تقدير نصيب كل من المادة العضوية والطين والسلت في تحديد الخصب الكامل في الأراضي المصرية مقاسا بالسعة التبادلية

للمهندس الزراعي محمد كمال محمد * و الدكتور عبد الفتي ميتكيس **

مقدمة

يقصد بالسعة التبادلية مقدار القواعد المتبادلة الممتصة على سطوح حبيبات التربة. وتختلف هذه السعة من أرض لأخرى ، وقد وجد Mc George (١٩٣٠ ، ١٩٣١ ، ١٩٣٤) أنه يندر أن تزيد على ٥٠ ملليمكافىء لكل ١٠٠ جرام في الأراضي المعدنية ، ولكنها قد تصل إلى نحو ٣٠٠ م.م. ٪ في الأراضي العضوية.

وقد لاحظ Hall (١٩٢٥) Harris, (١٩٣١) وغيرهما أن قوة الأرض وقدرتها على احتمال تكرار الزراعة لها علاقة وثيقة بمقدار ما يوجد فيها من القواعد المتبادلة ، فالأراضي الجيدة الغنية هي التي تشتمل على مقدار كبير من هذه القواعد، وهي تتميز بالقدرة على تنظيم الـ pH فيها ، كما أنها تكون أكثر من سواها استجابة للتسميد. وصفوة القول إن الخصب الكامن في التربة وثيق الصلة بسعتها التبادلية حتى أن Kelley وآخرين يعتبرون أن كلا منهما متناسبا مع الآخر ، بحيث إذا تساوت جميع الظروف بين أرضين تكون أعلاهما سعة أكثرهما غلة ، وفي هذا ما يشير إلى أن من الممكن رفع مستوى الإنتاج في الأرض برفع نسبة ما يوجد فيها من المواد التي لها القدرة على تبادل القواعد ، ولهذا أهمية خاصة بالنسبة للأراضي الرملية إذا أريد تحويلها إلى أراض زراعية حقيقية .

وقد أشار Gedroiz (١٩٣١) إلى أن الطين والدبال اللذين يتكون منهما المعقد الغروي هما اللذان يقومان بالتبادل القاعدي في التربة . ولا شك في أن تقدير نصيب كل من مكونات التربة في تحديد سعتها التبادلية يساعد كثيراً في رسم السياسة التي يجب اتباعها في خلق أراض زراعية حقيقية من المساحات الرملية الشاسعة التي ستضم عاجلا أم آجلا إلى الرقعة المزروعة في مصر .

---

* المهندس الزراعي محمد كمال محمد : مدير عام مصلحة الثقافة الزراعية سابقا .
** الدكتور عبد الفتي ميتكيس : مراقب عام مراقبة بحوث الاراضي بوزارة الزراعة .

والبحث الذى سيعرض الآن ما هو إلا محاولة لتحقيق هذه الغاية، وسنتناول الموضوع من الناحيتين الإحصائية والعملية .

البحوث والدراسات السابقة

أثبت كثير من الباحثين أن المادة العضوية تساهم بنصيب كبير فى تحديد سعة التربة للقواعد المتبادلة، وقد وجد Baver (١٩٣٠) أن نصيبها فى بعض الأراضى يتراوح بين ٣٠٪ و ٦٠٪ من تلك السعة، ووجد Mitchell (١٩٣٢) أن نصيبها فى الأراضى المعدنية يتراوح بين ٤١٪ و ٦١٪، ووجد Oden (١٩٢٠) أنه يتراوح بين ٦,٨٪ و ٤٣و٤٪ .

وقد أثبت Hissink (١٩٢٦) أن سعة المادة العضوية للقواعد المتبادلة تعادل خمسة أمثال سعة الطين إذا قورنا وزنا لوزن. وقد رفع Alben (١٩٣٠) هذا الرقم إلى سبعة، ورفعه Gedroiz (١٩٣١) إلى ثمانية أو أكثر، ورفعه Peach (١٩٤٨) إلى عشرة .

