جامعة حماه
كلية الهندسة الزراعية

أساسيات علوم التربة وتصنيفها

الجلسة العملية الخامسة

1- المادة العضوية Organic Matter:

تعريف المادة العضوية: هي مجموع البقايا النباتية والمخلفات الحيوانية المختلفة التي تصل إلى التربة، وكذلك الأحياء الدقيقة الموجودة فيها، سواء كانت هذه البقايا متحللة كلياً أو جزئياً أو في طريقها إلى التحلّل.

تتراوح نسبة المادة العضوية في التربة الزراعية من **أقل من 1% وحتى 10%** من وزن التربة.

2-1- طرائق تقدير المادة العضوية في التربة:

2-1-1- طريقة الحرق الجاف Dry Combustion:

تعتمد هذه الطريقة على **تسخين عينة التربة ضمن حاضنة عند درجة حرارة** $105\ ^oC$، وذلك لحساب نسبة الماء الهيغروسكوبي، **ثم حرقها ضمن مرمدة عند درجة حرارة** $700\ ^oC$، وتستخدم هذه الطريقة في **الترب العضوية وغير الكلسية** وذلك **بسبب تفكّك الكربونات الكلية في التربة الكلسية بدرجات الحرارة المرتفعة ويحصل فقد في وزن التربة ويُحتسب خطأً على أنّه فقد في المادة العضوية للتربة.**

حيث نأخذ كمية من التربة في جفنة معلومة الوزن ونزنها ثم نجففها في الفرن على درجة حرارة 105 مْ لمدة عدة ساعات للتخلص من محتواها الرطوبي، ونزنها، ومن ثم نقوم بحرقها في مرمدة على درجة حرارة 700 مْ لمدة 6 ساعات، ونزنها، فيكون:(TOM) **نسبة المادة العضوية الكلية Total Organic Matter في التربة (%)**

$$\%TOM = \frac{(M1-M2)}{M1-M0} \times 100$$

حيث:

- M0: وزن الجفنة الفارغة.
- M1 : وزن الجفنة مع عينة التربة الجافة عند درجة 105 مئوية قبل الحرق.
- M2: وزن الجفنة مع عينة التربة بعد الحرق .

2-1-2- طريقة الأكسدة الرطبة بوساطة ديكرومات البوتاسيوم حسب Walkley and Black:

مبدأ الطريقة: تعتمد هذه الطريقة على إضافة كمية **زائدة** من محلول **ديكرومات البوتاسيوم** معلومة الحجم والنظامية إلى **وزن محدد من التربة** في وسط شديد **الحموضة**، حيث يتم أكسدة **الكربون العضوي** كما يلي:

$$\left.\begin{array}{l} Cr_2O_7^{-2} + 6e^- + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O \\ C - 4e^- + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 4H^+ \end{array}\right| \begin{array}{l} 2 \\ 3 \end{array}$$

بالجمع نجد:

$$2Cr_2O_7^{-2} + 16H^+ + 3C \rightarrow 4Cr^{+3} + 8H_2O + 3CO_2$$

أو جزيئياً:

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

ثم يُعاير **الفائض من ديكرومات البوتاسيوم** بوساطة محلول معلوم النظامية من مادة مرجعة مثل **سلفات الحديدي $FeSO_4$** أو ملح مور $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ بوجود مشعر **داي فينيل أمين** الذي يتحول لونه من أزرق بنفسجي إلى أخضر في نهاية المعايرة. أو مشعر **الفيروئين** الذي يتحوَّل لونه من البرتقالي إلى البني في نهاية المعايرة:

$$\left.\begin{array}{l} Cr_2O_7^{-2} + 6e^- + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O \\ Fe^{+2} - e^- \rightarrow Fe^{+3} \end{array}\right| \begin{array}{l} 1 \\ 6 \end{array}$$

وبالجمع نجد

$$Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ + 6Fe^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 6Fe^{+3} + 7H_2O$$

أو جزيئياً:

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

وبمعرفة حجم ديكرومات البوتاسيوم المتفاعلة مع الكربون العضوي يمكن حساب النسبة المئوية للكربون العضوي وكذلك النسبة المئوية للمادة العضوية.

2-1-2-1-الكواشف: (للاطلاع)

1 - محلول ديكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$ 1N): تجفف كمية من ديكرومات البوتاسيوم عند درجة حرارة 105 ^oC لمدة ساعتين، ثم توضع في مجفف زجاجي حتى تبرد، ثم يذاب 49.04غ منها في حجم مناسب من الماء المقطر، ثم يُكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر، ويمزج حتى تمام الذوبان.

2 - محلول حمض كبريت مع سلفات الفضة: قم بإذابة 25غ من سلفات الفضة Ag_2SO_4 في لتر من حمض الكبريت المركز.

