# بعض مشاكل الأبحاث فى التربة المصرية

بقلم الاستاذ محفوظ رزق
مساعد كبير الاخصائيين بقسم الكيميا بوزارة الزراعة

فى نهاية القرن الماضى ولد فى مصر التعليم الزراعى الحديث . وكان من الطبيعى أن يعتمد فى مسائل التربة على الأبحاث الخارجية ، اذ لم تكن فى مصر إذ ذاك أبحاث عن التربة المصرية . ثم بدأت الأبحاث فى مدرسة الزراعة بالجيزة ، فالجمعية الزراعية ، فمصلحة الزراعة ، فوزارة الزراعة ، وكانت على نطاق ضيق بطبيعة الحال ، لقلة الأيدى والوسائل ، ولكثرة ما ألقى على كاهل الرواد الاوائل من العمل المتشعب النواحى ، ولهذا كله بدأ أستاذ الكيمياء الزراعية يتحسس الطريق وحده ، محاولا معرفة شىء عن التربة المصرية وعن الأسمدة العضوية المحلية بأنواعها ، والطفلة والماروج والكفرى ، ثم عن تغذية الحيوانات المصرية بأنواعها ، وعن الألبان ومنتجاتها ، كل ذلك وما يتبعه من الأسفار ومن العمل فى المعمل فى وقت فراغه كان من واجباته الدراسية . وتحت هذه الظروف كان ما خص التربة من الأبحاث فى الفترة الأولى مقصوراً على بضع تحليلات ميكانيكية وكيمياوية اعتبرت ممثلة للتربة المصرية بأنواعها . وفى أثناء هذه الفترة كانت المعلومات الخارجية تطبق على التربة المصرية وتنتقل من جيل إلى جيل كأنها حقائق محلية . ومن الغريب أن بعضها ما زال عالقا بأذهان الكثيرين إلى الآن ، رغم ما ظهر مناقضا له أو معدلا .

وأخذ البحث يزداد تدريجيا ولكن ببطء بطبيعة الحال بعد استقدام بعض الاجانب وظهرت الحاجة إلى تخصص المصريين فى الكيمياء الزراعية ، فأرسلت البعوث إلى الخارج ، وعاد غير قليل من المبعوثين خلال ربع القرن الاخير مزودين بالعلم الخارجى يطبقونه أو يحاولون تطبيقه على الاراضى المصرية .

وأود أن أشير هنا — كفرض أساسى لهذا البحث — إلى أن التربة المصرية على وجه خاص كثيرة التعقيد كثيرة المشاكل ، وأن اختلافها عن التربات الاخرى أبعد مدى مما يتصوره الكثيرون ، وأن وضع أى نوع منها بلا تحفظ تحت أى نوع من الانواع المعروفة فى الخارج لاشتراكه معه فى بعض الصفات ومعاملته كما يعامل

ذلك النوع مجازفة لا تخلو من الخطأ فى كل الأحوال، وأن تطبيق النظريات الخارجية على أراضينا تبعا لذلك يجب أن يسبقه بحث محلى طويل يرتكز عليه إذا أردنا أن نأمن الزلل . وسأحاول فى هذه الكلمة أن أذكر بعض الأمثلة :

كان مما تعلمناه فى الدراسة الزراعية بمصر أن الاراضى تنقسم من الناحية الزراعية إلى رملية وصفراء ، وطينية أو سوداء ، وما بينهما وأن الارض الطينية هى التى تحتوى على ثلاثين فى المائة أو أكثر من الطين ، وأن هذه النسبة من الطين تطبع التربة بطابع خاص يعطى فكرة عن مقدرتها على الاحتفاظ بالماء وصرفه، وعلى برودتها وبطء نضج المحاصيل بها، وعن أنواع المحاصيل التى تجود بها والتى لا تجود . وأبرز مميزات الأرض التى تحتوى على هذه النسبة من الطين أنها تكون ثقيلة الخدمة ، وهذا بالطبع ينطبق إلى حد ما مع بعض التحفظات ـ على الجهات الخارجية المنقول عنها ـ ولكن ظهر من الأبحاث المصرية أن طمى النيل المشهور بالخفة ، والذى تكونت منه الأراضى الزراعية المصرية ، يحتوى على نحو ٥٠ ٪ من الطين ، وأن بمصر ـ حتى فى المناطق الحوضية المشهورة بخفتها ـ أراضى تصل نسبة الطين فيها إلى أكثر من ٧٠ ٪ ومع ذلك فإنها سهلة الخدمة ولا يمكن أن تعد طينية ثقيلة بالمعنى الزراعى على الاطلاق .

