علم التربة

(الجزء العملي)

السنة: الثانية
قسم: العلوم البيئية

منشورات جامعة دمشق

كلية العلوم

علم التربة

(الجزء العملي)

الدكتور

عبدالرحمن بن محيي الدين السفرجلاني

أستاذ في قسم العلوم البيئية

جامعة دمشق

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المحتويات

مقدمة	**9**
o إرشادات وتوجيهات عامة	11
o مدخل	15
الباب الأول : مقطع التربة وأخذ العينات وتحضيرها للتحليل المخبري	**17**
o مقطع التربة	19
o وصف مقطع التربة	22
o طرائق جمع عينات التربة	31
o أدوات جمع عينات التربة	34
o تحضير عينات التربة	38
الباب الثاني : التحاليل الفيزيائية لعينات التربة	**41**
o تقدير الماء الهيغرسكوبي"الاسترطابي"	43
o التحليل الميكانيكي الحبيبي للتربة ونسيج التربة	51
– طريقة الماصة	58
– طريقة الهيدرومتر	65
o نسيج (قوام) التربة	71
o كثافة التربة	75
o الكثافة الحقيقية للتربة (لوزن النوعي)	76
o الكثافة الظاهرية للتربة (الوزن الحجمي)	82
o مسامية التربة الكلية	87
الباب الثالث : التحاليل الكيميائية لعينات التربة	**93**
– تقدير الكربونات الكلية في التربة	95

o الطريقة الوزنية	96
o الطريقة الحجمية	97
– طرائق تقدير المادة العضوية في التربة	103
o طريقة الفقد من خلال أكسدة المادة العضوية بحرقها	104
o طريقة أكسدة المادة العضوية بوساطة ثنائي كرومات البوتاسيوم	105
– مستخلص العجينة المشبعة والمستخلصات المائية للتربة	111
– العجينة المشبعة للتربة	111
– مستخلصات التربة المائية	113
– تقدير تفاعل التربة (pH التربة)	117
o الطريقة اللونية	118
o الطريقة الكهربائية	119
– تقدير نسبة الأملاح الذوابة في مستخلصات التربة المائية	125
– الاختبارات الوصفية لمستخلصات التربة المائية	131
– تقدير الكربونات والبيكربونات في مستخلصات التربة المائية	135
– تقدير الكلور في مستخلصات التربة المائية	139
– تقدير الكالسيوم والمغنزيوم في مستخلصات التربة المائية	143
o تقدير أيونات الكالسيوم باستعمال دليل الموركسيد	145
o تقدير أيونات الكالسيوم باستعمال دليل الكالسئين	146
o تقدير أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم	147
– تقدير الكبريتات في مستخلصات التربة المائية	149
o الطريقة الحجمية	149
o الطريقة الوزنية	153
– تقدير الصوديوم والبوتاسيوم في مستخلصات التربة المائية بوساطة مضواء اللهب	157

– تقدير الصوديوم والبوتاسيوم في مستخلصات التربة المائية حسابياً	161
– تقدير الجبس في التربة	162
o -طريقة الأسيتون	162
o طريقة استخلاص الجبس بوساطة HCl	164
o التقدير الكمي للجبس بوساطةانعراج الأشعة السينية(XRD)	166
o التقدير الكمي للجبس بالتسخين	166
– تقدير الكاتيونات المتبادلة وسعة التبادل الكاتيوني	167
o تقدير الكاتيونات المتبادلة بطريقة الإشباع بمحلول خلات الأمونيوم	167
o تقدير سعة التبادل الكاتيوني	169
o تقدير سعة التبادل الكاتيوني باستعمال محلول خلات الأمونيوم	169
o تقدير سعة التبادل الكاتيوني باستعمال محلول خلات البوتاسيوم	171
o تقدير سعة التبادل الكاتيوني باستخدام محلول خلات الصوديوم	171
– ملحق الجداول	175
– المصطلحات العلمية	185
– المراجع العلمية	203

Damascus University


وقل رب زدني علما
Damascus University

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة:

تعد التربة المهد الرئيس الذي تقوم عليه سائر عمليات الإنتاج الزراعي، لذلك كان من الضروري من أجل استثمارها بالوجه الأمثل تقييم خصائصها الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لتحقيق أفضل إنتاجية.

وتمَّ بعون الله تعالى إعداد هذا الكتاب بما يضم بين دفتيه من موضوعات مهمةً في مجال عملي علم التربة، متفقاً مع منهجية الكتب الجامعية المتخصصة في هذا الحقل، منسجماً مع مفردات مقرر علم التربة الجزء النظري، ليكون عوناً لطلاب السنة الثانية في قسم العلوم البيئية – كلية العلوم بجامعة دمشق، موفراً عليهم الكثير من العناء في الرجوع إلى العديد من المراجع ذات الصلة العلمية.

لقد عرضت موضوعات هذا الكتاب بصورة بسيطة وسهلة، ضمن سياق علمي دقيق ومنهجي مترابط وبأسلوب واضح ومفهوم، مع إدراج الأشكال الموضحة والأمثلة المحلولة. وتم اختيار جميع الاختبارات الحقلية وطرائق تحليل التربة الفيزيائية والكيميائية المخبرية، متوافقةً مع الجزء النظري لمقرر علم التربة، ومتناسبةً ومستوى طلبة السنة الثانية في قسم العلوم البيئية في هذا العلم من ناحية وإمكانية تنفيذها عملياً في فصل دراسي واحد من ناحية أخرى.

ويمثل هذا الكتاب محاولة متواضعة لا تخلو من بعض الثغرات أو الهفوات، فالشكر لمن يتقدم بالنصح البناء والرأي السديد، ما يساعد على تدارك ذلك مستقبلاً.

مع أملي من الله عز وجل أن أكون قد وفقت في ذلك، والله ولي التوفيق

عبد الرحمن بن محيي الدين السفرجلاني

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

إرشادات وتوجيهات عامة:

يتطلب إنجاز العمل المخبري وإنهاء التجارب والاختبارات على أكمل وجه اتباع مجموعة من الإرشادات، يتوجب على الطالب أخذها بجدية لتحقيق الشروط العامة للسلامة والأمان في أثناء العمل المخبري حفاظاً على سلامته وسلامة من يعمل معه من زملائه من جهة، وحفاظاً على تجهيزات المختبر المختلفة من جهة أخرى، أهمها:

- دخول إلى المختبر في موعد الجلسة العملية المحدد.
- أخذ مكانه المخصص في المختبر.
- ارتداء المعطف الأبيض، للحفاظ على ملابسه وعدم تعرضها المباشر للمواد أو المركبات الكيميائية التي تؤدي إلى تلفها.
- تسجيل عنوان الجلسة العملية، ومعرفة الهدف الرئيس منها، وتسجيل مراحل تنفيذها، والنتائج التي يحصل عليها على دفتر خاص بالمقرر.
- إنجاز الاختبارات بحذر تام، واتباع تسلسل خطواتها حسب إرشادات الأستاذ المشرف على الجلسة العملية.
- عدم تدافع الطلاب أو تزاحمهم أمام الموازين أو أجهزة التحليل والقياس، وإتمام العمل بروية وهدوء. وتسجيل القيم والقراءات من أجهزة التحليل بدقة.
- عدم تشغيل أي جهاز من أجهزة المختبر من قبل الطلاب، قبل معرفة شروط تشغيله والهدف من استعماله والتدرب عليه.
- يجب تنظيم خطوات العمل المخبري، بحيث يمكن في أثناء إنجاز بعض العمليات المخبرية الطويلة كالترشيح وتبخير المحاليل... إنجاز عمليات أخرى في الوقت نفسه.

- عدم تسخين المحاليل أو المركبات الكيميائية أو مزجها أو خلطها اعتباطياً، فبعض هذه المركبات قد تكّون عند مزجها أو خلطها أو تسخينها مؤذية أو خطرةً بسبب قابليتها للتطاير أو الانفجار.
- عدم استعمال الماصة العادية عند أخذ حجوم محددة من الحموض أو الأسس المركزة، وهنا تستعمل الماصات والمحاقن الآلية أو الأنابيب والسحاحات المدرجة.
- يراعى عند التعامل مع الحموض أو الأسس المركزة الخطرة ارتداء قفازات مطاطية ووضع نظارات تغطي العينين.
- عند تمديد الحموض المركزة، أضف الحمض إلى الماء وليس العكس، وتتم عملية التمديد ببطء وبصورة تدريجية مع استمرار التحريك.
- يمنع سكب الحموض المركزة من زجاجاتها الكبيرة، لأنها لو وقعت وانكسرت سيسبب الحمض المنسكب حروقاً شديدة، لذلك يتم استعمال بعض الماصات الآلية كبيرة الحجم.
- تستعمل الملاقط المعدنية لالتقاط كتل الأسس "القلويات" الصلبة، ولا يتم التقاطها باليد لأنها تؤدي إلى تخرش الجلد.
- احذر أثناء التعامل مع الحموض والأسس المركزة، وانتبه من سقوطها على الجلد أو الملابس، لأنها تسبب حروقاً للجسم وتبلي الملابس. عند سقوط حمض مركز على الجلد، يتم مسحه بقطعة من القطن الجاف وتغسل المنطقة المصابة جيداً بالماء ومن ثم تعدل بمحلول قاعدي مخفف من بيكربونات الصوديوم ثم تغسل بالماء وتجفف. أما عند سقوط أساس على الجلد، فيتم غسل المنطقة المصابة جيداً بالماء ومن ثم تعدل بمحلول حمضي مخفف من حمض الخل، ثم تغسل بالماء وتجفف.

- حين التخلص من الحموض أو الأسس المركزة في أحواض الغسل، يفتح صنبور الماء لتمديدها، لئلا تتأثر أنابيب المجاري المائية وتتآكل.
- لا تسخن أنابيب الاختبار الحاوية على مركبات ومواد كيميائية على لهب قوي، فقد يتسبب ذلك في تطاير محتويات أنابيب الاختبار خارجاً، لذلك ينبغي تسخين أنابيب الاختبار على لهب ضعيف.
- لا توجه فتحات أنابيب الاختبار أثناء تسخينها باتجاهك مباشرةً أو باتجاه أحد زملائك، فقد يتطاير جزء من محتواها مما يتسبب في حوادث خطيرة.
- لا تسرف في استهلاك المشعرات والكواشف والماء المقطر - والغاز والكهرباء وإجراء التجارب بأقل كمية من المواد المراد تحليلها.
- ينبغي إجراء التجارب التي ينتج عنها أبخرة أو غازات ضارة أو ذات رائحة كريهة في أماكن مخصصة لهذا الغرض ومزودة بجهاز سحب الغازات.
- لا تلقي الأوراق وأورق الترشيح على أرضية المختبر أو ضمن أحواض الغسل حتى لا يتسبب في انسدادها، بل تلقى مباشرةً في سلات المهملات المخصصة لذلك.
- نظف الأدوات التي استعملتها بغسلها بماء الصنبور عدة مرات ومن ثم غسلها بالماء المقطر، ويتم إعادتها وتسليمها للمشرف على المختبر، كما يتم تنظيف الطاولة التي تم إنجاز التجارب عليها.
- يجب التأكد من إغلاق كافة مصابيح الإنارة ومفاتيح (صنابير) الغاز حين الانتهاء من العمل في المختبر.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مدخل:

تعدُ التربة من أهم الموارد الطبيعية فهي تشكل الحاضن الرئيس الذي تقوم عليه عمليات الانتاج الزراعي. ولأجل الوقوف على صلاحية التربة لهذه العمليات، كان من الضروري انجاز بعض الاختبارات الأولية التي تحدد العناصر المغذية الرئيسة التي تتطلبها المحاصيل الزراعية.

لقد أكدت جميع الأبحاث العلمية المتعلقة بالخصائص الخصوبية للتربة الزراعية ودراسة سلوك ونمط حركية العناصر المغذية للمزروعات وتلك المرتبطة بطرائق التسميد والاحتياجات السمادية المختلفة، من أجل تحقيق أعلى مردود من الانتاج الزراعي، أنها ترتبط ارتباطاً وثيقاً بطبيعة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه التربة وأهمها: النسيج Texture، الأس الهيدروجيني pH، الملوحة Salinity، المادة العضوية (OM)، كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)، كبريتات الكالسيوم "الجبس أو الجص"($CaSO_4.2H_2O$)، السعة التبادلية للكاتيونات (CEC) ونسبة الصوديوم المتبادل (ESP).

ومع تزايد النمو السكاني الهائل أصبحت الحاجة ملحةُ والطلب متزايداً على الانتاج الزراعي لضمان الأمن الغذائي لأكبر عدد من السكان من مساحات محدودة من الأراضي الزراعية التي تتناقص تدريجياً نتيجة سوء استعمالها أو تدهور خصائصها أو انجرافها، وإن تحول عمليات الإنتاج الزراعي إلى مشاريع تجارية كبرى أدى إلى تطور أساليب وتقانات تحليل عينات التربة تطوراً سريعاً ولا زالت مستمرة حتى وقتنا الحاضر، بحيث تعكس نتائج التحليل الخصائص الرئيسة لتربة ما والمتمثلة بكل من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية، ولتحقيق ذلك يتم عادة اتباع المراحل الخمس التالية:

1- جمع عينات التربة.

2- تحضير عينات التربة وتجهيزها للتحليل المخبري.

3- تحليل عينات التربة.

4- تفسير نتائج التحليل.

5- صياغة التقرير النهائي المتضمن عرض شامل لنتائج التحليل بالاضافة للتوصيات الواجب اعتمادها.

Damascus University

الباب الأول

مقطع التربة وأخذ العينات وتحضيرها للتحليل المخبري

Soil Profile, Sampling and its Preparing for Laboratory analysing

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقطع التربة Soil profile:

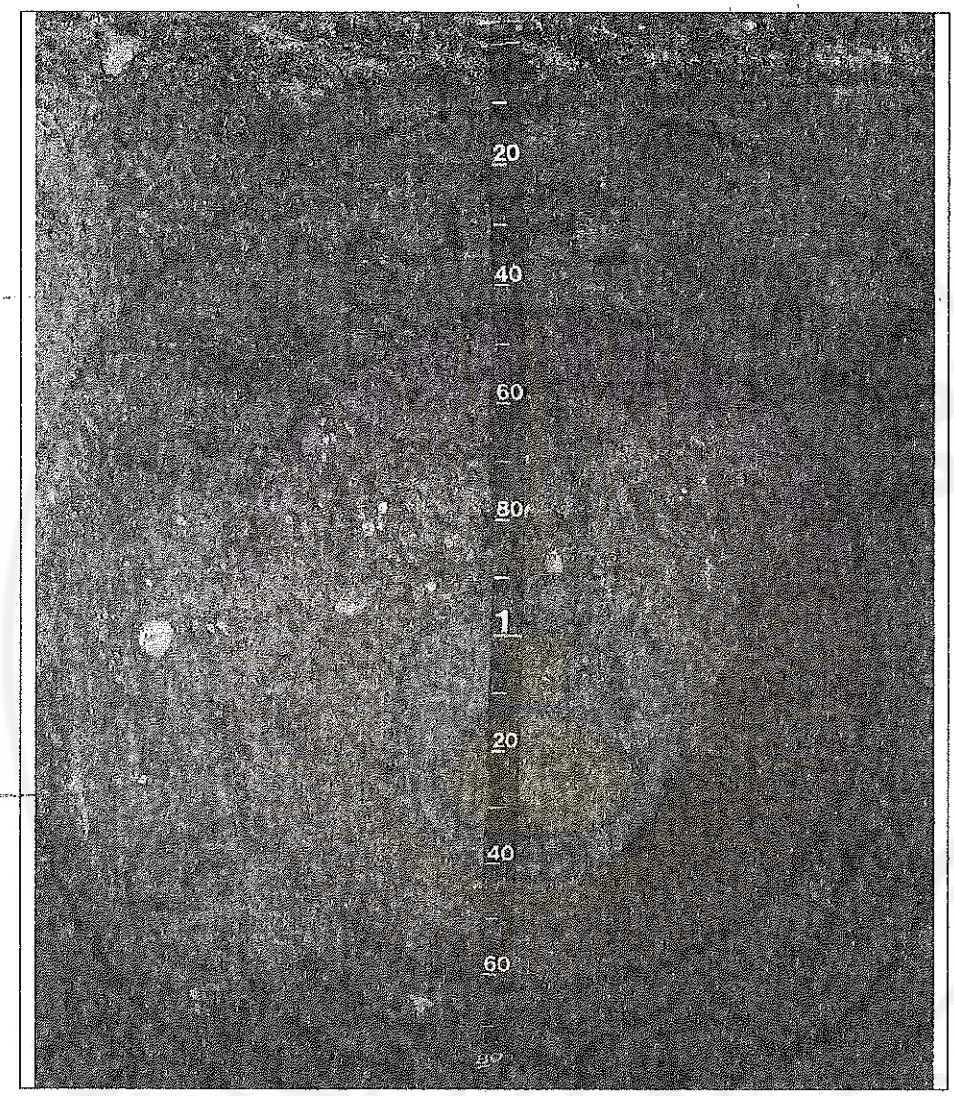
يعرف مقطع التربة أنه الحفرة الشاقولية المشتملة على الآفاق بما فيها الأفق السطحي العضوي بالإضافة إلى مادة الأصل أو الآفاق تحت السطحية التي تؤثر في طبيعة التربة ونشأتها.

ويتطلب اختيار مواقع مقاطع التربة أو تحديدها معارف أولية واسعة بالمنطقة المقرر دراستها، ويتم ذلك بدايةً من خلال دراسة الصور الجوية أو الخرائط الطبوغرافية وأحياناً الجيولوجية لهذه المنطقة وتدقيق أو مطابقة ذلك من خلال تنفيذ عدة جولات أو مسوحات حقلية، على أن تكون مقاطع التربة المحددة بعيدة عن الطرقات الرئيسة أو الفرعية وعن مصارف مياه الري الزراعي أو مصارف المياه الصحية.

ولدى تحديد موقع مقطع التربة المراد حفره، يحدد على السطح الخارجي مستطيل بأبعاد (عرض واجهة المقطع نحو1متر واحد ويتحدد الطول تبعاً لعمق المقطع)، ويراعى أن تكون واجهة المقطع مقابلةً لضوء الشمس أي في اتجاه الشمال الجغرافي (لموقع سورية في النصف الشمالي للأرض)، أما الجهة المقابلة فتمثل مدخل القطاع ويتوجب أن تكون متدرجة أو قليلة الانحدار لتسهيل عملية الدخول والخروج من المقطع حين توصيفه وأخذ عينات التربة من آفاقه. ويتباين عمق المقطع تبعاً لمجموعة من العوامل كالمناخ والتضاريس وطبيعة الصخور الأم. ويتم حفر المقطع يدوياً أو آلياً، وتستمر عملية الحفر عادةً حتى الوصول ليتناول مواد الأصل أيضاً أو لعمق منسوب الماء الأرضي إن كان قريباً أو حتى ظهور طبقة الصخور الأم الصماء.

وقبل دراسة مقطع التربة وتوصيفه أو أخذ عينات التربة منه، تتم عملية تنظيف أرضيته وتكشط واجهته، بحيث تكون عينات التربة المأخوذة منه غير ملوثة. وقبل أخذ عينات التربة من المقطع يفضل تصويره بعد تثبيت لوحة فوق

جداره الشاقولي تتضمن رقمه ورمزه وموقعه، ويثبت شريط متري على طول جداره الشاقولي يوضح عمقه (شكل-1).



شكل- 1 : مقطع التربة.

ويشتمل وصف مقطع التربة عادة على التوضيحات التالية:

معلومات عامة عن موقع مقطع التربة وتشتمل على:

- رقم أو رمز مقطع التربة. فقد يرقم ويرمز لمقطع التربة بما يشير لموقعه ولتاريخ تنفيذه ولمشروع الدراسة العائد له.
- تاريخ حفر مقطع التربة، ويشتمل عادة على العام والشهر واليوم.
- اسم واصف المقطع.
- الموقع الجغرافي لمقطع التربة، (محافظة، منطقة، مدينة، قرية....). ويتم حالياً تحديد الموقع الجغرافي بدقة متناهية باستعمال أجهزة تحديد المواقع الجغرافية "GLOBAL POSITIONING SYSTEM "GPS. وتوقيع مواقع مقاطع التربة على خريطة لموقع الدراسة، ذات مقياس محدد.

وصف المنطقة المحيطة بمقطع التربة وتتضمن:

- معلومات عن المناخ السائد في منطقة موقع المقطع، ويتضمن تحديد متوسطات الهطولات المطرية السنوية ومتوسطات درجة الحرارة السنوية، تحديد نوع الرياح واتجاهها.
- معلومات جيولوجية، تتضمن تحديد التكوينات الجيولوجية، كذلك تحديد نوع وطبيعة الصخور المنتشرة في منطقة المقطع.
- معلومات هيدرولوجية وهيدروجيولوجية، تحدد عمق منسوب المياه الجوفية وكذلك تحديد لجميع المسطحات أو المسيلات المائية في منطقة موقع المقطع.
- معلومات جيومورفولوجية، تشتمل على تحديد ارتفاع منطقة المقطع عن سطح البحر، وتوصيف لتضاريس منطقة الموقع.
- معلومات عن الغطاء النباتي، يشتمل على تحديد نوع الدورة الزراعية، وحصر النباتات البرية أو المزروعة في منطقة الموقع.

- معلومات أخرى، مثل تسجيل نوع ومحتوى الحجارة، درجة تملح التربة، نمط تشقق السطح الخارجي لتربة منطقة موقع المقطع.

وصف مقطع التربة: يتضمن الوصف كلاً مما يلي:

- الآفاق (Horizons):
- يمكن تميز الآفاق من خلال تباين اللون أو النسيج أو البنية وعموماً يمكن تحديد ثلاثة آفاق رئيسة مرتبة من الأعلى نحو الأسفل على النحو التالي:
  - الأفق A: يسمى أيضاً بالأفق السطحي أو الغسل أو الحراثة أو القلب، أو التهوية أو الأكسدة. ويمكن أن يقسم الأفق A إلى عدة آفاق ثانوية مثل: A_1, A_2, A_3، حيث يتميز كل منها بميزات خاصة، ستدرس في الجزء النظري من المقرر. ويتميز الأفق A بتراكم المواد الدبالية والمركبات العضوية، وبفقره بالأملاح البسيطة سهلة الذوبان نتيجة الغسل، كذلك فقرة النسبي بالمكونات الحبيبية الهيكلية صغيرة الأبعاد كالسلت والطين نتيجة انتقالها مع المياه المتغلغلة والمتسربة للآفاق تحت السطحية.
  - الأفقB: ويسمى أيضاً بالأفق تحت السطحي أو أفق التراكم أو الترسيب، وتتراكم فيه الأملاح أو المواد المغسولة من الأفق السطحي وتترسب فيه، كما تتراكم به المكونات الحبيبية الطينية والسلتية المنقولة من الأفق السطحي مع المياه المتسربة.و يمكن أن يقسم إلى عدد من الآفاق الثانوية مثل: B_1, B_2, B_3.
  - الأفق C: وهي الطبقة التي لم تتأثر بشدة بعمليات تكوين التربة، وإنما بدرجة طفيفة وتكون صفاتها أقرب ما تكون لصفات الصخور الأم، ويتميز هذا الأفق ببنية ضعيفة غير متطورة.
  - الأفق R: هي طبقة الصخور الأم (الأصل) أو المهاد الصخري التي تكونت منها التربة.

- **اللون Color:**

يعد اللون من أهم صفات التربة وأكثرها وضوحاً وسهولةً في التحديد. يحدد لون التربة أو لون آفاقها بحالتيها الجافة أو الرطبة، باستعمال لوحات اللون لمنسل (Munsell color chart) حيث يعبَّر عن اللون في هذه الجداول بثلاث مؤشرات رئيسة هي:

- تدرج اللون Hue: يعبر عن طول الموجة الضوئية للون، أي موقع الضوء في الطيف المرئي وعلاقته بالألوان الخمسة المستعملة وهي: الأحمر والأصفر والأخضر والأزرق والبرتقالي.
- الإضاءة Value: يدل على المقدار النسبي لإشراق اللون، ويحدد موقعه بين الفاتح والداكن، ويتعلق بالكمية الإجمالية للضوء.
- نقاء اللون Chroma: يشير أيضاً إلى درجة التشبع اللوني، أي درجة النقاء النسبي للطيف اللوني حيث يزداد مع انخفاض الرمادية.

- **التبقعات Mottles:**

تقسم درجة التبقع تبعاً لوفرتها إلى تبقعات "قليلة ومتوسطة وعالية"، كما تقسم تبعاً لأبعادها إلى تبقعات صغيرة جداً وصغيرة ومتوسطة وكبيرة (جدول-1). كما يتم التعبير عن التبقعات بالنسبة المئوية لمجموع مساحة البقع بالنسبة لوحدة مساحية محددة (جدول-2).

جدول-1: تصنيف التبقعات تبعاً لأبعادها بـــ مم.

1	V	صغيرة جداً	< 2مم
2	F	صغيرة	2-6مم
3	M	متوسطة	6-20مم
4	A	كبيرة	>20مم

جدول -2: تصنيف التبقعات تبعاً لوفرتها بالنسبة المئوية %.

1	N	غير موجودة	0
2	V	قليلة جداً	2-0
3	F	قليلة الوفرة	5 - 2
4	C	شائعة	15 - 5
5	M	شائعة بكثرة	40 - 15
6	A	كثيرة جداً	40 <

ويتم أيضاً تحديد لون هذه التبقعات لما له علاقة وثيقة مع تركيبها الفلزي والكيميائي، فمثلاً البقع البيضاء إن تفاعلت مع حمض كلور الماء وأظهرت فوراناً تكون كربوناتية "جيرية" التركيب، أما إن لم تتفاعل فتكون غالباً جصية "جبسية" التركيب، بينما تتألف البقع البنية أو البنية المصفرة من أكاسيد الحديد أو أكاسيد الحديد المائية، ويكون للبقع العضوية الدبالية لوناً أسود قاتماً.

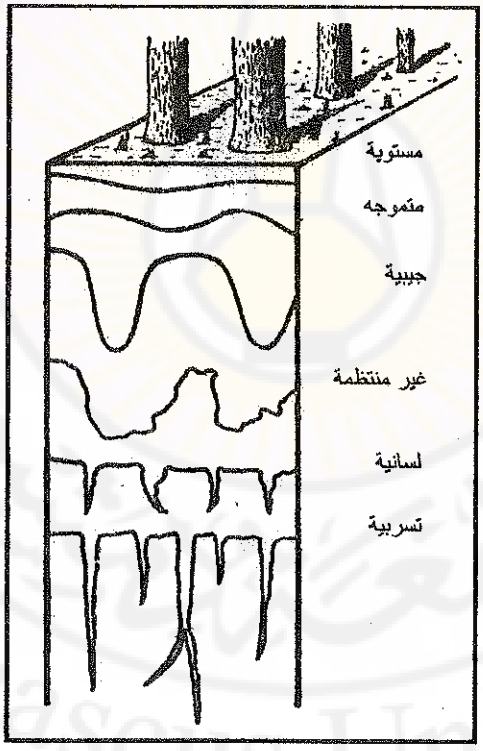
- **أشكال الحدود بين آفاق التربة، وطبيعة الانتقال بينها:**

تعد أشكال الحدود بين آفاق التربة وطبيعة الانتقال بينها صفة مورفولوجية مهمة، ومؤشراً محدداً لشدة عمليات تكوين التربة. ولتعيين الحدود بين آفاق التربة المختلفة يعتمد أساساً على تبدلات اللون.

وتقسم الحدود بين آفاق التربة Soil boundareis تبعاً للشكل إلى أربعة أنواع (شكل-2) هي:

- مستوية Smooth: تكون الحدود بين الآفاق مستوية تقريباً، تتصف بها أغلب الترب وتصادف عادةً عندما يكون الانتقال تدريجياً، كما تصادف عند الانتقال الحاد، مثل أسفل أفق الحراثة أو عند التطبق الأفقي لمواد الأصل (الأم)، أو في أفق الترسيب من الماء الجوفي.

- متموجة Wav: يكون اتساع "عرض" الحد أكبر من عمقه وتكون النسبة بين عمق التموج وطوله أقل من النصف، وتنتشر الحدود المتموجة غالباً تحت الأفق الدبالي في ترب الغابات.
- جيبية Lobate: يطلق عليها أحياناً الحدود غير المنتظمة Irregular ويكون عمق الحد أكبر من اتساعه "عرضه"، وتتغير النسبة بين عمق الجيب واتساعه بين 0.5–2 على أن لا يقل عدد الجيوب عن جيبين في المتر.
- لسانية Tongued: ويكون عمق الحد أكبر بكثير من اتساعه "عرضه" وتتغير النسبة بين عمق الجيب واتساعه بين 2–5سم، تقسم إلى لسانية ضحلة يقل عمق اللسان عن 5سم ولسانية عميقة يتجاوز عمق اللسان 10سم. تنتشر غالباً في الترب العشبية والسهبية أسفل أفق الغسل أو الأفق الدبالي.



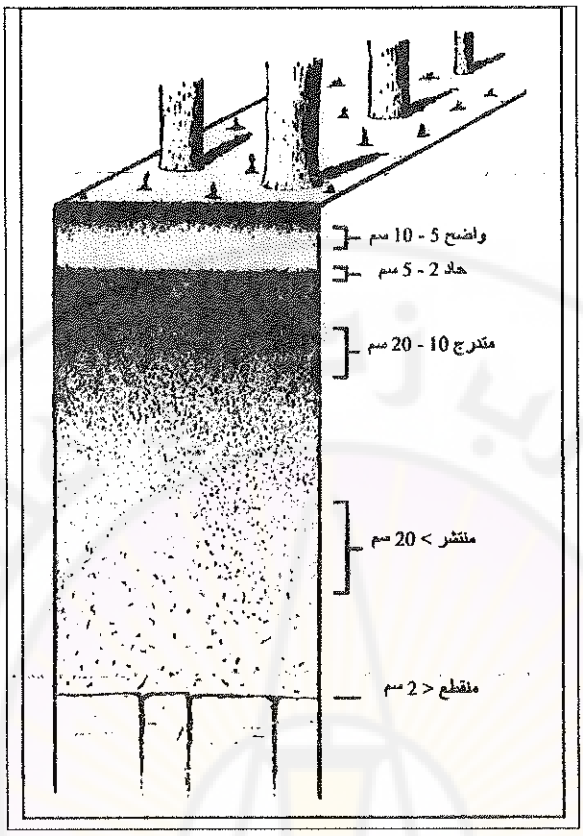
شكل–2: أشكال الحدود بين آفاق التربة.

كما تقسم الحدود بين الآفاق استناداً إلى المسافة الشاقولية التي يتم فيها تغير خصائص التربة، أي تبعاً لطبيعة الانتقال بين آفاق التربة إلى خمسة أنواع (شكل-3) هي:

- o مبتور Abrupt: يحدث الانتقال في مسافة أقل من 2سم، يظهر غالباً بين الأفقين A و B في الترب القلوية (ترب السولونتس).
- o حاد Sharp: يكون الحد الفاصل بين أفقين متتاليين واضحاً، ولا يتجاوز مقدار خطأ تحديد الحدود بين الآفاق بين 2-5سم، وينتشر هذا النوع الانتقال عند التغير الكبير في درجة التدبل أو تكوين المستجدات، وكذلك في الحدود السفلى لأفق الحراثة المفكك.
- o واضح Clear: وتحدد الحدود بخطأ يتباين بين 5-10سم، وتصادف في الحدود السفلى للآفاق الطينية الموحلة وكذلك أسفل الآفاق الدبالية.
- o متدرج Gradual: ويمكن تحديد الحدود بخطأ يتغير بين 10-20سم، وتشاهد بشكل رئيس في آفاق الترب الحمراء.
- o منتشر Diffuse: ولا يمكن تحديد الحدود بين الآفاق إلا بمسافة أكبر من 20سم، وينتشر بين آفاق الترب الطينية المدارية بنية اللون والترب القلابة.

- **البنية Structure:**

تعبر البنية عن شكل ترتيب وانتظام الحبيبات المكونة للتربة وشكل ترابطها، ويمكن أن يكون مقطع التربة أحياناً عديم البنية، وهذا ما يميز الآفاق السطحية للترب الرملية حيث تتألف مكونات التربة هنا من حبيبات رمل سائبة مفككة ومبعثرة غير مندمجة أو متماسكة معاً، أو في الترب الطينية الثقيلة، حيث تلتصق حبيبات الغضار معاً بشدة مكونةً ترب طينية متراصة.

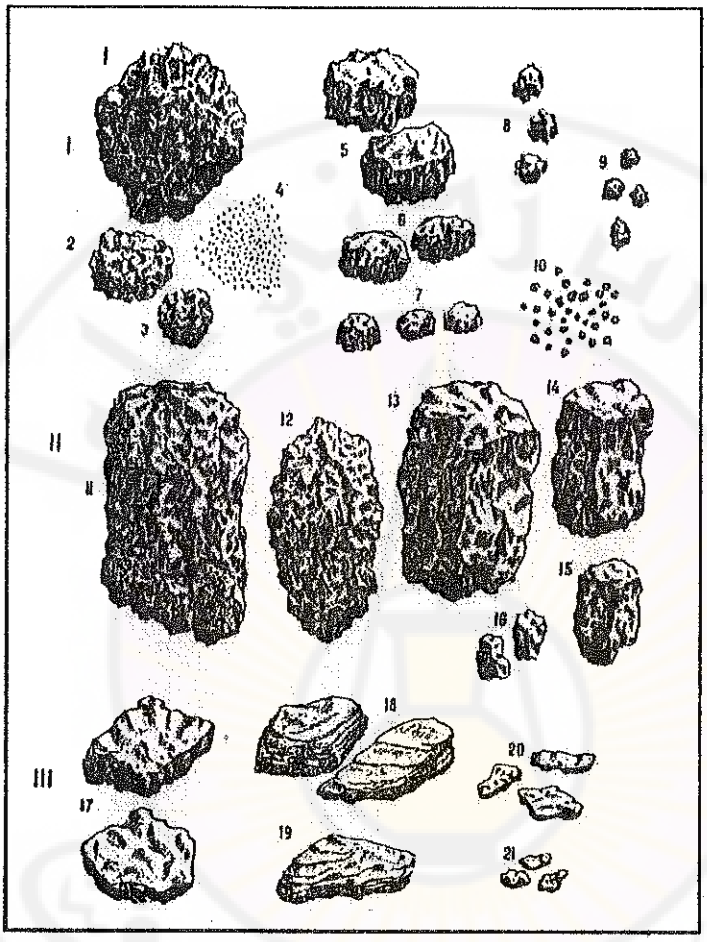


شكل-3: طبيعة الانتقال بين آفاق التربة.