ملاحظة: يضاف محلول سلفات الفضة من أجل ترسيب الكلور على شكل مركب ضعيف الانحلال Agcl وعدم تأكسده إلى الكلور الجزيئي وفق التفاعل التالي:

$$Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ + 6cl^- \longrightarrow 3cl_2 + 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

3 – حمض فوسفور مركز H_3PO_4 (85 %): يمكن أن يضاف له قليل من فوسفات الصوديوم وفلور الامونيوم، فيكون تغيّر اللون شديد الوضوح. ويضاف حمض الفوسفور من أجل ربط شوارد الحديد الثلاثي الناتجة عن عملية الأكسدة، والموجودة أصلاً في المحلول بمعقد ثابت عديم اللون لا يؤثر على وضوح نقطة نهاية المعايرة حسب التفاعل التالي:

$$6Fe^{+3} + 18HPO_4^{-2} \longrightarrow 6[Fe(HPO_4)]^{-3}$$

4 – مشعر داي فينيل أمين (Diphenylamine Indicater) : يذاب 1 غ داي فينيل أمين في 100 مل من حمض الكبريت المركز. أو **مشعر الفيروئين $(C_{12}H_8N_2)_3FeSO_4$):** محلول أحمر اللون، كما يمكن تحضيره في المخبر كما يلي: ضع 0.8غ من أورثو فينا نترولين في دورق معياري سعة 50مل، ثم أضف إليها 20–25مل من الماء المقطر وحرك جيداً ثم أضف0.35غ من كبريتات الحديدي المائية $FeSO_4.7H_2O$ وحرك ثم أكمل الدورق بالماء المقطر واخلط المزيج جيداً. (تزيد صلاحية هذا الدليل على سنة واحدة).

5 – محلول سلفات الحديدي N 0.5 : يذاب 140 غ سلفات الحديدي المائية النقية $FeSO_4.7H_2O$ ، أو 48.5 غ من $FeSO_4.15H2O$، في كمية قليلة من الماء المقطر ، ثم يضاف 15 مل من حمض الكبريت المركز ويبرد المحلول ، ثم يخفف إلى لتر بالماء المقطر .

<u>ملاحظة</u>: تجب معايرة محلول سلفات الحديدي المحضر في الفقرة رقم 5 بوساطة محلول عياري من ديكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي شديد، وذلك لمعرفة نظاميته المضبوطة كما يلي:

ينقل 10مل بالضبط من محلول ديكرومات البوتاسيوم ذي النظامية المضبوطة 1 N إلى دورق مخروطي، ثم يضاف إليها بوساطة مخبار مدرج 20 مل محلول حمض الكبريت مع سلفات الفضة، ثم يحرك الدورق، ويترك ليبرد. يضاف بعدها حوالي 150 مل ماء مقطر بحذر، ثم يضاف 1 مل مشعر داي فينيل أمين، ويعاير بعدها بوساطة محلول سلفات الحديدي ذي النظامية التقريبية حتى الحصول على اللون الأخضر، ثم تحسب نظاميته المضبوطة من القانون:

$$(N_1.V_1)_{K_2Cr_2O_7} = (N_2.V_2)_{FeSO_4}$$

حيث: N_1 , V_1 – نظامية وحجم ديكرومات البوتاسيوم .

N_2, V_2 – نظامية وحجم كبريتات الحديدي.

2-1-2-2-طريقة العمل(للاطلاع)

1 – زن 1 غ تربة مطحونة ومنخولة في منخل أقطار ثقوبه 0.25 مم، وانقلها إلى دورق مخروطي سعة 500 مل.

2 – أضف 10 مل من محلول ديكرومات البوتاسيوم N1 بوساطة سحاحة (محلول رقم 1).

3 – أضف 20 مل من حمض الكبريت المركز–سلفات فضة، بوساطة سلندر، وبحذر (محلول رقم 2)، ثم حرك المحتويات بهدوء.

4 – أترك المحلول يبرد لمدة نصف ساعة تقريباً.

5 – أضف 150 مل ماء مقطر، مل حمض فوسفور مركز (محلول رقم 3).

6 – أضف 1 مل مشعر داي فينيل أمين (محلول رقم 4)، ثم عاير بوساطة محلول سلفات الحديدي المقيَّس مسبقاً، حتى تحول اللون من أزرق بنفسجي إلى أخضر، ثم سجل حجم سلفات الحديدي المستهلك في المعايرة.