وقد أوضح Mitchell (١٩٣٢) أن المادة العضوية تتفاوت كثيراً فى قدرتها التبادلية من أرض إلى أخرى، ووجد Mc George (١٩٣٤) أن سعة الدبال الغروى التبادلية وكذلك سعة حمض الهيوميك وهيومات اللجنين المستخلصة من الأراضى المختلفة هى : ٣٤٠ و ٣٧٠ و ٤٣١ م . م/ على التتابع، ووجد Oden أن السعة التبادلية لحمض الهيوميك الذى يفصل من المادة العضوية فى الأراضى الدبالية هى ٢٩٤م . م٪، وتتراوح تقديرات Mattson (١٩٢٦) لهذه السعة من الدبال بين ٢٥٠ و ٤٥٠م . م ٪ .

وقد ذكر Williams (١٩٣٢) أن هناك ما يدعو إلى الاعتقاد بأن الخواص التبادلية التى تتمتع بها المادة العضوية الموجودة فى التربة يتركز معظمها فى الجزء المتحلل منها (Humified) . وأثبت Mc George (١٩٣٠، ١٩٣١، ١٩٣٤) أن السعة التبادلية تزداد فى المادة العضوية بازدياد درجة انحلالها فى التربة . كما أشار Powers (١٩٣٢) إلى أن العوامل التى تشجع عمليات الانحلال تساعد أيضا على زيادة هذه السعة.

وأثبت Mc George (١٩٣٠ ، ١٩٣١ ، ١٩٣٤) وجود علاقة كمية إلى حد مقبول بين مقدار الكربون الموجود فى الأراضى العضوية وسعتها التبادلية ، كما أثبت عدم وجود أى علاقة بين هذه السعة وكمية الأزوت ، أو بينهما وبين نسبة الكربون إلى الأزوت . واستنتج من ذلك أن السعة التبادلية للمادة العضوية فى التربة لابد وأن تكون راجعة إلى مابها من معقد اللجنين أو من معقد الهميسليولوز أو منهما معاً .

ويرى Mitchell (١٩٣٢) أن اللجنين ، أو أحد المشتقات المشابهة له ، هو المسئول عن عمليات التبادل القاعدى التى تقوم بها هيومات اللجنين التى توجد فى التربة .

وقد أشار Waksman and Iyer (١٩٣٣) إلى أن اللجنين بعد تحويله إلى صورة ما هو المسئول بلا أدنى شك عن ظاهرة التبادل القاعدى فى الدبال فى حين أن سعته التبادلية — إذ وجد على انفراد — تكون منخفضة عن ذلك نسبيا . وذكر Mc George (١٩٣٠ ، ١٩٣١ ، ١٩٣٤) أن أنواع اللجنين بالإضافة إلى كونها تختلف كثيراً فى التركيب الكيماوى فإنها تتحد مع المواد الكربوايدراتية بطرق شتى ، ومن الأرجح أن يكون هذا هو السبب فى تفاوت السعة التبادلية للمادة العضوية فى مختلف الأراضى .

ولا شك أن ظاهرة التبادل القاعدى يجب أن تنسب إلى مجموعات خاصة لها مركبات كيماوية معينة ، مثال ذلك مجموعة (ا يد) الأيدروكسيل ، ومجموعة (ك ا ا يد) الكربوكسيل ومجموعة (ج يد) الميثوكسيل .

والمعروف أن معادن الطين التى توجد فى الجزء المعدنى من المعقد الغروى تقع فى ثلاث مجموعات ، وهى مجموعة Kaolinite ومجموعة Illite ومجموعة Montmorillonite . وقد ذكر Kelley (١٩٢٦) أن السعة التبادلية لمعادن هذه المجموعات تتراوح على التوالى بين (٣ — ٥) وبين (٢٠ — ٤٠) وبين (٦٠ — ١٠٠) م . م ٪ . ووجد Mattson (١٩٢٦) أن السعة التبادلية للطين الغروى تتراوح بين ٤و١٦ م . م ٪ للطين الغنى بالأكاسيد السداسية ، و٢و١١٠ م . م ٪ للطين الغنى بالمواد السليسية .