ونميز الأنواع التالية من أنماط البنى وأشكالها (شكل-4 و5):

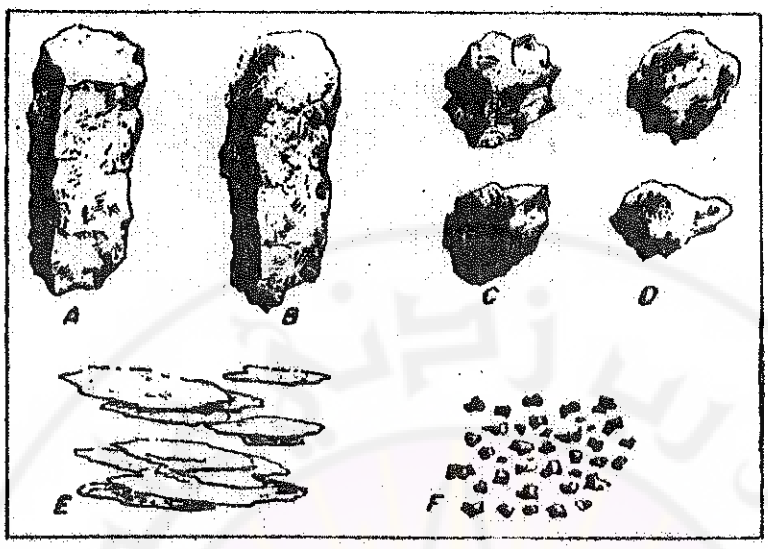
- o صفائحية Platty.
- o موشورية Prismatic.
- o عمودية Columnar.
- o شبه زاوية Subangular.
- o متكتلة أو كتلية Blocky or Massive.
- o حبيبية Granular.
- o بنية فتاتية Crumb.

وقد تكون البنية وحيدة النمط في كامل مقطع التربة أو تتعدد أشكالها في المقطع الواحد.



شكل-4: أنماط وأشكال بنى التربة المختلفة، تبعاً للمدرسة الروسية.

- النموذج الأول ويضم: 1- فتاتي ضخم، 2- فتاتي، 2- فتاتي ناعم، 4- غباري، 5- بندقي ضخم، 6- بندقي، 7- بندقي ناعم، 8- حبي ضخم، 9- حبي، 10- حبي ناعم.
- النموذج الثاني ويضم:11- عمدي، 12- شبه عمدي، 13- موشوري ضخم، 14- موشوري، 15- موشوري ناعم، 16- موشوري دقيق.
- النموذج الثالث ويضم:17- اردوازي، 18- صفائحي، 19- ورقي، 20- حرشفي خشن، 21- حرشفي ناعم.



شكل-5: بعض أنماط وأشكال بنى التربة، تبعاً للمدرسة الأمريكية.

A- موشورية، B- عمدي، C- كتلية مزواة، D- كتلية شبه مزواة، E- صفائحية، F-حبية.

- **تماسك التربة:**

من الصعب إيجاد تعريف دقيق موحد لتماسك التربة إلا أن التعريف المشتق من دليل مسح التربة Soil survey manual يعدُ الأفضل حيث يتناول تعريف تماسك التربة وهي بحالاتها: الجافة والرطبة والمبتلة.

أ- تماسك التربة وهي جافة Dry soil:

تقاس بمحاولة كسر كتلة من التربة بين الإصبعين أو باليد وهي جافة هوائياً ويقسم قوام التربة وهي جافة للأنواع التالية:

- ناعمة soft يكون تماسك حبيبات التربة في هذه الحالة ضعيفاً جداً لدرجة أنها تتفتت إلى ذرور بمحاولة الضغط البسيط عليها.
- قليلة الصلابة Slightly hard تكون حبيبات التربة ضعيفة المقاومة للضغط الخارجي وتتكسر بسهولة بين الإصبعين.

- صلبة Hard تبدي حبيبات التربة مقاومة متوسطة للضغط الخارجي وتتكسر بصعوبة بين الإصبعين، بينما تتكسر بسهولة ضمن قبضة اليد.
- شديدة الصلابة Very hard لا يمكن كسر كتلة التربة باليد .

ب- تماسك التربة وهي رطبة Moist soil:

يقاس قوام التربة فيها عندما تقع نسبة الرطوبة بين السعة الحقلية Field capacity ونقطة الذبول Wilting point وذلك بالضغط على كتلة تربة رطبة بين الإصبعين أو باليد إذا كانت شديدة التماسك، وتقسم حالة قوام التربة وهي رطبة إلى الأنواع التالية:

- مفككة Loose لا يوجد أي نوع من التماسك بين حبيبات التربة.
- هشة جداً Very friable تتفكك التربة بمحاولة الضغط عليها بسهولة.
- هشة Friable تتفتت كتلة التربة بالضغط عليها بقوة متوسطة.
- متينة Firm لا تتفتت كتلة التربة إلا باستعمال ضغط قوي بين الإصبعين.
- متينة جداً Very firm يلزم جهد كبير لتفتيت كتلة التربة بين الإصبعين.
- متينة للغاية Extremly firm لا تتكسر بين الإصبعين وتحتاج لجهد كبير لكسرها باليد.

ج- تماسك التربة وهي مبتلة Wet soil:

تقاس عندما تكون نسبة الرطوبة تساوي أو أعلى بقليل من السعة الحقلية، ويقدر فيها عادة نوعين من مقاومة التربة هما:

o **التدبُق Stickiness:**

وتعَرف على أنها مقدار التصاق حبيبات التربة بجسم خارجي "مثلاً سكين التربة" ويمكن تحديد الدرجات التالية من لزوجة التربة.

- غير دبقة Non sticky لا يبقى أثر للتربة على السبابة والابهام، ولا يوجد تماسك بين حبيباتها .

- قليلة التدبق Slightly sticky تلتصق التربة بالإبهام والسبابة لكنها تبتعد عن بعضها لدى تباعدهما.
- دبقة sticky تلتصق التربة على السبابة والابهام وتبقى متماسكة ببعضها لدى تباعدهما.
- دبقة جداً very sticky تلتصق التربة بقوة فائقة على السبابة والابهام وتبقى متماسكة بقوة لدى تباعدهما.

o **اللدونة Plasticity:**

وتعَرف على أنها قابلية التربة للتشكل تحت تأثير ضغط خارجي والمحافظة على الشكل الجديد بعد زوال الضغط المؤثر فيها، ويمكن تحديد الأنواع التالية من لدونة التربة.

- غير لدنة Non plastic لا يمكن تشكيل حلقة أو خيط لها.
- قليلة اللدونة slightly plastic يتشكل خيط متقطع لها.
- لدنة plastic soil يتشكل خيط متصل لا ينكسر إلا بقوة أو بمحاولة تكوين حلقة دائرية منه.
- تربة لدنة جداً very plastic تشكل حلقة مغلقة غير متقطعة.

طرائق جمع عينات التربة:

يتوقف نجاح الدراسات أو فشلها، وصحة النتائج ودقتها، وبالتالي التوصيات لأي دراسة بدرجة كبيرة على أسلوب جمع عينات التربة، مع ضرورة أن تمثل عينة التربة المأخوذة أكبر مساحة من الحقل أفضل تمثيل. لذلك يجب أن تؤخذ عينات التربة في الحقل بطريقة منهجية علمية دقيقة، فغالباً ما تقود عمليات أخذ عينات التربة بطرائق غير صحيحة أو غير ممثلة للترب المأخوذة منها لأخطاء فادحة تتجاوز جميع أخطاء تحليل العينات، حيث تكون

نتائج التحليل شاذة غير منطقية عديمة الجدوى. ويجب عند أخذ عينات التربة مراعاة التالي:

- أن تكون عينات التربة ممثلة فعلاً للآفاق الموجودة في مقاطعها أو للمساحات المأخوذة منها.
- أن تراعى الدقة والعناية الفائقة في أثناء أخذ العينة نظراً لصغر وزنها بالنسبة لما تعكسه وتمثله من مساحات.

إضافة لذلك يجب تحديد الهدف الرئيس من جمع عينات التربة، قبل البدء بأخذها، ثم تقسم المساحة الكلية لمنطقة الدراسة إلى مجموعة من المناطق المتجانسة أو شبه المتجانسة في خصائصها مع توجب الابتعاد بمواقع العينات عن كل ما هو غير طبيعي، كالمصانع والدباغات وخزانات النفط وخزانات الماء وقنوات الصرف الزراعي أو الصحي ومواقع الآبار وحظائر الحيوانات والمداجن وطرق المواصلات. وتؤخذ عينات التربة عادةً قبل تسميد الترب، كما يراعى ألا تؤخذ عينات التربة بعد الري أو هطول الأمطار، عدا عن ذلك يمكن أخذ عينات التربة في أي وقت من السنة.

ويتباين عدد عينات التربة المتوجب جمعها وطرائق أخذها من الحقل تبعاً للهدف المرجو تحقيقه من الدراسة. وعليه نميّز أنواع عينات التربة التالية:

- **عينات (كتلية) غير مثارة Undisturbed soil samples:** هي عينات التربة التي روعي حين أخذها المحافظة قدر الإمكان بأن تبقى بحالتها الطبيعية التي كانت عليها في الحقل من دون إحداث أي تغيير أو اضطراب لحالتها الطبيعية قدر الامكان. ويؤخذ هذا النوع من العينات عادةً بواسطة اسطوانات معدنية (Soil-tube) للمحافظة على مساميتها وبنيتها، حيث يتم إدخال اسطوانات التربة ضمن التربة ببطء لملئها بعينة التربة، ثم تنقل إلى المختبر لتحديد الكثافة الظاهرية والمسامية الكلية للتربة.

• **عينات مفتته Disturbed samples:** هي العينات الأكثر شيوعاً بالاستعمال، تؤخذ عادةً بهدف تحديد الخصائص الخصوبية للتربة أو لتقدير نسبة رطوبتها الكلية، بأي أداة من أدوات جمع العينات من دون المحافظة على نسيجها أو ترتيب بنيتها.

• **عينات مفردة Single samples:** لم يتوصل العلماء لتحديد العدد الأمثل من العينات المفردة البسيطة الممثلة لكل هكتار واحد من مختلف الأراضـــي أو الترب، ونميز هنا بين نوعين من عينات التربة المفردة هما:

o **عينات مفردة سطحية:** تجمع من أعماق لا تتجاوز 30سم، وتؤخذ عادةً لتحديد الخصائص الخصوبية وتحتوي العناصر المغذية الرئيسة كالبوتاسيوم والفسفور والآزوت.

o **عينات مفردة عميقة:** تؤخذ من آفاق التربة تحت السطحية وصولاً لطبقة الصخور الأم، وتؤخذ عادةً بهدف تصنيف التربة.

• **عينات مركبة Composite sample:** هي عبارة عن مجموعة من عينات التربة المفردة البسيطة الصغيرة المجمعة عشوائياً أو بانتظام من موقع واحد أو من مواقع أو أعماق مختلفة ومسافات متباينة. ويتوقف عدد العينات البسيطة التي تؤلف العينة المركبة على خصائص التربة والدقة المرجوة من التحاليل، فمثلاً تؤخذ في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) 8 عينات مفردة بسيطة للحصول على عينة تربة مركبة واحدة لكل واحد هكتار بنموذج قطري Diagonal pattern، كما يمكن أن يتغير عدد العينات بين5-25 عينة مفردة بسيطة لكل عينة تربة مركبة تمثل مساحة 2-8 هكتار. وتوضع عينات التربة المفردة البسيطة الصغيرة المجمعة عادة في وعاء بلاستيكي كبير، حيث تخلط فيه جيداً حتى تحقيق التجانس، وبعدئذ يؤخذ من مزيج التربة المتجانسة عينة مركبة.

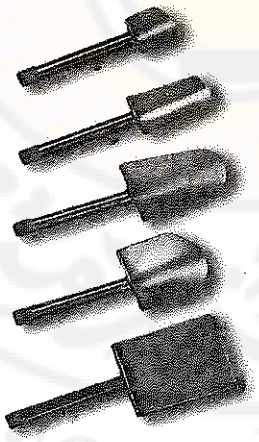
أدوات جمع عينات التربة:

تختلف الأدوات المستعملة في أخذ عينات التربة حسب الغرض من أخذها، وتبعاً لطبيعة الأرض ونوعيتها خصوصاً من وجهة النسيج، وحسب حالة رطوبة التربة أو تبعاً لنوع العناصر الغذائية المراد تقديرها "كالحديد مثلاً"، عندئذ يجب أن تكون أدوات جمع العينات من الحديد غير القابل للصدأ لتفادي حدوث أي تلوث جانبي، أما إذا كان الغرض من أخذ عينة التربة هو تقدير مساميتها فيجب أن تؤخذ بأداة لا تسبب تضاغطاً للعينة يؤدي إلى تغير المسام أو تهدم بنيتها.

وعموماً يجب أن تكون الأدوات المستعملة نظيفة باستمرار حتى لا تتلوث العينات المأخوذة بما أخذ بها من قبل.

من أهم الأدوات شائعة الاستعمال في أخذ عينات التربة ما يلي:

- الجاروف أو الرفش بأنواعها المختلفة، تؤخذ عينات التربة مباشرةً من السطح الخارجي أو من جدار مقطع التربة، وبعد تحديد آفاقه المختلفة وتوصيفها، ومن كل أفق بالترتيب من الأسفل إلى الأعلى تفادياً لاختلاط العينات، وبحيث تكون كل عينة من عينات التربة المأخوذة ممثلة لكامل الأفق الذي أخذت منه (شكل-6).



شكل-6: بعض أنواع الجاروف أو الرفش المستعملة في جمع عينات التربة.

- لبابات التربة Soil cores: تستعمل عادةً لأخذ العينات الطبيعية الكتلية، يكون حجم الحلقة محدد ومعلوم (نحو 100سم^3) وكذلك وزنها.
- أسطوانات التربة Soil tubes: أكثرها شيوعاً وانتشاراً اسطوانات التربة ذات الطرف الحديدي، وهي عبارة عن أسطوانات نحاسية لها حرف حاد وقاطع من الحديد، يبلغ قطرها الداخلي نحو 2.5سم وطولها نحو 50سم، تدفع ضمن التربة بواسطة ذراع حديدية.
- مسبار التربة Soil auger: من أهم الأدوات التي يجب أن توجد مع منفذ الأعمال الميدانية (الحقلية) حين أخذ عينات التربة، وهي مصنوعة من الحديد غير القابل للصدأ، تأخذ أشكالاً وأبعاداً مختلفة تتباين تبعاً للغرض من استعمالها أو تبعاً لخصائص التربة وطبيعتها. تؤخذ عينات التربة هنا من الأعلى إلى الأسفل إما يدوياً أو آلياً ومن المسبار مباشرةً. يوضح (الشكل-7) بعض أنواع مسابر التربة شائعة الاستعمال.

A. مسبار التربة الحلزوني المفتوح Screw auger ويستعمل في أخذ عينات التربة الطينية الثقيلة جداً، التي تحتوي على طبقات صلبة. يبلغ طول المسبار الكلي 100-150سم، وطول جزئه الحلزوني 20-30سم وقطره 5سم.

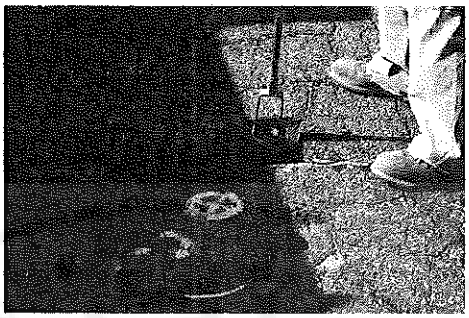
B. مسبار التربة المفتوح Open auger ويستعمل في أخذ عينات التربة الطينية الثقيلة، حيث يتم اخراج عينة التربة من أسطوانة المسبار بيسر وسهولة.

C. مسبار التربة المغلق Closed auger ويستعمل في أخذ عينات التربة الرملية الخفيفة. يتوضع ضمن أسطوانة فولاذية ذات حواف حادة لها قاطعان ملتويان أو قاطعان مقفلان لمنع سقوط عينة التربة من الأسطوانة،

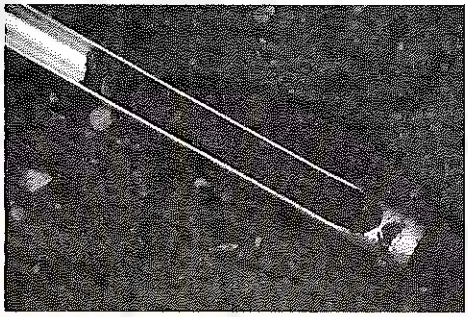
D. يتغير قطر الأسطوانة بين 5-8سم ويبلغ طولها 100سم، بينما يتباين ارتفاع القواطع الفولاذية الملتوية أو المقفلة بين 15-25سم.

- يراوح وزن عينة التربة اللازمة لتحديد الخصائص الفيزيائية الكيميائية والخصوبية بين1-2كغ عادةً، توضع في أكياس بلاستيكية متينة وتغلق جيداً، ويسجل على سطح الكيس الخارجي. بقلم لا يزول مداده بالماء. موقع المقطع ورمزه والآفق الذي أخذت العينه منه، كما توضع ضمن الكيس المعلومات ذاتها مكتوبة بقلم الرصاص.
- تجمع أكياس عينات التربة العائدة لمقطع التربة الواحد في كيس بلاستيكي كبير واحد. وينظم المشرف على عملية أخذ عينات التربة لكل مقطع تربة والعينات المأخوذه منه استمارة خاصة بهذا المقطع تضم كل البيانات والمعلومات المتعلقة بهذا المقطع، وتربط وتثبت بالكيس البلاستيكي الكبير.

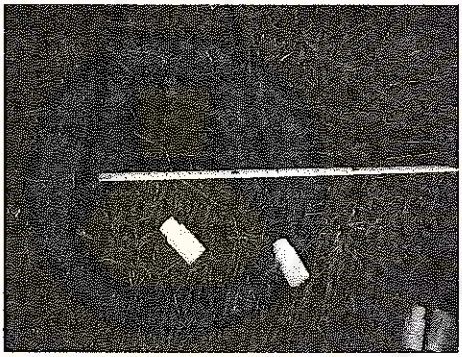
A



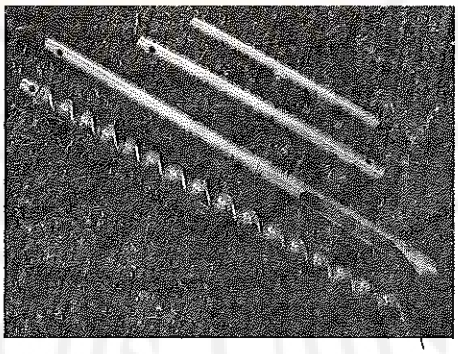
B



C



D



شكل-7: بعض أنواع المسابر المستعملة في جمع عينات التربة.

تحضير عينات التربة:

تمر عملية تحضير عينات التربة المأخوذة من الحقل وتجهيزها للتحليل ومن ثم تخزينها بالمراحل الرئيسة التالية:

- تجفف عينات التربة المأخوذة من الحقل هوائياً بوضعها في أماكن جافة نظيفة خالية من الغبار والأبخرة ونشرها وفرشها فوق صفائح خشبية أو مسطحات من الألمنيوم أو الورق المقوى، تحت درجات الحرارة العادية في الظل مدة عدة ساعات، وقد تمتد لعدة أيام، حسب ظروف الحرارة والتهوية، يتم تقليب عينات التربة بين حين وآخر.

وتجدر الاشارة هنا إلى أن بعض التحاليل كتلك الخاصة بتحديد الأمونيا والنترات تتم مباشرةً في أقرب وقت من جمع العينات من دون الحاجة لتجفيف عينات التربة، لأن محتوى عينات التربه منهما يتبدل بسرعة بعد جمعها من الحقل بسبب التهوية أو نتيجة ارتفاع الحرارة، لذا يفضل حفظ عينات التربة رطبة في (البراد)، ريثما يتم تقدير محتواها من الأمونيا والنترات.

- إزالة المكونات الغريبة عن مكونات التربة المأخوذة من الحقل مثل:
  - بقايا النباتات كالجذور أو الأوراق.
  - بقايا الكائنات الحيوانية ومخلفاتها.
  - بقايا المنتجات الصناعية "المعدنية والجلدية والزجاجية والبلاستيكية".
- تطرق عينة التربة الجافة المأخوذة من الحقل طرقاً خفيفاً بواسطة مطرقة ذات رأس خشبي أو مطاطي. أو دحرجة أسطوانة خشبية فوق عينة التربة لتكسير وسحق تجمعاتها الكتلية.
- يتم وزن عينة التربة المأخوذة من الحقل "الوزن الكلي الجاف هوائياً".

- يتم نخل عينة التربة المأخوذة من الحقل فوق منخل قطر فتحات ثقوبه 2مم أو 1مم "تبعاً لمنهج التحليل المعتمد والمطلوب، ويسمى الجزء الناتج عن عملية النخل بالجزء الناعم.
- يتم وزن الجزء المتبقي فوق فتحات المنخل لتقدير نسبة التحجر.
- يخلط الجزء المار من عينة التربة خلال فتحات المنخل < 2مم جيداً حتى تحقيق التجانس.
- يعبأ في عبوات بلاستيكية أو زجاجية محكمة الاغلاق "عبوات حفظ عينات التربة"، تلصق عليها البيانات الخاصة بها مثل: موقع المقطع وتاريخ تنفيذه واسم المشروع التابع له وأسماء منفذيه.... وغيرها من المعلومات الضرورية. وتسجل على ورقه أخرى بقلم الرصاص البيانات الخاصة بالعينة وتوضع داخل العبوة.
- تحفظ عبوات التربة بعيدة عن المؤثرات الخارجية، كالمؤثرات الحرارية والكيميائية.
- تنقل العينات المراد تحليلها إلى المختبر.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الثاني

التحاليل الفيزيائية لعينات التربة

Physical analyses of soil samples

Damascus University


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

تقدير الماء الهيغروسكوبي (الاسترطابي)

Determination of Hygroscopic Water

يطلق على الأغشية المائية الرقيقة المحيطة بحبيبات التربة والملتصقة بها بشدة، والناتجة عن مقدرة التربة على امتزاز الرطوبة الجوية بحالة بخار الماء، بالماء الهيغروسكوبي أو الماء الاسترطابي. وتتباين قيم الماء الهيغروسكوبي للأنواع المختلفة للتربة متأثرةً بدرجة كبيرة بالتركيب الحبيبي للتربة ومحتواها من المواد الدبالية والعضوية من جهة وبالرطوبة النسبية للهواء وحرارته من جهة أخرى، لذلك فإن رطوبة عينة تربة محددة ستكون متغيرة باستمرار.

وتتم أغلب التحاليل على عينات التربة الجافة هوائياً، بينما تحسب نتائج هذه التحاليل عادةً على أساس وزن عينة التربة الجافة تماماً، لذلك كان من الضروري تقدير الماء الهيغروسكوبي.

وهناك عدد من الطرائق لتقدير هذه الرطوبة، إلا أن أكثرها انتشاراً تلك التي تعتمد على تجفيف عينة التربة في فرن على درجة حرارة بين105–110مْ مدة 3–10ساعات حتى التأكد من ثبات الوزن.

وتجدر الاشارة هنا إلى توخي الحيطة والحذر عند اتباع هذه الطريقة في الترب الجبسية "الجصية"، حيث يؤدي رفع درجة الحرارة إلى 105–110مْ إلى خسارة جزء كبير من جزيئات الماء البلوري للجص $CaSO_4.2H_2O$ وتحوله إلى الأنهيدريت $CaSO_4$ وحساب جزيئات الماء هذه ضمن الماء الاسترطابي ما يقود لنتائج غير صحيحة لذلك تقدر الهيغروسكوبية لعينات التربة الجبسية بتجفيفها في فرن على درجة حرارة 75مْ حتى ثبات الوزن.

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- ميزان تحليل حساس، تبلغ دقته 0.001غ.
- جفنات خزفية أو كؤوس زجاجية.

- فرن كهربائي.
- مجفف Desiccator، يحتوي المجفف في قاعدته على بلورات من $CaCl_2$، تعُد بلورات كلور الكالسيوم من أكثر المركبات الكيميائية الماصة للرطوبة.

خطوات العمل:

- زن جفنة خزفية " أو كأس زجاجية" جافة نظيفة، سجل الوزن ولنفرض أنه W_1.
- خذ وزن من عينة التربة الناعمة الجافة هوائياً، 10–20غ، ضعه في الجفنة الخزفية معروفة الوزن، سجل وزن عينة التربة مع الجفنة الخزفية ولنفرض أنه W_2.
- ضع الجفنة الخزفية من دون غطاء في الفرن على درجة حرارة 105–110مْ مدة 3–10ساعات حتى التأكد من ثبات الوزن.
- اخرج الجفنة الخزفية من الفرن وضعها في المجفف نحو نصف ساعة حتى تبرد ولكي لا تمتص بخار الماء من الجو، ثم سجل الوزن ولنفرض أنه W_3.
- أعد الخطوتين الأخيرتين ثانية حتى التأكد من ثبات الوزن وتمام الجفاف ولنفرض أنه مطابق للوزن W_3.

طريقة الحساب:

- احسب النسبة المئوية للاسترطابية من المعادلة الآتية:

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{(\text{وزن عينة التربة الجافة هوائياً} - \text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}) \times 100}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}}$$

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{\text{وزن الماء المتبخر}}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}} \times 100$$

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{W_3 - W_2}{W_1 - W_3} \times 100$$

أيضاً يمكن حساب النسبة المئوية للاسترطابية كنسبة مئوية من حجم التربة، عندئذ يتم ضرب قيمة النسبة المئوية الوزنية للاسترطابية بكثافة التربة الظاهرية.

ويتم حساب معامل تصحيح نتائج تحليل التربة الجافة هوائياً إلى تربة جافة تماماً انطلاقاً من نتائج حساب النسبة المئوية للاسترطابية وفق المعادلة التالية:

$$\text{معامل تصحيح الاسترطابية} = \frac{100 + \% \text{ للاسترطابية}}{100}$$

وبافتراض أن النسبة المئوية للاسترطابية = 8% فإن معامل التصحيح يساوي 1.08 وبالتالي تُضرب نتائج التحليل المحسوبة على أساس وزن التربة الجافة هوائياً بـــ 1.08 لتحويلها على أساس وزن التربة الجافة على حرارة 105مْ.

كما يمكن حساب وزن عينة التربة الجافة تماماً من نتائج النسبة المئوية للماء الهيغروسكوبي "الاسترطابية" وفق المعادلة التالية:

$$\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً} = \frac{\text{وزن عينة التربة الجافة هوائياً}}{100 + \% \text{ للاسترطابية}} \times 100$$

مثال-1:

احسب النسبة المئوية للاسترطابية "الماء الهيغروسكوبي" إذا علمت أن:

- وزن الجفنة الخزفية الفارغة الجافة النظيفة 23.523غ (W_1).
- وزن الجفنة الخزفية مع عينة التربة الجافة هوائياً 33.848غ (W_2).
- وزن الجفنة الخزفية مع عينة التربة الجافة تماماً 33.393غ (W_3).

الحل:

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{\text{وزن الماء المتبخر} \times 100}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}}$$

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{100 \times (W_3 - W_2)}{(W_1 - W_3)}$$

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{100 \times (33.393 - 33.848)}{(23.523 - 33.393)}$$

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{100 \times 0.455}{9.87} = \%4.61$$

معامل التصحيح يساوي 1.046 وبالتالي تُضرب نتائج التحليل المحسوبة على أساس وزن التربة الجافة هوائياً بـ 1.046 لتحويلها على أساس وزن التربة الجافة على حرارة 105م.

مثال-2:

احسب النسبة المئوية للاسترطابية "الماء الهيغروسكوبي" إذا علمت أن:

- وزن عينة التربة الجافة هوائياً 10غ (W_1).
- وزن عينة التربة الجافة تماماً 9.8غ (W_2).

الحل:

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{\text{وزن الماء المتبخر} \times 100}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}}$$

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{100 \times (W_1 - W_2)}{(W_2)}$$

$$\% \text{ للاسترطابية} = \frac{100 \times (9.8-10)}{(9.8)} = \%2.04$$

معامل التصحيح يساوي 1.0204 وبالتالي تُضرب نتائج التحليل المحسوبة على أساس وزن التربة الجافة هوائياً بـــ 1.046 لتحويلها على أساس وزن التربة الجافة على حرارة 105مْ.

تقدير الاسترطابية القصوى "المعامل الاسترطابي":

تحدد الاسترطابية القصوى لتقدير معامل الذبول، الذي يتغير بين1-3 أمثال الاسترطابية القصوى لأغلب أنواع الترب.

خطوات العمل:

- زن جفنة خزفية " أو كأس زجاجية" جافة نظيفة، سجل الوزن ولنفرض أنه W_1.
- خذ 10–20غ من عينة التربة الناعمة والجافة هوائياً، ضعه في الجفنة الخزفية معروفة الوزن، سجل وزن عينة التربة مع الجفنة الخزفية ولنفرض أنه W_2.
- ضع الجفنة الخزفية في وعاء مرطب يحتوي في قعره محلولاً مشبعاً من كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4.
- ضع وعاء الترطيب في مكان ثابت الحرارة مدة 3–4 أيام.
- خذ الجفنة الخزفية وغطها ثم زنها وسجل الوزن.
- أعد الجفنة الخزفية لوعاء الترطيب بعد نزع الغطاء.
- كرر الخطوات الثلاث السابقة حتى ثبات وزن الجفنة الخزفية وليكن W_3.
- ضع الجفنة الخزفية من دون غطاء في فرن التجفيف على درجة حرارة 105مْ حتى ثبات الوزن كما ذكر في فقرة تقدير الماء الهيغروسكوبي، سجل الوزن وليكن W_4.

المحاليل اللازمة:

يحضر محلول مشبع من كبريتات البوتاسيوم، باذابة 11–15غ من كبريتات البوتاسيوم في 100مل من الماء المقطر، يوضع في قعر وعاء الترطيب كي تصل الرطوبة النسبية في وعاء الترطيب لنحو 98–99%.

طريقة الحساب:

- احسب النسبة المئوية للاسترطابية القصوى "المعامل الاسترطابي" من المعادلة التالية:

$$\% \text{ للاسترطابية القصوى} = \frac{\text{وزن الماء المتبخر}}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}} \times 100$$

$$= \frac{W_4 - W_2}{W_1 - W_4} \times 100$$

مثال:

احسب النسبة المئوية للاسترطابية القصوى إذا علمت أن:

- وزن الجفنة الفارغة الجافة النظيفة 19.208غ (W_1).
- وزن الجفنة مع عينة التربة الجافة هوائياً 29.926غ (W_2).
- وزن الجفنة مع عينة التربة المشبعة تماماً 30.482غ (W_3).
- وزن الجفنة مع عينة التربة الجافة تماماً 29.374غ (W_4).

الحل:

$$\% \text{ الاسترطابية القصوى} = \frac{\text{وزن الماء المتبخر} \times 100}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}}$$

$$\% \text{ الاسترطابية القصوى} = \frac{100 \times (W_4 - W_3)}{(W_1 - W_4)}$$

$$\text{\% الاسترطابية القصوى} = \frac{100 \times (29.374-30.482)}{(19.208-29.374)}$$

$$\text{\% الاسترطابية القصوى} = \frac{110.8}{10.166} = 10.9\%$$

Damascus University

التحليل الميكانيكي الحبيبي للتربة ونسيج التربة

Soil mechanical analysis and Soil texture

التحليل الحبيبي Granulimetric analysis:

يعدُ التحليل الميكانيكي أو الحبيبي لمكونات التربة الناعمة Fine Earth"رمل، غبار (سلت)، طين" من الخصائص المميزة للتربة الأكثر ثباتاً وذلك بسبب تغيرها الطفيف المتأثر بعمليات الزراعة. وتستعمل نتائج التحليل الميكانيكي للتربة عادة في عدد كبير من البلدان كأساس لتقسيم وتصنيف تربها. وتحدد نسب المكونات الحبيبية الرئيسة للتربة درجة نعومة أو خشونة التربة وهو ما يطلق عليه مصطلح نسيج التربة Soil texture والتي تعدُ صفة طبيعية لها، فتحديد نسيج التربة يعدُ أمراً مهماً من الناحية العملية من أجل تحديد معدل وآلية حدوث معظم التفاعلات الكيميائية والحيوية في التربة وكذلك لمعرفة مدى قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء الضروري لنمو النبات وسرعة رشح المياه فيها وقوة تماسكها وكذلك مقدرتها على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية وسعة التبادل الأيونية لها.

ويهدف التحليل الميكانيكي إلى تحديد النسب المئوية الوزنية لكل من المجموعات الميكانيكية الرئيسة في التربة وهي: الرمل والغبار والطين. وهناك طرائق متعددة لتحقيق هذا الهدف منها الحقلية التقريبية أو المخبرية الدقيقة.

ويمكن للدارس في الحقل تحديد خشونة أو نعومة التربة وذلك من خلال فركه لعينة التربة براحة اليد، فكلما كانت خشنة كانت نسبة الرمل فيها أعلى. كما أن الترب الرملية سواءً أكانت جافة أم رطبة لا تلتصق على الأصابع على عكس الترب الطينية، ويسمع لها أزيز عند فركها بين الابهام والسبابة بالقرب من الأذن، بينما تكون الترب الطينية الرطبة لدنة وقاسية عند جفافها على عكس الترب الرملية.

كما تُعد قابلية التربة للتشكل من الطرائق الحقلية الأكثر دقةً، حيث تزداد قابلية التربة للتشكل، أي لتشكيل خيط ذي قطر 3مم أو حلقة بقطر نحو 3سم، مع ازدياد نسبة الطين. ويمكن تصنيف نسيج التربة بناءً عليه على النحو التالي:

جدول-3: العلاقة بين قابلية التربة للتشكل ونسيجها.

	قابلية التربة للتشكل	نسيج التربة
1	عدم التمكن من تشكيل كرة أو حبل	رمال مفككة سائبة
2	تشكيل حبل هش مفتت	تربة رملية
3	تشكيل حبل هش متقطع	تربة غضارية رملية خفيفة
4	تشكيل حبل ثابت، لكن لا تتشكل حلقة	تربة غضارية رملية
5	تشكيل حبل ثابت، مع تكوين حلقة متقطعة	تربة غضارية رملية ثقيلة
6	تشكيل حبل وحلقة ثابتين	ترب غضارية

يوجد عدة أنظمة لتقسيم مجاميع حبيبات التربة < 2مم (جدول-4)، نورد منها (أ) نظام وزارة الزراعة الأمريكية United States Department of Agriculture System (USDA) و(ب) نظام الجمعية الدولية لعلوم الأراضي International Soil Science Society System.

جدول-4: تقسيم مكونات التربة الناعمة Fine Earth.

مجموعة الحبيبات	(أ) القطر بـ مم	(ب) القطر بـ مم	عدد الحبيبات بـ 1غ	السطح النوعي غ/سم^2
رمل خشن جداً	2.00-1.00	---	90	11
رمل خشن	1.00-0.50	2.00-0.20	720	23
رمل متوسط	0.50-0.25	---	5,700	45
رمل ناعم	0.25-0.10	0.20-0.02	46,000	91
رمل ناعم جداً	0.10-0.05	---	722,000	227
غبار (سلت)	0.05-0.002	0.02-0.002	5,776,000	454
الطين	0.002 >	0.002 >	90,260,853,000	8,000,000

وهناك عدة طرائق لتحديد المجموعات الميكانيكية الرئيسة في التربة، أكثرها انتشاراً تلك التي تعتمد على سرعة تساقط حبيبات التربة تحت تأثير الجاذبية (الثقالة) الأرضية كالطرائق المستعملة للماصة أو الهيدرومتر، أو الطرائق التي تعتمد على قوى الطرد المركزي أو الفصل بالماء الجاري أو طرائق الترويق أو الطرائق الكهروضوئية أو طرائق النخل. هذا وتعد الطرائق المستعملة للماصة أو الهيدرومتر أكثر الطرائق شيوعاً.