2-1-2-3-الحساب:

إنَّ عدد ميليمكافئات الكربون العضوي يساوي عدد مليمكافئات ديكرومات البوتاسيوم المتفاعلة فعلاً مع الكربون العضوي أي:

$$(N.V)_{OC} = (N.V)_{K_2Cr_2O7} - (N.V)_{FeSO_4}$$

حيث:

$(N.V)_{oc}$ – ميليمكافئ كربون عضوي.

$(N.V)_{K_2Cr_2O_7}$ – ميليمكافئ ديكرومات البوتاسيوم (المضافة للتربة) = حجم المحلول × نظاميته.

$(N.V)_{FeSO_4}$ – ميليمكافيء كبريتات حديدي = حجم المحلول × نظاميته.

وبالتالي فإن عدد ميليمكافئات الكربون في العينة المدروسة يساوي:

$$OC(meq) = (N.V)_{K_2Cr_2O_7} - (N.V)_{FeSO_4}$$

ومن ثمَّ نحسب محتوى العينة من الكربون العضوي من القانون التالي:

$$TOC(\%) = (A-B) \times N \times \frac{100}{Ws} \times \frac{100}{75} \times 0.003$$

والمادة العضوية من القانون:

$$TOM(\%) = (A-B) \times N \times \frac{100}{Ws} \times \frac{100}{75} \times \frac{100}{58} \times 0.003$$

أي أنَّ العلاقة بين الكربون العضوي والمادة العضوية هي: $\%TOM = \%TOC \times \frac{100}{58}$

أو

$$TOM = TOC \times 1.724$$

حيث:

A هو حجم سلفات الحديدي لمعايرة الشاهد (جميع الكواشف المستخدمة في التجربة دون تربة).

B هو حجم سلفات الحديدي لمعايرة عينة التربة.

N نظامية سلفات الحديدي المقيَّسة.

Ws – وزن التربة بالغرام.

100/75 هو معامل تصحيح كمية الكربون العضوي المتأكسد وفق هذه الطريقة.

100/58 لأنَّ كمية الكربون العضوي تعادل تقريباً 58 % من المادة العضوية.

0.003 – معامل التحويل من ميليمكافئ إلى غرام باعتبار المكافئ الغرامي للكربون مساوياً 3.

ملاحظة: يُضاف حجم زائد من ديكرومات البوتاسيوم في حال احتواء التربة على نسبة عالية من المادة العضوية.

الجدول رقم (1) تصيف التربة حسب محتواها من المادة العضوية إلى الدرجات التالية:

الدرجة	التصنيف	المحتوى من المادة العضوية %
1	فقيرة جداً	< من 0.5
2	فقيرة	0.6–1.5
3	متوسطة المحتوى	1.6–2.5
4	غنية	2.6–4.0
5	غنية جداً	أكبر من 4.0

مثال تطبيقي: لتقدير محتوى التربة من المادة العضوية تمّ وزن 1 غ تربة في دورق مخروطي سعة 500 مل وأضيف إليه 10 مل من محلول ديكرومات البوتاسيوم 1N و20 مل حمض كبريت مركّز(مع سلفات الفضة) وبعد تمام التفاعل وإضافة الماء المقطر ومشعر الفيروئين، تمَّت المعايرة بمحلول سلفات الحديدي، فكان الحجم المستهلك منها في نهاية المعايرة (اللون البني) مساوياً 15 مل. وأنَّ الحجم المستهلك من سلفات الحديدي في تجربة الشاهد مساوياً 21 مل والمطلوب:

احسب: 1– النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي في التربة.

2–محتوى التربة من المادة العضوية الكلية.

3- هل تحتاج هذه التربة إلى تسميد عضوي؟ ولماذا؟

الحل: 1- النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي في التربة

حساب نظامية سلفات الحديدي من قانون مور: $(N.V)_{FeSO4} = (N.V)_{K2Cr2O7}$

$$N_{FeSO4} = 10\times1/21=0.48$$

$$TOC\,(\%) = (A-B)\times N \times \frac{100}{Ws}\times\frac{100}{75}\times 0.003 = (21-15)\times 0.48\times\frac{100}{1}\times\frac{100}{75}\times 0.003$$

$$= 1.15$$

2- النسبة المئوية الكلية للمادة العضوي في التربة.

$$\%TOM = TOC \times 1.724 =$$

$$TOM\ (\%) = 1.15 \times 1.724 = 1.99$$

3- تحتاج التربة للتسميد العضوية بكميات قليلة لأنَّها متوسطة المحتوى بالمادة العضوية

4-المراجع:

- عودة، محمود وشمشم، سمير (2007): خصوبة التربة وتغذية النبات، الجزء العملي، منشورات جامعة البعث كلية الزراعة.

---------- نهاية الجلسة العملية الخامسة----------

د. عصام شكري الخوري، د. حيدر هاشم الحسن