

## الجلسة العملية الخامسة

### تقدير المادة العضوية

#### Determination of Organic Matter

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

#### 1-طرائق تقدير المادة العضوية في التربة:

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

تعتمد هذه الطريقة على تسخين عينة التربة ضمن حاضنة عند درجة حرارة  $105^{\circ}\text{C}$ ، وذلك لحساب نسبة الماء الهيدروكسوبي، ثم حرقها ضمن مرمدة عند درجة حرارة  $700^{\circ}\text{C}$ ، وتستخدم هذه الطريقة في الترب العضوية وغير الكلسية وذلك بسبب تفكك الكربونات الكلية في التربة الكلسية بدرجات الحرارة المرتفعة ويحصل فقد في وزن التربة ويُحتسب خطأً على أنه فقد في المادة العضوية للتربة.

حيث نأخذ كمية من التربة في جفنة معلومة الوزن ونزنها ثم نجففها في الفرن على درجة حرارة  $105^{\circ}\text{C}$  لمدة عدة ساعات للتخلص من محتواها الرطوبي، ونزنها، ومن ثم نحرقها في مرمدة على درجة حرارة  $700^{\circ}\text{C}$  لمدة 6 ساعات، ونزنها، فيكون: (TOM) نسبة المادة العضوية الكلية Total Organic Matter في التربة (%)

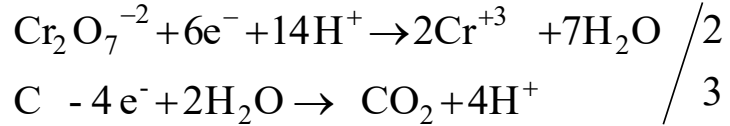
$$100\%TOM = \frac{(M1-M2)}{M1-M0} \times$$

حيث:

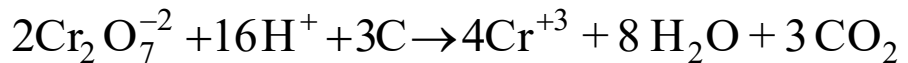
- M0: وزن الجفنة الفارغة.
- M1: وزن الجفنة مع عينة التربة الجافة عند درجة  $105^{\circ}\text{C}$  مئوية قبل الحرق.
- M2: وزن الجفنة مع عينة التربة بعد الحرق.

##### 11-1-2-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:



بالجمع نجد:

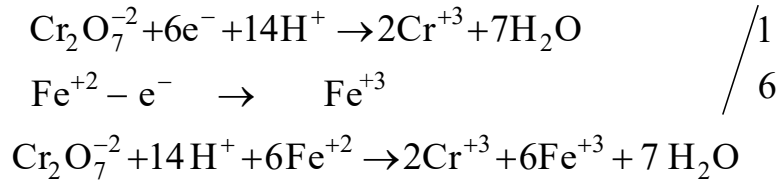


أو جزئياً:

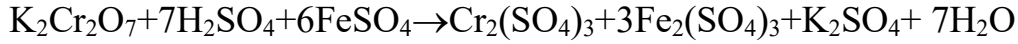


ثم يُعاير الفائض من ديكرومات البوتاسيوم بوساطة محلول معلوم النظامية من مادة مرجعة مثل سلفات الحديدي  $\text{FeSO}_4$  أو ملح مور  $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  بوجود مشعر داي فينيل أمين الذي يتحول لونه من أزرق

بنفسجي إلى أخضر في نهاية المعايرة. أو مشعر الفيرورين الذي يتحوّل لونه من البرتقالي إلى البني في نهاية المعايرة:



وبالجمع نجد  
أو جزيئياً:

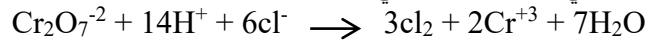


وبمعرفة حجم ديكرومات البوتاسيوم المتفاعلة مع الكربون العضوي يمكن حساب النسبة المئوية للكربون العضوي وكذلك النسبة المئوية للمادة العضوية.