وقبل البدء بتحديد التركيب الميكانيكي للتربة يتم استبعاد جميع المكونات الحبيبية التي تزيد أقطارها على 2مم وذلك بوساطة المنخل، ويمكن اعتماد أحد التقسيمين السابقين لتحديد نسيج التربة، حيث يلاحظ أن الاختلاف الرئيس يقع عند حدود مجموعة حبيبات السلت.

ولتقدير النسب الممثلة للمجموعات الميكانيكية للتربة لا بد أن يكون معلق التربة تام التفريق وذلك من خلال إجراء وتنفيذ مجموعة من العمليات الفيزيائية- الكيميائية المتنوعة. وعادة ما يعيق عمليات التفريق هذه وجود مواد ملاطية جامعة (لاحمة) للحبيبات الأرضية مثل: المواد العضوية وكربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم وأكاسيد الحديد والألمنيوم المائية أو وجود بعض الأيونات متعددة التكافؤ والالكتروليتات بتراكيز مرتفعة. لذلك يجب التخلص من جميع المواد الملاطية الجامعة التي تربط مكونات التربة الحبية ببعضها قبل البدء بعملية تحديد نسيج (قوام) التربة، يتم تفريق مكونات التربة الحبية في المحلول المائي باتباع الخطوات التالية:

- **إزالة المواد العضوية:**

تعمل المادة العضوية على ربط مكونات التربة الحبيبية وجمعها معاً، ويختلف محتوى الترب من المادة العضوية تبعاً لاختلاف نسيجها، وعموماً تحتوي الترب الثقيلة ناعمة النسيج على نسب أكبر من المادة العضوية عما

تحتويه الترب الرملية الخفيفة الخشنة. وللتخلص من المادة العضوية يتم أكسدتها بالماء الأكسجيني H_2O_2 25% وفق الخطوات التالية:

- ضع 50غ من ناعم التربة الجافة هوائياً في كأس زجاجية سعة 600مل.
- أضف للعينة 20مل من الماء الأكسجيني H_2O_2 25%، مع تغطية الكأس الزجاجي بزجاجة ساعة.
- اترك العينة لليوم التالي علماً أن تفاعل الأكسدة هو تفاعل ناشر للحرارة.
- سخن الكأس الزجاجي في حوض حمام مائي لدرجة حرارة 80م° مع إضافة متكررة من الماء الأكسجيني وبكميات قليلة 5-10مل، حرك عينة التربة باستمرار بقضيب زجاجي إلى أن يتم التأكد من أكسدة كامل المادة العضوية من خلال توقف تشكل الفقاعات الغازية التي تدل على انطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 للجو.
- أضف نحو 200-250مل من الماء المقطر للكأس الزجاجية.
- سخن حتى الغليان من أجل التخلص من الماء الأكسجيني.
- برد الكأس الزجاجية ثم أفصل الراسب عن الرشاحة بواسطة الطرد المركزي أو الترشيح على ورق ترشيح فوق قمع.
- انقل الراسب لكأس زجاجية جديدة سعة 600مل لأجل إزالة الأملاح المعدنية.

- **إزالة الأملاح المعدنية:**

تعد كل من كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم وأكاسيد الحديد والألمنيوم أكثر الأملاح المعدنية انتشاراً في التربة، ويتم إزالتها والتخلص منها بإضافة حمض كلور الماء HCl (N 0.2) حيث تتفاعل الأملاح المعدنية سابقة الذكر مع الحمض مكونة أملاح كلوريدية سهلة الذوبان في الماء.

- تتم إزالة الأملاح المعدنية من عينة التربة الخالية من المواد العضوية أو السابقة المعاملة بالماء الأكسجيني حسب الخطوات التالية:
- ضع 50غ من ناعم التربة الجافة هوائياً في كأس زجاجية سعة 600مل.
- أضف للعينة 100مل من حمض كلور الماء HCl (N 0.2)، وحرك بقضيب زجاجي حتى توقف انطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 للجو.
- افصل الراسب عن الرشاحة بالترشيح على ورق ترشيح فوق قمع.
- اغسل الراسب بكميات فائضة من الماء المقطر عدة مرات حتى يتم التخلص تماماً من الكلور وكذلك من الأملاح القابلة للذوبان في التربة، يتم التأكد من اتمام عملية غسل عينة التربة والتخلص من الكلور بإضافة بضع قطرات من نترات الفضة $AgNO_3$ (N 0.05) على قليل من الرشاحة، فإذا تكون راسب أبيض وجب إعادة عملية الغسل مرة أخرى.
- خذ الراسب المفصول عن الرشاحة وفرق مكوناته الحبيبية كيميائياً وميكانيكياً.

ملاحظة: يتم إجراء هذه الخطوة إذا لم تتجاوز نسبة الأملاح المعدنية "بشكل رئيس" كربونات الكالسيوم 5% في التربة.

- **تفريق مكونات التربة الحبيبية كيميائياً وميكانيكياً:**

يتم تفريق مكونات التربة الحبيبية وفصلها وبعثرتها كيميائياً بإضافة إحدى المواد الكيميائية المبعثرة والمفرقة "عادةً ما تستعمل المركبات الكيميائية الحاوية على أيون الصوديوم لما له من قدرة عالية على فصل وبعثرة مكونات التربة الحبيبية"، من هذه المركبات ماءات الصوديوم NaOH وكربونات الصوديوم Na_2CO_3 وأوكسالات الصوديوم $Na_2C_2O_4$ وبيرو فسفات الصوديوم $Na_4P_2O_7$ وميتا فسفات الصوديوم $NaPO_3$ وسداسي ميتا فسفات الصوديوم

(كالغون) [$(NaPO_3)_{13}$] والذي يفضل استعماله في الترب الكربوناتية وباتباع الخطوات التالية:

- ضع عينة التربة السابقة الخالية تماماً من المواد العضوية وجميع المواد الملاطية الجامعة كذلك من جميع الأملاح الذائبة في وعاء المزج "الخلاط" Mixer.
- أضف إلى العينة 200-250مل ماء مقطر.
- أضف 20مل من سداسي ميتا فسفات الصوديوم [$(NaPO_3)_{13}$] (كالغون) المحضر بتركيز 50غ/ل و 2-3مل من ماءات الصوديوم NaOH (N 1).
- ثبت وعاء الخلاط في موضعه في الخلاط الكهربائي.
- شغل الخلاط الكهربائي مدة خمس دقائق للترب الرملية الخفيفة أو مدة عشرة دقائق للترب الطينية الثقيلة.

- **فصل الرمال الخشنة والمتوسطة:**

- انقل عينة التربة المفرقة نقلاً كمياً إلى مخبار ترسيب سعة لتر عبر منخل فتحات ثقوبه 50 ميكرون، تتوضع المكونات الحبيبية الأكبر من 50 ميكرون فوق المنخل، بينما تمر الحبيبات الأنعم من ذلك إلى المخبار.
- اغسل الراسب المتبقي جيداً فوق المنخل برشاش بسيط من الماء ثم انقله إلى جفنة خزفية جافة نظيفة معلومة الوزن.
- ضع الجفنة الخزفية في الفرن وجفف على درجة حرارة 105م° مدة يوم كامل، وحتى ثبات الوزن.
- اخرج الجفنة بعد التأكد من جفاف محتواها من الفرن وضعها في مجففة حتى تبرد.
- خذ الجفنة الخزفية من المجففة وزنها بميزان دقته 0.001غ.

- يتم حساب النسبة المئوية لمكونة الرمل الخشن والمتوسط في عينة التربة وفق العلاقة التالية:

$$\%\ \text{للرمل المتوسط والخشن} = \frac{\text{وزن الراسب في الجفنة الخزفية} \times 100}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}}$$

- أكمل حجم معلق التربة في مخبار الترسيب بالماء المقطر إلى علامة اللتر.
- خذ بواسطة مقياس الحرارة درجة حرارة معلق التربة ضمن المخبار.
- اقلّب المعلق إما يدوياً بقلب مخبار الترسيب رأساً على عقب 10-12مرة بحيث تنتقل حبيبات الراسب في كل مرة من جانب لآخر، أو بواسطة محرك يدوي (دفاش) من أعلى إلى أسفل داخل المعلق مدة 30- 45 ثانية.
- ضع مخبار الترسيب في مكان مستقر وهادىء وثابت الحرارة، ثم دوّن زمن بدء الترسيب.

تعدُ كل الخطوات التحضيرية السابقة ضرورية لتحديد التركيب الحبيبي بطريقتي الماصة والمكثاف والتي سيتم شرحهما بالفقرات التالية.

- **فصل الرمل الناعم:**

يتم تحديد مكونة الرمل الناعم بطريقة الترسيب والترويق والسكب Decantation، فمن خلال تطبيق قانون (ستوكس) وبمعرفة سرعة سقوط حبيبات الرمل الناعم يمكن تحديد الزمن اللازم لتصل مكونة الرمل الناعم إلى قاع مخبار الترسيب. عليه يمكن بتكرار عمليتي سكب سائل المعلق فوق طبقة راسب مكونة الرمل الناعم التخلص من مكونتي السلت والطين ثم يتم ملء مخبار الترسيب بماء مقطر، يغلق ويرج ثم يترك الوقت اللازم لترسب مكونة الرمل الناعم، تكرر عملية سكب السائل واضافته أي عملية الترويق والسكب

عدة مرات إلى أن يتم التخلص من مكونتي السلت والطين ويصبح معلق رائقاً في الجزء الملامس لترسب طبقة الرمل الناعم.

- اغسل جيداً طبقة الرمل الناعم عدة مرات بالماء المقطر.
- انقل مكونة الرمل الناعم إلى جفنة خزفية جافة نظيفة معلومة الوزن.
- ضع الجفنة الخزفية في الفرن وجفف على درجة حرارة 105م° مدة يوم كامل.
- أخرج الجفنة بعد التأكد من جفاف محتواها من الفرن وضعها في مجففة حتى تبرد.
- خذ الجفنة الخزفية من المجففة وزنها بميزان دقته 0.001غ.

يتم حساب النسبة المئوية لمكونة الرمل الناعم في عينة التربة وفق التالي:

$$\% \text{ للرمل الناعم} = \frac{\text{وزن الراسب في الجفنة الخزفية} \times 100}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}}$$

طريقة الماصة Pipette method:

تعتمد هذه الطريقة على الأساس العلمي النظري الذي يربط بين سرعة سقوط الحبيبات المفترض أنها كروية الشكل وحجومها أو أقطارها، ضمن سائل معروف اللزوجة، بحيث تسقط الحبيبات الأكبر حجماً أولاً تليها الحبيبات الأصغر فالأصغر وفق قانون ستوكس Stoke's Law.

إذا سقطت حبيبة من الحبيبات المكونة للتربة في الفراغ من أعلى للأسفل فإنها ستسقط متسارعة نحو الأسفل بفعل قوى الجاذبية دون تعرضها لأي قوى

مقاومة، أما إن سقطت في وسط سائل فإنها ستتعرض لثلاثة أنواع من القوى المتعاكسة والمتقابلة هي:

1- قوى اللزوجة متمثلة بقوى الاحتكاك الجانبية للسائل على الحواف الخارجية لحبيبات التربة ويرمز لها بـــ F_1، تتناسب طرداً ولزوجة السائل ونصف قطر الحبيبات وسرعة سقوطها وتساوي:

$$F_1=6\ \pi\ \eta\ r\ v$$

2- قوى الاحتكاك الرافعة وهي القوى المتمثلة بقوى دفع السائل لحبيبات التربة نحو الأعلى ويرمز لها بـــ F_2 وتساوي:

$$F_2= 4/3\ \pi\ r^3\ g\ D_l$$

3- قوى سقوط الحبيبات المكونة للتربة نحو الأسفل بفعل قوى الجاذبية الأرضية ويرمز لها بـــ F_3 وتساوي:

$$F_3= 4/3\ \pi\ r^3\ g\ D_s$$

في حال الاستقرار والاتزان تتساوى القوى السابقة

$$F_3=F_1+F_2$$

$$4/3\ \pi\ r^3\ g\ D_s = 6\ \pi\ \eta\ r\ v+4/3\ \pi\ r^3\ g\ D_l$$

$$(4/3\ \pi\ r^3\ g\ D_s) - (4/3\ \pi\ r^3\ g\ D_l) = 6\ \pi\ \eta\ r\ v$$

$$4/3\ \pi\ r^3\ g\ (D_s- D_l) = 6\ \pi\ \eta\ r\ v$$

$$V= 4/3\ \pi\ r^3\ g\ (D_s- D_l) / 6\ \pi\ \eta\ r$$

$$V= 2/9\ r^2\ g\ (D_s- D_l) / \eta$$

حيث:

V = سرعة سقوط الحبيبات سم/ثا

g = تسارع الجاذبية عند سقوط الجسم بصورة حرة وتساوي 981سم/ثا^2

r = نصف قطر الحبيبه سم

D_s = الكثافة الحقيقية للحبيبات غ/سم^3

D_l = الكثافة الحقيقية للسائل الذي يتم فيه الترسيب غ/سم^3

η = لزوجة السائل في الدرجة المطلقة ويساوي 0.01 بويز بالنسبة للماء.

يتضح من قانون ستوكس أن سرعة سقوط المكونات الحبيبة للتربة تتناسب طرداً ومربع نصف قطرها، كما تتناسب طرداً والفرق بين الكثافة الحقيقية لمكونات التربة الحبية والكثافة الحقيقية للسائل الذي تسقط فيه، بينما تتناسب سرعة سقوط المكونات الحبيبة للتربة عكساً وارتفاع لزوجة السائل.

وتجدر الإشارة هنا إلى وجود بعض المآخذ على طريقة التحليل هذه عند تطبيق قانون ستوكس، لأنه يفترض تحقق الأمور التالية:

- يجب بعثرة المكونات الحبيبية للتربة بصورة تامة وفصلها وتفريقها وإلا حصلنا على نتائج خاطئة بسبب وجود حبيبات مركبة "تجمعات حبية غير مبعثرة".
- يجب أن تكون المكونات الحبيبية للتربة صلبة لا تتفتت في أثناء سقوطها.
- يكون لجميع مكونات التربة الحبية كثافة حقيقية واحدة 2.65غ/سم^3، يندر تحقق ذلك "لأن الكثافة الحقيقية للتربة قد تتغير من 2.60غ/سم^3 للفلزات السليكاتية إلى 5غ/سم^3 لبعض الفلزات الأكسيدية".
- تأخذ مكونات التربة الحبيبية شكلاً كروياً أملس، مع العلم أن معظم حبيبات التربة لها شكل غير كروي وبخاصة مكونة الطين التي يكون

لها شكلاً صفائحياً متورقاً أو موشورياً أو إبرياً، لذلك يستعاض عن ذلك بمفهوم أو مصطلح نصف القطر المكافئ أو الفعلي والذي يقصد به مجموعة الحبيبات ذات سرعة الترسيب المتوسطة والتي يقابلها قطر محدد محسوب.

- يتمتع الوسط السائل بخصائص فيزيائية ثابتة، في حين أنه في الواقع يمثل وسط غير ثابت، تتغير صفاته وخصائصه الفيزيائية مع تغير درجات الحرارة وحركة حبيبات التربة المفرقة فيه.
- عدم تأثر مكونات التربة الحبيبية بالحركة البروانية العشوائية لجزيئات السائل المبعثرة فيه، نتيجة أبعادها الكبيرة مقارنة وأبعاد جزيئات وسط الانتشار.

يحدد قانون ستوكس سرعة سقوط المكونات الحبيبية للتربة والتي من خلالها يتم تحديد الزمن اللازم لكي تقطع حبيبة محددة مسافة معينة ضمن مخبار الترسيب (جدول-5).

ولإيضاح ذلك يؤخذ بالماصة عينة من معلق التربة المفرق جيداً الموجود في مخبار الترسيب، فبعد زمن t ثانية ستكون الحبيبات قد هبطت في مخبار الترسيب مسافة محددة توجد على عمق h سم، هذا يعني بالتالي أن الحبيبات التي لها قيم h/t أكبر ستكون سقطت بعيدة عن مجال الماصة. مع الاشارة هنا بأن سرعة سقوط الحبيبات

جدول-5: الزمن اللازم لقطع مكونات التربة الحبيبية الرئيسة "رمل، سلت وطين" لعمق 10سم.

درجة الحرارة م°	حبيبات الطين 2 ميكرون ساعة : دقيقة	حبيبات السلت 50 ميكرون ساعة : دقيقة	حبيبات الرمل 200 ميكرون دقيقة : ثانية
15	05 : 9	27 : 1	27 : 5
16	50 : 8	25 : 1	19 : 5
17	35 : 8	23 : 1	10 : 5
18	25 : 8	21 : 1	03 : 5
19	10 : 8	19 : 1	55 : 4
20	00 : 8	17 : 1	48 : 4
21	49 : 7	15 : 1	41 : 4
22	38 : 7	13 : 1	35 : 4
23	27 : 7	11 : 1	28 : 4
24	17 : 7	10 : 1	22 : 4
25	07 : 7	08 : 1	16 : 4
26	57 : 6	07 : 1	10 : 4
27	48 : 6	05 : 1	04 : 4
28	39 : 6	04 : 1	00 : 4
29	31 : 6	03 : 1	55 : 3
30	22 : 6	01 : 1	49 : 3
31	14 : 6	00 : 1	44 : 3

تعتمد على كمية السطح الملامس في وحدة الحجم ولما كانت حبيبات الطين تمتلك مقداراً كبيراً من السطح في وحدة الحجم (سطحها النوعي كبير) لذا فإنها تسقط ببطء شديد مقارنة وسرعة سقوط حبيبات الرمل التي تمتلك سطحاً نوعياً صغيراً.

يوضح الجدول-6 الزمن اللازم لقطع مكونات التربة الحبيبية الرئيسة "رمل، سلت وطين" لعمق 10سم في مخبار الترسيب في وسط ترسيب سائل من الماء المطر درجة حرارته 20م°.

خطوات العمل بالماصة:

1. بعد انقضاء 4 دقائق حسب تصنيف الفاو، أو 48 ثانية حسب التصنيف الأمريكي من بدء زمن الترسيب انزل الماصة بروية لعمق 10سم تماماً من السطح "تم تحديد هذا الزمن باعتباره الزمن الذي تستغرقه آخر حبيبة رمل ناعمة إن وجدت بين مكونات معلق التربة الحبيبية لقطع مسافة قدرها 10سم بدرجة حرارة 20م°".
2. اسحب بالماصة 25سم^3 (حجم الماصة المستعملة =1/40 من الحجم الكلي) من المعلق وعلى عمق 10سم.
3. أخرج الماصة بهدوء وأفرغ محتوياتها في جفنة خزفية نظيفة معروفة الوزن.
4. ضع الجفنة الخزفية في فرن كهربائي على حرارة 105م°واتركها حتى تجف.
5. اخرج الجفنة من الفرن وضعها في مجفف حتى تبرد ثم زنها وسجل الوزن، يعبر فرق الوزن عن وزن السلت مع وزن الطين الموجود في 25سم^3 من المعلق.
6. أكمل حجم المخبار بالماء المقطر إلى1لتر ويترك هادئاً ليترسب السلت.
7. انزل الماصة بعد انقضاء ثمان ساعات، لعمق 10سم من السطح "تم تحديد هذا الزمن باعتباره الزمن الذي تستغرقه أخر حبيبة سلت إن وجدت بين مكونات معلق التربة الحبية لقطع مسافة قدرها 10سم بدرجة حرارة 20م°".
8. اسحب بالماصة 25سم^3 (حجم الماصة المستعملة) من المعلق.

9. أخرج الماصة بهدوء وافرغ محتوياتها في جفنة خزفية نظيفة معروفة الوزن.
10. ضع الجفنة الخزفية في فرن كهربائي على حرارة 105م° واتركها حتى تجف.
11. أخرج الجفنة من الفرن وضعها في مجفف حتى تبرد ثم زنها وسجل الوزن، يعبر فرق الوزن عن وزن الطين الموجود في 25سم^3 من المعلق.

طريقة الحساب:

$$\text{وزن السلت+ وزن الطين الموجود في لتر} = \frac{\text{وزن الراسب في الفقرة الخامسة} \times \text{حجم مخبار الترسيب}}{\text{حجم الماصة}}$$

$$\text{وزن السلت+ وزن الطين الموجود في لتر} = \frac{\text{وزن الراسب في الفقرة الخامسة} \times 1000}{25}$$

أ- وزن السلت+ وزن الطين الموجود في لتر= وزن الراسب في الفقرة الخامسة × 40.

ب- وزن الطين الموجود في لتر= وزن الراسب في الفقرة الحادية عشرة × 40.

ت- وزن السلت الموجود في لتر= ناتج طرح الفقرتين السابقتين (أ – ب).

يمكن تحويل نتائج الحسابات السابقة لنسب مئوية لأجل اسقاطها بشكل مباشر على مثلث نسيج التربة.

% لمكونة السلت = ناتج حساب الفقرة ت × 100/ وزن التربة الجافة تماماً.

% لمكونة الطين = ناتج حساب الفقرة ب × 100/ وزن التربة الجافة تماماً.

% لمكونة الرمل = (100- (ناتج الفقرتين ت + ب × 100/ وزن التربة الجافة تماماً)).

يجب أن يكون مجموع المكونات الحبية الثلاثة السابقة مساوية للمائة، وأي انحراف عن ذلك مؤشراً على عدم الدقة ويشير إلى مقدار خطأ التحليل.

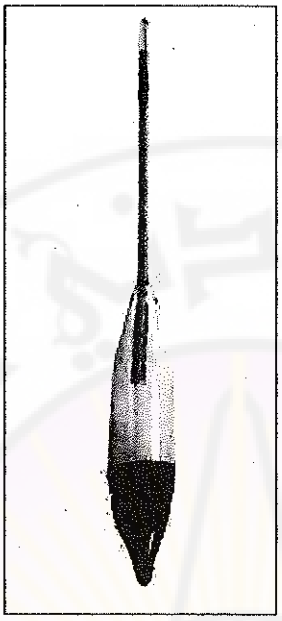
طريقة الهيدرومتر Hydrometer method:

عرض(G.J.Bouycoucos,1926) لأول مرة طريقة الهيدرومتر، وقام بتطويرها وتعديلها عدة مرات لأجل استعمالها في التحليل الميكانيكي للتربة وتحديد مكوناتها الرئيسة. يعتمد المبدأ النظري لهذه الطريقة على تحديد كثافة معلق التربة "تركيز معلق التربة" في أزمان محددة، فكثافة معلق التربة تتناقص باستمرار بمرور الزمن نتيجة ازدياد ترسب مكوناتها الأكبر فالأصغر وفق قانون ستوكس.

تم تصميم الهيدرومتر بشكل مغزلي متطاول لتقليل الاحتكاك مع معلق التربة للحد الأدنى، مزود بأعلاه بذراع مدرجة من 0-60، ليقرأ مقدار عدد الغرامات الموجودة في واحد لتر من معلق التربة بفرض أن الكثافة الحقيقية لمكونات التربة تساوي 2.65غ/سم^3، ووسط الانتشار هو الماء المقطر (شكل-8). يعمل الهيدرومتر بدرجة حرارة مثلى67 فرنهايت=20م°، لذلك فإن أي تغير للحرارة في أثناء التجربة ستؤثر مباشرةً في لزوجة معلق التربة وبالتالي في سرعة سقوط المكونات الحبيبية للتربة وفي زمن سقوط الحبيبات، ما يوجب التصحيح بحيث يتم إضافة 0.4 لقراءة الهيدرومتر لكل درجة مئوية واحدة تزيد على 20م°، أو يتم طرح 0.4 من قراءة الهيدرومتر لكل درجة مئوية واحدة تقل عن 20م°.

أيضاً تحضر تجربة غفل "شاهد" لتصحيح نتائج التحليل الناتجة عن إضافة المواد المبعثرة (الكالغون)، ضع 50مل من الكالغون في مخبار ترسيب سعة 1لتر أكمل بالماء المقطر، تؤخذ قراءة الهيدرومتر وتطرح من جميع قراءات الهيدرومتر التابعة للتجربة والمصححة بالنسبة لدرجة الحرارة (شكل-9).

تطرح قراءة الشاهد من القراءات قبل التصحيح وليس بعده، وإلا يجب تصحيح قراءة الشاهد تبعاً لدرجة الحرارة ثم تطرح من القراءات المصححة.



شكل- 8: الهيدروميتر.

جدول-6: تغير زمن أخذ قراءة الهيدرومتر لحبيبات الطين مع تغير درجة الحرارة.

درجة حرارة المعلق بـ م°	الزمن
18	8 ساعات و 9 دقائق
19	7 ساعات و 57 دقائق
20	7 ساعات و 45 دقائق
21	7 ساعات و 35 دقائق
22	7 ساعات و 24 دقائق
23	7 ساعات و 13 دقائق
24	7 ساعات و 3 دقائق
25	6 ساعات و 53 دقائق
26	6 ساعات و 44 دقائق
27	6 ساعات و 35 دقائق
28	6 ساعات و 27 دقائق

خطوات العمل بالهيدرومتر:

- ضع 50غ من تربة ناعمة جافة هوائياً في كأس زجاجية سعة 600 مل.
- حدد الاسترطابية لعينة التربة.
- قم بازالة المادة العضوية والأملاح المعدنية والأملاح الذائبة من عينة التربة كما ورد في فقرة تحضير عينة التربة سابقة الذكر.
- أضف 100مل من الكالغون تركيز 5%.
- مدد بإضافة نحو 200مل ماء مقطراً، امزج الخليط بقضيب زجاجي أو بملعقة بلاستيكية مدة 5 دقائق.
- انقل محتويات الكأس الزجاجية "عينة التربة الخالية تماماً من المواد والمركبات العضوية وجميع المواد الملاطية كذلك من جميع الأملاح الذائبة" إلى وعاء المزج الكهربائي "الخلاط" Mixer.
- ثبت وعاء المزج في موضعه في الخلاط الكهربائي، ثم شغل الخلاط الكهربائي مدة خمس دقائق للترب الرملية الخفيفة أو مدة عشرة دقائق للترب الطينية الثقيلة.
- في حال عدم توفر خلاط كهربائي، ثبت الكأس الزجاجي على جهاز هزاز كهربائي مدة 16 ساعة وبمعدل 15هزة/دقيقة.
- أكمل حجم معلق التربة في مخبار الترسيب بالماء المقطر إلى علامة اللتر.
- خذ بواسطة مقياس الحرارة درجة حرارة معلق التربة ضمن المخبار.
- قلب المعلق إما يدوياً بقلب مخبار الترسيب رأساً على عقب 10-12مرة بحيث تنتقل حبيبات الراسب في كل مرة من جانب لآخر، أو بواسطة محرك يدوي (دفاش) من أعلى إلى أسفل داخل المعلق ولمدة 30-45 ثانية.
- ضع مخبار الترسيب على سطح طاولة في مكان مستقر ثابت الحرارة، ثم اسجل زمن بدء الترسيب.

- خذ قراءة الهيدرومتر في الأوقات التالية: 48 ثانية، 4 دقائق، ساعة وساعتين، بما يناسب المجموعات الحبية التالية:

لمجموعة المكونات الحبية ذات الأقطار □50 ميكرون بعد 48 ثانية (التقسيم الأمريكي).

لمجموعة المكونات الحبية ذات الأقطار □20 ميكرون بعد 4 دقائق (التقسيم الدولي).

لمجموعة المكونات الحبية ذات الأقطار □5 ميكرون بعد ساعة واحدة.

لمجموعة المكونات الحبية ذات الأقطار □2 ميكرون بعد ساعتين.

- اغسل الهيدرومتر غسلاً جيداً بالماء المقطر بعد كل قراءة من القراءات السابقة ثم قم بتجفيفه بمناديل ورقية.

طريقة الحساب:

%لمكونة الرمال=100− (قراءة الهيدرومتر المصححة بعد48 ثانية*) × 100
وزن التربة الجافة تماماً

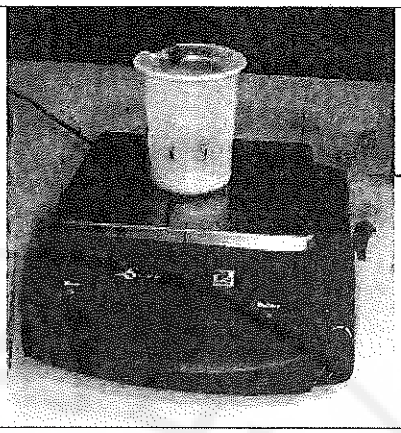
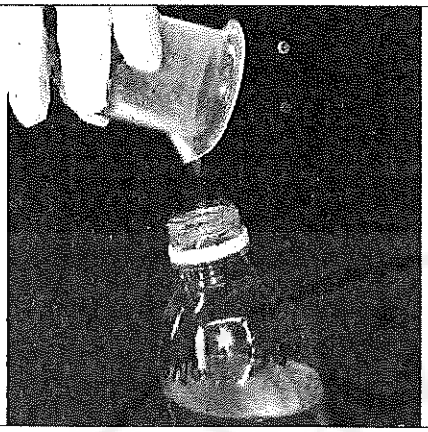
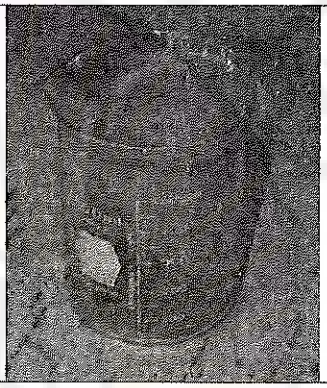
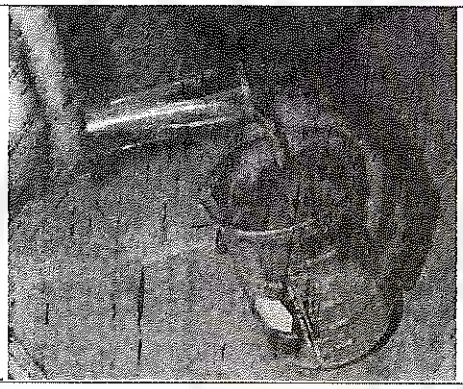
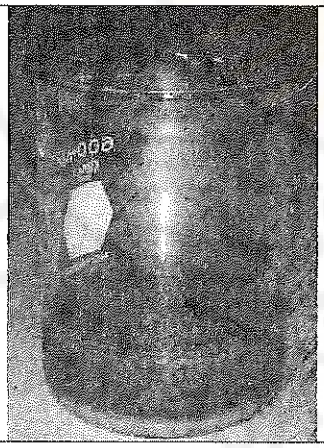
*) حسب التصنيف الأمريكي أي الرمل يصل إلى 0.05مم.

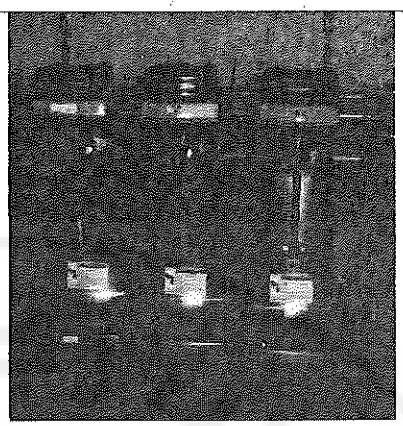
% لمكونة الرمال= 100− (قراءة الهيدرومتر المصححة بعد4 دقائق**) × 100
وزن التربة الجافة تماماً

**) حسب التصنيف الدولي أي الرمل يصل إلى 0.02مم.

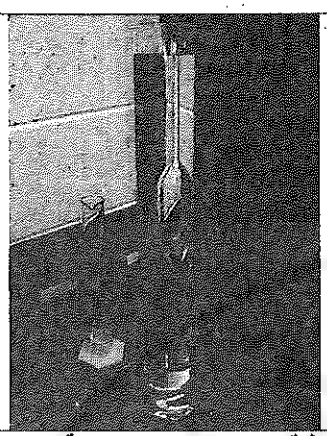
% لمكونة الطين= (قراءة الهيدرومتر المصححة بعد ساعتين) × 100
وزن التربة الجافة تماماً

% لمكونة السلت= 100− (% لمكونة الرمال + % لمكونة الطين)

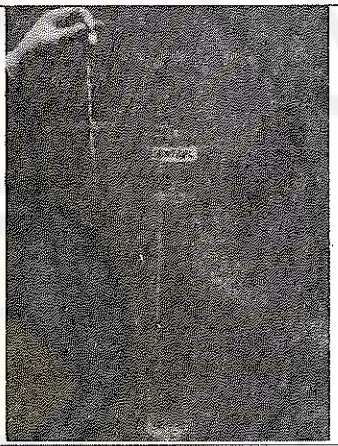
	
وزن عينة التربة	تحضير المادة المبعثرة أو المفرقة (الكالغون)
	
نقل عينة التربة لكأس زجاجية سعة 600مل	إضافة المادة المفرقة (الكالغون) لعينة التربة
	
اضافة الماء المقطر وتحريك المزيج	ترك العينة في مكان مستقر عدة ساعات



نقل العينة لكؤوس الخلاط الكهربائي لمزجها



أخذ قراءة الهيدرومتر لعينة الشاهد



تحديد درجة حرارة عينتي الشاهد والتربة



أخذ قراءة الهيدرومتر لعينة التربة

شكل-9: يوضح المراحل الرئيسة لتحضير عينة التربة لأجل تحديد مكوناتها الحبيبية الرئيسة.

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- ميزان تحليل حساس بدقة 0.005غ، فرن كهربائي، مجفف، حمام مائي، هزاز كهربائي Shaker أو خلاط كهربائي Mixer، مخبار ترسيب مدرج ارتفاع 340 ± 20مم سعة1لتر، دفاش (مكباس مثقب)، مقياس حرارة، ماصات سعة 25مل، هيدرومتر(مكثاف)، ساعة توقيت، أقماع زجاجية، أغطية ساعة زجاجية، كؤوس زجاجية سعة 600مل، أوراق ترشيح.

المحاليل والكواشف:

- مادة مفرقة من سداسي ميتا فسفات الصوديوم [$(NaPO_3)_{13}$] تركيز5%. أذب 50غ منها في 900مل ماء مقطر دافىء، أضف كمية كافية من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 لرفع الرقم الهيدروجيني إلى pH=8.2، ثم أكمل الحجم بالماء المقطر إلى1لتر. (ملاحظة: لا تستعمل المادة المفرقة المحضرة بعد مضي مدة تزيد على الأسبوعين من تاريخ اعدادها بسبب فسادها).
- حمض كلور الماء HCl (N 0.2).
- ماء أكسجيني H_2O_2 6%.
- نترات الفضة $Ag\ NO_3$ (N 0.05).
- ماء مقطر.

نسيج (قوام) التربة Soil texture:

بعد تحديد النسب المئوية للمجموعات الميكانيكية الرئيسة الثلاث المكونة للترب (رمل، سلت وطين) بطرائق النخل، الماصة أو الهيدرومتر، يتم توصيف تركيبها الميكانيكي من خلال تصنيفها حسب نسيجها ويتم ذلك بإعطاء التربة تسمية مختصرة تعبر عن التوزيع الحبيبي فيها، يعكس محتواها من العناصر الميكانيكية الرئيسة الثلاثة، ونسبة كل منها إلى الآخر.

