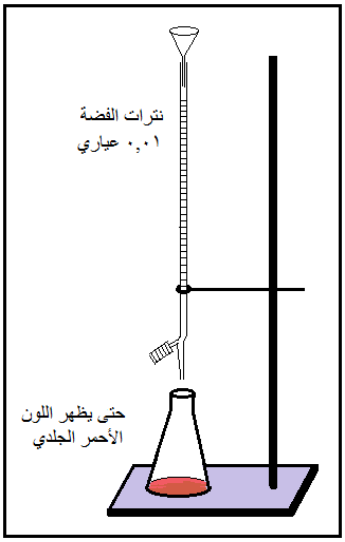
الحسابات :

حجم نترات الفضة اللازمة للمعايرة مع مستخلص التربة = س

حجم نترات الفضة اللازمة للمعايرة مع الماء المقطر = ص

$$\text{مليمكافئ Cl / لتر} = \frac{(\text{س} - \text{ص}) \times \text{عيارية نترات الفضة} \times 1000}{\text{حجم المستخلص المستخدم (10 مل)}}$$

$$\text{\% للكلوريد} = \frac{\text{حجم نترات الفضة} \times \text{عياريتها} \times \text{الوزن المكافئ للكلوريد}}{\text{حجم المستخلص المستخدم (10 مل)} \times 1000} \times \frac{100}{\text{وزن التربة الجافة}}$$



(تقدير الكلوريد)