وفى زيارات خاطفة لمصر قام بها بعض العلماء الاجانب لوحظ أن بمصر أراضى قلوية فى منطقة معينة ، وأن هذا الوصف ينطبق انطباقا تاما على هذه المنطقة، وقيل إن هذه الاراضى تعالج بإضافة الجبس الزراعى طبقا للنظرية التى كانت سائدة فى ذلك الوقت والتى كانت ترجع القلوية الى وجود كربونات الصودا ، وأن التخلص من القلوية يكون بالتخلص من هذه الكربونات طبقاً للمعادلة : ص ٢ ك أ ٣ + كا كب أ ٤ = كا ك أ ٣ + ص٢ كب أ ٤

ثم بالتخلص من كبريتات الصودا بالغسل والصرف .

ووصف هذه الأراضى بالقلوية كان يعتمد على ما شوهد من أنها « لا تتشرب ماءها » أى لا يتسرب من باطنها الماء بسهولة، وعلى مشاهدة احمرار محلول الفينولفثالين إذا ما أضيف الى التربة .

واستقرت هذه المعلومات ، وأخذ القائمون بإصلاح أراضى هذه المنطقة يطبقونها واستمروا على ذلك زمنا طويلا حالفهم فيه النجاح البطىء فى بعض الحقول، والفشل فى البعض الآخر،فلم ييأسوا، وثابروا على وضع الجبس فيها حتى تجاوز ما وضعوه للفدان فى حقل ما أربعين طناً وهو عبء مالى جسيم فى حالة النجاح فما بالك إذا ضاع هذا القدر هباء .

وقد اتضح من البحث المحلى ( أولا ) أن الاعتماد على اختبار الفينولفثالين إن صح فى بعض البلاد فإنه فى مصر يخدع فى بعض الأحوال لأسباب بعضها صار معروفا كوجود كربونات الجير الناعمة الحبيبات فى التربة ، التى تلون الدليل باللون الأحمر دون أن تكون الأرض قلوية بالمعنى المعروف ، وبعضها لم يتضح جيداً كتفاعل يلوح أنه مرتبط بحالة السليكات فى التربة. واتضح ( ثانيا ) أن الاعتماد على تشخيص القلوية بظاهرة عدم تسرب الماء وحدها قد يخدع أصحاب الشأن،لأنها ليست قاصرة على هذا النوع من الأراضى ، وأن نوعا جديداً قد اكتشف فى أراضينا سمى «الأراضى ذات العروق الجبسية » يشترك فى هذه الخاصة بسبب وجود طبقة صماء تعوق تسرب الماء ، وظهر أن الارض التى أضيف للفدان منها أربعون طنا من الجبس كانت من هذا النوع الأخير وبها من الجبس أكثر من مائة طن فى الفدان فى طبقة لا يتجاوز سمكها ٢٥ سنتيمتراً ، وهذا يفسر لنا كيف أن الجبس الذى أضيف اليها قد ضاع هباء .

وأود أن أضيف هنا ، أن ظهور نظرية القواعد المتبادلة قد أشع قبسا من النور غير بعض الشىء من وجهة النظر الى الارض القلوية ، فأرجع هذه الصفة الى سيادة الصوديوم فى معقد الطين،وأصبح وجود كربونات الصودا فى الارض القلوية عرضاً من أعراضها لا السبب المباشر فى تكوينها ، ومع ذلك فقد بقى الجبس — من الوجهة النظرية — صالحا للعلاج ،ولكنه من الناحية العملية ، ولاسباب غير واضحة وضوحا تاما الآن لم ينجح فى بعض الأحوال . ولذلك فإن واجب الحرص يقضى بالتزام الحيطة عند الإشارة باستعماله .

