تقدير المادة العضوية فى التربة

للدكتور أمين أحمد عبد البر ، والمهندس الزراعى يحيى زكى

بقسم الأراضى فى كلية الزراعة بجامعة القاهرة

مقـــدمة :

لما كانت المادة العضوية تكون جانباً هاما فى جسم التربة وتؤدى دوراً أساسياً فى تكييف خواص هذه التربة ، فإن تقدير هذه المادة بطريقة سريعة دقيقة يعتبر من الأمور التى تتطلبها البحوث التى تقوم على دراسة الكربون العضوى فى الأراضى من النواحى المختلفة .

وتعتبر طريقة Walkley (٨) التى نشرت سنة ١٩٤٧ والتى تعرف بطريقة بيكرومات البوتاسيوم من أسرع الطرق فى تقدير الكربون العضوى سواء أكان فى مواد عضوية أم فى الأراضى ، ويرجع الفضل الأول فى هـــذه الطريقة إلى Schollenberger فى سنتى ١٩٢٧ ، ١٩٣١ (٥) و (٦) ثم عدلت فى سنة ١٩٣٤ بواسطة Black & Walkley (٧) وأخيراً استقرت فى وضعها الأخير سنة ١٩٤٧ بواسطة Walkley (٨) .

والفكرة الأساسية للطرق القديمة والحديثة مبنية بصفة عامة على أكسدة الكربون العضوى فى مقدار ضئيل نسبياً من العينة (التربة فى هذه الحالة) بكمية معلومة من محلول حمض الكروميك فى حمض الكبريتيك المركز ، وتقدر زيادة حمض الكروميك بمحلول مختزل مثل كبريتات الحديدوز .

وتوجد بعض المصاعب التى تعترض استعمال هذه الطرق (أو طريقة Walkley المعدلة) فى التربة . ففى حالة وجود الكلوريدات بالتربة تتأكسد بواسطة حمض الكروميك وينطلق غاز الكلور ، ولهذا يفضل — لزيادة دقة الطريقة — ترسيب الكلوريدات على صورة كلوريد فضة بإضافة كمية مناسبة من كبريتات الفضة إلى حامض الكبريتيك المركز ، وذلك لتجنب استهلاك جانب من حامض

الكروميك فى أكسدة الكلوريدات الذائبة (٤) ، ويرى Lee (٣) أن وجود الحديد على صورة حديدوز فى التربة (خصوصاً الرديئة التهوية والصرف) ينتج عنه خطأ جسيم فى نتيجة التقدير دون ريب .

ومن الأمور الجديرة بالملاحظة أن Walkley نفسه قارن نتائج تقديراته للكربون العضوى فى الأراضى بطريقته هذه مع نتائج تقديراته لنفس العينات بطريقة الاحتراق الرطب ، (wet combustion) فوجد أن النتائج الأولى تتراوح بين ٦٠٪ (فى بعض عينات من تحت التربة) و ٩٠٪ فأكثر للأراضى العضوية (soils) (peat) وانتهى إلى أنه فى أغلب الأراضى تكون نتيجة التقدير بطريقته مساوية إلى ٧٥ — ٨٠٪ من نتيجة التقدير بطريقة الاحتراق الرطب .

وقد أجرى هذه المقارنة علام وعجيزة (١) على بعض عينات من الأراضى المصرية المختلفة كيماويا وميكانيكيا وانتهت المقارنة إلى النقط الآتية :

١ — فى حالة الأراضى الطينية كانت نتائج تقدير الكربون العضوى بطريقة Walkley ٨٥٪ من التقدير بطريقة الاحتراق الرطب .

٢ — فى حالة الأراضى الطينية الطمية ، والطمية فقط كانت النتائج ٩٣٪ من طريقة الاحتراق الرطب .

٣ — فى حالة الأراضى الرملية كانت النتائج ٩٥٪ من طريقة الاحتراق الرطب .

٤ — فى حالة الأراضى الجيرية كانت النتائج ٨٧٪ من طريقة الاحتراق الرطب .