وفى رأى بعض الباحثين أن قدرة الطين على تبادل القواعد ترجع إلى زيادة

الشحنة السالبة نتيجة لحلول أيون محل أيون آخر فى التكوين الشبكى للطين نفسه، كما يحل الألومنيوم محل السليكون، وكما يحل المغنسيوم محل الألومينيوم . وقد فسر البعض أن هذه الظاهرة ترجع إلى وجود مجموعات (ايد) معينة لها القدرة على إنتاج أيونات من الأيدروجين .

ويعتقد البعض أن التبادل القاعدى لا يقتصر بحال ما على غرويات التربة ، وقد أظهر Turner (١٩٣٢) أن السلت يلعب دوراً ثانويا فى هذه الناحية ، وأن سعته التبادلية هى ٥ م . م . ٪ .

وفى ضوء ما تقدم يمكن القول بأن سعة التربة للقواعد المتبادلة تتوقف على ما بها من المواد التبادلية، وقد ذكر Kelley (١٩٢٦) أن السعة التبادلية لأرض Kaolinite غنية بالدبال قد تكون أعلى من السعة التبادلية لأرض Montmorillonite بها نفس النسبة من الطين ولكنها فقيرة فى الدبال .

وقد وضع كل من Turner (١٩٣٢) و Williams, (١٩٣٢) معادلة يمكن استخدامها فى معرفة السعة التبادلية للأرض بطريقة حسابية إذا عرفت نسبة ما بها من الطين والمادة العضوية ، وذلك على أساس أنهما المسئولان وحدهما عن ظاهرة التبادل، وهاتان المعادلتان هما :

معادلة Turner : ص = ا + ا$_{١}$ س$_{١}$ + ا$_{٢}$ س$_{٢}$

معادلة Williams : ص = ا$_{١}$ س$_{١}$ + ا$_{٢}$ س$_{٢}$

ومدلول الرموز فى المعادلتين هو :

ص = السعة التبادلية بالمليمكافىء فى المائة جرام .

س$_{١}$ = النسبة المئوية للطين .

س$_{٢}$ = النسبة المئوية للمادة العضوية .

ا ، ا$_{١}$ ، ا$_{٢}$ = أعداد ثابتة .

وقد افترض فى المعادلتين أن قدرة المادة العضوية على حمل القواعد لا تتأثر بوجود الطين ، وأن كلا منها يقوم بنصيبه فى ظاهرة التبادل مستقلا عن الآخر .

نتائج الدراسة

بذلت فى هذه الدراسة محاولة لتقدير نصيب كل من الطين والسلت والمادة العضوية فى تحديد السعة التبادلية للأراضى المصرية ، وكانت الدراسة إحصائية ومعملية . أما الدراسة الإحصائية فقد عملت على ٥٠ عينة أخذت من مساحات مبعثرة فى كل أنحاء البلاد بشكل يدعو إلى الاعتقاد بأنها تمثل جميع الأراضى المزروعة، سواء ما كان منها خاضعاً لنظام الرى الحوضى أو لنظام الرى المستديم.

وقد قوبلت نتائج الدراسة الإحصائية فى المعمل على ٢٢ عينة من الخمسين عينة، واتبعت فى الدراسة الإحصائية طريقتان أمكن الوصول من كل منهما إلى معادلة يسهل التنبؤ منها بقيمة السعة التبادلية للتربة (ص) إذا عرفت فيها نسبة الطين (س١) والسلت (س٢) والمادة العضوية (س٣) .

أما المعادلة الأولى فهى :

$$ص = ا + ا_{١} س_{١} + ا_{٢} س_{٢} + ا_{٣} س_{٣}$$

وفيها يرمز بالرمز (ص) بقيمة (ص) المقدرة من المعادلة، أما الرموز ا ، ا١ ، ا٢ ، ا٣ فهى أعداد ثابتة قيمتها هى : ٦,٠٦ ، ٠,٦٠ ، ٠,٣٦ ، ٢,٥٠ على التوالى

أما المعادلة الثانية فهى :

$$ص = ا_{١} س_{١} + ا_{٢} س_{٢} + ا_{٣} س_{٣}$$

وقيمة ا١ ، ا٢ ، ا٣ هى على التوالى ٠,٦٥ ، ٠,٣٨ ، ٤,٩٢

وبمقابلة التقديرات الفعلية المعملية للسعة التبادلية (ص) بالقيم المحسوبة لها وهى (ص) بمقتضى المعادلتين يتضح أنه فى الإمكان استخدام كل من هاتين المعادلتين بنجاح .

