جامعة حماه
كلية الهندسة الزراعية

الجلسة العملية الرابعة

تقدير محتوى التربة من الكربونات الكلية

1) مقدمة:

تحتوي الترب عادة على أنواع مختلفة من الكربونات مثل كربونات الكالسيوم (كالسيت Calcit)، وكربونات المغنيزيوم (ماغنزيت Magnezit)، وكربونات الكالسيوم والمغنزيوم (دولوميت Dolomit)، وكربونات الصوديوم وغيرها... ويختلف محتوى الترب من الكربونات الكلية باختلاف المناخ السائد والصخور الأم المكونة للتربة وعوامل عديدة أخرى، فقد لا تؤلف الكربونات الكلية إلا آثارا في بعض الترب كترب المناخات الرطبة، في حين قد تصل نسبتها في البعض الآخر إلى 50% أو أكثر من وزن التربة الجافة كما في ترب المناخات الجافة. وتحتل كربونات الكالسيوم المكان الأول بين أنواع الكربونات من حيث نسبة تواجدها في التربة، **وتدعى بالترب الكلسية Calcareous soils تلك الترب التي تحتوي نسبة عالية من الكربونات الكلية، يكون معظمها على شكل كربونات كالسيوم ويمكن القول إن معظم ترب المناطق الجافة عبارة عن ترب كلسية.**

ومما لا شك فيه أنَّ كربونات الكالسيوم تساعد عند وجودها في التربة **بنسبة بسيطة على زيادة تحبب التربة وتحسين بنائها**، لكن **ارتفاع نسبتها** يترافق غالبا مع تدني خصوبة التربة وانخفاض **إنتاجيتها**، ويعود ذلك إلى تأثير كربونات الكالسيوم السلبي في **إتاحة العناصر الغذائية وجاهزيتها للنبات**، فكثير من العناصر الغذائية كالفوسفور والحديد والمنغنيز والزنك والبورون تصبح أقل جاهزية للنبات مع ارتفاع محتوى التربة من كربونات الكالسيوم.

تقدير الكربونات الكلية Determination of Total Carbonate:

تقدّر الكربونات الكلية في التربة بطرائق شتى، أهمها الطريقة الحجمية وطريقة الكالسيمتر.

أ- الطريقة الحجمية Volumetric Method:

المبدأ:

تعتمد هذه الطريقة على إضافة كمية **زائدة** من حمض كلور الماء المعلوم النظامية إلى **وزن محدَّد** من التربة، فيتفاعل **جزء منه** مع الكربونات الموجودة في التربة **ويُعاير الجزء الزائد** عن التفاعل **رجعياً** بواسطة

محلول معلوم النظامية من **هيدروكسيد الصوديوم** بوجود مشعر الفينول فتالئين الذي يتغيَّر لونه من عديم اللون إلى اللون الوردي في نهاية المعايرة:

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

ومن معرفة كمية **الحمض المستهلكة** في التفاعل مع **الكربونات** يمكن حساب **النسبة المئوية للكربونات في التربة**. وفي الواقع تشمل هذه الطريقة تقدير الأنواع المختلفة من الكربونات الموجودة في التربة رغم التعبير عن النتيجة بما يعادل **كربونات الكالسيوم**.

الكواشف:

_ محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.5 N)

_ محلول فتالات البوتاسيوم (0.1 N)

_ محلول حمض كلور الماء (0.1 N)

_ دليل الفينول فتالين (1%)

_ محلول كلوريد الكالسيوم (N1)

طريقة العمل:(في حال توفّر المخبر والمواد المخبرية اللازمة)

- اطحن حوالي 10غ من التربة الجافة هوائياً في جرن خزفي.
- زن 1–5غ تربة جافة وضعها في دورق مخروطي سعة 250 مل.
- أضف 10مل بالضبط من حمض كلور الماء (1N) وحرك جيداً.
- اترك الدورق لليوم التالي، أو سخّن على نار هادئة حتى (50–60مْ) لإتمام التفاعل ثم دعه حتى يبرد، تأكَّد من كون الوسط حمضي بواسطة ورق عباد الشمس (تتلوَّن ورقة عباد الشمس بالوردي في الوسط الحمضي).
- أضف 50 مل ماء مقطر بواسطة مخبار مدرج.
- رشّح في دورق مخروطي سعة 250 مل ناقلاً التربة. بمساعدة الماء المقطر نقلاً كمياً إلى ورقة الترشيح، ثمَّ اغسل التربة بمحلول كلوريد الكالسيوم (N1) على عدة دفعات للتخلص من الهيدروجين المدمص نتيجة إضافة الحمض.
- أضف 2–4 قطرات من دليل الفينول فتالئين إلى الراشح، ثم عاير بمحلول هيدروكسيد الصوديوم المعروف حتى ظهور اللون الوردي وثباته لمدة 15ثانية، سجل الحجم المستهلك من هيدروكسيد الصوديوم.