ويمكن على هذا الأساس — خصوصاً إذا تيسر الحصول على نتائج تحليلات كثيرة (بضع مئات) لأراضى كل من الأنواع السابقة — الوصول إلى ايجاد معامل تصحيح يجعل نتائج التقدير بطريقة Walkley أقرب ما تكون إلى الدقة .

وبهذه المناسبة نذكر أن علام ، وعجيزة أظهراً أن دقة استعمال طريقة الاحتراق الرطب تتراوح بين ٩٨٪ و ١٠٠,١٪ عند تقدير الكربون العضوى لبعض المركبات العضوية ، وهى على صورة محاليل (مثل fructose ، glucose ، tyrosine ، alanine ، حمض الاكساليك) .

وفى ضوء الاعتبارات سابقة الذكر ونظراً لأن المؤلف يجد استعمال طريقة

Walkley المعدلة (٨) فى تقدير الكربون العضوى بالأراضى المزروعة الجيدة التهوية لسهولة عمليات التقدير بها فقد اتجه نظره إلى محاولة استخراج معامل لتصحيح نتائج التقدير بها ، حتى تصبح الأعداد الناتجة من العمل بهذه الطريقة مما يعول عليه كثيراً حين المناقشة فى استخدامها بالبحوث العلمية المختلفة .

تقديرات المعمل والنتائج

تنقسم تجارب المعمل حسب الهدف الذى نرمى إليه من هذا البحث ،وهو الوصول إلى إيجاد حدود لاستعمال الطريقة ، ثم إلى حساب معامل تصحيح لنتائجها حتى يمكن اعتماد هذه النتائج فى مختلف بحوث الأراضى وسواها ، وقد كان هدفنا منه هو :

(١) تحديد درجة تركيز الكربون فى المادة التى تستعمل فى التقدير بطريقة Walkley المعدلة مع ملاحظة أن الزيادة عن هذا التركيز فى المادة ينصح معها بعدم التقدير بهذه الطريقة بتاتا .

(٢) فى الحدود المقررة من تركيز الكربون ، ما هى حدود انحراف نتائج التقدير بهذه الطريقة عن كمية الكربون الفعلية فى المادة النقية التى استعملت فى التقدير ؟ ومن هـذا الانحراف يمكن حساب عدد ثابت يسمى معامل التصحيح إذا ضرب فى النسبة المئوية للكربون المقدر بطريقة Walkley أنتج النسبة المئوية الصحيحة .

وعلى هذا الأساس تسير تجارب المعمل التى تنقسم إلى قسمين :

أولا ـــ تحديد أقصى درجة تركيز للكربون فى المادة العضوية عند تقديرها بطريقة Walkley :

اختير سكر الجلوكوز النقى (به ٣,٥ ٪ من الرطوبة عند إجراء التجربة) كمادة عضوية لاختبار التقدير بالطريقة المذكورة من ناحية ، وللوصول إلى تحسس مدى تأثير دقة الطريقة بازدياد تركيز الكربون التدريجى فى المادة العضوية

عن استعمال طريقة Walkley فى التقدير . ولما كان سكر الجلوكوز التام النقاوة الخالى من الرطوبة يحتوى على ٤٠ ٪ من الكربون فإن السكر المحتوى على ٣,٥ ٪ من الرطوبة يحتوى على ٣٨,٦ ٪ من الكربون فقط . ولكى يكون التقدير أقرب إلى حالة التربة رئى خلط الكمية الموزونة من سكر الجلوكوز بتربة جافة تامة التجانس (وهى طمى النيل) فقيرة جداً فى الكربون العضوى (تحتوى على ٠٤٥, ٪ من الكربون العضوى) ، وكانت كمية التربة ثابتة الوزن وهو جرامان ، أما كمية سكر الجلوكوز فتتزايد ، وقد اكتفينا فى هذا البحث بأربع معاملات موضحة فى الجدول رقم ١ التالى :

الجدول رقم ١

لبيان المعاملات المختلفة بالتربة + سكر الجلوكوز (٣,٥ ٪ رطوبة)