يستعمل من أجل تحديد نسيج التربة عدد كبير من مثلثات التصنيف الدولية " الأمريكي، البريطاني، الفرنسي، الألماني، السويسري، الياباني، الاسترالي.... إلا أن أكثرها استعمالاً هو:

- مثلث نسيج (قوام) التربة (Soil texture triangle) المقترح من وزارة الزراعة الأمريكية (USDA)، يتم اسقاط النسب المئوية للمجموعات الميكانيكية الرئيسة الثلاث (رمل، سلت وطين) عليه، وهو مثلث متساوي

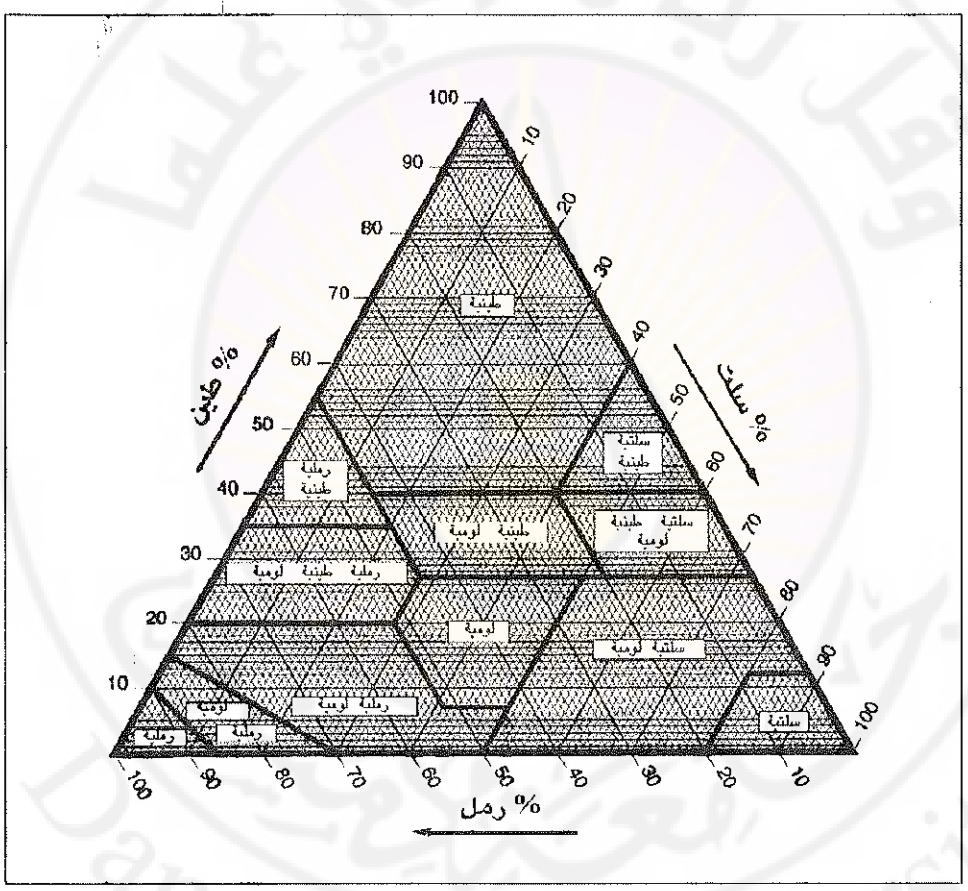
الأضلاع، يمثل كل ضلع منه نسبة إحدى المجموعة الميكانيكية الرئيسة كنسب مئوية تتدرج من 0% حتى 100% (شكل-10).

تقسم الترب في هذ المثلث حسب نسيجها إلى اثنتي عشرة مجموعة تحمل كل منها تسمية محددة وذلك تبعاً لنسبة المجموعات الميكانيكية، لذلك فإن نتائج التحليل الميكانيكي لأية تربة تمثل بنقطة تقع ضمن إحدى هذه المجموعات، كما أن هذه النقطة تمثل ملتقى ثلاثة خطوط متوازية لأضلاع مثلث النسيج تؤخذ بداية كل منها في نقطة على أحد أضلاعه الثلاثة لتعبر بالتالي عن نسبة كل من الطين والسلت والرمل، كما أن كل نقطة تمثل ما مجموعه 100% من مجموع المجموعات الميكانيكية الثلاث.

يمكن من مجموعات التربة الاثنتي عشرة هذه، تحديد ثلاثة أنواع رئيسة من الترب هي:

- الترب الطينية "الغضارية": وهي الترب التي لا تقل فيها النسب المئوية الوزنية للطين عن 40%، وتتميز تلك الترب نتيجة ارتفاع مكونة الطين على مقدرتها العالية على الاحتفاظ بالماء وقدرتها العالية أيضاً على الاحتفاظ بالعناصر المغذية للنبات وحركة ماء بطيئة خلالها ونفاذية قليلة وقدرتها العالية على التمدد والانكماش. تكون الترب الطينية صعبة الخدمة لذلك تدعى بالترب الثقيلة.
- الترب الرملية: هي الترب التي تزيد فيها النسب المئوية الوزنية للرمل على 70%، حبيباتها فردية سائبة مفككة، تتكون بصورة رئيسة من الكوارتز وبصورة ثانوية من الكالسيت. تتميز الترب الرملية بفقرها بالعناصر المغذية للنبات وقدرتها المنخفضة للاحتفاظ بالماء مع نفاذية عالية وحركية رشح عالية للمياه، إلا أنها سهلة الخدمة لذلك تسمى تربا خفيفة.

- الترب اللومية "الطميية": هي الترب التي تحتوي على نسب مئوية وزنية متساوية أو متقاربة من المجموعات الميكانيكية الرئيسة الثلاث (رمل، سلت وطين) لذلك تعد خصائص هذه الترب حالة متوسطة بين الأنواع المختلفة للتربة، إذ تجمع هذه الترب الصفات الجيدة للتربتين السابقتين، وتعدُ أكثر الترب ملاءمة لأغلب المحاصيل الزراعية لا سيما كل من الخضار والفاكهة، تتميز الترب اللومية بتهوية وحركة ماء جيدتين.



شكل-10: مثلث نسيج (قوام) التربة المقترح من وزارة الزراعة الأمريكية(USDA).

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

كثافة التربة

Soil density

مقدمة:

تعدُ التربة نظاماً خاصاً متعدد الأطوار غير متجانس، مسامي مبعثر، فهي تتكون من أربعة أطوار هي: طور صلب Solid phase يتألف من مواد معدنية وأخرى عضوية، وطور سائل Liquid phase يتألف من ماء التربة أو محلولها، وطور غازي Gaseous phase يشكل هواء التربة، وطور حي Live phase يضم أحياء التربة بمختلف أنواعها. لذلك تعد التربة من أعقد الأنظمة الطبيعية، فبالإضافة إلى تعدد أطوارها هناك تبايناً كبيراً في مكونات الطور الواحد، فعلى سبيل المثال لا تختلف مكونات الطور الصلب في تركيبها الكيميائي والفلزي فحسب بل تتباين أيضاً في أبعادها (حجومها) وأشكالها، ما ينعكس مباشرة على نسيج التربة وشكل تجمعاتها الحبية وعلى مجمل الصفات الفيزيائية من كثافة ومسامية ونفاذية، إضافة إلى أن تركيب هواء التربة ومائها يتباين مع تباين الزمان والمكان ومستوى العمق.

وعلى الرغم من أنه ليس من السهل الفصل بين أطوار التربة الأربعة بسبب الترابط والتداخل فيما بينها، إلا أنه ولتبسيط بعض الاختبارات يتم فصل الطور الصلب عن الأطوار الأخرى، وعليه يمكن التميز بين نوعين من أنواع حجم التربة هما:

- الحجم الحقيقي الذي يعبر عن حجم المكونات الحبيبية الصلبة فقط، وهو ثابت لكل نوع محدد من أنواع الترب.
- الحجم الظاهري الذي يعبر عن مجموع حجم المكونات الحبية الصلبة مضافاً لها حجم الفراغ "حجم المسام" الذي قد يكون مشغولاً بمكونات الأطوار

الأخرى. وهو متغير يتأثر بعمليات الخدمة المختلفة للتربة كالري والاستزراع والحراثة وكافة العمليات التي تؤثر بتراص أو تفكك بنية التربة. وبما أن كثافة التربة تتوقف على عاملي الكتلة والحجم، وبما أن لأي تربة نوعان من الحجم هما الحجم الحقيقي والحجم الظاهري، عليه هناك نوعان من الكثافة هما الكثافة الحقيقية Real density والكثافة الظاهرية Apparent density. وبما أن الحجم الحقيقي للتربة أصغر من حجمها الظاهري بالتالي فإن الكثافة الحقيقية تكون دائماً أكبر من الكثافة الظاهرية، ولا يمكن لقيم هاتين الكثافتين أن تكون متساوية لأن ذلك يعني انعدام المسامية.

- **الكثافة الحقيقية Real density (الوزن النوعي للتربة Specific gravity):**

الوزن النوعي للتربة هو نسبة وزن مكوناتها الحبيبية "طورها الصلب" الجافة تماماً على وزن حجم مساوٍ لها من الماء في الدرجة+4م°. أما الكثافة الحقيقية للتربة فهي عدد الغرامات التي يزنها سم^3 واحد من حبيبات التربة الجافة تماماً. لا تتأثر قيمة الكثافة الحقيقية ببنية التربة أو نظام ترتيب أو تنسيق مكوناتها الحبيبية، إنما تتأثر بتركيب التربة الفلزي من جهة وبمحتواها من المادة العضوية من جهة أخرى. فأغلب الفلزات المنتشرة في التربة تتغير كثافتها الحقيقية بين 2.35-2.85 غ/سم^3 بينما تبلغ قيم الكثافة الحقيقية للمواد العضوية1.2-1.4 غ/سم^3.

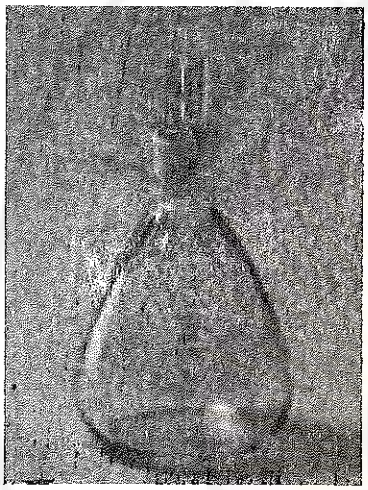
وتراوح قيم الكثافة الحقيقة للترب بين 2.4-2.8غ/سم^3 وتبلغ وسطياً 2.65غ/سم^3. وترتفع قيم الكثافة الحقيقة للتربة عندما تحتوي على فلزات ذات وزن نوعي عالٍ كالمغنيتيت والهيماتيت والإيلمينيت والكروميت والبيروكسين والهورنبلند، بينما تنخفض قيم الكثافة الحقيقة للتربة عندما تحتوي على نسب عالية من المادة العضوية.

تقدم قيم الكثافة الحقيقية للتربة فكرة واضحة عن محتواها من الفلزات المعدنية الثقيلة أو محتواها من المادة العضوية وتستعمل عادة لتقدير كل من:

- المسامية الكلية وذلك بعد تقدير الكثافة الظاهرية.
- سرعة سقوط المكونات الحبيبية في المعلق في عملية التحليل الميكانيكي.

تحدد الكثافة الحقيقة بواسطة دورق "قنينة" الكثافة (البكنـــومتر Pycnometer) الذي يمكّن من حساب وزن الماء المزاح، وبالتالي تقدير حجمه نتيجة لإضـــافة وزن معين من التربة. فحجم الماء المزاح يساوي حجم التربة المضافة للدورق.

الأجهزة والأدوات اللازمة:



- دورق الكثافة (البكنومتر).
- ميزان حساس، تبلغ دقته 0.001غ.
- جفنات خزفية.
- فرن كهربائي.
- مجفف.
- حمام مائي.
- مقياس حرارة.
- قمع زجاجي.

خطوات العمل:

- زن دورق الكثافة النظيف الجاف، وسّجل الوزن وليكن (W_a).
- ضع نحو10غ من التربة الجافة هوائياً في دورق الكثافة، نظف السطح الخارجي للدورق من حبيبا ت التربة التي تكون قد التصقت به، ثم زن الدورق مرة أخرى مع محتوياته وليكن (W_s).
- حدد نسبة الماء الهيغروسكوبي في عينة التربة، ثم صحح الوزن السابق إلى وزن دورق الكثافة مع محتوياته من التربة الجافة تماماً (W_s).

- املأ الدورق إلى منتصفه بالماء المقطر مع مراعاة غسل جداره الداخلي بما علق به من حبيبات التربة.
- ضع دورق الكثافة في حمام مائي مدة نصف ساعة على درجة 100م°، حتى للغليان بهدف التخلص من أي فقاعات غازية موزعة بين المكونات الحبية. (يمكن تحقيق ذلك أيضاً بخض دورق الكثافة مدة ربع ساعة).
- برّد دورق الكثافة ومحتوياتها إلى درجة حرارة الغرفة، ثم أضف كمية كافية للدورق من الماء المقطر المغلى المبرد (لا يحتوي على هواء ذائب) حتى يمتلئ. ضع غطاء الدورق بحرص ثم جفف سطحه الخارجي جيداً، زن دورق الكثافة مع محتوياته من التربة والماء وليكن (W_{sw}).
- اغسل دورق الكثافة جيداً بالماء واملأه بالماء المقطر، ضع غطاء الدورق بحرص ثم جفف سطحه الخارجي جيداً، زن دورق الكثافة مع محتواه من الماء وليكن (W_w).
- استخرج كثافة الماء المضاف dw من الجداول المعدة لذلك، في درجة حرارة المختبر.
- احسب الكثافة الحقيقية لحبيبات التربة Dp كالتالي:

01 وزن الدورق فارغاً W_a

02 وزن الدورق مع التربة الجافة تماماً W_s

03 وزن الدورق ممتلئاً بالماء W_w

04 وزن الدورق مع التربة والماء W_{sw}

05 وزن عينة التربة جافة تماماً (W_s-W_a)

06 وزن الماء الكامل في الدورق (W_w-W_a)

07 وزن الماء في الدورق بوجود عينة التربة $(W_{sw}-W_s)$

08 **وزن الماء المزاح = وزن الماء الكامل-وزن الماء في الدورق بوجود التربة**

09 وزن الماء المزاح = $(W_w - W_a) - (W_{sw} - W_s)$

10 حجم الماء المزاح = $(W_w - W_a) - (W_{sw} - W_s) / dw$

حيث dw كثافة الماء، التي تتغير قيمتها مع تغير درجة الحرارة (جدول-7)، وتجاوزاً تعدُ كثافة الماء في الكثير من الأحوال مساوية للواحد.

11 الكثافة الحقيقية = (وزن عينة التربة الجافة تماما) / (الحجم الحقيقي للتربة = حجم الماء المزاح)

12 $Dp = dw. (W_s - W_a) / ((W_w - W_a) - (W_{sw} - W_s))$

جدول- 7: انخفاض كثافة الماء بارتفاع درجة الحرارة.

الحرارة م°	كثافة الماء dw
11	0.9985
12	0.9984
13	0.9983
14	0.9982
15	0.9981
16	0.9979
17	0.9977
18	0.9976
19	0.9974
20	0.9972

مثال-1:

حدد الكثافة الحقيقية لعينة تربة وزنها الجاف هوائياً 12.42غ ونسبة الماء الهيغروسكوبي 8%، إذا علمت أن وزن الدورق فارغاً كان 56.82غ، ووزنه مع الماء 94.72غ ومع عينة التربة والماء 97.55غ.

الحل:

$$\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ)} = \frac{\text{وزن عينة التربة الجافة هوائياً} \times 100}{100 + \%\ \text{للرطوبة}}$$

وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ) = ((12.42×100) / (8+100))

وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ) = (1242/108) = 11.5غ

باتباع الخطوات السابقة لتحديد قيمة الكثافة الحقيقية نجد:

W_a	56.82غ
W_s	68.32غ
W_w	90.48غ
W_{sw}	97.55غ
$(W_s - W_a)$	11.50غ
$(W_w - W_a)$	33.66غ
$(W_{sw} - W_s)$	29.23غ
$(W_w - W_a) - (W_{sw} - W_s)$	4.43 غ
$(W_w - W_a) - (W_{sw} - W_s)$ /dw	4.43 سم^3
$dw.(W_s - W_a) / ((W_w - W_a) - (W_{sw} - W_s))$	2.60 غ/سم^3

مثال-2:

حدد الكثافة الحقيقية لعينة تربة وزنها الجاف هوائياً 10غ ونسبة الماء الهيغروسكوبي 5.2%، إذا علمت أن وزن الدورق فارغاً كان 52.5غ، ووزنه مع الماء 102.4غ و مع عينة التربة و الماء 108غ.

الحل:

$$\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ)} = \frac{\text{وزن عينة التربة الجافة هوائياً} \times 100}{100 + \text{\% للرطوبة}}$$

$$\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ)} = ((5.2+100) / (100\times10))$$

$$\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ)} = (105.2/1000) = 9.5\text{غ}$$

باتباع الخطوات السابقة لتحديد قيمة الكثافة الحقيقية نجد:

W_a	52.50غ
W_s	62.00غ
W_w	102.4غ
W_{sw}	108غ
(W_s-W_a)	9.5غ
(W_w-W_a)	49.9غ
$(W_{sw}-W_s)$	46غ
$(W_w-W_a)-(W_{sw}-W_s)$	3.9غ
$(W_w-W_a)-(W_{sw}-W_s)/dw$	3.9 سم^3
$dw.(W_s-W_a)/((W_w-W_a)-(W_{sw}-W_s))$	2.44 غ/سم^3

- **الكثافة الظاهرية للتربة (الوزن الحجمي) Bulk density:**

تعبر الكثافة الظاهرية عن النسبة بين كتلة التربة الجافة تماماً وحجمها الظاهري، أي الحجم الكلي للتربة (حجم المكونات الحبية الصلبة مضافاً لها حجم الفراغات البينية). وتتأثر قيم الكثافة الظاهرية للتربة بطبيعة تركيبها الحبيبي ودرجة تراصها واندماجها أو تفككها ونسبة المواد الدبالية بها وبالنسبة المئوية لمساميتها، وتقع بين 0.9–1.8غ/سم^3. لذلك فالكثافة الظاهرية تقدم فكرة واضحة عن مسامية التربة ودرجة تفككها أو تراصها وهو ما يؤثر مباشرةً في عملية التوصيل الهيدروليكي (درجة النفاذية) والانتشار الغازي والتوصيل الحراري للتربة ما ينعكس على عمليات النمو والإنتاج النباتي من خلال تأثيرها المباشر في الأنظمة المائية والهوائية والحرارية للتربة.

ولتحديد الكثافة الظاهرية هناك مجموعة من الطرائق الحقلية والمخبرية أهمها:

- **الطرائق الحقلية:**
  - طريقة أسطوانة التربة Core method: تعدُ أكثر الطرائق دقةً وصحةً وشيوعاً وسهولةً، حيث تؤخذ عينة التربة إما بتوضعها الطبيعي في الحقلUndisturbed، أو على هيئة فتات التربة.

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- أسطوانة تربة معدنية ذات غطائين، مطرقة خشبية، ميزان، تبلغ دقته 0.1غ، جفنات خزفية أو كؤوس زجاجية، فرن كهربائي، مجفف، مسطرة خشبية.

خطوات العمل:

الكثافة الظاهرية لعينات التربة غير المثارة:

- زن اسطوانة معدنية فارغة جافة نظيفة، حجمها بين 200–500سم^3.
- حدد الأفق أو العمق الذي ستحدد فيه الكثافة.

- ارفع أغطية الأسطوانة ثم ادفعها رأسياً داخل التربة، يمكن طرق الاسطوانة طرقاً خفيفاً بالمطرقة الخشبية حتى تمتلئ تماماً بالتربة بحيث لا يحـدث أي تشويه أو خلخلة أو تضاغط لبنية التربة الطبيعية.
- أزل التربة المحيطة بالأسطوانة.
- أخرج الآسطوانة برفق مع محتواها من التربة، ثم يتم تسوية سطحي التربة عند طرفي الأسطوانة وذلك بعد التأكد من امتلائها تماماً بالتربة.
- افرغ التربة من الأسطوانة إلى كأس زجاجية وجففها في فرن على درجـة حرارة 105م° مدة 24 ساعة إلى أن يتم التخلص من الرطوبة.
- حدد رياضياً حجم اسطوانة التربة الظاهري "يؤخذ مقاس القطر الداخلي".
- احسب قيمة الكثافة الظاهرية للتربة وفق التالي:

$$\text{الكثافة الظاهرية غ/سم}^3 = \frac{\text{وزن التربة الجافة تماماً (غ)}}{\text{حجم التربة (حجم الاسطوانة الداخلي) (سم}^3\text{)}}$$

الكثافة الظاهرية للعينات المطحونة:

- زن اسطوانة معدنية جافة نظيفة، حجمها بين 100-200سم^3.
- املأها كاملاً بالتربة الناعمة مع طرقها عدة مرات براحة الكف.
- زن الأسطوانة وهي ممتلئة بالتربة.
- ضع عينة التربة في فرن على درجة حرارة 105م° إلى أن يثبت الوزن، ثم زنها وسجل الوزن.
- حدد رياضياً حجم أسطوانة التربة "يؤخذ مقاس القطر الداخلي".
- احسب قيمة الكثافة الظاهرية للتربة وفق التالي:

$$\text{الكثافة الظاهرية غ/سم}^3 = \frac{\text{وزن التربة الجافة تماماً (غ)}}{\text{حجم التربة (حجم الاسطوانة) (سم}^3\text{)}}$$

مثال-1:

إذا كانت قيم الكثافة الظاهرية للتربة 1.32غ/سم^3، أحسب كتلة ثلاثة هكتارات منها لعمق 20 سم.

الحل:

كتلة الأرض= (الحجم × الكثافة الظاهرية)

كتلة الأرض= (المساحة × العمق× كثافتها الظاهرية)

كتلة الأرض= (10000× 3× 0.2 × 1.32) = 7920طن

مثال-2:

حدد الكثافة الظاهرية لعينة تربة وزنها الجاف هوائياً 400غ ونسبة الماء الهيغروسكوبي10%، إذا علمت أن ارتفاع الأسطوانة 6 سم ونصف قطرها الداخلي 4 سم.

الحل:

$$\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ)} = \frac{\text{وزن عينة التربة الجافة هوائياً} \times 100}{100 + \% \text{ للماء الهيغروسكوبي}}$$

وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ) = ((400×100) / (10+100))

وزن عينة التربة الجافة تماماً (غ) = (40000/110) = 363.6غ

$$\text{الكثافة الظاهرية غ/سم}^3 = \frac{\text{وزن التربة الجافة تماماً (غ)}}{\text{حجم الاسطوانة (سم}^3\text{)}}$$

$$\text{الكثافة الظاهرية غ/سم}^3 = \frac{363.6\text{غ}}{(16 \times 3.14 \times 6)} =$$

$$\text{الكثافة الظاهرية غ/سم}^3 = \frac{363.6\text{غ}}{301.4\ \text{سم}^3} = 1.21\ \text{غ/سم}^3$$

Damascus University


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مسامية التربة الكلية

Total soil porosity

تعبر المسامية الكلية عن مجموع المسام والفراغات بمختلف أشكالها وحجومها في وحدة الحجم الظاهري من التربة أو حجم الفراغ النسبي الممتلىء إما بالهواء أو الماء أو البخار ويعبر عنها كنسبة مئوية من حجم التربة. وهي تتأثر بعدة عوامل منها: التركيب الميكانيكي للتربة وبنيتها واندماجها وتراصها ومحتواها من المادة العضوية وعمليات خدمتها المختلفة من القلب والحراثة وغيرها. وتراوح النسبة المئوية للمسامية الكلية للترب عموماً بين 30% للترب الرملية الخفيفة ولنحو 60% للترب الطينية الثقيلة.

ولتحديد المسامية الكلية للتربة أهمية زراعية كبيرة فهي تعكس بشكل جلي وواضح الكثير من الخصائص الهامة للتربة كالسعة المائية والنفاذية ودرجة التهوية وغيرها. وقد صنف كاتشينسكي نوعية مسامية التربة الكلية تبعاً لجودتها، كما في الجدول-8.

جدول-8: تصنيف نوعية مسامية التربة الكلية تبعاً لجودتها.

	نوعية مسامية التربة	النسبة المئوية الحجمية للمسام
1	ممتازة	> 50%
2	جيدة	45- 50%
3	مقبولة	40- 45%
4	غير مقبولة	30- 40%
5	سيئة جداً	< 30%

وتقدر مسامية التربة الكلية بطريقتين رئيستين هما:

إما بالطريقة الحسابية (غير المباشرة) حيث يمكن حساب المسامية من الكثافة الظاهرية والحقيقية للتربة نفسها حسب المعادلة الآتية:

$$\text{\% للمسامية} = \frac{\text{(الكثافة الحقيقة – الكثافة الظاهرية)}}{\text{الكثافة الحقيقة}} \times 100$$

$$\text{\% للمسامية} = \left(1 - \frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقة}}\right) \times 100$$

مثال-1:

حدد النسبة المئوية للمسامية الكلية لعينة تربة كثافتها الحقيقية تساوي 2.60 غ/سم^3، وكثافتها الظاهرية تساوي 1.15غ/سم^3.

الحل:

$$\text{\% للمسامية} = \frac{\text{(الكثافة الحقيقة – الكثافة الظاهرية)}}{\text{الكثافة الحقيقة}} \times 100$$

$$\text{\% للمسامية} = \frac{(1.15 - 2.60)}{2.60} \times 100$$

$$\text{\% للمسامية} = \left(1 - \frac{1.15}{2.60}\right) \times 100$$

$$\%55.77=(44.23-100)=\left(\frac{}{2.60}-100\right)=\%\text{ للمسامية}$$

مثال-2:

في عينة تربة بلغت النسبة المئوية لمساميتها الكلية تساوي 45%، حدد الكثافة الظاهرية لهذه العينة.

الحل:

نفترض في هذه الحالة أن الكثافتها الحقيقية لهذه العينة تساوي 2.65غ/سم^3.

$$\%\text{ للمسامية} = \frac{(\text{الكثافة الحقيقة} - \text{الكثافة الظاهرية})}{\text{الكثافة الحقيقة}} \times 100$$

$$\%\text{ للمسامية} = \left(1-\frac{\text{الكثافة الظاهرية} \times 100}{2.60}\right) \times 100$$

$$45 = \left(100-\frac{\text{الكثافة الظاهرية} \times 100}{2.65}\right)$$

$$(\text{الكثافة الظاهرية} \times 100-) = (2.65 \times (100-45))$$

$$\text{الكثافة الظاهرية} = (100 : (2.65 \times 55)) = 1.46\text{غ/سم}^3$$

من المعادلة السابقة يمكن حساب أي مجهول إذا توافر المعلومان الآخران.

- أو حقلياً بطريقة المعلق: تستعمل هذه الطريقة لتقدير المسامية الكلية بشكل تقريبي.

خطوات العمل :

- أضف 60 سم^3 من الماء في مخبار زجاجي مدرج سعة 100سم^3.
- حدد كمية 40 سم^3 من عينة تربة ناعمة جافة بواسطة مخبار زجاجي مدرج سعة 100سم^3.
- انقل عينة التربة إلى جفنة خزفية.
- أضف عينة التربة تدريجياً إلى المخبار الزجاجي المدرج مع ضرورة التحريك بواسطة قضيب زجاجي، خض معلق التربة مدة 10 دقائق.
- سجل حجم المعلق في المخبار الزجاجي المدرج.

احسب نسبة المسامية الكلية من المعادلة الآتية:

$$\% \text{ للمسامية} = \frac{((\text{حجم التربة} + \text{حجم الماء}) - \text{حجم المعلق})}{\text{حجم التربة}} \times 100$$

مثال:

إذا كان حجم عينة التربة 40سم^3 ووزنها الجاف 52غ وحجم الماء 62سم^3، وبلغ حجم معلق التربة بعد التحريك 84 سم^3.

- احسب نسبة المسامية الكلية، الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية.

$$\% \text{ للمسامية الكلية} = \frac{(84 - (62 + 40))}{40} \times 100$$

$$\% \text{ للمسامية الكلية} = \frac{18}{40} \times 100 = \% 45$$

$$\text{الكثافة الظاهرية} = \frac{52}{40} = 1.3 \text{ غ/سم}^3$$

$$\text{الكثافة الحقيقية} = \frac{52}{40 - 18} = 2.36 \text{ غ/سم}^3$$

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الثالث

التحاليل الكيميائية لعينات التربة

Chemical analyses of soil samples

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

تقدير الكربونات الكلية في التربة

Determination of total Carbonate in soil

توجد كربونات الكالسيوم غير العضوية بصورة رئيسة إما على حالة كربونات الكالسيوم (الكالسيت أو الأراغونيت) أو كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم المختلطة (الدولوميت) وبدرجة نادرة كربونات المغنيزيوم (المغنيزيت) أو كربونات الحديد (السيدريت) أو كربونات المنغنيز (الرودوكروزيت).

ويتباين محتوى التربة من الكربونات الكلية بدرجة كبيرة جداً، ويعود ذلك لطبيعة الصخور الأم وللمناخ السائد، فقد ينعدم وجودها كما في الترب المغسولة المنتشرة في المناطق ذات الهطولات المائية المرتفعة أو قد تتجاوز نسبها70% كما هي الحال في ترب المناطق الجافة ذات الهطولات المائية المنخفضة. وتؤدي الكربونات الكلية دوراً مهماً في التربة، حيث تؤثر مباشرةً في الأس الهيدروجيني وبالتالي نوعية وكمية العناصر المغذية للنبات، وتسهم بجمع مكونات التربة الحبيبية وبالتالي تسهم في تحسين بنية التربة.

الكشف عن الكربونات الكلية في التربة وطرائق تقديرها:

يتم الكشف عن وجود الكربونات في التربة وتحديد كميتها التقريبية بتحدد درجة الفوران الناجمة عن إضافة بضع قطرات من حمض كلور الماء تركيز10% عليها، وكما هو موضح في الجدول-9 التالي:

كمية الكربونات التقريبية	% للكربونات	درجة الفوران
معدومة أو آثار	0.3 >	لا يلاحظ فوران
قليلة جداً	1 – 0.3	فوران ضعيف جداً ومتقطع
قليلة	2 – 1	فوران ضعيف بدون تقطع مع فقاعات صغيرة
معتدلة	5 – 2	فوران متوسط لشديد مع فقاعات متوسطة لكبيرة
عالية	15 – 5	فوران شديد مع فقاعات كبيرة
عالية جداً	15 <	فوران شديد جداً

ويعتمد المبدأ العام لطرائق تقدير الكربونات الكلية في التربة على تفاعل هذه الكربونات مع كمية كافية من الحمض، ومن ثم تحديد إما وزن غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق (الطريقة الوزنية)، أو تحديد حجمه (الطريقة الحجمية).

- **الطريقة الوزنية:**

هي طريقة عالية الدقة وتصلح في تقدير نسبة الكربونات في التربة إذا كانت هذه النسبة من 0–70% من وزن التربة، تعتمد هذه الطريقة على تحديد الفاقد الوزني لعينة تربة جافة تماماً نتيجة انطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون بعد معاملتها بكمية كافية من حمض كلور الماء وفق التفاعل التالي:

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

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- فرن كهربائي، مجفف، ميزان تحليل حساس دقته 0.001غ، كأس زجاجية سعة 50مل، غطاء ساعة، مخبار زجاجي مدرج.

المحاليل:

- حمض كلور الماء HCl (3 N)، خفف 248.4مل من حمض كلور الماء المركز (1.19غ/سم^3،37%) في الماء المقطر، أمزج جيداً، بَرد، ثم أكمل الحجم إلى 1لتر.

خطوات العمل:

- ضع 10مل من حمض كلور الماء HCl (3 N) في كأس زجاجية سعة 100مل.
- زن الكأس الزجاجية مع محتواها من الحمض وليكن W_1.
- زن نحو1غ تربة جافة هوائية على زجاجة الساعة، وزن من جديد وليكن الوزن W_2.
- أضف التربة الناعمة بحذر، وتدريجياً للكأس الزجاجية، غط الكأس بغطاء ساعة دون الاحكام، ثم حرك محتوياته واتركه مدة ساعتين.
- زن الكأس الزجاجية مع محتواياتها بعد التأكد من انتهاء التفاعل وليكن W_3.

طريقة الحساب:

$$\frac{100 \times (W_3 - W_2)}{(W_1 - W_2)} = CO_2\,\%$$

$$2.274 \times \%\,CO_2 = CaCO_3\,\%$$

- **الطريقة الحجمية:**

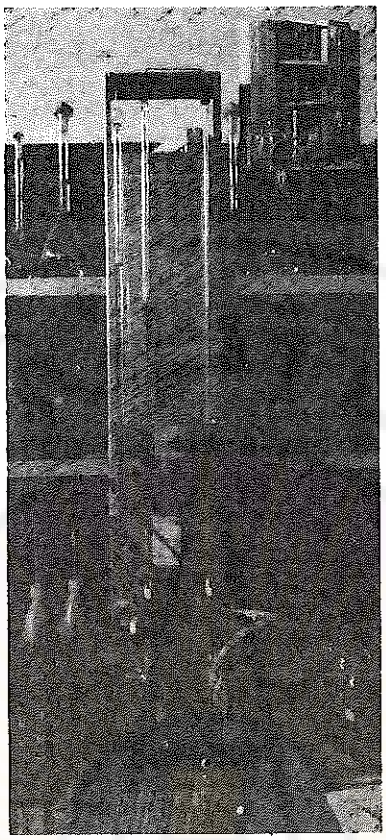
يستعمل في هذه الطريقة المكلاس Calcimeter له أنبوبه على شكل U تثبت على حامل له مسطرة مدرجة(شكل-11)، فعند تفاعل الكربونات الكلية في

التربة مع كمية كافية من حمض كلور الماء وفي الشروط النظامية من الحرارة والضغط، فان غاز ثنائي أكسيد الكربون سيضغط في شعبة انبوبة الكالسيمتر المتصلة به ليرتفع السائل (محلول ملح الطعام الملوّن) في الشعبة الأخرى، ويسجل مقدار ارتفاع السائل. للمقارنة تؤخذ أوزان متزايدة من كربونات الكالسيوم الجافة والنقية (0.1,0.2,0.3,0.4,0.5) ويقاس في كل منها ارتفاع السائل في أنبوبة المكلاس، ثم نرسم العلاقة البيانية التي تربط بين أوزان كربونات الكالسيوم وارتفاع السائل، ومن الخط البياني تحدد كمية كربونات الكالسيوم في عينة التربة.

وقبل اتباع خطوات الطريقة الحجمية ينصح عادةً بإجراء الاختبار الوصفي لشدة فوران عينة التربة لدى معاملتها بحمض كلور الماء، من أجل تحديد الكمية المناسبة من التربة الواجب معاملتها بالحمض والموضحة في (الجدول-10) التالي:

جدول-10: العلاقة بين درجة الفوران ووزن عينة التربة المقترح للتحليل.

	درجة الفوران	وزن التربة الجافة هوائياً بالغرام
1	فوران متوسط	5
2	فوران شديد نسبياً	2
3	فوران شديد	1
4	فوران شديد جداً	0.5
5	فوران عالٍ للغاية	0.2



شكل-11: أحد أشكال أجهزة المكلاس لتقدير الكربونات الكلية في التربة.