الحساب:

$$\boldsymbol{CaCO_3}\ (\%) = [(\boldsymbol{V_{HCl}} \times \boldsymbol{N_{HCl}}) - (\boldsymbol{V_{NaOH}} \times \boldsymbol{N_{NaOH}})] \times \frac{\mathbf{50}}{\mathbf{1000}} \times \frac{\mathbf{100}}{\boldsymbol{W}}$$

حيث:

- V_{HCl} , N_{HCl} : حجم محلول حمض كلور الماء (مل)، ونظاميته.
- V_{NaOH} , N_{NaOH} :– حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم (مل)، ونظاميته.
- W : وزن عينة التربة (غ).
- 50 : هو الوزن المكافئ (المكافئ الغرامي) لكربونات الكالسيوم والذي هو مجموع الأوزان الذرية لملح كربونات الكالسيوم / (عدد ذرات المعدن أي الكالسيوم × تكافؤ الكالسيوم) = 40+12+16×3 = 100/(2×1) = 50 غ ويتم الضرب بـ الوزن المكافئ للتحويل من ميليمكافئ إلى مع.
- 1000: القسمة على 1000 من أجل التحويل من مغ إلى غ.

تقييم التربة حسب محتواها من الكربونات الكلية:

- **إذا احتوت التربة على أقل من 5% كربونات كلية فتعدّ منخفضة المحتوى جداً.**
- **ما بين 5.1 – 10 % منخفضة المحتوى.**
- **ما بين 10.1 – 15 % متوسطة المحتوى.**
- **ما بين 15.1 – 20 % عالية المحتوى.**
- **أكثر من 20 % تعدُّ التربة عالية المحتوى جداً.**

مسألة: في تجربة لتقدير محتوى التربة من الكربونات الكلية أُخذ 1 غ تربة في دورق مخروطي سعة 250 مل وأضيفَ إليها 10 مل من حمض HCl ذي النظامية 1 N وبعد التسخين للدرجة 60 مئوية والتبريد نُقل محتوى الدورق كميًّاً مع الترشيح بمساعدة 50 مل ماء مقطَّر وأُضيفَ للراشح 4 نقاط من مشعر فينول الفتالين وتمَّت المعايرة بمحلول NaOH 0.5 N حتى لحظة الوصول إلى اللون الوردي فكان الحجم المستهلك من القلوي NaOH مساوياً 5 مل **والمطلوب:**

1– احسب محتوى التربة من الكربونات الكلية مقدَّرة بـ غ/100 غ.

2– ما هو تقييمك لهذه التربة؟

الحل:

1) $$\boldsymbol{CaCO_3}\ (\%) = [(\boldsymbol{V_{HCl}} \times \boldsymbol{N_{HCl}}) - (\boldsymbol{V_{NaOH}} \times \boldsymbol{N_{NaOH}})] \times \frac{\mathbf{50}}{\mathbf{1000}} \times \frac{\mathbf{100}}{\boldsymbol{W}}$$

$$= [(\mathbf{10} \times \mathbf{1}) - (\mathbf{5} \times \mathbf{0.5})] \times \frac{\mathbf{50}}{\mathbf{1000}} \times \frac{\mathbf{100}}{\mathbf{1}} = \mathbf{37.5}\ \boldsymbol{g/100g}$$

2) تعدّ التربة ذات محتوى عالٍ جداً من الكربونات الكلية لأنها تحوي أكثر من 20 %.

ب- طريقة الكالسيمتر Calcimeter Method:

المبدأ:

تعتمد هذه الطريقة على **تعيين حجم CO_2** المنطلق من مفاعلة وزن معين من التربة بحمض HCl، ومن ثمَّ **مقارنته** بحجم CO_2 المنطلق من مفاعلة وزن محدَّد من $CaCO_3$ النقيّة بحمض HCl ضمن ظروف مماثلة من الضغط الجوي ودرجة الحرارة.

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

فإذا علمنا أنَّ جزيئا غراميا واحدا (100غ) من $CaCO_3$ النقيَّة تحرّر 22.4 ليترا من CO_2 في الشرطين النظامين، أمكننا اعتماداً على **حجم CO_2 المنطلق** من عينة التربة معرفة كمية الكربونات الكلية التي تحتويها هذه العينة معبَّرا عنها على صورة **كربونات كالسيوم**.

تمتاز هذه الطريقة بسهولتها وسرعتها، كما أنَّها تعطي نتائج جيدة شريطة **ضبط الجهاز** المستعمل بعد كل سلسلة من التجارب.