ولا يخفى أن المعادلة الأولى لا تصلح لتحديد مقدار ما يحمله كل جرام من الطين أو السلت أو المادة العضوية من الكاتيونات المتبادلة ، وذلك نظراً إلى اشتمال تلك المعادلة على الرقم الثابت (ا) ، كما لا يخفى أن المعادلة الثانية أصلح منها لهذه الغاية لاختفاء ذلك الرقم منها ، وهى تشير إلى أن المادة العضوية

فى الأراضى المصرية تحمل أكثر من سبعة أمثال ما يحمله الطين من القواعد المتبادلة إذا قورنا وزنا لوزن . ولا يفوتنا أن هذه المعادلة تشير إلى أن الجرام من السلت يحمل ٣٨ر٠ م٠ م ٪ من تلك القواعد ، وهذا رقم مبالغ فيه كثيراً بلا أدنى شك .

والبحوث المعملية التى أجريت تؤيد نتائج الدراسات الإحصائية ، وهى تدل على أن سعة الأراضى المصرية للكاتيونات المتبادلة تتوقف بصفة أصلية على مقدار ما يوجد فيها من الطين، أما السلت فسعته صغيرة جداً فهى حوالى ٦م٠ م٠ ٪ فى المتوسط ، والمادة العضوية رغم أن سعتها عالية جداً إذ تتراوح بين ٣٠٢ ، ٥١٣م م٪ ، فإن أثرها فى تحديد السعة التبادلية للتربة ثانوى نظراً إلى ضآلة نسبتها ، وعلى أية حال فإن الخصب الكامن فى التربة من الممكن أن يزاد بشكل ملحوظ إذا أمكن زيادة نسبة المادة العضوية فيها .

وقد يكون فى ارتفاع السعة التبادلية للطين (٦٥م٠ م٠ ٪) ما يؤيد الحكم بأن أكثر المعادن المشتركة فى تكوينه من فصيلة الـ Montmorillonite .

المراجع

(1) Alben, A. O. (1930) Jour. Amer. Soc. Agron., 22: 311-326.

(2) Baver, L. D. (1930) Jour. Amer. Soc. Agron., 22: 703-708.

(3) Gedroiz, K. K. (1931) Udobrienie, Urozshei, pp. 910-922.

(4) Hall, D. (1925) Trans. Farad. Soc., 20: 614.

(5) Harris, A. E. (1931) Soil Sci., 32: 435-446.

(6) Hissink, D. J. (1926) Internat. Soc. Soil Trans., 2nd Comm., A, p. 174.

(7) Kelley, W. P. (1926) Jour. Amer. Soc. Agron., 18: 450-458.

(8) Kelley, W. P. (1948) **Cation Exchange in Soils.** New York: Reinhold Publishing.

(9) Mattson, S. (1926) Jour. Amer. Soc. Agron., 18: 458-470.

(10) McGeorge, W. T. (1930) Arizona Agric. Exper. Sta. Tech. Bull. 30.

(11) McGeorge, W. T. (1931) Arizona Agric. Exper. Sta. Tech. Bull. 31.

(12) McGeorge, W. T. (1934) Jour. Amer. Soc. Agron., 26: 575-580.

(13) Mitchell, J. (1932) Jour. Amer. Soc. Agron., 24: 256-275.

(14) Oden, S. (1920) Kolloid. Chem. Berthafte, 11: 75-260. (Abstr. from Chem. Abstr., 14: 3737-3738).

(15) Peach, M. (1948) Chemical methods for assessing soil fertility. IN Diagnostic Techniques for Soils and Crops. Washington, D.C.: American Potash Institute.

(16) Powers, W. L. (1932) Jour. Agric. Res., 44: 97-111.

(17) Turner, P. E. (1932) Jour. Agric. Sci., 22: 72-92.

(18) Waksman, S. A., and K. R. N. Iyer (1933) Soil Sci., 36: 57-67.

(19) Williams, R. (1932) Jour. Agric. Sci., 22: 845-851.