- **خطوات العمل:**

- زن (0.2-5غ) من عينة التربة الجافة تبعاً للاختبار الوصفي لشدة الفوران والموضح في (الجدول-10)، ثم ضعها أسفل دورق المكلاس.
- ضع 10مل من حمض HCl 10% في أنبوب الإختبار.
- أدخل أنبوب الاختبار ضمن دورق المكلاس بشكل رأسي.
- أغلق دورق المكلاس بشكل محكم.
- تأكد من مستوي السائل في طرفي المكلاس الزجاجية.
- اقلب كمية الحمض على عينة التربة ضمن دورق المكلاس، مثبتاً غطاء الدورق، حرك الدورق وانتظر 5 دقائق.

- سجل مقدار ارتفاع السائل في أحد شعبتي المكلاس.
- اغسل الدورق وأنبوب الاختبار.
- كرر الخطوات السابقة على أوزان محددة من كربونات الكالسيوم النقية الجافة، ارسم خطاً بيانياً بحيث تكون كمية كربونات الكالسيوم على محور السينات وارتفاع السائل على محور العينات.
- حدد كمية الكربونات في التربة من الخط البياني.
- احسب النسبة المئوية للكربونات الكلية في التربة من العلاقة التالية:

$$CaCO_3\ \% = \frac{\text{قراءة الخط البياني} \times 100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

- **تقدير الكربونات الكلية بطريقة المعايرة.**

تعامل عينة التربة بكمية فائضة من حمض كلور الماء، ويتم تفاعل كربونات التربة الكلية مع كمية من الحمض المضاف وينطلق غاز ثنائي أكسد الكربون. تعاير الكمية الفائضة من الحمض بماءات الصوديوم وبوجود مشعر الفينول فتالئين،

حسب المعادلتين التاليتين:

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

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

المحاليل والكواشف:

- حمض كلور الماء HCl(N 1)، أضف82.8مل من حمض كلور الماء المركز (1.19غ/سم^3،37%) إلى 200مل الماء المقطر، امزج جيداً، برد، ثم اكمل الحجم إلى 1لتر.

- ماءات الصوديوم NaOH (N 1)، أذب40غ من ماءات الصوديوم في ماء مقطر، برد ثم انقل إلى دورق، اكمل الحجم إلى 1لتر.
- دليل فينول فثالئين $\{C_6H_4COOOC(C_6H_4.4OH)_2\}$، أذب1غ في 100مل إيثانول (كحول إتيلي).
- إيثانول (C_2H_5OH)95%.
- ماء مقطر.

خطوات العمل:

- زن 1غ من التربة الجافة هوائياً وضعها في دورق مخروطي سعة 250مل.
- أضف 10مل من حمض كلور الماء HCl(N 1) إلى الدورق بواسطة ماصة حجمية.
- حرك المزيج ثم اترك الدورق لليوم التالي، أو سخنه لدرجة حرارة 60م° لمدة ساعتين، ثم دع الدورق يبرد.
- أضف 50-100مل ماءً مقطراً مستعملاً المخبار المدرج سعة 100مل، ثم أضف 2-3 قطرات من مشعر الفينول فثالئين.
- عاير حجمياً بمحلول ماءات الصوديوم NaOH (N 1)، مع الاستمرار بتحريك الدورق حتى يظهر اللون الزهري الخفيف.
- سجل كمية ماءات الصوديوم المستهلكة حتى تغير اللون.

طريقة الحساب:

$$\frac{100 \times 0.05 \times (N_2 \times V_2) - (N_1 \times 10)}{W} = CaCO_3\ \%$$

حيث:

10 = حجم حمض كلور الماء المضاف بالمل.

N_1 = نظامية حمض كلور الماء.

N_2 = نظامية ماءات الصوديوم.

V_2 = حجم ماءات الصوديوم المستهلك في المعايرة بالمل.

W = وزن التربة الجافة تماماً.

0.05 = ناتج عن تحويل مليمكافئ من كربونات الكالسيوم إلى غرام.

100 = للتحويل إلى نسبة مئوية.

Damascus University

تقدير المادة العضوية في التربة

Determination of organic matter in soil

تضم المادة العضوية في التربة المواد ذات الأصل النباتي أو الحيواني كبقايا النباتات والحيوانات بمختلف مراحل تحللها. ويشتمل تركيبها الكيميائي على البروتينات والكربوهيدرات والدهون واللجنين إضافة إلى بعض العناصر الكيميائية المعدنية غير العضوية كالكالسيوم والبوتاسيوم والحديد والفسفور والكبريت. وتتوقف سرعة تحلل المادة العضوية على نوعيتها وتركيبها الكيميائي ونوع وكم الكائنات الحية الدقيقة ونوعية الترب ودرجة تفاعل وسطها وتهويتها. وعلى الرغم من أن نسبة المادة العضوية في أغلب الترب قليلة بين أقل من 1% إلى نحو 6%، إلا أنها تسهم بدرجة فعالة في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وكذلك الخصوبية. فهي تعمل على تحسين بنية التربة وتجميع مكوناتها الحبيبية، وكذلك رفع قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وتعمل على زيادة سعة التبادل الكاتيونية، وتؤثر في رقم حموضتها، وتعُد مصدراً مهماً للعناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات. وقد قسمت الترب تبعاً لمحتواها من المادة العضوية للأنواع المدرجة في الجدول التالي:

جدول-11: أنواع الترب تبعاً لمحتواها من المادة العضوية ودرجة التحلل "التدبل".

الدرجة	درجة التحلل أو التدبل	النسبة المئوية للمادة العضوية
1	منخفضة جداً	0.5 >
2	منخفضة	1.5 – 0.5
3	معتدلة	2.5 – 1.5
4	مرتفعة	6 – 2.5
5	مرتفعة جداً	15 – 6
6	مرتفعة للغاية "ترب نصف مستنقعية"	30 – 15

طرائق تقدير المادة العضوية في التربة:

تقدر المادة العضوية في التربة بعدة طرائق تتفاوت في درجة دقتها، منها:

طريقة الفقد من خلال أكسدة المادة العضوية بحرقها:

وتعتمد هذه الطريقة على حرق محتويات التربة من المادة العضوية بالفرن على درجة حرارة عالية تتغير بين 400-700م°، يؤخذ على هذه الطريقة أن نتائجها غير دقيقة بسبب فقدان التربة جزءاً من وزنها نتيجة الحرق كالماء البلوري لفلزات الغضار والتحلل الجزئي للفلزات الكربوناتية في الترب الجيرية.

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- فرن كهربائي تصل درجة حرارته إلى 1000م°، مجفف، ميزان تحليل حساس تبلغ دقته 0.001غ، جفنات من الخزف"البورسلين"، ملاقط ذات أذرع طويلة.

خطوات العمل:

- ضع 10غ من تربة جافة تماماً في جفنة بورسلين جافة، ثم زنهما معاً.
- ضع جفنة البورسلين مع محتواها من التربة الجافة تماماً في الفرن، بعد ضبطه على درجة حرارة 400م°، مدة 3ساعات "خلال هذه المدة تتأكسد المادة العضوية.
- أخرج جفنة البورسلين من الفرن وضعها في المجفف حتى تبرد، ثم زنها مع محتواها من التربة المحروقة.

طريقة الحساب:

$$OM\ \% = \frac{(\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً} - \text{وزنها بعد الحرق}) \times 100}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}}$$

طريقة أكسدة المادة العضوية بوساطة ثنائي كرومات البوتاسيوم:

تعدُ هذه الطريقة من أدق طرائق تقدير الكربون العضوي ومن ثم تقدير المادة العضوية، حيث يتم أكسدة الكربون العضوي بواسطة ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ في وسط شديد الحموضة ساخن. حسب المعادلة الآتية:

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

إضافة حمض الكبريت H_2SO_4 المركز تؤدي إلى رفع درجة حموضة وسط التفاعل أي رفع تركيز أيون الهيدروجين من جهة ونشر كمية هائلة من الحرارة من جهة أخرى مما يساعد على اتمام عملية أكسدة الكربون العضوي.

وتعامل التربة في هذه الطريقة بكمية فائضة من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة، ثم تعاير كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم الفائضة عن عملية الأكسدة بواسطة محلول كبريتات الحديدي والنشادر (ملح مور)، حسب المعادلة الآتية:

$$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 6(NH_4)_2SO_4 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

وتبعاً إلى كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم الضرورية للأكسدة يتم حساب نسبة الكربون العضوي في التربة ومنه تحسب نسبة المادة العضوية، وبفرض أن متوسط نسبة الكربون العضوي في المادة العضوية يساوي 58%، ونحصل على نسبة المادة العضوية بضرب قيمة الكربون العضوي بـ 1.724.

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- ميزان تحليل حساس، دقته 0.001غ.
- مخبار زجاجي مدرج سعة 50 و100مل.

- دوارق زجاجية مخروطية سعة 250مل.
- دوارق زجاجية مخروطية سعة 1لتر.
- سحاحات زجاجية مدرجة سعة 50مل.

المحاليل والكواشف:

- محلول كبريتات الحديدي النشادرية (ملح مور) (N 0.2): ضع 80غ من ملح مور ($FeSO_4(NH_4)_2SO_4.6H_2O$) في دورق معياري سعة 1لتر، ثم أذبه باضافة 600-650مل من حمض الكبريت المركز 1، حرك جيداً حتى تمام الذوبان، أكمل الحجم بالماء المقطر.
- محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ N1: زن49.04غ من ديكرومات البوتاسيوم في دورق معياري سعة 1لتر، أذبه بالماء المقطر، ثم أكمل الحجم بالماء المقطر.
- حمض الكبريت H_2SO_4 المركز، (تركيز 98%، كثافته 1.84غ/سم^3).
- حمض الفسفورH_3PO_4 المركز، (تركيز 85%، كثافته 1.7غ/سم^3).
- دليل ثنائي فينيل أمين($(C_6H_5).2NH$)، أذب1غ من دليل داي فينيل أمين في 100مل حمض الكبزيت المركز، أضف 20 مل من الماء المقطر بحذر شديد لرفع درجة حرارة المحلول وتسريع عملية الاذابة، تحفظ في عبوات زجاجية قاتمة اللون وبمكان مظلم.
- دليل الفيروئين $((C_{12}H_8N_2)_3(FeSO_4))$، ضع 1.485غ من أورثوفينانترولين في دورق معياري سعة 100مل، أضف إليها 25مل ماء مقطر وحرك جيداً، أضف0.705غ من كبريتات الحديدي المائية ($FeSO_4.7H_2O$) ثم أكمل الحجم بالماء المقطر.
- ماء مقطر.

خطوات العمل:

- زن 0.5غ عينة جافة هوائياً، أقطار حبيباتها أقل من 0.2مم، ثم ضعها في دورق مخروطي سعة 250مل.
- أضف 10مل من ديكرومات البوتاسيوم (N 1).
- أضف 10مل من حمض الكبريت المركز بواسطة السحاحة قطرة قطرة.
- غط الدورق المخروطي بقمع صغير، ثم ضعه على نار هادئة أو سخان كهربائي، اترك العينة تغلي مدة 5دقائق.
- ارفع الدورق عن السخان، ثم اتركه حتى يبرد.
- اغسل القمع وجدران الدورق الداخلية بنحو 50مل من الماء المقطر.
- أضف للدورق 10 قطرات من حمض الفسفور 85% "لابعاد أثر مركبات الحديدي".
- أضف للدورق 8 قطرات من دليل ثنائي فينيل أمين أو ثلاث قطرات من دليل الفيروئين.
- عاير بمحلول ملح مور (N 0.2) حتى يتحول اللون البني المحمر إلى أخضر عند استعمال دليل ثنائي فنيل أمين وإلى الأحمر بوجود دليل الفيروئين.
- سجل حجم محلول ملح مور المستهلك في معايرة العينة وليكن b.
- اعمل تجربة شاهد باجراء الخطوات السابقة مستبدلاً عينة التربة بعينة من الرمل المرمد "نحو1غ" وسجل كمية ملح مور المستهلكة للمعايرة في تجربة الشاهد (يفضل اجراء معايرة عينة الشاهد قبل معايرة عينة التربة، كما يجب عمل ثلاثة مكررات من تجربة الشاهد).
- سجل حجم محلول ملح مور المستهلك في معايرة عينة الشاهد وليكن a.

طريقة الحساب:

يتم حساب نسبة الكربون العضوي في التربة من المعادلة الآتية:

$$\frac{(100 \times 0.003 \times N \times (b - a))}{W} = C\ \%$$

حيث :

C % = النسبة المئوية للكربون العضوي.

a = حجم محلول ملح مور المستهلك لمعايرة الشاهد.

b = حجم محلول ملح مور المستهلك لمعايرة العينة.

N = نظامية ملح مور.

0.003 = وزن واحد مليمكافىء من الكربون مقدراً بالغرام.

W = وزن عينة التربة الجافة تماماً.

100= للحساب كنسبة مئوية.

يمكن من النسبة المئوية للكربون العضوي حساب نسبة المادة العضوية في عينة التربة بضرب الناتج بـــ 1.724.

النسبة المئوية للمادة العضوية = النسبة المئوية للكربون العضوي × 1.724.

مثال:

لدى تقدير نسبة المادة العضوية في عينة تربة جافة تماماً وزنها 1غ، بلغ حجم محلول ملح مور المستهلك لمعايرة الشاهد 15مل ولمعايرة عينة التربة 10مل. أحسب النسبة المئوية للمادة العضوية في التربة علماً أن نظامية ملح مور N0.5.

الحل:

تحسب النسبة المئوية للكربون العضوي في التربة من المعادلة الآتية:

$$\frac{100 \times 0.003 \times N \times (b - a)}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}} = C\ \%$$

$$\%0.75 = \frac{100 \times 0.003 \times 0.5 \times 5}{1} = C\ \%$$

النسبة المئوية للمادة العضوية = النسبة المئوية للكربون العضوي × 1.724.

$$= 0,75 \times 1.724 = \%1.293$$

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مستخلص العجينة المشبعة والمستخلصات المائية للتربة
Soil Saturation and water extracts

العجينة المشبعة للتربة:

تمثل عجينة التربة المشبعة حالة الرطوبة في التربة عندما تمتلئ مسامها بالماء، ويتم تحضيرها للأغراض الرئيسة التالية:" تحديد نسبة التشبع، تقدير الـ pH، تحديد كمية الأملاح الذائبة، تقدير الأيونات الموجبة والسالبة في مستخلصات التربة.

مراحل تحضير العجينة المشبعة للتربة:

- ضع 250غراماً من التربة الجافة هوائياً في كأس معدني سعة 1لتر.
- أضف للكأس المعدني بواسطة المخبار المدرج الماء المقطر مع الاستمرار بمزج وتقليب المزيج بواسطة قضيب زجاجي أو ملعقة تربة.
- استمر في إضافة الماء مع الاستمرار بعملية المزج والتقليب حتى تصل التربة إلى حالة التشبع. حيث يبدو سطح التربة الخارجي لامعاً نتيجة انعكاس الضوء عليه، كما تكون عجينة التربة قابلة للانسكاب من الكوب المعدني عند إمالته وعدم التصاق حبيبات التربة على سكينة الـتربة (باستثناء الترب الطينية).

يتم ترك عجينة التربة المشبعة مدة ساعة أو أكثر ثم يتم التأكد من جديد من حالة تشبعها، فإن تجمع على سطحها الخارجي طبقة من الماء يضاف وزن معلوم من التربة الجافة ويعاد مزجها وخلطها، أما إن أظهرت عجينة التربة المشبعة دلائل الجفاف كتشقق سطحها الخارجي وفقدان لمعانه يتم إضافة كمية محددة من الماء المقطر ويعاد مزجها مجدداً.

تؤخذ بعض الاجراءات الخاصة بالنسبة لبعض أنواع الترب، فمثلاً عند تحضير عجينة مشبعة لترب طينية، يراعى عدم تحريك العينة في المراحل

الاولى من عملية إضافة الماء إليها لئلا تشكل كتل طينية يصعب على الماء التغلل ضمنها. أيضاً تبلل الترب الخثية الغنية بالمواد العضوية مدة يوم كامل عند تحضير عجينة مشبعة لها.

تنقل العجينة المشبعة بعد تحضيرها إلى قمع (بوخنر) الخزفي المركب فوق دورق مخروطي زجاجي مدرج ذي فتحة جانبية بعد وضع ورقة ترشيح دقيقة المسام "واتمان-40 أو واتمان-42"، توصل الفتحة الجانبية للدورق بمضخة تفريغ كهربائية بواسطة خرطوم بلاستيكي شفاف. وعند تشغيل مضخة التفريغ يرشح ماء العجينة المشبعة الحاوي على الأملاح الذوابة إلى الدورق، عند انتهاء رشح السائل يتم ايقاف مضخة التفريغ، تنقل الرشاحة السائلة إلى عبوات بلاستيكية أو زجاجية وتوضع في براد المختبر.

تقدير نسبة التشبع:

تمثل نسبة تشبع التربة النسبة المئوية للرطوبة عندما تكون جميع مسام التربة مملوءة بالماء. ويمكن تقدير نسبة التشبع بطريقتين هما:

1. تحديد فاقد الوزن:

- زن جزء من عجينة التربة المشبعة، ثم ضعها ضمن جفنة خزفية جافة معلومة الوزن، وسجل الوزن وليكن W_1.
- ضع الجفنة الخزفية في الفرن الكهربائي في درجة حرارة 105م° وتترك مدة 16-24ساعة.
- اخرج الجفنة الخزفية من الفرن وضعها في المجفف حتى تبرد، ثم سجل وزنها.
- كرر الخطوتين السابقتين حتى ثبات وزن الجفنة وليكن W_2.

الحساب:

$$\% \text{ للتشبع} = \frac{100 \times (W_2 - W_1)}{\text{وزن عينة التربة الجافة تماماً}}$$

2. تقدير النسبة المئوية للتشبع وذلك من حساب كمية الماء المضافة لتحضير عجينه التربة المشبعة من القانون التالي:

الحساب:

$$\% \text{ للتشبع} = \frac{(\text{(حجم الماء المضاف لتحضير عجينه التربة المشبعة + الماء الهيغروسكوبي)} \times 100)}{\text{وزن عجينة التربة جافة تماماً}}$$

مستخلصات التربة المائية:

يعرف المستخلص المائي للتربة أنه الراشح الناتج عن معاملة التربة بعدد من أمثال وزنها من الماء المقطر الخالي من غاز CO_2 بعد مزجها وترشيحها. يتم التخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون بغلي الماء مدة نصف ساعة وحفظه بعيداً عن تأثير هواء الغلاف الجوي.

تختلف أنواع المستخلصات المائية للتربة، تبعاً لنسبة الماء للتربة 1:1، 2.5:1، 5:1، 10:1 و....أكثرها استعمالاً مستخلص التربة 5:1. تمزج التربة مع الماء جيداً مدة خمس دقائق بحيث يتم إذابة الأملاح القابلة للذوبان في ماء المستخلص.

مراحل تحضير مستخلص التربة المائي 5:1:

- زن 20غراماً من التربة الناعمة، ثم ضعها في دورق مخروطي سعة 250مل.
- أضف للدورق 100مل من الماء المقطر الخالي من غاز CO_2.

- ضع ورقتي ترشيح عادية وأخرى مثناة في قمع ملائم يرتكز على دورق مخروطي أو على حامل أقماع. يجب أن تبقى الحافة العليا لورقة الترشيح إن كانت مفردة دون حافة القمع العليا بنحو 1سم.
- امزج محتويات الدورق بخضها آلياً أو يدوياً مدة خمس دقائق ثم أقلب المعلق دفعة واحدة إن أمكن فوق قمع الترشيح أو على دفعات مناسبة، مع مراعاة عدم وصول المعلق إلى الحافة العليا لورقة الترشيح.
- أعد ترشيح القطرات الأولى من الراشح إن كانت عكرة على ورقة الترشيح نفسها.

تتوقف سرعة الرشح وصفاء الراشح على نوعية التربة، إذ يكون الراشح عادة صافياً وسريعاً في الترب الرملية أو المالحة، وأقل صفاءً وسرعة في الترب الطينية أو الترب القلوية.

ويمكن أيضاً استعمال الطرد المركزي للحصول على مستخلص مائي صاف، يطلق على هذا الراشح اسم المستخلص المائي للتربة ويخضع لتحاليل متعددة تختلف من تربة إلى أخرى.

لا بد قبل البدء بإجراء التحاليل الكمية للمستخلصات من إجراء اختبارات وصفية لتحديد حجم المستخلص اللازم إخضاعه للتحليل وذلك لتوفير المواد والوقت ودقة النتائج. علماً أن أكثر مكونات المستخلصات المائية للترب المالحة أهمية هي: (Ca^{+2}،Mg^{+2}،Na^{+1}،K^{+1}،$HCO3^{-1}$،CO_3^{-2}،Cl^{-1}،SO_4^{-2}،NO_3^{-1}).

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- ميزان حساس، دقته 0.001غ، فرن كهربائي، مجفف، قمع بوخنر Buchner، مضخة تفريغ كهربائية، علب ألمنيوم مخصصة لتحديد الرطوبة، كؤس (أكواب) معدنية سعة1لتر، جفنات خزفية، قضبان زجاجية وملاعق للمزج والخلط، سكينة تربة، ملاقط معدنية، مخبار زجاجي مدرج

سعة 100مل أو 250مل، دوارق زجاجية مخروطية سعة 250مل، دوارق زجاجية مخروطية سعة 1لتر، سحاحات زجاجية مدرجة سعة 50مل، أوراق ترشيح.

- **المكاليل:** ماء مقطر.

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

تقدير تفاعل التربة (pH التربة)

Determination of soil reaction (Soil pH)

يعرف الرقم الهيدروجيني للتربة الـ pH أنه اللوغاريتم السالب لنشاط أيون الهيدروجين H-ion أو تركيزه في محلول التربة. هذا يعني أنه عندما تنخفض درجة pH التربة درجة واحدة يزداد تركيز أيون الهيدروجين H^+ عشر مرات. يرتبط pH التربة بعوامل مختلفة منها: تركيز أيون الهيدروجين، نسبة توفر العناصر القلوية في التربة، نوعية وتركيز الأملاح الذائبة في التربة، نسبة المواد العضوية والدبالية، نوع المحاصيل الزراعية، نوعية معادن الطين ونسبتها في التربة. يتغير pH التربة بين3-10 وصنفت وفق تصنيف (الجمعية الأمريكية لعلوم الأراضي،1987) إلى الأنواع المدرجة في الجدول-12 التالي.

جدول-12 : تصنيف pH الترب.

	pH	pH الترب
1	4.5 >	حامضية شديدة جداً
2	5.0 - 4.5	حامضية شديدة
3	5.5 - 5.1	حامضية عالية
4	6.0 - 5.6	حامضية متوسطة
5	6.5 - 6.1	حامضية منخفضة
6	7.3 - 6.6	متعادلة
7	7.8 - 7.4	قلوية منخفضة
8	8.4 - 7.9	قلوية متوسطة
9	9.0 - 8.5	قلوية شديدة
10	9.1 <	قلوية شديدة جداً

وتؤثر درجة pH التربة مباشرةً في قابلية ذوبان العناصر الغذائية للنبات أو الانحلال الطبيعي للجذور النباتية والسعة التبادلية الكاتيونية للتربة. كما تشير إلى نوع الترب وطبيعة المناخ السائد ودرجة الغسل، فالترب المنتشرة في المناطق الرطبة المدارية ذات الهطولات المائية الكبيرة تكون حامضية أما الترب المنتشرة في المناطق المعتدلة وشبه الجافة والجافة فتكون متعادلة إلى قلوية حيث تكون غنية بالترسبات الجيرية الكربوناتية وتصبح الترب شديدة القاعدية عند اغتناء الترب بالعناصر القلوية الصودية كما هي الحال في ترب السولونتس.

طرائق تحديد pH التربة:

تحدد قيم الـ pH بطريقتين هما: الطريقة اللونية والطريقة الكهربائية.

الطريقة اللونية:

تعتمد على استعمال المشعرات الورقية (شكل-12) أو المشعرات السائلة (الجدولين-13 و14)، التي تأخذ لوناً محدداً يختلف حسب درجة الحموضة أو القلوية.



شكل-12: المشعرات الورقية التي تحدد درجة حموضة التربة بصورة تقريبية.

كما يمكن استعمال دليل أو مشعر عام يتغير لونه تبعاً لتغير درجة حموضة أو قلوية التربة. ويستعمل لذلك طبق خزفي خاص مجهز بحجرتين يصل بينهما مجرى مائل، يوضع نحو 0.2غ من عينة تربة في الحجرة المرتفعة ثم يوضع عليها بضع نقط من الدليل الثلاثي (مزيج من بروم كريزول Bromcresol الأخضر والقرمزي والأحمر)، وتترك العينة في وضع أفقي مدة دقيقة تقريباً، ثم يصرف الدليل إلى الحجرة المنخفضة ويقارن لونه مع الألوان القياسية المرفقة بالدليل، وبذلك تحدد درجة حموضة الـــتربة التقريبية وفق التالي:

جدول-13: تغير لون المشعر الثلاثي مع تغير درجة الحموضة.

اللون	pH
أصفر شمعي	4
أخضر	5
أخضر رمادي	6
أزرق فاتح	7
بنفسجي مزرق	8
قرمزي	8.5 أو أعلى

الطريقة الكهربائية:

يحدد pH التربة بواسطة جهاز pH-meter الذي يأخذ أشكالاً متنوعة جداً ومنه الحقلي والمخبري (شكل-13). وتعتمد هذه الطريقة على قياس فرق الجهد (الكمون) بين قطبين كهربائيين إما منفصلين حيث يتوقف جهد أحد القطبين على تركيز أيون الهيدروجين H^+ النشط في محلول التربة المحيط به ويسمى القطب الزجاجي(Glass Elctrode)، بينما لا يتوقف الجهد الكهربائي للقطب الثاني على تركيب المحلول ويسمى القطب القياسي أو قطب الكالوميل Calomel)

(Elctrode، أو بين قطب واحد يضم كل من القطب الزجاجي والقياسي (Combined Electrode) ويسمى القطب الموحد.



شكل- 13: أحد أنواع أجهزة تقدير تفاعل التربة pH-meter بشكل دقيق.

تحضر عجينة التربة المشبعة أو مستخلصها 2.5:1 في كأس، ويغمس فيها القطبان، أو القطب الموحد، حسب درجة تركيز أيون الهيدروجين في العجينة ويعطي جهاز القياس قيمة الـ pH. وبالتالي يمكن تحديد مدى حموضة أو قلوية هذه التربة. وتجدر الإشارة هنا أنه من الضروري أن يضبط جهاز الـ pH عند أو قبل قياس قيمة الـ pH في العجينة المشبعة للتربة أو مستخلصها.

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- جهاز pH-meter، ميزان تحليل حساس دقته 0.001غ، ميزان حرارة، كأس زجاجية سعة 100مل، جفنات خزفية، قضبان زجاجية للتحريك، مخبار مدرج سعة 100مل، فرن كهربائي، مجفف، أوراق ترشيح.

المحاليل والكواشف:

- ماء مقطر.
- دليل ثلاثي (مزيج من بروم كريزول الأخضر والقرمزي والأحمر)، أذب 0.25غ من المشعرات الثلاث في 100مل ماء مقطر.
- محلول عياري pH=4.01، جفف كمية كافية من فتالات البوتاسيوم الهيدروجينية ($KHC_8H_4O_4$) في الفرن الكهربائي لمدة ساعتين بدرجة حرارة 105م°، انقل إلى المجفف حتى تبرد، أذب 10.21غ في 800 مل ماء مقطر دورق معياري سعة 1لتر، أكمل الحجم بالماء المقطر،"ملاحظة: فترة صلاحيته فقط ستة أسابيع من تاريخ تحضيره".
- محلول عياري pH=6.86، جفف كمية كافية من فسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين (KH_2PO_4) وفسفات ثنائية الصوديوم اللامائية (Na_2HPO_4) في الفرن الكهربائي مدة ساعتين بدرجة حرارة 105م°، انقل إلى المجفف حتى تبرد، أذب 3.38غ من (KH_2PO_4) و3.35غ من (Na_2HPO_4) في 800 مل ماء مقطر دورق معياري سعة 1لتر، أكمل الحجم بالماء المقطر.
- محلول عياري pH=9.18، أذب 19.069غ من تترا بورات الصوديوم المائية($Na_2B_4O_7.10H_2O$) في دورق معياري سعة 1لتر، أكمل الحجم بالماء المقطر.

- تحضير محلول 0.01 مول من$CaCl_2$، أذب 1.47غ من ($CaCl_2.2H_2O$) في 800 مل ماء مقطر دورق معياري سعة 1لتر، أكمل الحجم بالماء المقطر.

خطوات العمل:

- اضبط عياريه جهاز pH-meter باستعمال المحاليل العيارية.

-زن 10غ تربة جافة هوائياً، في كأس زجاجية سعة 100مل.

-أضف 25مل إما ماءً مقطراً أو من محلول 0.01 مول $CaCl_2$على عينة التربة مستعملاً مخباراً مدرجاً.

-امزج المعلق جيداً بواسطة قضيب زجاجي، اترك المعلق مدة نصف ساعة.

-قس درجة حرارة مستخلص التربة واضبط زر تعديل درجة حرارة جهاز الـ pH-meter على درجة الحرارة المقيسة.

-اغمس أقطاب جهاز الـ pH-meter في المعلق، على ألا يلامس أرضية الكأس الزجاجية.

-شغل الجهاز.

-سجل القراءة بعد5 دقائق.

-أغلق الجهاز.

-اغسل أقطاب الجهاز بماء الصنبور أولاً ثم بالماء المقطر جيداً.

-جفف أقطاب الجهاز جيداً بالمناديل الورقية.

جدول-14: أهم المشعرات السائلة، مداها ولونها في الأوساط الحامضية والقلوية.

أسم الدليل (المشعر)	لون الدليل (المشعر)		مدى الدليل
	في الأوساط الحمضية	في الأوساط القلوية	
Thymol blue	أحمر	أصفر	1.2-2.8
Pentamethoxy red	أحمر بنفسجي	عديم اللون	1.2-2.3
Tropeolin OO	أحمر	أصفر	1.3-3.2
2,4-Dinitrophenol	عديم اللون	أصفر	2.4-4.0
Methyl yellow	أحمر	أصفر	2.9-4.0
Methyl orange	أحمر	برتقالي	3.1-4.4
Bromphenol blue	أصفر	أزرق بنفسجي	3.0-4.6
Tetrabromphenol blue	أصفر	أزرق	3.0-4.6
Alizarin sodium sulfonate	أصفر	بنفسجي	3.7-5.2
α-Naphthyl red	أحمر	أصفر	3.7-5.0
p-Ethoxychrysoidine	أحمر	أصفر	3.5-5.5
Bromcresol green	أصفر	أزرق	4.0-5.6
Methyl red	أحمر	أصفر	4.4-6.2
Bromcresol purple	أصفر	أرجواني	5.2-6.8
Chlorphenol red	أصفر	أحمر	5.4-6.8
Bromphenol blue	أصفر	أزرق	6.2-7.6
p-Nitrophenol	عديم اللون	أصفر	5.0-7.0
Azolitmin	أحمر	أزرق	5.0-8.0
Phenol red	أصفر	أحمر	6.4-8.0
Neutral red	أحمر	أصفر	6.8-8.0
Rosolic acid	أصفر	أحمر	6.8-8.0

7.2-8.8	أحمر	أصفر	Cresol red
7.3-8.7	أخضر	زهري	α-Naphtholphthalein
7.6-8.9	أحمر زهري	أصفر	Tropeolin OOO
8.0-9.6	أزرق	أصفر	Thymol blue
8.0-10.0	أحمر	عديم اللون	Phenolphthalein
9.0-11.0	أزرق	أصفر	α-Naphtholbenzein
9.4-10.6	أزرق	عديم اللون	Thymolphthalein
10.1-11.1	أحمر	أزرق	Nile blue
10.0-12.0	ليلا	أصفر	Alizarin yellow
10.0-12.0	بني برتقالي	أصفر	Salicyl yellow
10.1-12.0	بنفسجي	أصفر	Diazo violet
11.0-13.0	بني برتقالي	أصفر	Tropeolin O
11.0-13.0	بني برتقالي	عديم اللون	Nitramine
11.0-13.0	بنفسجي وردي	أزرق	Poirrier's blue
12.0-13.4	برتقالي أحمر	عديم اللون	Trinitrobenzoic acid

Damascus University

تقدير نسبة الأملاح الذوابة في مستخلصات التربة المائية

Determination of soluble salts in soil water extract

تتباين نسبة الأملاح الذوابة في مستخلصات التربة كثيراً، تبعاً لظروف تكوينها، كما يؤدي المناخ دوراً مهماً في هذا الشأن وبخاصة من خلال معدل الهطـولات المطرية الذي يعمل على غسل هذه الأملاح.

وتعدُ عملية تقدير نسبة الأملاح الكلية الذوابة من أهم الاختبارات للحكـم علـى صلاحية التربة للزراعة ونمو المحاصيل وإنتاجيتها، علماً أن خطورة الملوحة لا تتوقف فقط على نسبة الأملاح الذوابة فقط وإنما تتوقف أيضاً على نوعيتها.

طرائق تقدير نسبة الأملاح الذوابة في مستخلصات التربة:

تقدر نسبة الأملاح في المستخلصات المائية للتربـة بطريقتين رئيستين هما:

- التجفيف ثم وزن الراسب المتبقي: يعتمد مبدأ هذه الطريقة على تجفيف حجم معين من المستخلص المائي على حمام مائي، ثم في الفرن علـى حـرارة 105م° حتى تمام الجفاف ومن ثم تحديد وزن الراسـب وحسـاب النسـبة المئوية للأملاح في التربة.

خطوات العمل:

- ضع 50مل من مستخلص عينة التربة المائي الرائق تماماً 5:1 فـي جفنـة خزفية نظيفة جافة " يتحدد حجم المستخلص المائي المأخوذ للتجفيف بنسـبة وجود الأملاح الذوابة في التربة، ويمكن تقدير ذلـك تقريبـاً مـن خـلال الاختبارات الوصفية".
- سجل وزن الجفنة مع عينة مستخلص التربة وليكن W_1.
- ضع الجفنة في الفرن على حرارة 105م° حتى تمام الجفاف.
- اخرج الجفنة من الفرن، ضعها في المجفف حتى تبرد.

- سجل وزن الجفنة ثم أعد الخطوتين الأخيرتين حتى تتأكد من ثبات الوزن وليكن W_2.

وزن الراسب الملحي= ($W_1 - W_2$)

طريقة الحساب:

%للأملاح=((وزن الراسب × 100× معامل التمديد): حجم عينة المستخلص المجففة).

مثال:

نتيجة تجفيف 50مل من مستخلص مائي لعينة تربة 5:1، بلغ وزن الراسب الجاف 150مغ (يتم تحويل وزن الراسب إلى الغرام). أحسب النسبة المئوية للأملاح:

الحل:

%للأملاح=((وزن الراسب × 100× معامل التمديد): حجم عينة المستخلص المجففة).

% للأملاح = ((0.150 × 100 × 5): 50) = 1.50%.

- قياس التوصيلية (الناقلية) الكهربائية لمستخلصات التربة: يعتمد مبدأ هذه الطريقة على قياس التوصيلية (الناقلية) الكهربائية للمستخلص المائي للتربة. حيث تقاس التوصيلية الكهربائية للمحلول بين صفيحتين (قطبيتين) متوازيتين من البلاتين مساحة كل منهما 1سم^2، والبعد بينهما 1سم، يعبر عنها بمقلوب وحدة المقاومة ohm لتصبح مو/سم (Mho/cm) أو بأجزائه الملي مو/سم أو الميكرومو/سم. يستعمل حالياً وحدة قياس التوصيلية التي تدعى ديسيمنس/م dS/m وهي تساوي مليموز/سم. (1dS/m=1mmhos/cm).