الكواشف

- كربونات كالسيوم نقية
- حمض كلور الماء ($4\ Mole/L$)

طريقة العمل:(في حال توفّر جهاز الكالسيمتر والمواد المخبرية اللازمة)

-اضبط جهاز الكالسيمتر على الرقم صفر لكافة السحاحات المستخدمة في القياس وذلك من خلال وضع وعاء الاحتباس الحاوي على الماء المقطر في الوضع العلوي (الصمام في الوضع العمودي وضع إزالة الهواء). أضف عند الحاجة قليلاً من الماء المقطر إلى وعاء الاحتباس حتى يرتفع مستوى الماء إلى الـ (0) في السحاحة.

-زن (0.2) غ و(0.4) غ بالضبط من كربونات الكالسيوم النقية، وضع كل منها في دورق مخروطي سعة (250) مل.

-زن (0.5-1غ) تربة (تبعاً لنسبة الكربونات الكلية المتوقعة فيها والتي يمكن معرفتها من الاختبار الكيفي) وضعها في دورق مخروطي سعة(250مل).

-خذ في أنبوب اختبار7مل من حمض كلور الماء، ثم ضع أنبوب الاختبار في الدورق المخروطي مع الحرص على عدم انسكاب أي جزء من الحمض على العينة المراد تحليلها.

-ضع الدورق في المكان المخصَّص له بعد إغلاقه بشكل محكم، ثم ضع الصمام في الوضعية الأفقية (وضعية القياس).

-اقلب الدورق رأساً على عقب حتى تصبح العينة على تماس مباشر مع محلول حمض كلور الماء.

-كرر الخطوات 4 , 5 , 6 على كافة العينات المختبرة بما في ذلك عينات كربونات الكالسيوم النقية.

–سجّل القراءة الناتجة (حجم CO_2 المنطلق) في كل عمود، مع الحرص على تحريك دورق التفاعل من حين لآخر.

–استعمل ماء الصنبور ومن ثمَّ الماء المقطر في تنظيف الدوارق المخروطية وأنابيب الاختبار بعد كل استعمال.

ملاحظات:

– ينصح بإجراء اختبار على عينة كربونات الكالسيوم النقية في كل سحاحة قبل إجراء الاختبار على العينات المدروسة وذلك بهدف إشباع الماء المقطر في السحاحة بغاز CO_2 قبل الشروع بالقياس للتقليل من الخطأ الحاصل.

– إنَّ درجة الحرارة المقاسة هي درجة حرارة محيط التجربة ولكن عندما يبدأ تفاعل حمض كلور الماء مع كربونات الكالسيوم، وهو ناشر للحرارة ترتفع درجة الحرارة قليلاً لذلك يجب علينا الانتظار لمدة دقيقة واحدة قبل قراءة درجة الحرارة حتى يحدث الاستقرار.

– عند وجود الدولوميت $CaMg(CO_3)_2$ من الضروري إجراء قراءتين لحجم CO_2 المتحرر، الأولى بعد دقيقة والثانية بعد ثلاثة دقائق نظراً لأن الدولوميت يتفاعل ببطء أكثر من كربونات الكالسيوم. (الزعبي والحصني ودرغام، 2013)

الحساب:

تحدَّد كمية الكربونات الكلية في العينة اعتمادا على العلاقة التالية:

$$\boldsymbol{CaCO3\ \left(\%\right) = \frac{W_1 \times V_2 \times 100}{W_2 \times V_1}}$$

حيث:

W_1 – وزن عينة من كربونات الكالسيوم النقية والجافة تماماً (غ).

W_2 – وزن عينة التربة (غ).

V_1 – حجم الغاز المنطلق من عينة كربونات الكالسيوم النقية (مل).

V_2 – حجم الغاز المنطلق من عينة التربة (مل).

مسألة: تمَّ وزن 1غ تربة في دورق مخروطي سعة 250 مل ووضع بحذر أنبوب اختبار حاوي على 7 مل من حمض كلور الماء 4 مول/ لتر ووضع الدورق في مكانه على جهاز الكالسيميتر وأُحكم الإغلاق وسُكب الحمض على التربة فكان الحجم المنطلق من غاز CO_2 هو 25 مل. ونفذت نفس التجربة على 0.3 غ من عينة كربونات كالسيوم نقية فكان الحجم المنطلق من غاز CO_2 من تفاعل الحمض معها هو 60 مل.

والمطلوب: 1- احسب محتوى التربة من الكربونات الكلية مقدَّراً بـ %.

2- ما هو تقييمك لهذه التربة؟

الحل: **1)**

$$\boldsymbol{CaCO3}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{W_1 \times V_2 \times 100}}{\boldsymbol{W_2 \times V_1}} =$$

$$\boldsymbol{CaCO3}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{0.3 \times 25 \times 100}}{\boldsymbol{1 \times 60}} = 12.5$$

2) تعدّ التربة متوسطة المحتوى من الكربونات الكلية كونها تحوي ما بين 10.1- 15 % من الكربونات الكلية.

جهاز الكالسيمتر Calcimeter Method

---------- انتهت الجلسة العملية الرابعة ----------

د.عصام شكري الخوري و د. حيدر هاشم الحسن