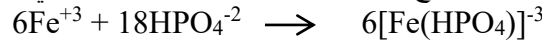
الكواشف:

**1 - محلول ديكرومات البوتاسيوم (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1N):** تحفّف كمية من ديكرومات البوتاسيوم عند درجة حرارة 105 °C لمدة ساعتين، ثم توضع في مجفّف زجاجي حتى تبرد، ثم يذاب 49.04 غ منها في حجم مناسب من الماء المقطّر، ثم يُكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطّر، ويمزج حتى تمام الذوبان.

**2 - محلول حمض كبريت مع سلفات الفضة:** أذب 25 غ من سلفات الفضة Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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:



**3 - حمض فوسفور مركز H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (85 %):** يمكن أن يضاف له قليل من فوسفات الصوديوم وفلور الأمونيوم، فيكون تغيّر اللون شديد الوضوح. ويضاف حمض الفوسفور من أجل ربط شوارد الحديد الثلاثي الناتجة عن عملية الأكسدة، والموجودة أصلاً في المحلول بمعدّد ثابت عديم اللون لا يؤثر على وضوح نقطة نهاية المعايرة وفقاً للتفاعل التالي:



**4 - مشعر داي فينيل أمين (Diphenylamine Indicator):** يذاب 1 غ داي فينيل أمين في 100 مل من حمض الكبريت المركز. أو مشعر الفيرورين (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>)<sub>3</sub>FeSO<sub>4</sub>: محلول أحمر اللون، كما يمكن تحضيره في المخبر كما يلي: ضع 0.8 غ من أورثو فينا نترولين في دورق معياري سعة 50 مل، ثم أضف إليها 20-25 مل من الماء المقطّر وحرك جيداً ثم أضف 0.35 غ من كبريتات الحديد المائي FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O وحرك ثم أكمل الدورق بالماء المقطّر واخلط المزيج جيداً. (تزيد صلاحية هذا الدليل على سنة واحدة).

**5 - محلول سلفات الحديدي 0.5 N:** يذاب 140 غ سلفات الحديدي المائية النقية FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O ، أو 48.5 غ من FeSO<sub>4</sub>·15H<sub>2</sub>O، في كمية قليلة من الماء المقطّر ، ثم يضاف 15 مل من حمض الكبريت المركز ويبرد المحلول ، ثم يخفف إلى لتر بالماء المقطّر.

**ملاحظة:** يجب معايرة محلول سلفات الحديدي المحضّر في الفقرة رقم 5 بوساطة محلول عياري من ديكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي شديد، وذلك لمعرفة نظاميته المضبوطة كما يلي:

ينقل 10 مل بالضبط من محلول ديكرومات البوتاسيوم ذي النظامية المضبوطة N 1 إلى دورق مخروطي، ثم يضاف إليها بوساطة مخبر 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:

$$(N_1 \cdot V_1)_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = (N_2 \cdot V_2)_{\text{FeSO}_4}$$

حيث: V<sub>1</sub> , N<sub>1</sub> - نظامية وحجم ديكرومات البوتاسيوم.  
V<sub>2</sub> , N<sub>2</sub> - نظامية وحجم كبريتات الحديدي.

**طريقة العمل:**

- 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 - اترك المحلول يبرد لمدة نصف ساعة تقريباً.

5 - أضف 150 مل ماء مقطر، 1 مل حمض فوسفور مركز (محلول رقم 3).

6 - أضف 1 مل مشعر داي فينيل أمين (محلول رقم 4)، ثم عاير بوساطة محلول سلفات الحديدي المقيس مسبقاً، حتى تحوّل اللون من أزرق بنفسجي إلى أخضر، أو بوجود مشعر الفيروئين حيث يتغير اللون من البرتقالي إلى البني العكر ثم سجّل حجم سلفات الحديدي المستهلك في المعايرة.