خطوات العمل:

على الرغم من التنوع الكبير لأجهزة قياس التوصيلية الكهربائية، إلا أن الخطوات الرئيسة للاستعمال والقياس تتم وفق الخطوات الأتية:

- صل جهاز تقدير التوصيلية الكهربائية بمأخذ التيار الكهربائي.
- أغسل قطب الجهاز بالماء المقطر جيداً ، ثم بجزء من مستخلص التربة المائي المراد قياس توصيليته الكهربائية.
- قس حرارة مستخلص التربة المائي، تعد الدرجة 25م° الدرجة المثالية للقياس.
- ضع نحو 50مل من مستخلص التربة المراد قياس توصيليته الكهربائية في كأس زجاجية نظيفة.
- اغمس قطب جهاز تقدير التوصيلية الكهربائية في الكأس الزجاجية، بحيث يتم غمر الفتحتين الجانبيتين للقطب.
- شغّل جهاز تقدير التوصيلية الكهربائية.
- حرك قطب الجهاز للأعلى والأسفل عدة مرات لإزالة فقاعات الهواء وانتظر حتى تستقر قراءة الجهاز.
- سجل قراءة الجهاز.
- أقفل زر التشغيل ثم اغسل القطب بالماء المقطر جيداً وجففه.

طريقة الحساب:

- الأملاح الذوابة مليمكافئ/لتر= 12.5× التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم).

ملاحظة: الرقم 12.5 هو معامل تجريبي وهو يتغير بين 8– 20 في المحاليل المحتوية على نوع واحد من الملح.

- % للأملاح الذوابة في المحلول=0.064 × التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم).

- الأملاح الذوابة بـــ PPM في المحلول أو مغ/لتر=

640 × التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم).

- % للأملاح الذوابة في التربة =

0.064 × التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم) × نسبة الماء إلى التربة.

- الضغط الحلولي (ض جو)= 0.36 × التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم).

صنفت المدرسة الأمريكية ملوحة التربة تبعاً إلى قياس التوصيلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة للتربة وذلك حسب الجدول-15 التالي:

جدول-15: تصنيف ملوحة التربة تبعاً لقياس التوصيلية الكهربائية.

التوصيلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة بـــ مليمو/سم على حرارة 25م°	درجة ملوحة التربة	تأثر النباتات وإنتاجيتها
2 – 0	غير مالحة	تأثير الملوحة لا يذكر عادة
4 – 2	خفيفة	يمكن أن ينخفض إنتاج بعض المحاصيل الحساسة جداً للأملاح
8 – 4	متوسطة	يحد إنتاج المحاصيل الحساسة للأملاح
16 – 8	عالية	ينحصر الإنتاج في المحاصيل المتحملة للملوحة فقط
16 □	عالية جداً	بعض المحاصيل المتحملة جداً للملوحة يمكن أن تعطي إنتاجاً مرضياً

مثال:

لدى تقدير كمية الأملاح الذوابة في مستخلص تربة 5:1 درجة حرارته 25م°، بلغت قراءة جهاز تقدير التوصيلية الكهربائية 3172ميكرو مو/سم. والمطلوب تحديد كمية الأملاح الذوابة بالمليمكافىء/لتر و% في المحلول وبـ مغ/لتر والضغط الحلولي.

الحل:

أولاً يتم تحويل قراءة الجهاز إلى مليمو/سم بالقسمة على ألف فتصبح قراءة الجهاز 3.172مليمو/سم.

- الأملاح الذوابة مليمكافئ/لتر = 12.5 × التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم).

الأملاح الذوابة مليمكافئ/لتر = 12.5× 3.172=39.65

- % للأملاح الذوابة في المحلول= 0.064 × التوصيلية الكهربائية(مليمو/سم).

% للأملاح الذوابة في المحلول= 0.064 × 3.172 =0.203

- الأملاح الذوابة في المحلول بـ مغ/لتر =

640× التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم).

الأملاح الذوابة في المحلول بـ مغ/لتر= 640 × 3.172 =2030.08

% للأملاح الذوابة في التربة = 0.064 × التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم) × نسبة الماء إلى التربة (عدد مرات التمديد).

% للأملاح الذوابة في التربة = 0.064 × 3.172 × 5= 1.015

- الضغط الحلولي (ض جو) = 0.36× التوصيلية الكهربائية (مليمو/سم).

الضغط الحلولي (ض جو) = 0.36×3.172=1.142

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الاختبارات الوصفية لمستخلصات التربة المائية

Descriptive tests of soil water extract

يتم إجراء الاختبارات الوصفية على مستخلصات التربة المائية لأخذ فكرة أولية عن محتواها من الأيونات الموجبة والسالبة المختلفة بصورة تقريبية، واستناداً إلى ذلك يمكن تحديد حجم المستخلص اللازم أخذه للتحاليل المطلوبة.

خطوات العمل:

- ضع 10غ من التربة في دورق مخروطي، أضف إليها 50مل من الماء المقطر الخالي من غاز ثنائي أكسيد الكربون.
- خض الدورق ثلاث إلى خمس دقائق ثم رشح المعلق على ورق ترشيح دقيق المسام "واتمان-40 أو واتمان-42" مثبت على قمع زجاجي موضوع فوق دورق زجاجي مخروطي سعة 100مل.
- أجر الاختبارات الآتية في أنبوب اختبار سعة 10مل وذلك على النحو التالي:

الكربونات:

ضع في أنبوب اختبار نحو 3مل من المستخلص المائي للتربة، أضف قطرة من دليل فينول فتاليئين ولاحظ لون المستخلص فإن أصبح أحمر وردياً دل هذا على وجود الكربونات الذائبة، وإذا لم يتلون دل ذلك على عدم وجودها.

البيكربونات:

سخن المستخلص الذي لم يتلون في الاختبار السابق حتى الغليان، فإذا أصبح لونه وردياً دل ذلك على وجود البيكربونات وتحولها إلى كربونات وفق التفاعل التالي:

$$2HCO_3^- \xrightarrow{\text{تسخين}} H_2O + CO_2 + (CO_3)^{-2}$$

يستدل من شدة اللون بشكل تقريبي على نسبة الكربونات في المستخلص.

الكلور:

ضع في أنبوب الاختبار 3مل من المستخلص المائي للتربة، أضف قطرة من حمض الآزوت المخفف، ثم بضع قطرات من محلول نترات الفضة تركيز N 0.1 يدل ظهور عكارة بيضاء وراسب أبيض من كلور الفضة على وجود الكلور، حدد استناداً إلى شكل العكارة أو الراسب حجم المستخلص المائي اللازم للتحليل الكمي من الجدول-16.

الكبريتات:

ضع 3مل من المستخلص المائي في أنبوب اختبار، أضف إليها قطرة من حمض كلور الماء 10%، ثم أضف عدة قطرات من محلول كلور الباريوم تركيز 10%. سخن حتى الغليان واترك المحلول ليبرد، إن ظهور عكارة أو راسب أبيض من كبريتات الباريوم يدل على وجود الكبريتات في المحلول، حدد حجم المستخلص المائي اللازم للتحليل الكمي من الجدول-16.

الكالسيوم:

ضع 3مل من المستخلص المائي في أنبوب اختبار، أضف إليها قطرتين من حمض الخل و3 قطرات من أكسالات الأمونيوم ثم رج الأنبوبة. إن ظهور راسب أو عكارة بيضاء يدل على وجود الكالسيوم في المستخلص، حدد حجم المستخلص المائي اللازم للتحليل الكمي من الجدول-16.

جدول-16: حجم المستخلص المائي الواجب أخذه للمعايرة استناداً للاختبارات الوصفية للمستخلص المائي.

شكل الراسب	المحتوى		حجم المستخلص المائي الواجب أخذه للمعايرة بـــ مل
	مغ/100مل من المستخلص	غ/100غ تربة	
الكلور			
راسب قطني بكثرة	> 10	بضعة أعشار	5
عكر شديد	10 – 5	بضعة أجزاء من مئة	25
عكر خفيف	1 – 0.1	بضعة أجزاء من ألف	50 أو أكثر
الكبريتات			
راسب كثيف يترسب بسرعة على القعر	> 10	بضعة أعشار	5
عكر يظهر مباشرة	10 – 5	بضعة أجزاء من مئة	25
راسب كثيف يترسب بسرعة على القعر	1 – 0.1	بضعة أجزاء من ألف	50 أو أكثر
الكالسيوم			
راسب يترسب مباشرة	> 10	بضعة أعشار	5
عكر يظهر عند الخض	10 – 5	بضعة أجزاء من مئة	25
عكر خفيف، يظهر عند الانتظار	1 – 0.1	بضعة أجزاء من ألف	50 أو أكثر

المحاليل والكواشف:

- حمض آزوت مركز(1.4218غ/سم^3،72%).
- حمض آزوت (1 N): أضف 62مل من حمض الآزوت المركز إلى قليل من الماء المقطر في دورق معياري سعة 1000مل، ثم خفف حتى العلامة بماء مقطر.
- حمض كلور الماء (0.1 N): أضف 8.28مل من حمض كلور الماء المركز (1.19غ/سم^3،37%) إلى 200مل من الماء المقطر، أمزج جيداً، برد، ثم أكمل الحجم إلى 1لتر.
- محلول نترات الفضة (0.1 N): أذب 16.96غ من نترات الفضة في1لتر من الماء المقطر.
- محلول كلور الباريوم10%:أذب10غ من كلور الباريوم المائي $BaCl_2.2H_2O$ في 100مل من الماء المقطر.
- محلول أكسالات الأمونيوم 2%: أذب 2غ من أكسالات الأمونيوم في100مل من الماء المقطر.
- حمض الخل المخفف: خفف 10مل من حمض الخل الثلجي (1.0524غ/سم^3،99%) في 100مل بماء مقطر.
- دليل فينول فثالئين $\{C_6H_4COOOC(C_6H_4.4OH)_2\}$: أذب1غ في 100مل إيثانول(كحول إتيلي).
- إيثانول كحول إتيلي (C_2H_5OH)70%.
- دليل برتقالي الميتيل$\{4NaOSO_2C_6H_4N:NC_6H_4,4N(CH_3)_2\}$: أذب0.1غ في 100مل ماء مقطر.
- ماء مقطر.

تقدير الكربونات والبيكربونات في مستخلصات التربة المائية

Determination of soluble carbonate and bicarbonate in soil water extract

تقدير الكربونات $(CO_3)^{2-}$ والبيكربونات $(HCO_3)^{-}$:

تحتوي مستخلصات التربة المائية على تراكيز متباينة من الكربونات والبيكربونات الذائبة التي تنشأ عن تأين حمض الكربون أو نتيجة تفاعلات التربة الكيميائية الحيوية.

ونادراً ما تحتوي المستخلصات المائية للتربة الطبيعية على الكربونات رغم احتوائها على تراكيز قليلة من البيكربونات، بينما يشير وجود الكربونات الذائبة على ارتفاع قلويتها من جهة وسوء خصائصها من جهة أخرى وانتقالنا إلى ترب مالحة قلوية أو ترب قلوية تحتوي على تراكيز عالية من كربونات الصوديوم الذائبة.

ويعدُ أي تركيز ولو كان محدوداً وضئيلاً من الكربونات في مستخلص التربة المائي مؤشراً سمياً للنبات في هذه التربة، ويعدُ وجود أي أثر أو تركيز منه أقل من 1مليمكافىء/لتر تركيزاً عالياً، بينما يعدُ تراكيز البيكربونات بين 0.1-2.5 مليمكافىء/لتر في مستخلصات التربة المشبعة تراكيز مقبولة غير سمية بالنسبة لأغلب الأنواع النباتية، بينما تعدُ التراكيز التي تزيد على 5 مليمكافىء/لتر تراكيز مرتفعة، أي نحو 1مليمكافىء/لتر في مستخلص التربة 5:1.

تقدر الكربونات والبيكربونات الذائبة في مستخلصات التربة المائية بطريقة المعايرة الحجمية بحمض الكبريت الممدد بوجود دليل فينول فتالئين (تحول اللون الوردي إلى عديم اللون) بالنسبة للكربونات وبوجود دليل برتقالي الميتيل بالنسبة للبيكربونات (تحول اللون الأصفر إلى اللون البرتقالي).

المرحلة الأولى تنتهي عند pH=8.3 تتحد أيونات الهيدروجين لحمض الكبريت الممدد مع أيونات الكربونات مكونةً البيكربونات حسب التفاعل التالي:

$$CO_3^{-2} + H^+ \longrightarrow HCO_3^-$$

تتم المرحلة الأولى في وسط قلوي شديد لذلك يستعمل دليل الفينول فتالئين، مع استمرار المعايرة بالحمض ننتقل إلى المرحلة الثانية التي تتم في وسط حمضي ويستعمل بها دليل برتقالي الميتيل حيث تتحول البيكربونات إلى حمض الكربون حسب التفاعل التالي:

$$HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2CO_3$$

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- سحاحة زجاجية سعة 100مل، حامل سحاحة، ملاقط تثبيت، ماصات زجاجية عادية سعة 25مل، كؤوس زجاجية سعة 50 و 100مل.

المحاليل والكواشف:

- ماء مقطر.
- دليل فينول فثالئين $\{C_6H_4COOOC(C_6H_4.4OH)_2\}$: أذب1غ في 100مل إيثانول.
- إيثانول (C_2H_5OH)70% أو 95%.
- دليل برتقالي الميتيل$\{4NaOSO_2C_6H_4N:NC_6H_4,4N(CH_3)_2\}$: أذب0.1غ في 100مل ماء مقطر.
- حمض الكبريت (0.05 N)، أضف 30سم^3 من حمض الكبريت المركز إلى 200مل ماء مقطر، امزج ثم أترك المحلول ليبرد ثم اكمل الحجم إلى 1لتر (محلول رئيس). خذ 50سم^3 من المحلول الرئيس وخفف إلى 1لتر.

خطوات العمل:

- ضع 25مل من المستخلص المائي للتربة 5:1 في دورق مخروطي سعة 100مل.
- أضف قطرتين من دليل فينول فتالئين، إن ظهور اللون الزهري (الوردي) يؤشر على وجود الكربونات الذائبة في المستخلص.
- عاير بحمض الكبريت (N 0.05) قطرة فقطرة مع التحريك حتى يزول اللون الزهري.
- سجل حجم حمض الكبريت اللازم لإزالة لون الدليل.
- في حال وجود الكربونات أو غيابها تابع تقدير البيكربونات باضافة قطرتين من دليل برتقالي الميثيل إلى مستخلص التربة، يعدُ ظهور اللون الأصفر مؤشراً على وجود البيكربونات الذائبة في المستخلص.
- عاير بحمض الكبريت (N 0.05) قطرة فقطرة مع التحريك حتى يتحول اللون اللون الأصفر إلى البرتقالي.
- سجل حجم حمض الكبريت اللازم لتحول لون الدليل.

طريقة الحساب:

عدد مليمكافئات CO_3 في 100غ تربة = ((حجم الحمض اللازم للمعايرة × نظاميته × 2 × 5 × 100) : حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة).

% لـCO_3 في التربة= عدد مليمكافئات CO_3 في 100غ تربة× 0.03.

عدد مليمكافئات HCO_3 في 100غ تربة = (((حجم الحمض اللازم لمعايرة HCO_3 × نظاميته)–(حجم الحمض اللازم لمعايرة CO_3 × نظاميته)×5×100): حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة)).

% لـHCO_3 في التربة= عدد مليمكافئات HCO_3×0.061.

مثال:

لدى تقدير كمية كل من الكربونات والبيكربونات في 25 مل من مستخلص مائي لتربة 5:1، بلغ حجم حمض الكبريت اللازم لإزالة لون دليل فينول فتالئين1.4مل، واللازم لتحول لون دليل برتقالي الميثيل8.2مل علماً أن نظامية حمض الكبريت المستعمل للمعايرة هي0.01.

الحل:

حجم حمض الكبريت اللازم لمعايرة الكربونات =

(2 × حجم الحمض اللازم لإزالة لون دليل الفينول فتالئين) 2× 1.4= 2.8مل.

عدد مليمكافئات CO_3 في 100غ تربة = ((حجم الحمض اللازم للمعايرة × نظاميته × 2 × 5 × 100) : حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة).

عدد مليمكافئاتCO_3 في100غ تربة= ((2.8×0.01×100×5): 25) = 0.56

% لـ CO_3 في التربة = عدد مليمكافئات CO_3 في 100غ تربة× 0.03.

% لـ CO_3 في التربة = 0.56 × 0.03 = 0.0168%.

عدد مليمكافئات HCO_3 في 100غ تربة =

(((حجم الحمض اللازم لمعايرة HCO_3 × نظاميته)– (حجم الحمض اللازم لمعايرة CO_3 × نظاميته)×5×100): حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة)).

عدد مليمكافئاتHCO_3 في100غ تربة =

(25:(5×100×0.01×(1.4 – 8.2))) =1.36.

% لـ HCO_3 في التربة = عدد مليمكافئات HCO_3× 0.061.

% لـ HCO_3 في التربة = 1.36×0.061 = 0.083%.

تقدير الكلور في مستخلصات التربة المائية

Determination of Chlore in soil water extract

يوجد الكلور في التربة بحالة أملاح متنوعة قابلة للذوبان، وهو من أكثر الأيونات حركيةً واستجابة للغسل لذلك لا يوجد عادةً في الترب المغسولة المنتشرة في المناطق المطيرة ذات الهطولات المائية المرتفعة، بينما ترتفع تراكيزه في ترب المناطق الجافة، لذلك تتباين نسبة أيون الكلور في مستخلصات التربة المائية تبعاً لنوعيتها من جهة ولدرجة تملحها من جهة أخرى، وتعدُ نسبة 0.02% الحد الحرج للكلور في التربة بالنسبة لمعظم النباتات.

ويقدر الكلور في مستخلصات التربة المائية وزنياً أو حجمياً بمعاملته في وسط متعادل أو خفيف الحموضة بمحلول من نترات الفضة وترسيبه بحالة كلور الفضة وفق التفاعل التالي:

$$AgNO_3 + Cl^- \longrightarrow AgCl\downarrow + NO_3^-$$

طريقة المعايرة الحجمية:

يعتمد مبدأ هذه الطريقة على معايرة أيون الكلور بمحلول نترات الفضة بوجود كرومات البوتاسيوم كدليل على نهاية المعايرة. فبعد ترسيب الكلور بصورة كلور الفضة فإن متابعة إضافة نترات الفضة ستتفاعل مع كرومات البوتاسيوم مكونةً راسباً أحمراً آجرياً من كرومات الفضة دالة على نهاية المعايرة. وتتم المعايرة وفق التفاعل التالي:

$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 \longrightarrow Ag_2CrO_4\downarrow + 2KNO_3$$

الأجهزة والأدوات اللازمة:

سحاحة زجاجية سعة 100مل، حامل سحاحة، ملاقط تثبيت، ماصات زجاجية سعة 25مل، كؤوس أو دوارق زجاجية سعة 50 و100مل، دوارق معيارية سعة 1لتر.

المحاليل والكواشف:

- محلول نترات الفضة $AgNO_3$ (N 0.01): أذب 1.699غ من نترات الفضة الجافة في كمية من الماء المقطر، ثم أكمل الحجم إلى1لتر.
- محلول كلور الصوديوم NaCl (N 0.01): أذب0.585غ من كلور الصوديوم النقي الجاف في كمية من الماء المقطر، ثم أكمل الحجم إلى1لتر.
- دليل كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4، 5%: أذب5غ من كرومات البوتاسيوم بالماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى 100مل.
- ماء مقطر.

خطوات العمل:

- بعد معايرة البيكربونات أضف 5 قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم تركيز 5%.
- عاير بمحلول نترات الفضة نترات الفضة $AgNO_3$ (N 0.01) ببطء ومع التحريك المستمر حتى بداية ظهور اللون الأحمر الآجري.
- سجل حجم محلول نترات الفضة اللازم للمعايرة.

طريقة الحساب:

عدد مليمكافئات الكلور في 100غ تربة = ((حجم محلول نترات الفضة اللازمة للمعايرة × نظاميته×5×100) : حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة).

% للكلور في التربة = عدد مليمكافئات الكلور × 0.0355.

مثال:

لدى تقدير الكلور في 25مل من مستخلص مائي لتربة 5:1، بلغ حجم نترات الفضة اللازم للمعايرة حتى بداية ظهور اللون الأحمر الآجري 0.6مل علماً أن نظامية نترات الفضة المستعمل للمعايرة N0.01.

الحل:

عدد مليمكافئات الكلور في 100غ تربة = ((حجم محلول نترات الفضة اللازمة للمعايرة × نظاميته ×5×100) : حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة).

عدد مليمكافئات الكلور في100غ تربة =((0.6×0.01×5×100):25)= 0.12

% للكلور في التربة = عدد مليمكافئات الكلور× 0.0355

% للكلور في التربة = 0.12 × 0.0355 = 0.00426


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

تقدير الكالسيوم والمغنزيوم في مستخلصات التربة المائية

Determination of calcium and magnesium in soil water extract

توجد أملاح عنصري الكالسيوم والمغنزيوم بوفرة في المحلول الأرضي لترب المناطق الجافة وشبه الجافة وبصور متعددة، منها قليلة الذوبان مثل كربونات الكالسيوم وكربونات المغنزيوم وكبريتات الكالسيوم المائية أو غير المائية أو القابلة للذوبان مثل أملاح الهاليدات والبيكربونات.

ويعدُ عنصر الكالسيوم عموماً من العناصر الكيميائية المهمة لنموّ النباتات فهو يدخل في عمليات انقسام الخلايا ونموها، ويؤدي نقصانه في الترب إلى تخلف نمو النباتات، بينما يسهم عنصر المغنزيوم في صنع مادة اليخضور (الكلوروفيل) فكل جزيء من الكلوروفيل يحتوي على ذرة مغنزيوم، كما أنه ينشط عملية امتصاص النبات لعنصر الفوسفور، ويؤدي نقصانه في الترب إلى اصفرار لون أوراق النبات. وتعد التراكيز دون50ملمكافىء/لتر بالنسبة لعنصر الكالسيوم و25 ملمكافىء /لتر بالنسبة لعنصر المغنزيوم في مستخلصات التربة المائية 1:5 تراكيز عادية وملائمة لنمو أغلب الأنواع النباتية.

وتقدر أيونات الكالسيوم والمغنزيوم بطرائق متعددة، أكثرها انتشاراً طريقة المعايرة بمحلول الفرسينات EDAT (الاثيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل) سواءً للكالسيوم أو للمغنزيوم أو لكليهما معاً. يرتبط محلول الفرسينات مع الكالسيوم أو المغنزيوم ليعطي مركباً معقداً عند قيمة pH محددة، ورقم الـ pH اللازم لمعايرة أيونات الكالسيوم الذائبة هو 12-13 وذلك من أجل استبعاد أيونات المغنزيوم بترسيبها على هيئة ماءات المغنزيوم $Mg(OH)_2$، أما الرقم الهيدروجيني اللازم لمعايرة الكالسيوم والمغنزيوم معاً فهو 10، ويجب أن يبقى ثابتاً في أثناء المعايرة.

عند معايرة الكالسيوم يستعمل أحد دليلين هما: إما الموركسيد ويكون معقداً أحمر اللون بوجود أيونات الكالسيوم ويتحول لونه إلى اللون البنفسجي عند انتهاء المعايرة واتحاد جميع أيونات الكالسيوم مع الفرسينات، أو الكالسيئين ويكون معقداً أخضر اللون متألقاً بوجود أيونات الكالسيوم يتحول لونه إلى اللون البرتقالي المصفر خافت التألق عند انتهاء المعايرة.

ويستعمل دليل اريوكروم بلاك ت عند معايرة أيونات الكالسيوم والمغنزيوم معاً أو عند معايرة أيونات المغنزيوم وحدها، إذ يكون مركباً كرزي اللون بوجود المغنزيوم يتغير إلى اللون الأزرق السماوي عند انتهاء المعايرة.

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- سحاحة زجاجية سعة 100مل، حامل سحاحة، ملاقط تثبيت، ماصات زجاجية سعة 10 أو 25مل، كؤوس أو دوارق زجاجية سعة 50 أو 100مل، دوارق معيارية سعة 1لتر.

المحاليل والكواشف:

- محلول كلوريد الكالسيوم (N 0.01): أذب 0.5غ من كربونات الكالسيوم النقية الجافة في 30سم^3 من حمض الكلور (N 1)، ثم خفف إلى 1لتر.
- محلول ماءات الصوديوم (N 5): أذب 200غ من ماءات الصوديوم في قليل من الماء المقطر في كأس زجاجية، ثم انقل محتويات الكأس بعد الذوبان إلى دورق معياري سعته1لتر، خفف المحلول تدريجياً مع الاستمرار بالتحريك إلى 1لتر، ثم اترك المحلول يبرد.
- محلول منظم (دارىء): أذب 67.5غ من كلور الأمونيوم في 570مل من ماءات الأمونيوم المركزة NH_4OH، خفف المحلول تدريجياً مع الاستمرار بالتحريك إلى 1لتر.

- محلول كبريت الصوديوم Na_2S تركيز2%: أذب 2غ من كبريت الصوديوم في 100مل من الماء المقطر.
- محلول Na_2 EDTA (N 0.01): أذب 2غ من ثنائي صوديوم الإيتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل $Na_2H_{14}C_{10}N_2.2H_2O$ مع 0.05غ من كلوريد المغنزيوم المائي$MgCl_2.6H_2O$ في قليل من الماء المقطر، ثم خفف المحلول بالماء المقطر إلى 1لتر في دورق معياري. حدد نظامية المحلول بضبطه ومعايرته مع عينة من محلول كلوريد الكالسيوم (N 0.01).
- دليل الموركسيد $C_8H_8N_6O_6.6H_2O$: امزج 0.5غ من بربرات الأمونيوم مع 100غ من بلورات سلفات البوتاسيوم غير المائية K_2SO_4 مزجاً جيداً.
- دليل اريوكروم بلاك ت $C_{20}H_{13}O_7N_2SNa$: أذب0.5غ من مسحوق الدليل المذكور مع 4.5غ من هيدروكسيل أمين حمض كلور الماء في 100مل من الكحول الإتيلي95%.
- دليل الكالسيئين: اخلط 1غ من الكالسيئين مع100غ من كلور البوتاسيوم واطحنها ناعماً وامزجها جيداً.
- ماء مقطر.

تقدير أيونات الكالسيوم باستعمال دليل الموركسيد:

خطوات العمل:

- ضع 10مل من المستخلص المائي في دورق مخروطي سعة 100مل.
- أضف للدورق نحو 10مل ماء مقطر.
- أضف 1مل من محلول ماءات الصوديوم أو البوتاسيوم (N 5).
- أضف 10 قطرات من محلول كبريت الصوديوم أو هيدروكسيل أمين حمض كلور الماء لإبعاد أثر النحاس والمنغنيز الثنائي إن وجدا (يمكن الاستغناء عن إضافة هذه المحاليل بالنسبة لعينات الترب السورية).

- أضف نحو 50مغ من دليل الموركسيد، ثم لاحظ تلون المحلول باللون الأحمر الكرزي.
- عاير بمحلول الفرسينات (N 0.01)، قطرة فقطرة مع التحريك حتى يتحول لون المحلول إلى اللون البنفسجي.
- سجل حجم محلول الفرسينات المستهلك.

تقدير أيونات الكالسيوم باستعمال دليل الكالسئين:

خطوات العمل:

- ضع 10مل من المستخلص المائي في دورق مخروطي سعة 100مل.
- أضف للدورق نحو 10مل ماء مقطر.
- أضف 2مل من محلول ماءات البوتاسيوم (N 5).
- أضف 10 قطرات من محلول كبريت الصوديوم أو هيدروكسيل أمين حمض كلور الماء لإبعاد أثر النحاس والمنغنيز الثنائي إن وجدا (يمكن الاستغناء عن إضافة هذه المحاليل بالنسبة لعينات الترب السورية).
- أضف نحو 50مغ من دليل الكالسئين، ثم لاحظ تلون المحلول باللون الأخضر المتألق.

عاير بمحلول الفرسينات (N 0.01)، قطرة فقطرة مع التحريك المستمر حتى يتحول لون المحلول إلى اللون البرتقالي المصفر خافت التألق عند انتهاء المعايرة.

- سجل حجم محلول الفرسينات المستهلك.

الحساب لكلا الطريقتين:

عدد مليمكافئات الكالسيوم في 100غ تربة = ((حجم محلول الفرسينات اللازمة للمعايرة الكالسيوم× نظاميته × 5× 100)÷ حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة).

% للكالسيوم في التربة = عدد مليمكافئات الكالسيوم في 100غ تربة ×0.020.

تقدير أيونات الكالسيوم والمغنزيوم:

خطوات العمل:

- ضع 10مل من المستخلص المائي في دورق مخروطي سعة 100مل.
- أضف للدورق نحو 10مل ماء مقطر.
- أضف 5قطرات من محلول هيدروكسيل أمين حمض كلور الماء، (يمكن الاستغناء عن هذه الخطوة بالنسبة لعينات الترب السورية).
- أضف 5مل من المحلول المنظم لتصبح الـ pH=10.
- أضف3 قطرات من دليل اروكروم بلاكT، لاحظ تلون المحلول باللون الكرزي.
- عاير المستخلص بمحلول الفرسينات قطرة فقطرة مع التحريك المستمر حتى يتحول اللون الكرزي إلى اللون الأزرق السماوي.
- سجل حجم محلول الفرسينات المستهلك.

الحساب:

عدد مليمكافئات الكالسيوم والمغنزيوم في100غ تربة= ((حجم محلول الفرسينات اللازمة للمعايرة الكالسيوم والمغنزيوم × نظاميته×5×100) : حجم المستخلص المأخوذ للمعايرة).

عدد مليمكافئات المغنزيوم في100غ تربة =

(عدد مليمكافئات الكالسيوم والمغنزيوم في100غ تربة – عدد مليمكافئات الكالسيوم في 100غ تربة).

% للكالسيوم في التربة = عدد مليمكافئات الكالسيوم في100غ تربة× 0.020.

% للمغنزيوم في التربة = عدد مليمكافئات المغنزيوم في100غ تربة× 0.012.

مثال:

عند معايرة الكالسيوم والمغنزيوم في25مل من مستخلص مائي لعينة تربة5:1 بلغ حجم الفرسينات اللازم لمعايرة الكالسيوم 3مل، بينما بلغ عند معايرتهما معاً 9مل، علماً أن نظامية الفرسينات0.05. أحسب النسبة المئوية لكل من الكالسيوم والمغنزيوم في التربة:

الحل:

$$\text{عدد مليمكافئات الكالسيوم في100غ تربة} = \frac{5\times100\times0.05\times3}{25} = 3$$

% للكالسيوم في التربة= عدد مليمكافئات الكالسيوم في100غ تربة × 0.020.

% للكالسيوم في التربة= 3 × 0.020 = 0.06

حجم الفرسينات اللازم لمعايرة المغنزيوم = 9 – 3 = 6مل

$$\text{عدد مليمكافئات المغنزيوم في100غ تربة} = \frac{5\times 100\times 0.05\times 6}{25} = 6$$

% للمغنزيوم في التربة = عدد مليمكافئات المغنزيوم في100غ تربة × 0.012.

النسبة المئوية للمغنزيوم في التربة = 6 × 0.012 = 0.072

تقدير الكبريتات في مستخلصات التربة المائية

Determination of sulfate in soil water extract

يتباين محتوي التربة من الكبريتات $(SO_4)^{2-}$ تبعاً لنسبة المادة العضوية ونوعية فلزات الغضار والنظام المائي. وعموماً تحتوي مستخلصات التربة المائية عادةً على تراكيز قليلة من الكبريتات، وتتركز أيونات الكبريتات في المستخلصات المائية للأراضي المالحة والجبسية.

وتقدر الكبريتات في المستخلصات المائية للتربة بطرائق متعددة منها الطريقة الوزنية والطريقة الحجمية وهي الأكثر انتشاراً. تعد الطريقة الحجمية أكثر سهولة من الطريقة الوزنية إلا أن الطريقة الوزنية أكثر دقة خاصة عندما يكون محتوى الكبريتات في التربة مرتفعاً.

- **الطريقة الحجمية:**

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب الكبريتات الموجودة في المستخلص المائي للتربة بواسطة محلول كلور الباريوم على شكل كبريتات الباريوم في وسط حامضي وفق التفاعل التالي:

$$SO^{-2}_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2Cl^-$$

يضاف محلول كلور الباريوم عادةً بكمية فائضة عما يحتاج إليه التفاعل مع الكبريتات، ومن ثم يتم تقدير كمية الباريوم الفائضة على التفاعل بالمعايرة الحجمية بمحلول الفرسينات. ونظراً لعدم وجود دليل خاص بعنصر الباريوم وحده لمعرفة انتهاء عملية معايرة الباريوم الزائد مع محلول الفرسينات، يستعمل دليل اريوكروم بلاك ت الخاص بالمغنزيوم أو دليل الكالسيئين الخاص بالكالسيوم. وتضاف كمية قليلة من المغنزيوم لهذه الغاية قبل المعايرة. يدل تغير لون المحلول الذي يحتوي على أيونات الباريوم والمغنزيوم عند ربط الفرسينات

لكل المغنزيوم الموجود في المحلول على ربط الباريوم أيضاً. ولا بد من معايرة الكالسيوم والمغنزيوم في عينة أخرى من المستخلص لارتباطها مع الفرسينات حين معايرة الباريوم.

المحاليل والكواشف:

- محلول كلور الباريوم (N 0.01): أذب 1.222غ من كلوريد الباريوم المائي $BaCl_2.2H_2O$ في قليل من الماء المقطر، خفف إلى 1 لتراً بالماء المقطر في دورق معياري. عيّن نظامية المحلول بالضبط بالمعايرة بمحلول الفرسينات.
- حمض كلور الماء: مركز.
- ماءات أمونيوم 10%.
- محلول كلوريد المغنزيوم (N 0.01): أذب 1.0165غ من كلور المغنزيوم المائي $MgCl_2.6H_2O$ في قليل من الماء المقطر وخفف إلى 1 لتراً بالماء المقطر. عين نظامية المحلول بالضبط بالمعايرة بمحلول الفرسينات.
- محلول منظم (دارئ): أذب 67.5غ من كلور الأمونيوم في 570مل من ماءات الأمونيوم المركزة، خفف المحلول تدريجياً مع الاستمرار بالتحريك إلى 1لتر.
- محلول Na_2 EDTA، (N 0.01): أذب 2غ من ثنائي صوديوم الإيتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل$Na_2H_{14}C_{10}N_2.2H_2O$ مع 0.05غ من كلوريد المغنزيوم المائي$MgCl_2.6H_2O$ في قليل من الماء المقطر، ثم خفف المحلول بالماء المقطر إلى 1لتر في دورق معياري. حدد نظامية المحلول بضبطه ومعايرته مع عينة من محلول كلوريد الكالسيوم (N 0.01).

- دليل اريوكروم بلاك ت$C_{20}H_{13}O_7N_2SNa$: أذب0.5غ من مسحوق الدليل المذكور مع 4.5غ من هيدروكسيل أمين حمض كلور الماء في 100مل من الكحول الإتيلي95%.