المعاملات	التربة	سكر الجلوكوز
ا	٢ جم	—
ب	٢ جم	٠,٠٣
حـ	٢ جم	٠,٠٥
ء	٢ جم	٠,٠٧

وقد راعينا فى بحثنا أن أكبر تركيز فى (المعاملة د) لا يزيد مقدار الكربون العضوى فيها عن ٠,٠٣ جم وذلك ـ لن لا تعدل كمية بيكرومات البوتاسيوم التى تستعمل فى التقدير أى أنها تبقى ١٠ سم مكعب من المحلول أساساً لهذه المادة وهى التى تؤكسد ٠,٠٣ جم من الكربون العضوى لأن اللتر الأساسى من بيكرومات البوتاسيوم يؤكسد $\frac{١٢}{٤}$ = ٣ جم كربون عضوى .

ثم أجرى تقدير الكربون العضوى للمعاملات الأربع باتباع طريقة Walkley المعدلة أخيراً سنة ١٩٤٧ «٨» ثم دونت نتائج التقدير فى الجدول رقم ٢ التالى:

الجدول رقم ٢ — لبيان الكربون العضوى فى المعاملات ب ، جـ ، د بعد تقديرها بطريقة Walkley :

المعاملات	الكربون العضوى بالملجم فى سكر الجلوكوز بعد تقديره بطريقة Walkley	الكربون العضوى بالملجم فى سكر الجلوكوز فعلا	دقة التقدير ٪
ب	١١,٢٩	١١,٥٨	٩٧,٥٠
جـ	١٨,٣٤	١٩,٣٠	٩٥,٠٠
د	٢٥,١٩	٢٧,٠٢	٩٣,٦

وظاهر بوضوح من نتائج الجدول رقم ٢ أن دقة طريقة Walkley تنقص تدريجياً بزيادة تركيز الكربون العضوى فى التربة المستعملة (طمى + سكر جلوكوز) ، ويمكن تلخيص ما أمكن استخلاصه من هذا الجدول فيما يلى :

١ — عند ما لا يزيد الكربون العضوى عن ٦٠٠ مليجرام فى ١٠٠ جرام تربة « كما فى المعاملة ب » فإن دقة الطريقة تكون ٩٧,٥٪ .

٢ — عندما يكون مقدار الكربون العضوى واقعاً بين ٦٠٠ و ١٣٠٠ مليجرام فى ١٠٠ جرام تربة « كما فى المعاملتين جـ ، د) فإن دقة الطريقة تتراوح بين ٩٣,٦٪ و ٩٥٪ بمتوسط إجمالى قدره ٩٤,٣٪ .

ويرى المؤلف أنه من الأسلم عند تقدير الكربون العضوى فى الأراضى الزراعية ألا يزيد مقداره فى التربة المستعملة فى التقدير بطريقة Walkley عن ١٪ حتى يمكن الحصول على نتائج صحيحة تقريباً أى بين ٩٤,٣٪ و ٩٧,٥٪ .

ثانياً — استخراج معامل تصحيح لنتائج تقدير الكربون العضوى بطريقة Walkley :

اختيرت مركبات عضوية أخرى خلاف سكر الجلوكوز وهى سكر اللاكتوز ، وسكر الزيلوز ، وكول الما نيتول بعد تجفيفها فى فرن كهربائى على درجة ١٠٥°م

وتبريدها ووزنها حتى أصبحت خالية من الرطوبة ، وعلى هذا فان نسبة الكربون المئوية فى العينات الثلاث تكون مساوية ٤٢,١ ٪ لسكر اللاكتوز و ٤٠ ٪ لكل من سكر الزيلوز ، وكحول المانيتول .

وروعى فى تقدير الكربون العضوى للمواد الثلاث ما سبق ذكره فى (أولا) من أنه لا تزيد نسبة الكربون المئوية فى التربة عن ١ ٪ وعلى هذا الأساس رئى أن أنسب وزن لكل من المواد الثلاث يضاف إلى جرامين من الطمى النيلى (به ٠,٤٥ ٪ من الكربون العضوى) هو ٠,٥ جرام .