المناقشات

الدكتور رفقي أنور : أود الإشارة إلى أنه بفرض أن السعة التبادلية للمادة العضوية تبلغ عشرة أمثالها للطين ، فإنه يجب ألا نغفل أن نسبة المادة العضوية لا تتجاوز فى التربة ٢٪ ، وهى بذلك تقوم بدور ضئيل فى السعة التبادلية .

الدكتور عبد الحليم الدماطى : لهذا أفضل أن يكون أساس استصلاح الأراضى الرملية هو استخدام الطين .

الدكتور يوسف عبد الملك : إن هذا لا يعنى إهمال شأن الأسمدة العضوية لمزاياها العديدة ، وعلينا فقط كما قلت سابقا دراسة معدل الأكسدة لمختلف أنواع الأسمدة العضوية لاختيار أفضلها فى تراكم الدبال بالتربة .

السيد/ محمد أبو الفضل محمد : لا شك فى أهمية الطين حينما ننظر إلى استزراع الأراضى الرملية ، ولكن من أين نأتى بالطين ؟ وقد سمعت الآن أحد الزملاء يقول من سيناء ، فهل هذا معقول ؟ وعلى أية حال نترك موضوع الطين إلى حين نسمع كلمة الأستاذ عبدالحميد إبراهيم مصطفى عن أثر الغرين فى خصوبة أراضينا المصرية وانقطاع جزء كبير منه بعد استكمال إنشاء السد العالى .

الدكتور على سرى : أود أن أشير إلى نقطة واحدة عن استزراع الأراضى الرملية ، إذا كنا نريد الأزوت يمكن استخدام اليوريا ، أما إذا كنا نريد مصلحاً لخواص التربة فهذا أمر آخر .

الدكتور يوسف عبد الملك : فى وادى النطرون استخدمنا نشارة الخشب كمصدر للمادة العضوية بمعدل ١ ، ٣ ، ١٠ أطنان للفدان وذلك قبل زراعة السمسم والفول السودانى ، فوجدنا أن السعة التبادلية ارتفعت من ٣,٥ ملليمكافىء إلى ١٩ ، وارتفع المحصول من إردب إلى ثلاثة أرادب بالنسبة إلى محصول السمسم ، وكذلك ارتفع محصول الفول السودانى بنسبة ٧٥٪ رغما عن أنه من المحاصيل البقولية التى تثبت آزوت الهواء الجوى بالاشتراك مع البكتريا العقدية ، ويرجع هذا بطبيعة الحال إلى السعة التبادلية ، وأظن أن إضافة الطين فى سبيل زيادة السعة التبادلية ليس من الممكن اقتصاديا .

الدكتور سامى حليم عبد الملك : سبق أن قلت إن هناك كميات كبيرة من الطين توجد فى سيناء ، وحقيقة إن هناك مشكلة كبيرة تواجه نقله . وفى رأيى أن جميع أراضينا الرملية يجب أن تزرع بأشجار الفاكهة كما هو الحال فى كاليفورنيا ، ولا داعى أبدا للاهتمام بتوفير الأسمدة العضوية لها .

الاستاذ يونس ثابت : أود التعليق على تلك الكلمة الخطيرة عن عدم الاهتمام بالتسميد العضوى لأشجار الفاكهة ، فإنى أؤكد بناء على التجارب العلمية والمشاهدات أنه لاغنى عن الأسمدة العضوية لأشجار الفاكهة بتلك الأراضى .

الدكتور يوسف عبد الملك : من قبيل تأييد رأى الأستاذ يونس ثابت ، أذكر شيئا عن أثر التسميد العضوى فى الميزان الأزوتى للتربة ، فقد وجدنا فى تجربة بحقل كلية الزراعة بالجيزة أن الفدان يفقد نحو ٧٠ إلى ٩٠ كيلو جرام أزوت بدون إضافات عضوية ويقل هذا الفقد إلى حد العدم متى أضيفت إلى التربة كميات من تبن القمح أو حطب الذرة ، وفى هذا ما يشير إلى أن المادة العضية تحول دون ضياع النترات ، وذلك بتثبيتها بصفة مؤقتة فى أجسام ميكروبات الانحلال .

* * *