خطوات العمل:

- عين الكالسيوم والمغنزيوم معاً في عينة من المستخلص المائي كما مر سابقاً.
- خذ 25 مل من المستخلص المائي في دورق مخروطي وأضف HCl حتى يتغير لون ورقة أحمر الكونغو إلى اللون الأزرق البنفسجي (pH=3).
- سخن حتى الغليان، ثم أضف 10 مل من محلول كلور الباريوم 0.01 N(أو أكثر حسب كمية الكبريتات في المستخلص) ببطء مع التحريك دون تبريد المحلول. سخن من جديد حتى الغليان ثم اترك المحلول ليبرد.
- عدّل الحموضة بإضافة محلول ماءات الأمونيوم حتى يتغير لون ورقة الكونغو من الأزرق البنفسجي إلى اللون الأحمر (pH=0.2).
- أضف 10 مل من محلول كلور المغنزيوم (0.01 N).
- أضف 5 مل من المحلول المنظم.
- أضف 5–6 قطرات من دليل أريوكروم بلاك ت، وعاير المحلول بمحلول الفرسينات حتى يتحول اللون إلى اللون الأزرق السماوي والخالي من أية آثار حمراء. عيّن حجم محلول الفرسينات المستهلك في المعايرة.
- في حال عدم ضبط نظامية كل من محلولي كلوريد الباريوم وكلوريد المغنزيوم المستعملين، عاير كمية مساوية للكمية المضافة إلى عينة المستخلص كالآتي:
- خذ 10مل من محلول كلوريد المغنزيوم و10مل من محلول كلوريد الباريوم في دورق مخروطي وخفف بالماء المقطر حتى 100مل.

- أضف 5مل من المحلول المنظم و 10 قطرات من دليل اريوكروم بلاك ت، ثم عاير بمحلول الفرسينات حتى يتكون اللون الأزرق. حدد حجم محلول الفرسينات المستعمل.

طريقة الحساب :

$$\text{عدد مليمكافئات الكبريتات في 100غ تربة} = \frac{[(\text{أ} - (\text{ب}-\text{ج}) \times \text{نظامية EDTA})]}{\text{وزن التربة في عينة المستخلص المستعملة للمعايرة}} \times 100$$

حيث:

أ- حجم EDTA اللازم لمعايرة مزيج كلوريد الباريوم وكلوريد المغنزيوم (مل).

ب- حجم EDTA اللازم لمعايرة عينة المستخلص المائي (مل).

ج- حجم EDTA اللازم لمعايرة عينة الكالسيوم والمغنزيوم في 25مل من المستخلص المائي.

يتم تحويل عدد المليمكافئات في100غ تربة إلى نسبة مئوية بضرب عدد المليمكافئات في100غ تربة بالوزن المكافئ للكبريتات مقدراً بالغرام.

% للكبريتات= [(عدد المليمكافئات في100غ تربة× 48):1000)].

مثال:

أحسب النسبة المئوية للكبريتات في عينة تربة حسب الطريقة الحجمية، إذا علمت أنه عند معايرة الكبريتات في10مل من مستخلصها المائي 5:1 استهلك

9مل من الفرسينات(N 0.01) لمعايرة التجربة و6مل لمعايرة الشاهد و5مل لمعايرة الكالسيوم والمغنزيوم.

الحل :

عدد مليمكافئات الكبريتات في100غ تربة =

$$1 = \frac{(100 \times 5 \times 0.01 \times (5 - 9) - 6)}{10}$$

$$\text{النسبة المئوية للكبريتات} = \frac{48 \times 1}{1000} = 0.048\ \%.$$

- **الطريقة الوزنية:**

يقوم مبدأ الطريقة الوزنية على ترسيب الكبريتات على شكل كبريتات الباريوم بمعاملتها بكلوريد الباريوم، من ثم تحديد وزن كبريتات الباريوم المترسبة.

المحاليل والكواشف:

- محلول كلور الباريوم 10 %.
- حمض كلور الماء 10 %.
- قطرات من حمض الكبريت 5 %.

خطوات العمل:

- خذ من 5–50مل من المستخلص المائي وذلك استناداً إلى نتائج الاختبارات الوصفية وضعها في كأس زجاجية سعة 100مل. (يجب أن يراوح وزن الراسب بين 0.05–0.2غ).
- أضف 1–2 قطرة من محلول حمض كلور الماء تركيز 10%، سخن حتى الغليان.

- أضف3–5 قطرات من محلول حمض البيكريك 1% (لتجميع جبيبات الراسب).
- خذ في أنبوبة اختبار من 5– 10 مل من محلول كلور الباريوم تركيز 10% وسخنها حتى الغليان.
- أضف محلول كلور الباريوم على دفعات فوق الكأس، واغلِ محتويات الكأس مدة 3–5 دقائق، حيث يتم التفاعل الآتي:

$$SO_4^{-2} + BaCl_2\downarrow \longrightarrow BaSO_4 + 2Cl^-$$

تتم عملية الترسيب في وسط حامضي لتجنب ترسيب أملاح أخرى.

- اترك محتويات الكأس مغطاة في مكان دافئ بضع ساعات. (أو سخنها على حمام مائي مدة 30– 60 دقيقة لإتمام الترسيب).
- رشح محتويات الكأس من خلال ورق ترشيح عديم الرماد بعد غسله 2–3 مرات بالماء المقطر المغلي، فوق ورقة الترشيح.
- اغسل الكأس وورقة الترشيح والراسب بالماء المقطر حتى يتم التخلص بشكل نهائي من كلوريد الباريوم الفائض. (يستدل على ذلك من أخذ عينة من الراشح وإضافة بضع قطرات من حمض الكبريت 5% فلا يظهر عكر).
- جفف ورقة الترشيح بما عليها من راسب، ثم ضعها في بوتقه خزفية جافة نظيفة وموزونة.
- ضع البوتقة الخزفية في المرمدة على حرارة منخفضة، ثم ارفع درجة الحرارة تدريجياً إلى 600 م° حتى يصبح لون ورقة الترشيح والراسب أبيض.
- برد البوتقة في المجفف ثم زنها وسجل الوزن.

طريقة الحساب:

$$\%SO_4 \text{ لـ } \% = \frac{(\text{أ} \times 100 \times 0.4114)}{\text{ب}} = 0.048\ \%.$$

حيث:

أ: وزن راسب كبريتات الباريوم مقدرة بالغرام.

0.4114: معامل تحويل كبريتات الباريوم $BaSO_4$ إلى كبريتات SO_4.

ب: وزن التربة المقابل لحجم المستخلص المائي المأخوذ لتعيين الكبريتات.

100: معامل حساب النتيجة في 100غ تربة.

عند حساب النتيجة على أساس المليمكافئ في 100غ تربة، يجب ضرب النسبة المئوية للكبريتات بـ 1000 وتقسيم الناتج على الوزن المكافئ للكبريتات الذي يساوي 48.

مثال:

إذا كان وزن راسب كبريتات الباريوم الناتجة عن ترسيب الكبريتات المستخلصة من 25 غرام تربة هو 0.05غرام، أحسب النسبة المئوية للكبريتات الذائبة في التربة.

الحل :

$$\%SO_4 \text{ لـ } \% = \frac{(\text{أ} \times 100 \times 0.4114)}{\text{ب}} = 0.048\ \%.$$

$$\%SO_4 \text{ لـ } \% = \frac{(0.05 \times 100 \times 0.4114)}{25} = 0.082\ \%.$$


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

تقدير الصوديوم والبوتاسيوم في مستخلصات التربة المائية
بوساطة جهاز مضواء اللهب

Determination of Sodium and Potassium in soil water extract by Flamephotometer

هناك طرائق متعددة لتقدير عنصري الصوديوم والبوتاسيوم الذائبين في مستخلصات التربة المائية كالطرائق اللونية Colorimetric وطرائق الترسيب Gravimeteric أو بوساطة جهـــاز قياس طيـــف الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectroscopy أو بوساطة جهاز مضواء اللهب Flame Photometer وتعدُ الطريقتان الأخيرتان من أفضل طرائق تقدير عنصري الصوديوم والبوتاسيوم في مستخلصات التربة المائية.

يعتمد مبدأ طريقة مقياس ضوء اللهب على تحديد شدة اشعاع العناصر التي تتهيج عند تسخين رذاذها في اللهب، فالعناصر الكيميائية لا سيما المعدنية منها تصدر أشعة ضوئية "أشعة كهرمغنطيسية" نتيجة تعرضها لطاقة كافية. فالالكترونات الموزعة على المدارات المحيطة بالنواة تمتص الطاقة فتقفز من مداراتها الداخلية إلى المدارات السطحية مبتعدةً عن النواة وعند عودة هذه الالكترونات لمواقعها تصدر الطاقة التي امتصتها على هيئة أشعة كهرمغنطيسية.

وبما أن العناصر الكيميائية تختلف بعدد الكترونات مداراتها السطحية ونمط توزعها ومقدار بعدها عن النواة فإنها ستتميز بأشعة كهرمغنطيسية منبعثة منها لها طول موجة محدد. بالنسبة للعناصر الكيميائية القلوية والقلوية الترابية مثل: Li^{+},Na^{+},K^{+}, Rb^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+} تتهيج الكتروناتها السطحية بسرعة عند تعرضها لمصدر من الطاقة كلهب البروبان أو لهب البوتان أو لهب مزيج غازي الأكسجين والأستلين.

وتوجد أنواع عديدة من أجهزة قياس ضوء اللهب، لكن جميعها تتألف من الوحدات الرئيسة الآتية:

- وحدة مصدر طاقة للتهييج (طاقة اللهب).
- وحدة رذاذ المحلول وتتألف من مضخة تفريغ ودفع المحلول إلى شعلة اللهب.
- وحدة المرشحات الضوئية التي تحدد طول موجة الضوء الخاصة بكل عنصر أو (موشور لتمييز الأمواج الضوئية) حيث تستعمل طول موجة 589 نانومتراً عند تقدير الصوديوم وطول موجة 766 نانومتراً عند تقدير البوتاسيوم.
- وحدة الخلايا الضوئية الحساسة، تستقبل الأشعة المنبعثة عن الرذاذ الملتهب وتحولها إلى طاقة كهربائية.
- وحدة القياس متمثلةً بمقياس ميكرو أمبير حساس.

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- جهاز قياس طيف اللهب، ميزان تحليل حساس دقته 0.001غ، دوارق زجاجية سعة 50ـــ100مل، دوارق زجاجية مخروطية سعة1لتر، سحاحات زجاجية مدرجة سعة 50مل، ماصات.

المحاليل:

- محلول صوديوم عياري (ppm1000) جفف قليلاً من ملح كلوريد الصوديوم ثم أذب 2.5419غ منه في لتر من الماء المقطر.
- محلول بوتاسيوم عياري (ppm1000) جفف قليلاً من كلوريد البوتاسيوم ثم أذب 1.9069غ منه في لتر من الماء المقطر.
- محاليل عيارية من البوتاسيوم بالتراكيز صفر،2،4،6،8،10 ppm.

- محاليل عيارية من الصوديوم بنفس بالتراكيز صفر،2،4،6،8،10 ppm.
- ماء مقطر.

خطوات العمل:

- شغل جهاز قياس ضوء اللهب.
- حدد طول موجة العنصر المراد تحديده.
- قس الكثافة الضوئية "" للمحاليل العيارية لعنصري الصوديوم والبوتاسيوم، يتم ضبط الجهاز ليقرأ 100% على أعلى تركيز من المحاليل القياسية وأدنى قياس صفر% لعينة الماء المقطر.
- ارسم العلاقة بين قراءة الجهاز وتراكيز المحاليل العيارية بالنسبة لعنصري الصوديوم والبوتاسيوم.

طريقة الحساب:

تركيز الصوديوم أو البوتاسيوم ppm في التربة =

قراءة تركيز عنصر الصوديوم أو البوتاسيوم على الخط البياني× نسبة التمديد.

مثال:

احسب تركيز الصوديوم في التربة كجزء من المليون، بفرض أن قراءة تركيزه من الخط البياني كانت 120، ونسبة التمديد "الاستخلاص"1:5.

الحل:

تركيز الصوديوم ppm في التربة = 120 × 5 = 600 ppm.

تركيز الصوديوم في 100غ تربة = (تركيز الصوديوم ppm في التربة) : 10

= 600 :10= 60مغ

% للصوديوم في عينة التربة = (تركيز الصوديوم في 100غ تربة : 1000)

% للصوديوم في عينة التربة = (60 : 1000) =0.06%

عدد مليمكافئات الصوديوم في100غ تربة = ((0.06 ×1000):23) =2.61

Damascus University

تقدير مجموع الصوديوم والبوتاسيوم في مستخلصات التربة المائية حسابياً

يمكن تقدير كل من الصوديوم والبوتاسيوم في مستخلصات التربة المائية حسابياً بشكل مباشر على المبدأ الآتي:

يتكافأ في مستخلصات التربة المائية مجموع الأيونات السالبة (الأنيونات) مع مجموع الأيونات الموجبة (الكاتيونات)، لذلك يعد الفرق بين مجموع عدد مليمكافئات الـ $(CO_3)^{2-}$ و $(HCO_3)^{-}$ و Cl^{-} و $(SO_4)^{2-}$ وبين عدد مليمكافئات الـ $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ معبراً عن عدد مليمكافئات$(Na^{+}+K^{+})$. يفترض هذا الحساب أن كمية الأيونات الموجبة والسالبة الأخرى قليلة في مستخلص المائي للتربة ويمكن إهمالها وتجاوزها.

بعض الترب المالحة تحتوي أحياناً على كميات كبيرة من $(NO_3)^{-}$ و $(SiO_3)^{2-}$ عندئذ لا تعد هذه الطريقة صالحة للاستعمال. وتسجل نتائج تحليل المستخلص المائي حسب الجدول-17 الآتي:

جدول-17: صيغة تسجيل نتائج تحليل المستخلص المائي.

عينة التربة	عمق العينة بـ سم	% للأملاح (وزن الراسب الجاف)	الأيونات السالبة (الأنيونات)					الأيونات الموجبة (الكاتيونات)				
			$(CO_3)^{2-}$	$(HCO_3)^{-}$	Cl^{-}	$(SO_4)^{2-}$	المجموع	Ca^{+2}	Mg^{+2}	المجموع	$Na^{+}+K^{+}$ بالفرق
			مليمكافئ في 100غ تربة								

مثال:

بفرض أن عدد مليمكافئات الكربونـــات 0.9 والبيكربونـــات 1.5 والكلـــور4.2 والكبريتات1.8 والكالسيوم 2.8 والمغنزيوم 1.9 فإن عدد مليمكافئات الصوديوم والبوتاسيوم تحسب كما يلي:

الحل:

عدد مليمكافئات الأيونات السالبة (الأنيونات) = 0.9+1.5+ 4.2+1.8= 8.4

عدد مليمكافئات الكالسيوم والمغنزيوم = 2.8 + 1.9 = 4.7

عدد مليمكافئات الصوديوم والبوتاسيوم = 8.4-4.7=3.7

تقدير الجبس في التربة

Determination of gypsum in the soil

يوجد الجبس في التربة بحالة سلفات الكالسيوم المميهة $CaSO_4.2H_2O$ كما يوجد بصورة $CaSO_4.0.5H_2O$ وهي حالة انتقالية للجبس، يشاهد في القسم الأعلى للطبقة السطحية من ترب المناطق الجافة أو شديدة الجفاف.

تذوب بلورات الجبس جزئياً في الماء بمعدل30 مليمكافئ في اللتر (2.6غ/ل)، يزيد معدل ذوبان الجبس في الماء كلما كانت بلورات الجبس أكثر نعومة، وكذلك تؤدي الأيونات المشتركة دوراً في معدل الذوبان، لذلك يجب طحن عينة التربة قبل البدء بتقدير الجبس. وهناك العديد من طرائق التحليل المتبعة في تقدير الجبس في التربة، منها:

طريقة الاستيون:

- خذ 5غ من التربة الجافة هوائياً وضعها في كأس زجاجية سعة 500مل.
- أضف 100مل ماء مقطر.
- رج على رجاج آلي مدة نصف ساعة.
- رشح المستخلص على ورقة ترشيح، وتخلص من أول كمية عكرة من الراشح.
- خذ من الراشح الصافي 5مل وضعها في أنبوب طرد مركزي سعة 15مل.
- أضف 5مل من الاستيون إلى الأنبوب وأغلقه بإحكام وامزج الراشح مع الاستيون.
- ارفع الغطاء واغسله بنحو1-2مل من الاستون، تستمر عملية الطرد المركزي مدة 5 دقائق على سرعة 2200 دورة في الدقيقة.

- تخلّص من السائل الموجود في الأنبوب بصرفه على ورقة ترشيح عن طريق إمالة الأنبوب قليلاً مع الانتباه إلى عدم خسارة أي من بلورات الجبس.
- أضف من جديد 5مل من الاستيون وكرر العملية كما سبق.
- أضف 10مل من الماء المقطر إلى بلورات الجبس الموجودة في الأنبوب، ورج الأنبوب حتى تذوب كامل البلورات.
- خذ قراءة التوصيلية الكهربائية للمحلول بواسطة جهاز قياس التوصيلية الكهربائية، (إذا كانت القراءة > 0.85 مليموز/ سم، تعاد العملية بأخذ وزن أقل من التربة).

طريقة الحساب:

% للجبس = ((كمية الجبس المأخوذة من الجدول-18 مليمكافئ في 100غ تربة x حجم الماء المضاف لإذابة الجبسx 0.08609):(وزن عينة التربةx5))

حيث: 0.08609: معامل تحويل من مليمكافئ جبس إلى غرام جبس.

5 : حجم الراشح المأخوذ لتقدير التوصيلية الكهربائية EC.

جدول-18:تحويل قراءة مليموز/سم إلى كمية الجبس في العينة مليمكافئ/100غ.

EC	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0							0.40			
0.1	0.80	0.89	0.98	1.10	1.22	1.31	1.40	1.50	1.60	1.70
0.2	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70
0.3	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.72
0.4	3.85	3.98	4.10	4.22	2.35	4.48	4.60	4.70	4.80	4.90
0.5	5.00	5.12	5.25	5.38	5.50	5.62	5.75	5.88	6.00	6.12
0.6	6.25	6.35	6.45	6.58	6.70	6.92	6.95	7.05	7.15	7.28
0.7	7.40	7.52	7.65	7.78	7.90	8.04	8.18	8.32	8.45	8.58
0.8	8.70	8.82	8.95	9.05	9.15	9.28	9.40	9.55	9.70	9.85
0.9	10.00	10.12	10.25	10.38	10.50	10.62	10.75	10.88	11.00	11.15
1.0	11.30									

طريقة استخلاص الجبس بواسطة HCl:

يعتمد مبدأ هذه الطريقة على استخلاص الجبس من التربة بمعاملتها بحمض كلور الماء HCl (N 0.2)، حيث يتم التفاعل الآتي:

$$CaSO_4 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2SO_4$$

يتم تقدير الكبريتات عن طريق ترسيبها بواسطة كلوريد الباريوم $BaCl_2$.

خطوات العمل:

- زن من 1-5 غ تربة منخولة على منخل أقطار ثقوبه 0.25 مم، ثم ضعها في كأس زجاجية تحوي 100مل من HCl N0.2.
- برج المزيج ثم يترك لليوم التالي.
- رشح العينة، ثم اغسلها عدة مرات بحمض كلور الماء HCl (N 0.2) حتى التخلص من $(SO_4)^{2-}$، (يكشف عن ذلك باضافة بضع قطرات من $BaCl_2$).
- اجمع الرشاحة في كأس زجاجية وبخرها على سخان، حتى يصل حجمها بين 150-200مل.
- عدّل حموضة الرشاحة بمحلول ماءات الأمونيوم 10%.
- أضف HCl تركيز 10% حتى يصبح الوسط حامضياً.
- سخن حتى الغليان.
- أضف إلى الرشاحة وبالتدريج 10مل من محلول $BaCl_2$ تركيز 10% واترك العينة مدة ساعتين في مكان دافىء.
- رشح العينة على ورق ترشيح خالي الرماد.
- اغسل ورقة الترشيح وما عليها من راسب بالماء الساخن المحمَّض ببضع قطرات من HCl تركيز 10% حتى يتم غسل كامل الباريوم.
- ضع ورقة الترشيح وما عليها من راسب في بوتقة موزونة وضعها في مرمدة على درجة حرارة لا تزيد على 600م° مدة ساعتين.

- برد البوتقة ضمن المجفف ثم سجل وزنها، ثم احسب الكبريتات الكلية في عينة التربة، واطرح منها الكبريتات الذائبة، تحصل على وزن الكبريتات الموجودة في الجبس.

طريقة الحساب:

% للكبريتات = {(0.4141 × وزن راسب كبريتات الباريوم في العينة المأخوذة للتحليل/ وزن عينة التربة الجافة المأخوذة للتحليل) × 100) – % للكبريتات الذوابة في التربة)}.

حيث:

0.4141: معامل تحويل كبريتات الباريوم $BaSO_4$ إلى كبريتات SO_4.

% للجبس = % للكبريتات × 1.79

تعدُ الطريقتان السابقتان الأكثر استعمالاً في تقدير كمية الجبس في التربة، إلا أن هناك طرائق أخرى أهمها:

التقدير الكمي للجبس في التربة بواسطة انعراج الأشعة السينية (XRD):

عند تحليل عينة تربة تحتوي على الجبس بواسطة انعراج الأشعة السينية (XRD) يظهر فلز الجبس انعكاساً محدداً عند القمة الرئيسة 100%= A°7.56، ويمكن تقدير الجبس كمياً من هذه القمة "البيك".

التقدير الكمي للجبس بالتسخين:

يعتمد مبدأ هذه الطريقة على تسخين عينة التربة التي تحتوي على جبس إلى درجة حرارة تفوق 165م°، حيث تتحرر عندها جزيئات الماء الموجودة في البنية البلورية. تعتبر هذه الطريقة مناسبة عند استعمال عينات تربة لا تحتوي على فلزات طين قد تخسر هي أيضاً جزءاً من مائها على درجة الحرارة نفسها.

تقدير الكاتيونات المتبادلة وسعة التبادل الكاتيوني

Determination of exchangeable cations and cation exchange capacity (CEC)

تعود عملية التبـــادل الكاتيوني إلى ظاهرة تبادل الكاتيونات بين الطور الصلب (سطوح الغرويات) والطور السائل، اذا كانا على تماس معاً.

ويعرف التبادل الكاتيوني على أنه كمية الكاتيونات التي تمتز على سطوح الغرويات وتقدر بالمليمكافئ في 100غرام تربة أو بالسنتيمول/كغ. أمـــا ســـعة التبادل الكاتيوني فهي عبارة عن قدرة الامتزاز الكلية للكاتيونات من قبل سطوح الغرويات.

تعدُ كل من ظاهرة التبادل الكـــاتيوني وســـعة التبـــادل الكـــاتيوني مـــن الخصائص الفيزيا-كيميائية المهمة التي تقدم فكرة عن نوع الكاتيونات الممتـــزة وإلى حد ما نوعية فلزات الطين السائدة والقدرة على الاحتفـــاظ بالكاتيونـــات. ولذلك دور مهم في التعرف على قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائيـــة اللازمة لنمو النبات.

تستعمل في تقدير كل من الكاتيونات المتبادلة أو سعة التبادل الكـــاتيوني عـــدة طرائق، تعتمد على مبدأ ازاحة الكاتيونات الممتزة بكاتيونات أخرى ثـــم تقـــدر الكاتيونات المزاحة، أما بالنسبة لسعة التبادل الكاتيوني فيتم تقديرها من خـــلال اشباع سطوح الغرويات بكاتيون معين ثم ابداله مع كاتيون آخر وتقديره.

تقدير الكاتيونات المتبادلة بطريقة الاشباع بمحلول خلات الأمونيوم:

تنفذ هذه الطريقة على التربة التي لها توصيلية كهربائية EC < 0.5 مليسيمنس (مستخلص1:2.5) تشبع التربة الجافة هوائياً بمحـــلول خـــلات الأمونيوم CH_3COONH_4 (N 1) وpH=7، حيث يحل الأمونيوم NH^+_4 مكان

الكاتيونات المتبادلة التي تخرج إلى المحلول، ويتم تقدير هذه الكاتيونات إما بواسطة جهاز الامتصاص الذري AAS أو بالمعايرة الحجمية.

المحاليل والكواشف:

- محلول الإشباع: يمزج 57.5 مل من حمض الخل الثلجيCH_3COOH مع 800 مل من الماء المقطر في دورق معياري سعة 1000 مل، يضاف 71.5 مل من محلول الأمونيا، تضبط درجة الpH إلى الرقم 7 بواسطة حمض الخل أو الأمونيا، ويكمل الحجم إلى 1000مل بالماء المقطر.
- في حال تقدير الكاتيونات بواسطة جهاز الامتصاص الذري، تحضر محاليل قياسية، أو محاليل خاصة بالمعايرة، كما تحضر المشعرات الضرورية اللازمة.
- ماء مقطر.

خطوات العمل:

- زن5غ تربة جافة هوائياً(أقل من 2مم)، ضعها في أنبوب طرد مركزي سعة 100مل.
- أضف30مل من محلول خلات الأمونيوم (N 1) pH= 7، يغطى الأنبوب.
- رج على رجاج دائري مدة 20 دقيقة، ثم اطرد مركزياً، أو ثفل على سرعة 2400 دورة/ دقيقة مدة 5 دقائق.
- افصل السائل بالإبانه إلى دورق معياري سعة100مل.
- كرر العملية السابقة مرتين ثم أكمل الحجم.
- قدر كل من الكاتيونات المتبادلة (Ca^{+2},Mg^{+2},Na^{+},K^{+}) بالطرائق المتبعة في المخبر.

تقدير سعة التبادل الكاتيوني CEC:

هناك عدة طرائق وأيضاً عدة محاليل إشباع تستعمل لتقدير سعة التبادل الكاتيوني من أهمها:

تقدير سعة التبادل الكاتيوني باستعمال محلول خلات الأمونيوم pH=7:

خطوات العمل:

أ- إشباع التربة بالأمونيوم.

- زن25غ تربة جافة هوائياً أقل من 2مم، ثم ضعها في دورق مخروطي سعة 250 مل.
- أضف 35-50مل من محلول خلات الامونيوم(N 1) ، pH=7.
- غط الدورق ثم رجه عدة دقائق واتركه ليلةً كاملة.
- افصل السائل بالإبانه إلى دورق معياري سعة100مل.
- انقل محتويات الدورق إلى قمع بوخنر Buchner بواسطة ورقة ترشيح مبللة واطمان 42.
- رشح مع تفريغ خفيف اذا لزم الأمر.
- اغسل العينة بـ 200 مل من محلول خلات الصوديوم، بإضافة كميات قليلة من وقت لآخر لتستمر فترة مدة الغسل أكثر من ساعة.
- انقل الراشح إلى دورق معياري واحفظه لتحليل الكاتيونات المتبادلة اذا استدعى الأمر ذلك.
- أضف كميات صغيرة من الكحول (ايثانول 95%)، على عينة التربة المشبعة بالأمونيوم في قمع بوخنر حتى الاختبار السلبي للأمونيوم في الراشح (بواسطة كاشف نسلر)، أو حتى يصبح الحجم المستهلك من الكحول 100مل.

ب- **التقطير المباشر للأمونيوم الممتز بطريقة كلدال.**

- انقل التربة مع ورقة الترشيح إلى دورق كلدال Kjeldahl flask.
- أضف 400 مل من الماء المقطر+10غ NaCl + 5 قطرات من مانع الرغوة +1-2غ من الزنك الحبيبي.
- أضف 40مل من ماءات الصوديوم (N 1).
- يتم تقطير 200مل في دورق يحتوي على 5مل من محلول حمض البوريك H_3BO_4 4%.
- تعاير الكمية المقطرة بمحلول حمض كلور الماء (N 0.2)، بعد اضـــافة 10 قطرات من الدليل المركب وقطرتان من أخضر بروم الكريزول، حتى يظهر اللون القرمزي (البرتقالي).

طريقة الحساب:

يتم حساب سعة التبادل الكاتيوني على النحو التالي:

CEC مليمكافئ في 100غ = ((100× حجم حمض كلور الماء المستهلك بالمعايرة × نظاميته) : (وزن عينة التربة بالغرام)).

المحاليل والكواشف:

- محلول خلات الأمونيوم CH_3COONH_4 (N 1) وpH 7: يمزج 68 مل من ماءات الأمونيوم NH_4OH ذات الوزن النوعي 0.95 مع 57مل من حمض الخل CH_3COOH 99.5%، يكمل الحجم إلى1لتر، بعد التبريد تضبط درجة الـــ pH إلى7 بواسطة قطرات إما من حمض الخل أو من ماءات الأمونيوم.
- كحول ايثيلي CH_3CH_2OH 95%.
- كاشف نسلر.
- كلوريد الصوديوم NaCl.

- مزيج مانع الرغوة، يتألف من خلط أجزاء متساوية من زيت معدني مع كحول.
- ماءات الصوديوم (N 1).
- حمض كلور الماء HCl (N 0.2).
- حمض اليوريك H_3BO_3 4%.
- دليل مركب: 1.25غ من أحمر الميثيل مع 0.825غ من أزرق الميثلين في لتر واحد من الكحول الايتيلي95 %.
- أخضر بروم الكريزول 0.1% محلولاً مائياً.
- ماء مقطر.

تقدير سعة التبادل الكاتيوني بوساطة محلول خلات البوتاسيوم CH_3COOK:

خطوات العمل:

تتبع الخطوات السابقة نفسها في طريقة خلات الأمونيوم، باستثناء استعمال محلول خلات البوتاسيوم بدلاً من محلول خلات الأمونيوم.

ويتم تقدير البوتاسيوم بواسطة جهاز ضوء اللهب.

تقدير السعة التبادلية الكاتيونية بمحلول خلات الصوديوم CH_3COONa والطرد المركزي.

خطوات العمل:

- زن 5غ من التربة وضعها في إنبوب طرد مركزي.
- أضف إلى الإنبوب 33مل من خلات الصوديوم N1 NaOAc و pH=8.2.
- رج مدة 5 دقائق بعد تغطية الإنبوب.

- ارفع غطاء الإنبوب وثفّل حتى يصبح السائل رائقاً (5 دقائق كافية لذلك غالباً).
- يتم التخلص من السائل بشكل تماماً بالإبانة.
- تكرر الخطوات السابقة أربع مرات.
- بعد آخر مرة يغسل غطاء الأنبوب وتزال بلورات خلات الصوديوم التي قد تكون عالقة على حواف أنبوبة التثفيل بواسطة ورق نشاف.
- يضاف إلى العينة في أنبوب التثفيل نحو30مل من الكحول الإثيلي، يغطى الأنبوب ويرج مدة 5 دقائق، يثفّل حتى يصبح السائل رائقاً ويتم التخلص منه بالإبانة.
- يستمر الغسل بالكحول حتى تصبح التوصيلية الكهربائية EC لسائل الغسل بين55–40 ميكروموز/سم، يمكن زيادة حجم الكحول المستعمل في الغسل بمقدار5مل كل مرة.
- يزاح الصوديوم الممتز على العينة بواسطة محلول خلات الأمونيوم 1 Nو pH=7 وذلك بإضافة 30مل والرج مدة 5 دقائق ثم التثفيل.
- افصل السائل بالإبانة واحتفظ به في دورق معياري سعة 100مل.
- كرر العملية السابقة مرتين حتى يتجمع نحو90مل من السائل.
- يكمل الحجم إلى 100مل بالماء المقطر.

حدد تركيز الصوديوم في المحلول بواسطة جهاز ضوء اللهب.

طريقة الحساب:

يتم حساب سعة التبادل الكاتيوني على النحو التالي:

CEC مليمكافئ في 100غ = ((عدد مليمكافئات الصوديوم في لتر من الخط البياني × عدد مرات التمديد × 100) : (وزن عينة التربة)).

المحاليل:

- خلات الصوديوم CH_3COONa N1 و pH=8.2.
- خلات الأمونيوم CH_3COONH_4 N1 و pH=8.2.
- كحول اثيلي CH_3CH_2OH 95%.
- ماء مقطر.

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

ملحق الجداول

تحضير محاليل دارئة أو منظمة (Buffer) من حمض الخل وماءات الأمونيوم.

ماء مقطر مل	NH_4OH مل N 0.2	CH_3COOH مل N 0.2	pH
يضاف 100مل من الماء المقطر	0.76	99.24	3.0
	6.60	93.40	3.4
	11.80	88.20	3.8
	19.80	80.20	4.2
	34.00	66.00	4.6
	41.40	58.60	5.0
	45.40	45.60	5.4
	49.10	50.90	5.8
	49.60	50.40	6.2
	49.70	50.30	6.6
	50.00	50.00	7.0
	51.60	48.40	7.4
	52.20	47.80	7.8
	53.60	46.40	8.2
	55.30	44.70	8.6
	59.00	41.00	9.0
	66.00	34.00	9.4
	76.20	28.80	9.8
	84.00	16.00	10.2
	90.20	9.80	10.6
	97.52	2.48	11.0

تحضير بعض الحموض والقواعد السائلة

أسم المادة	الوزن المكافئ	النظامية بالتقريب	التركيز %	الحجم اللازم أخذه بـ مل لتحضير لتر من محلول نظاميته	
				N1	N0.1
حمض الكبريت H_2SO_4	49.04	35.5	95.0	28	2.8
حمض كلور الماء HCl	36.46	12.4	38.0	82	8.2
حمض الآزوت HNO_3	63.02	16.2	72.0	62	6.2
حمض الفسفور H_3PO_4	98.00	44.0	85.0	23	2.3
حمض الخل CH_3COOH	60.05	17.45	99.0	58	5.8
حمض البركلوريك $HClO_4$	100.46	11.6	70.0	86	8.6
ماءات الأمونيوم NH_4OH	35.05	15.0	28.3	67	6.7

أهم الدلائل أو المشعرات الحامضية – القلوية مرتبة حسب ارتفاع درجة الـ pH.