والجدول رقم ٣ التالى يبين نتائج التقدير بعد اتباع طريقة Walkley بالطريقة ذاتها التى اتبعت فى أولا :

الجدول رقم ٣

لبيان نتائج تقدير الكربون العضوى فى عينات سكر اللاكتوز ، والزيلوز وكحول المانيتول + ٢ جرام طمى نيل ، وذلك بطريقة Walkley

المادة العضوية النقية المستعملة	الكربون العضوى بالملليجرام فى ٠,٥ جرام مادة عضوية جافة بعد تقديره بطريقة Walkley	الكربون العضوى بالملليجرام فى ٠,٥ جرام مادة عضوية جافة نقية فعلا	دقة التقدير
سكر لاكتوز	٢٠,٦٣	٢١,٠٥	٪ ٩٨
سكر زيلوز	١٩,٦٠	٢٠,٠٠	٩٨
كحول مانيتول	١٨,٦٠	٢٠,٠٠	٩٣

ولا يفوتنا أن نقول إنه يمكن من نتائج التقديرات المختلفة للمواد العضوية النقية + المدونة فى الجدلين (٢) و (٣) الوصول إلى الآتى :

١ — عندما يكون تركيز الكربون العضوى فى التربة لا يزيد عن ١ ٪ فإن دقة طريقة Walkley تكون دائما ٩٣ ٪ فأكثر مع مختلف المواد العضوية

المستعملة : ٩٣ ٪ (كحول مانيتول) و ٩٥ ٪ (سكر جلوكوز) و ٩٨ ٪ (سكر زيلوز ، وسكر لاكتوز) وذلك عند استعمال ٠,٠٥ من الجرام لكل من المواد العضوية المذكورة بعد خلطها بمقدار ٢ جرام طمى نيل جاف تام التجانس يحتوى على ٠,٠٤٥ ٪ من الكربون العضوى .

٣ — فى هذه الحدود تكون دقة الطريقة = ٩٦ ٪ فى المتوسط أى أن تصحيح نتائج التقدير للكربون العضوى بطريقة Walkley فى حدود ١ ٪ فى التربة على الأكثر = $\frac{١٠٠}{٩٦}$ = ١,٠٤١٧ .

وفى هذا المجال نذكر أنه سبق القول فى المقدمة بأن دقة طريقة الاحتراق الرطب Wet combustion تتراوح بين ٩٧ ٪ و ١٠٠,١ ٪ بمتوسط ٩٩ ٪ ويكون معامل تصحيح نتائج التقدير للكربون العضوى بطريقة الاحتراق الجاف التى تعتبر طريقة دولية = $\frac{١٠٠}{٩٩}$ = ١,٠١٠١ .

وتعليقاً على ذلك نقول : إنه إزاء سهولة التقدير بطريقة Walkley الحجمية فإن اتباعها فى التقديرات الكثيرة العدد خصوصاً عند عمل مساحة بيدولوجية للأراضى تكون أفضل مع مراعاة الظروف السابق ذكرها مع ضرب نتائج التقدير × ١,٠٤١٧ .

المراجع

Bibliography

(1) Allam, F. & Agiza, A.H., 1954 :

« The determination of organic matter and carbonates in soils. »

Bull. No. 29. Faculty of Agriculture, Cairo University.

(2) . . . . & . . . . , 1954 :

« A wet combustion method for macro, micro, and submicro determination of carbon in organic compounds.

Bull.No. 28, Faculty of Agriculture, Cairo University.

(3) Lee, C.K., 1939 :

Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 11,428.

(4) Piper, C.S., 1947:

« Soil and plant Analysis. »

A monograph from the Waite Agricultural Research Institute, the University of Adelaide.

(5) Schellenberger, C. J, 1927:

Soil Sci. 24,65.

(6) . . . . , 1931 :

Soil Sci.,31,483.

(7) Walkley, A. and Black, L.A.,1934:

Soil Sci., 37,29.

(8) Walkley, A.,1947:

Soil Sci.,63,251.