**الحساب:**

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

$$(N \cdot V)_{OC} = (N \cdot V)_{K_2Cr_2O_7} - (N \cdot V)_{FeSO_4}$$

حيث:

$(N \cdot V)_{oc}$  - مليمكافئ كربون عضوي.

$(N \cdot V)_{K_2Cr_2O_7}$  - مليمكافئ ديكرومات البوتاسيوم (المضافة للتربة) = حجم المحلول × نظاميته.

$(N \cdot V)_{FeSO_4}$  - مليمكافئ كبريتات حديدي = حجم المحلول × نظاميته.

وبالتالي فإنّ عدد مليمكافئات الكربون في العينة المدروسة يساوي:

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

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

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

والمادة العضوية من القانون:

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

أي أنّ 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 المقيسة.

Ws - وزن التربة بالغرام.

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

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

0.003 - معامل التحويل من مليمكافئ 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) تصنيف 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                 |

(Ibitoye, 2008)

**مثال تطبيقي:** لتقدير محتوى التربة من المادة العضوية تم وزن 1 غ تربة في ورق مخروطي سعة 500 مل وأضيف إليه 10 مل من محلول ديكرومات البوتاسيوم 1N و 20 مل حمض كبريت مركز (مع سلفات الفضة) وبعد تمام التفاعل وإضافة الماء المقطر ومشعر الفيرونين، تمت المعايرة بمحلول سلفات الحديدي، فكان الحجم المستهلك منها في نهاية المعايرة (اللون البني) مساوياً 15 مل. وكان 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:  $(N.V)_{FeSO_4} = (N.V)_{K_2Cr_2O_7}$

$$N_{FeSO_4} = 10 \times 1/21 = 0.48$$

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

$$= 1.15$$

1- النسبة المئوية الكلية للمادة العضوي في التربة.

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

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

2- تحتاج التربة للتسميد العضوي بكميات قليلة لأنها متوسطة المحتوى بالمادة العضوية.



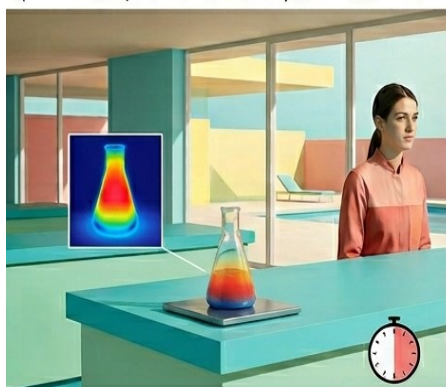
المرحلة 1: وزن 1.000 جرام من عينة التربة الجافة (حجم الحبيبات 0.25 مم).



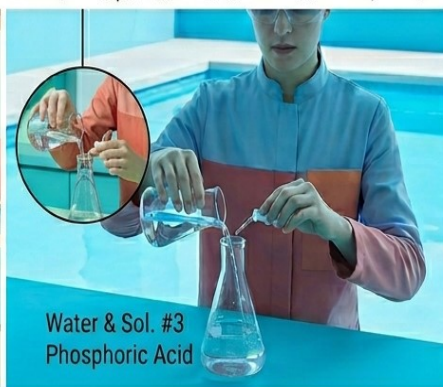
المرحلة 2: إضافة محلول الأكسدة (ديكرومات البوتاسيوم) بدقة من سحاحة.



المرحلة 3: إضافة حمض الكبريتيك المركز بحذر (تحذير: تفاعل طارد للحرارة بشدة).



المرحلة 4: تبريد الدورق ومراقبة درجة الحرارة (لمدة 30 دقيقة).



المرحلة 5: تخفيف المحلول بالماء المقطر وإضافة حمض الفوسفوريك.



المرحلة 6: المعايرة بمحلول كبريتات الحديدك الثنائية حتى نقطة النهاية (تغير اللون).

..... نهاية الجلسة العملية الخامسة.....