أسم الدليل أو المشعر	التركيز %	المذيب	مجال تحويل الـ pH ولون المشعر
1- أحمر كريزول	0.04	كحول 50%	1.8 – 0.2 التحول 1 أحمر ← أصفر 8.8 – 7.2 التحول 1 أصفر ← أحمر كهرماني أرجوان
2- أزرق تيمول	0.1	أ- كحول 20% ب- ماء + 4.3 مل من ماءات الصوديوم 0.05 لكل 100 مغ من المشعر	2.8 – 1.2 التحول 1 أحمر ← أصفر 9.6 – 8 التحول 1 أصفر ← أزرق
3- برتقالي ميثيل	0.1	ماء	4.4 – 3 أحمر ← أصفر برتقالي
4- أحمر كونغو	0.1	ماء	5.2 – 3 أزرق ← بنفسجي ← أحمر
5- أزرق بروم كريزول أخضر بروم كريزول	0.1	أ- كحول 20% ب- ماء + 2.9 مل من ماءات الصوديوم 0.05 لكل 100 مغ من المشعر	5.4 – 2.8 أصفر ← أزرق
6- أحمر الميثيل	0.1 0.2	كحول 60%	6.4 – 4.0 أصفر ← أزرق
7- أزرق بروم تيمول	0.05 0.1	أ- كحول 20% ب- ماء + 3.2 مل من ماءات الصوديوم 0.05 لكل 100 مغ من المشعر	7.6 – 6 أصفر ← أزرق
8- فينول فتالين	0.1	كحول 40%	5.4 – 2.8 عديم اللون ← أرجواني
9- تيمول فتالين	0.1	كحول 90%	5.4 – 2.8 عديم اللون ← أزرق
10- قرمزي نيلة	0.25	كحول 50%	5.4 – 2.8 عديم اللون ← أحمر

درجة الـ pH لبعض أهم محاليل الحموض والقلويات تبعاً لنظاميتها

نظامية المحلول	حمض كلور الماء	حمض الكبريت	حمض الخل	حمض الليمون	ماءات البوتاسيوم	ماءات الصوديوم	ماءات الأمونيوم
2.0	0.14	0.02	2.22	1.44	14.12	11.06	11.78
1.0	0.10	0.01	24.3	1.57	13.91	13.88	11.62
0.5	0.36	0.27	2.55	1.74	13.64	13.62	11.48
0.2	0.74	0.64	2.74	1.92	13.26	13.26	11.27
0.1	1.02	0.92	2.89	2.04	12.98	12.97	11.12
0.05	1.32	1.19	3.02	2.20	12.69	12.68	10.97
0.02	1.70	1.54	3.22	2.43	12.30	12.30	10.77
0.01	2.00	1.80	3.38	2.60	12.00	12.00	10.62
0.005	2.30	2.07	3.52	2.77	11.70	11.70	10.46
0.002	2.70	2.42	3.74	3.05	11.30	11.30	10.26
0.001	3.00	2.70	3.89	3.22	11.00	11.00	10.11

Damascus University

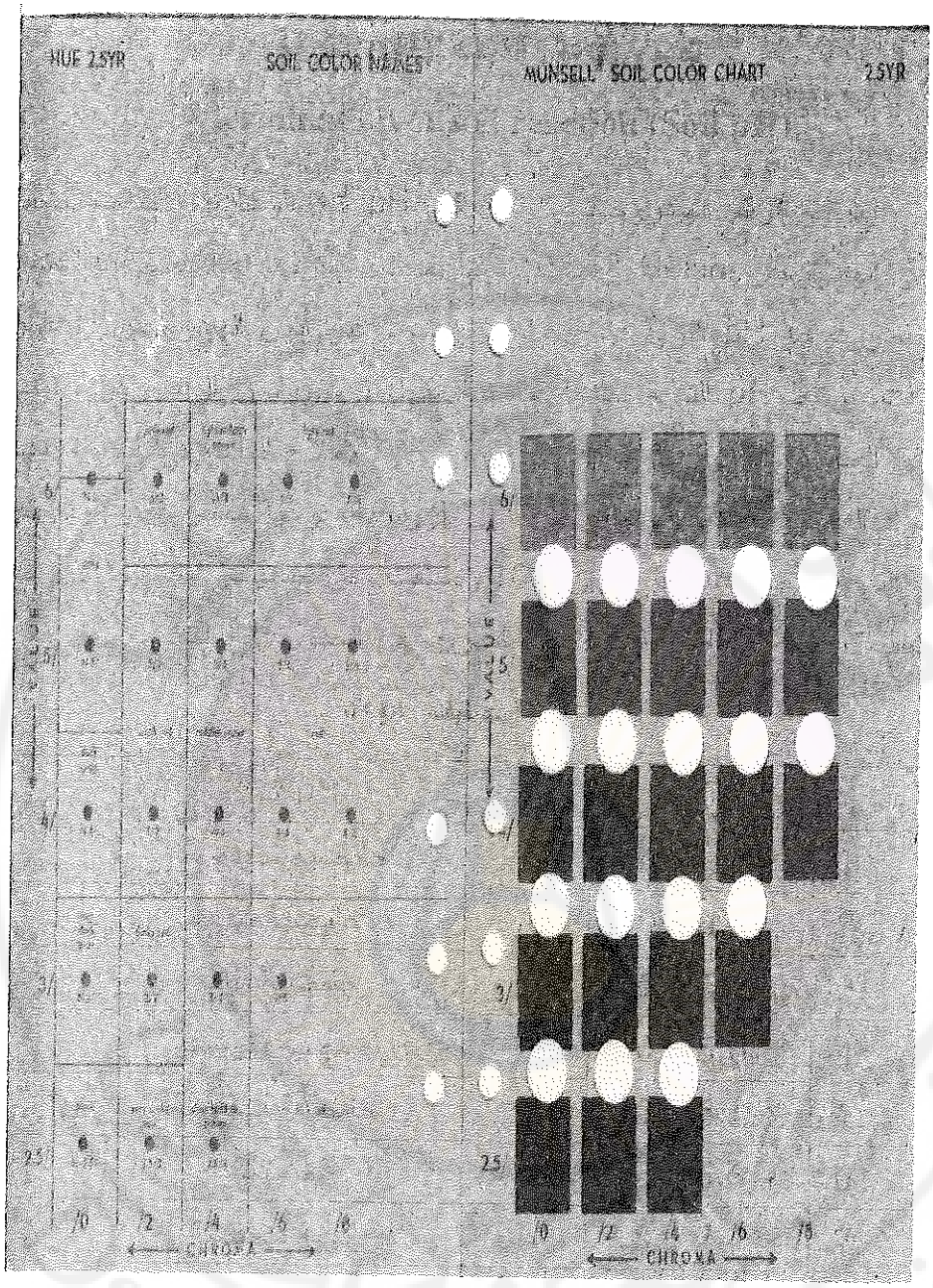
تراكيز أهم الحموض وماءات الأمونيوم

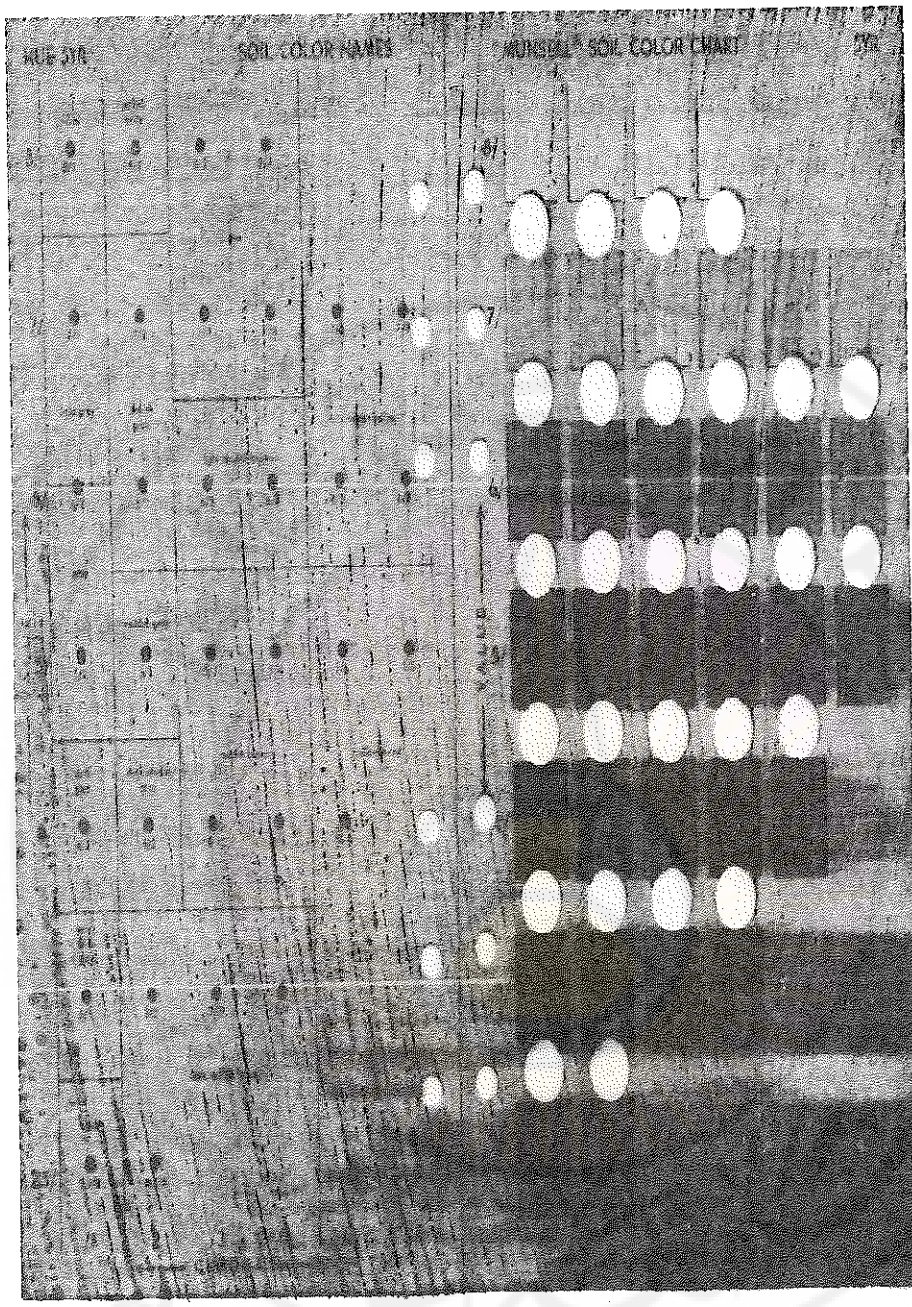
المادة	الكثافة عند 20م°	النسبة المئوية الوزنية	نظامية المحلول
ماءات الأمونيوم مركزة	0.907	25.0	13.4
ماءات الأمونيوم ممددة	0.957	10.0	6.0
ماءات الأمونيوم الممددة	0.977	5.0	3.0
حمض الآزوت المركز	1.400	67.0	15.0
حمض الآزوت الممدد	1.115	20.0	3.5
حمض الآزوت الممدد	1.054	10.0	1.7
حمض الكبريت المركز	1.834	95.0	36.0
حمض الكبريت الممدد	1.178	25.0	6.0
حمض الكبريت الممدد	1.032	5.0	1.2
حمض كلور الماء المركز	1.184	37.0	12.0
حمض كلور الماء الممدد	1.098	20.0	6.0
حمض كلور الماء الممدد	1.047	10.0	3.0
حمض الخل الثلجي	1.050	100.0	17.5
حمض الخل الممدد	1.013	10.0	1.7
حمض الخل الممدد	1.005	5.0	0.9
حمض الفسفور المركز	1.700	85.0	14.7
حمض فلور الماء المركز	1.146	46.6	26.3

تحويل ملمكافىء/لتر إلى جزء في المليون

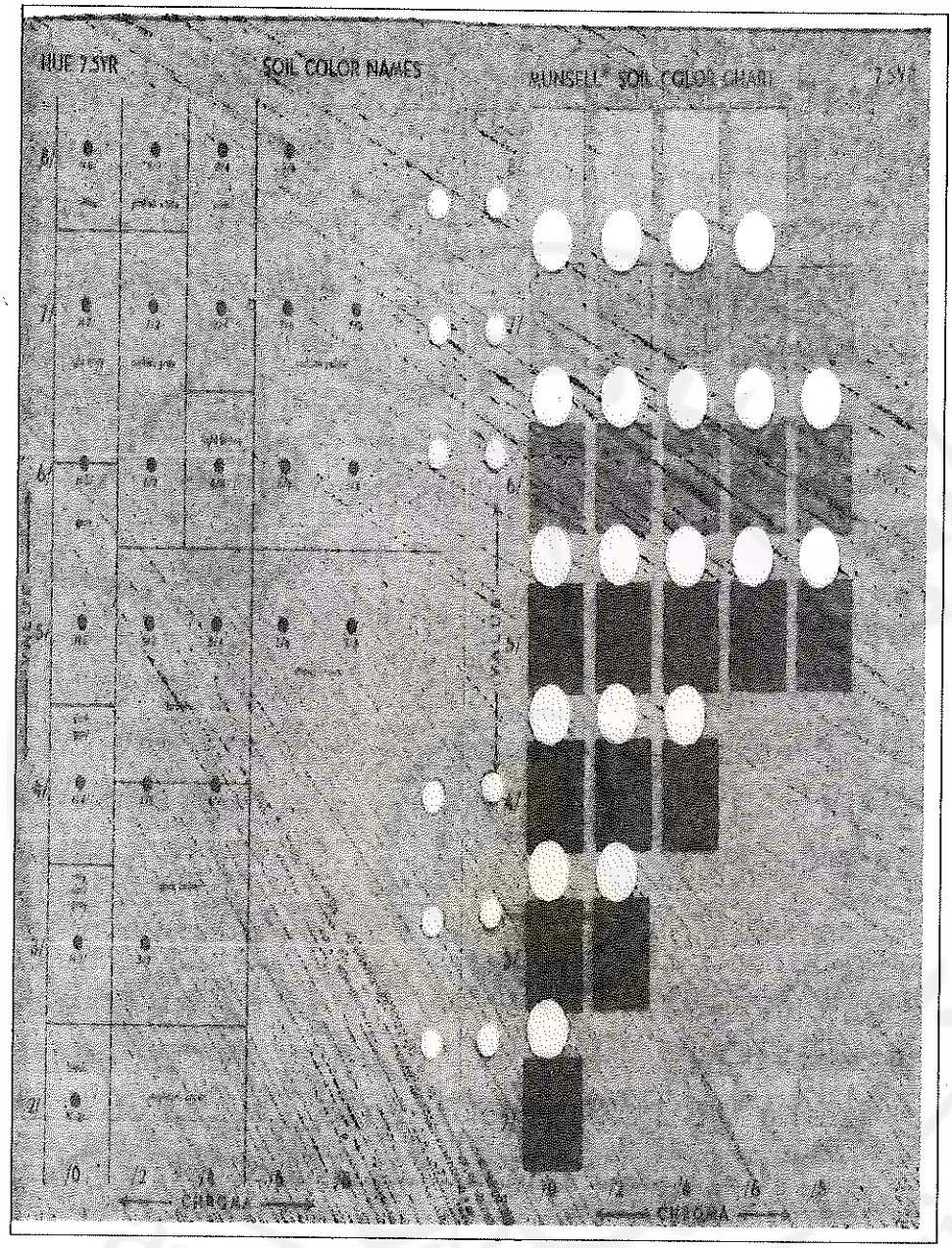
اضرب ملمكافىء/لتر	بـــ الوزن المكافىء	للحصول على جزء في المليون
Ca	20.04	Ca
Mg	12.16	Mg
Na	23.00	Na
K	39.10	K
Cl	35.46	Cl
SO_4	48.03	SO_4
CO_3	30.00	CO_3
HCO_3	61.01	HCO_3
PO_4	31.65	PO_4
$CaSO_4.2H_2O$	86.09	$CaSO_4.2H_2O$
$CaCO_3$	50.04	$CaCO_3$
NO_3	62.00	NO_3

م: يمكن التحويل من ملمكافىء إلى ملغرام بالضرب بنفس رقم الوزن المكافىء.

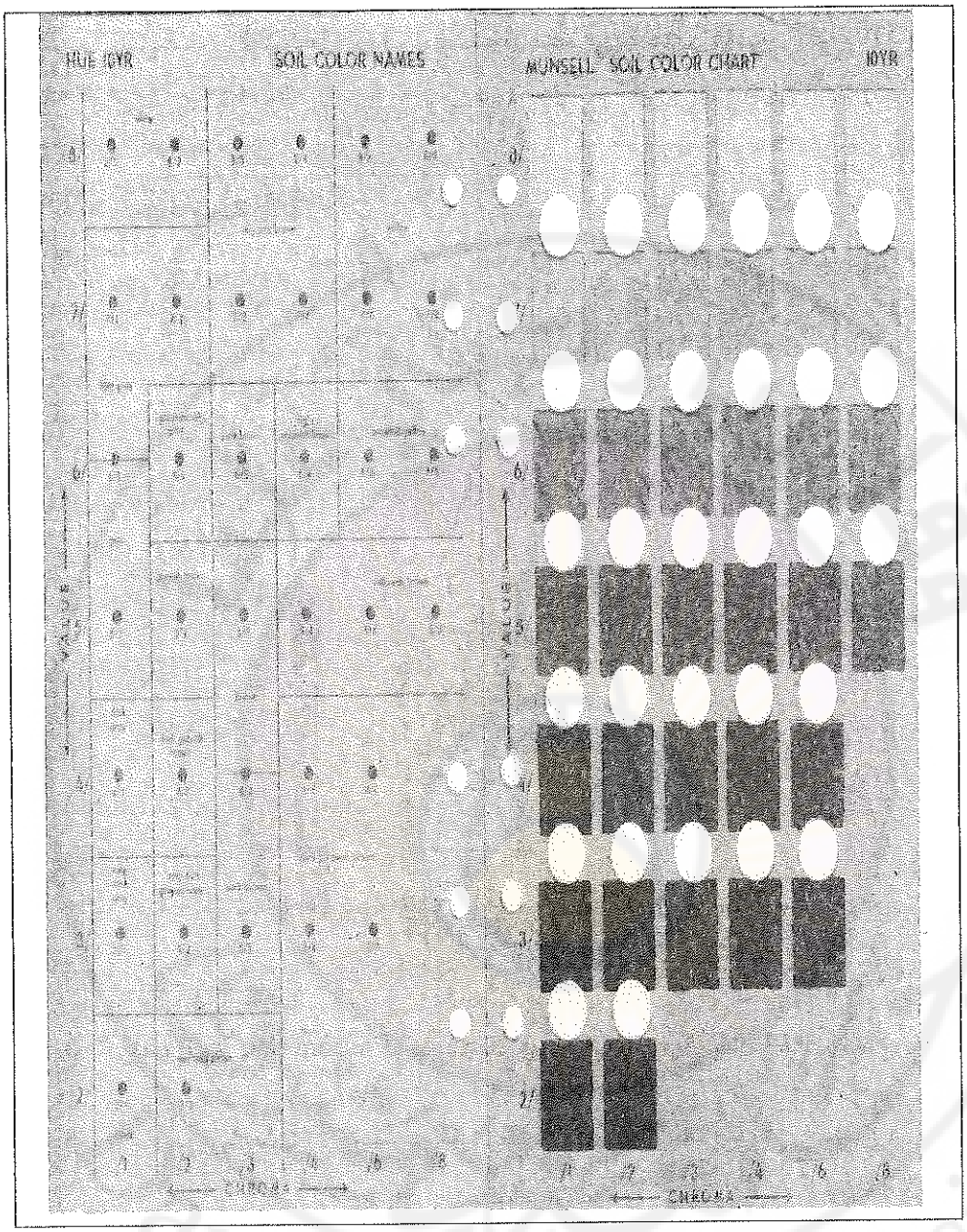

HUE 2.5YR
SOIL COLOR MATCHES
MUNSELL® SOIL COLOR CHART
2.5YR
6/
5/
4/
3/
2.5/
/0
/2
/4
/6
/8
CHROMA



Damascus University



Damascus University


HUE 10YR
SOIL COLOR NAMES
MUNSELL SOIL COLOR CHART
10YR

المصطلحات العلمية

A

Absolute accumulation	التراكم القطعي
Absorped Ions	الأيونات الممتصة أو المتشربة
Absorption	امتصاص
Accessory minerals	الفلزات الثانوية
Acidity	حموضة
Addition	إضافة
Adhesion	التصاق
Adsorption	الامتزاز
Aeration	تهوية
Agate	الآغات(عقيق)
Aggradation, Aggregates	مجمعات
Air dry	جاف هوائياً
Alkalinity	قلوية
Allophane	الألوفان
Alluvial	لحقي
Amorphous	غير متبلور
Angular	مزوّى، زاوي
Angles	زوايا– ذروات
Aqual	مائي
Analysis	تحليل
Anion	أنيون

Anion exchange capacity	سعة التبادل الأنيوني
Anhydrite	الأنهيدريت
Argillic horzon	أفق طيني
Arid	جاف – قاحل
Auger	مسبر
Anthracite	الأنتراسيت
Argelite	الغضار الصلب، الأرجيلليت
Argile	الغضار

B

Biogenesis	منشأ عضوي
Blank	شاهد
Block	كتلة
Bonding forces	قوى الارتباط
Boulder	جلمود
Breccia	البريشيا
Buffer	داريء، موقي
Bulk density	الكثافة الظاهرية (الحجمية)

C

Calcareous	كلسي، جيري
Calcimeter	جهاز تقدير كمية كربونات الكالسيوم (المكلاس)
Calcite	كالسيت
Capacity	سعة
Capilarity	شعرية
Catalyste	مادة محفزة، حفّاز

Cation	كاتيون
Cation exchange capacity (CEC)	سعة التبادل الكاتيوني
Cavity	فجوة
Cement	مادة رابطة (ملاط)
Chain silicates	السليكات السلسلية
Chalk	طباشير – حوار
Charge valance	قيمة الشحنة الشاردية
Chemical property	خاصية كيميائية
Chlorite	الكلوريت
Chroma	نقاء اللون، صفاء اللون
Chromite	الكروميت
Circular	دائري
Clay	غضار
Classification	تصنيف
Clay minerals	فلزات الغضار، فلزات الطين
Clay schist	الشيست الغضاري
Claystone	حجر غضاري
Cleavage	سطوح الانفصام (التشقق)
Closed system	المنظومة المغلقة
Cohesion	تماسك
Coefficient	معامل
Color	لون
Colorimerty	ملوانية

Columnar	عمدي
Compaction	انضغاط
Combinative form	شكل مركب
Compleex	معقد
Composite	مؤلف
Compound	مركب
Conglomerate	الكونغلوميرات – رصيص
Congruent weathering	التجوية المنسجمة (المتجانسة)
Constant	ثابت
Coordination center	مركز التناسق
Coordination number	عدد التناسق (الاحاطة)
Coordination polyhedron	متعدد الوجوه (السطوح) التناسقي
Coordination reference	مرجع التناسق
Coucretion	حصية، عقيدة
Condenser	مكثفة
Concentration	تركيز
Conductivity	توصيلية
Constant	ثابت
Construction	بناء
Core	لبابة
Crumb	فتاتة
Crust	قشرة

D

Decantation	الإبانة

Decomposition	تحلل، تفكك
Dehydration	نزع الماء
Dehydroxylation	نزع الماءات
Density	كثافة
DEnsimeter	المكثاف، مقياس الكثافة
Deposit	راسب
Depth	عمق
Desert Soils	ترب صحراوية
Desiccator	مجفف
Description	وصف
Determenation	تقدير
Detrital	فتاتي– حتاتي
Differential thermal analysis (D.T.A)	التحليل الحراري التفاضلي
Diffraction	انعراج – حيود
Diffusion	انتشار
Discreet layer	طبقة معزولة
Disintegration	عمليات التفتت
Dispersion	تفريق
Dissociation	التأين – التفارق
Distilation	تقطير
Disturbed	مضطرب– مشوش– مثار
Double layer	طبقة مزدوجة
Dry grinding	طحن جاف

E

Effervescence	فوران
Elastisity	مرونة
Electrod	قطب
End Point	نقطة النهاية
Energy	طاقة
Epiclastic	حطامي علوي
Erosion	الحت، تحات، انجراف
Electrical conductivity (EC)	التوصيلية (الناقلية) الكهربائية
Exchage	تبادل
Exchangeable	متبادل (قابل للتبادل)
Exolution textures	النسج الانبثاقية
Exothermic reaction	تفاعل ناشر للحرارة
External surface	السطح الخارجي
Extraction	استخلاص

F

Factor	عامل
Fibrous	ليفي
Field	حقل
Field capacity	سعة حقلية
Filtration	ترشيح
Fine earth	تربة ناعمة
Flakes	رقاقة، رقيقة
Flow	جريان

Formation	تشكّيل
Fractional	مجزأ
Framework silicates	السليكات الهيكلية
Friable	فتوت
Function	تابع (دالة)

G

Gaseous phase	الطور الغازي
Gel	هلام، جل
General	عامة
General Forms	أشكال عامة
Generation	جيل، صف
Genesis	نشأة، تكوين، تشكيل
Gley	وحل
Grain	حبة
Granular	حبيبي
Granulimetric	قياس الحبيبات
Graphic	تخطيطي
Gravel	حصّية
Gravimetric	وزني
Gravity	ثقل
Gypsum	الجص (الجبس)

H

Hardness	صلابة، قساوة
Heave minerals	فلزات ثقيلة

Heterogenous	غير متجانس، متباين
Histisol	ترب عضوية، نسيجية
Horizon	أفق
Hue	تدرج اللون
Humic	دبالي
Humic acids	حموض دبالية
Humidity	رطوبة
Humus	دبال
Hydration	تميه
Hydrolysis	الحلمهة
Hydrometer	هيدرومتر
Hydromorphy	هيدرومورفية (تشكيلة مائية)
Hygroscopic	استرطابي
Hydrothermal solutions	المحاليل المائية الحارة
Hydrous mica	الميكا المائية
Hydroxyl	هيدروكسيل

I

Illite	الأليت (فلز)
Illuvial	ترسيبي
Impermeable	غير منفذ، كتيم
Impergnating	تشرب
Indicator	دليل أو مشعر
Infrared	تحت الحمراء
Infrared spectroscopy	مطيافية الأشعة تحت الحمراء

Infiltration	تشرُّب، تسرب
Inherited	موروثة
Intergrade	متدرج، انتقالي
Inter layer	بين طبقي
Interstratified minerals	فلزات ذات تطبق بيني
Inorganic components	مكونات لا عضوية
Insitu	في الموقع
Ion	أيون
Ionic bound	رابطة أيونية
Ion exchange	تبادل أيوني
Ion exchange capacity	سعة التبادل الأيوني
Irregular	غير منتظم
Irreversible	غير عكوس
Isomorphous substitution	الاستبدال المتماثل

J

K

Kaolinite	كاولينيت
Kaolinite group	مجموعة الكاولينيت
Kaolinization	عملية الكولنة
Kinetic energy	طاقة حركية

L

Laminar	صفحي، صفائحي
Lath	شريحة ضيقة

Lattice	شبكة
Lateritic soils	ترب لاتيريتية
Layer	طبقة
Layer silicates	السيليكات الطبقية
Leaching materials	مواد مغسولة
Ligand	ربيطة
Limonite	الليمونيت
Liquid phase	طور سائل
Lithoclastic	حطام صخري
Lithosphere	الغلاف الصخري
Lithosphil elements	عناصر ليثوفيلية
Loam	طمي، لومي
Luster	البريق

M

Marl clay	طين مارلي، طين مارني
Mass	كتلة
Matrix	أرضية، ضامّة
Medium	وسط
Metal	معدن
Metallic Ores	الخامات المعدنية
Metasomatism	عمليات استعاضة
Mica	الميكا
Mineral	الفلز
Mineralization	تمعدن

Mixed layer minerals	فلزات مختلطة الطبقة
Molar ratio (M.R)	النسبة المولية
Monochromatic beam	حزمة أحادية اللون
Monohydrate	أحادي الماءات
Montmorillonite	المونتموريللونيت
Mor	مور – دبال حمضي
Morphology	علم الشكل
Mottling	تبقع، تبرقش
Mud	الوحل
Muddy paste	عجينة طين
Mudstone	حجر طيني
Munsell soil color charts	لوحات مانسل لألوان التربة
Muscovite	الموسكوفيت

N

Neoformation	تشكلات حديثة (تكوينات حديثة)
Neosynthesis	تخلقات حديثة (تصنيع حديث)
Neutral	متعادل
New formation	تشكيلات مستجدة، جديدة
Nodules	عقيدات
Non-exchangeable	غير قابل للتبادل
Normal	عادي، طبيعي،

O

Occurrence	وجود
Open system	المنظومة المفتوحة

Order	رتبة
Ore	خام
Organic	عضوي
Organic Material (OM)	مادة عضوية
Organogenesis	عضوي المنشأ
Organic carbon	كربون عضوي
Organic matter	مادة عضوية
Orientation	توجيه
Ortho	مستقيم (قائم)
Osmatic pressure	الضغط الحلولي
Outer solution	المحلول الخارجي
Oxidation	الأكسدة

p

Parent material	المادة الأم- مادة الأصل
Peat	خث، تورب
Peat soils	ترب خثية
Pebbles	حصى
Pedoclimate	مناخ تربي
Pedogenic chlorite	كلوريت تربي المنشأ (ثانوي)
Pedological processes	عمليات تربية (بيدولوجية)
Pedology	علم التربة
Permanent charge	شحنة دائمة
pH	الأس الهيدروجيني
Phyllosilicates	السيليكات الورقية

Plate	صفيحة
Polymerization	بلمرة
Polymorphism	تعدد الشكل البلوري
Pore	فراغ مسامي
Porosity	مسامية
Porous	مسامي
Pressure	ضغط
Primary minerals	فلزات أولية
Primary structure	بنية أولية
Prism	موشور
Prismatic	موشوري، منشوري
Processes	عمليات (حوادث)
Processes of addition	عمليات الإضافة
Processes of subtraction	عمليات الطرح (الإزاحة)
Probe	مسبار، مجس، مسبر
Profile	مقطع
Protonic bridge	الجسر الهيدروجيني
puff	نتوءات، انتفاخات

Q

Quartz	الكوارتز (مرو)

R

Random	عشوائي
Real density	كثافة حقيقية
Reaction	تفاعل

Recrystalliration	إعادة تبلور
Regular	منتظم
Reflection	انعكاس
Relative accumulation	تراكم نسبي
Ribbon	شريط
Ring silicates	السيليكات الحلقية
Rock	الصخر

S

Saline	ترب ملحية
Salt	ملح
Sample	عينة
Sand	رمل
Sandstone	حجر رملي
Sandy	رملي
Saturation	إشباع
Secondary	ثانوي
Secondary minerals	فلزات ثانوية
Sediments	رسوبات (ترسبات)
Sedimentary	رسوبي
Sedimentation	ترسيب
Sheet	شريحة
Shrinking	انكماش
Sill	بينية ، مندسة

Silica	السيليكا
Silicates	السيليكات
Silt	السلت
Silty	سلتي أو غريني
Similar forms	أشكال متماثلة
Simple forms	أشكال بسيطة
Smectite	السمكتيت (فلز)
Smelting	الصهر
Soil	التربة
Solutions	المحاليل
Soluble	ذائب
Solution	المحلول
Specific gravity	الكثافة النوعية (الوزن النوعي)
Specific surface	السطح النوعي
Spheroidal	شبه كروي
Stability	استقرار (ثبات)
Structure	بنية
Structure formula	الصيغة البنائية
Substitution	استبدال ضمن البناء البلوري
Swelling	الانتفاخ – إنتباج
Symbols	رموز
Synthesis	الاصطناع

T

Tetrahedra	رباعيات وجوه

Tetrahedron	رباعية وجوه
Thermal analysis	التحليل الحراري
Thermogravimetric analysis (T.G.A)	التحليل الوزني الحراري T.G.A
Tourbe	خث، التورب
Transported	منقولة، منقول
Transformation	التحول
Trihydrante	ثلاثي الماءات
Tuff	الطف، التوف
Types	أنماط
Typical	نموذجي

U

Undisturbed	غير مضطربة، غير مثارة
Unit cell	وحدة الخلية
Unaltered	غير متغير (غير مجوى)

V

Vacum	تفريغ
Variable charge	شحنات متغيرة
Vermiculite	الفرميكوليت
Vermiculization	تشكل الفيرميكوليت
Vertisols	ترب طينية
Viscosty	لزوجة
Vitroclastic	الحطام البركاني (الزجاجي)
Volumetric	حجمي

Volvanic	بركاني
Volcanic ash	رماد بركاني

W

Water	ماء
Wave	موجة
Wave length	طول الموجة
Weathering	التجوية
Weathering processes	عمليات التجوية
Weathering products	نواتج التجوية
Wetting	ابتلال

X

Xerophyte	نباتات جفافية
X.Rays	الأشعة السينية
X.Ray Diffraction(XRD)	إنعراجية الأشعة السينية
X.Ray Spectra	أطياف الأشعة السينية

Y

Young soils	ترب فتية (حديثة)

Z

Zonal	نطاقي
Zones	نطاقات
Zone of addition	نطاق الإضافة
Zone of export	نطاق الاستنزاف (التصدير)


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المراجع العلمية

المراجع العربية:

- أبو نقطة، فلاح.، (1987): أساسيات الأراضي، الجزء العملي، 119 ص، منشورات جامعة دمشق، مطبعة الداودي- دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- أبو نقطة، فلاح.، (1995): علم التربة، الجزء العملي، 246 ص، منشورات جامعة دمشق، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- أبو نقطة، فلاح.، (2004): أساسيات في علم التربة، الجزء النظري، 281 ص، منشورات جامعة دمشق، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- حبيب،حسن، السفرجلاني، عبدالرحمن.، بطحة، عدنان.، (2006): أسس علم التربة والجيولوجيا، الجزء العملي، 173ص، منشورات جامعة دمشق، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- راين، جون.، "ترجمة جورج اسطفان" (2003): تحليل التربة والنبات "الدليل المخبري"، 154ص، منشورات المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة "ايكاردا"،حلب، الجمهورية العربية السورية.
- شاطر، محمد سعيد.، بلخي، محمد أكرم.، الكبرا، ميساء.، (2010): خصوبة التربة والتسميد (الجزء العملي)، 174ص، منشورات جامعة دمشق، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- عبدالهادي، يوسف محمد.، (1986): أسس علم الأراضي والمياه، التجارب العملية، 142ص، مكتبة الفلاح، الكويت.
- فارس، فاروق.، (1992): أساسيات علم الأراضي، 704ص، منشورات جامعة دمشق، دمشق، الجمهورية العربية السورية.

المراجع الأجنبية:

REFERENCES:

Bartel W., (1964): Einführung in die Korngrößenmesstechnik. Springer, Heidelberg.

Day, P.R., (1965): Particle fractionation and particle-size analysis, *in* Black, C.A., ed., Methods of soil analysis, Part 1: American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, p.545-567.

DIN 18123., (April 1983): Bestimmung der Korngrößenverteilung.

Franzmeier, D.P., G.C., Steinhardt, J.F. Crum, and L.D. Norton, (1977): Soil Characterization in Indiana: I. Field and Laboratory Procedures: Research Bulletin No. 943,13–14 p..

Hartge K.-H., und R. Horn., (1992): Die physikalische Untersuchung von Böden. Enke Verlag,Stuttgart.

Kalra, Y.P.; Maynard, D.G., (1991): Methods manual for forest soil and plant analysis. For. Can., Northwest Reg., North For. Cent., Edmonton, Alberta, Canada. Inf. Rep. NOR-X-319.

Kretschmar, R., (1996): Kulturtechnisch-bodenkundliches Praktikum. Ausgewählte Labor- und Feldmethoden. Inst. für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie, Christian-Albrechts-Universität Kiel.

Laker, MC., and C,C.,Dupreez.,(1982): An investigation into the accuracy of hydrometers for soil particle size determination. Agroplantae, 14,17–22 p..

Meuser,H.,(1996): Ein Bestimmungsschlüssel für natürliche und technogene Substrate in Boden staedtisch-industrieller Verdichtungs-raeume. Z. Pflanzenernaehr. Bodenk., 159:305–312 p..

Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Brümmer, G., Hartge, K.- H., Schwertmann, U.,(1998): Lehrbuch der Bodenkunde, 14. Auflage. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

Schlichting E., H.-P. Blume und K. Stahr, (1995): Bodenkundliches Praktikum. 2. Auflage.Blackwell, Berlin.,295 P..

اللجنة العلمية

أ.د. فلاح أبو نقطة

أ.د. عماد الدين موصلي

أ.د. محمد سعيد الشاطر

المدقق اللغوي

أ.د. ذياب الراشد

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University