وإذا كان حامض الكبريتيك ، وهو من الناحية النظرية علاج معقول للإراضى القلوية ، قد استعمل فى الخارج ، وإذا كان الضوء الجديد الذى ألقى على نظرية قلوية

الأراضى ، لم يغير من امكان استعماله فى تلك الاراضى نظريا ، فقد لقيت الإشارة بتطبيقه فى مصر معارضة لأسباب نظرية بنيت على الدراسات الاخيرة للتربة المصرية ولأسباب عملية واقتصادية .

كذلك لقى علاج الاراضى القلوية بالكبريت نجاحا فى بعض البلاد الاجنبية ولكنه لم يلق مثل هذا النجاح فى مصر .

وقد قال عالم أجنبى مشهور — ولعله من أكبر خبراء الأرض القلوية فى العالم : إنه لا يرى سببا يحول دون النجاح فى إصلاح أى أرض قلوية فى خلال عام واحد ، وهو فى هذا يعتمد على خبرته بأرض بلاده ، ونحن لا نشك في أنه سيغير رأيه هذا عند ما تتاح له زيارة هذه البلاد .

وكما أن تطبيق نتائج الأبحاث الخارجية على صفات التربة المصرية يعتبر مجازفة فإن تطبيق نتائج التسميد الخارجية ليس أقل مجازفة منه ، ولنستعرض مثلا الاسمدة الفوسفاتية ، فقد استعملت منها فى الخارج بنجاح أنواع عديدة منها الذائب وغير الذائب ، وأدخلت هذه الانواع فى مصر وأدرجت فى جدول الاسمدة ، ومعها الانواع المحلية غير الذائبة ، واستعملت فى كثير من الجهات بلا ضابط قياساً على نجاحها فى الخارج ، ولكن التجارب التى أجريت هنا اثبتت أولا أن التسميد الفوسفاتى ليس لازما لكل الاراضى ولا لكل المحاصيل ، وأنه حيث يحتاج الحال اليه فإن النوع الذائب فقط وهو السوبرفوسفات يفيد التربة والمحاصيل المصرية المحتاجة للتسميد الفوسفاتى ، وقد ترتب على ذلك اخراج الفوسفات المعدنية والثيوفوسفات والسلفروفسفات من جدول الأسمدة .

وكان القطن بين المحاصيل التى تناولتها تجارب التسميد الفوسفاتى فى مصر ، فأجريت تجارب كثيرة كانت موزعة على جهات القطر المختلفة ، واستمرت تجرى عدة سنوات كان الغرض منها أن يستبعد أولا على قدر الامكان عامل المنطقة من حيث التربة ومن حيث الجو ، وثانيا أن يستبعد أيضاً عامل التغيرات الجوية بين عام وآخر وثالثاً ان تيسر دراسة النتائج دراسة وافية بالتحليل الاحصائى .

ورغم أن هذا الإجراء وصل الى حد يلوح للكثيرين أنه مبالغة لامثيل لها فى العالم فإن

النتائج فى أول الأمر أظهرت أن الاقطان الطويلة التيلة أكثر من غيرها استجابة للتسميد الفوسفاتى . ثم لوحظ أن هذه الاصناف تزرع فى شمال الدلتا وفى جو أكثر برودة عند الزراعة ، وفى الاسابيع الاولى من حياة النبات ، ومن شأن الفوسفات فى هذا الجو بنوع خاص أن يساعد على سرعة تكوين الجذور ونشاطها وعلى تثبيت النبات واستقراره . ثم ظهر من اختبار التربة ، بطريقة الاسبرجلس أن التربة فى المنطقة الشمالية ليست أقل من غيرها احتواء على الفوسفات فى طبقتها السطحية ، ولكن التعمق فى البحث أظهر أنه إذا استجاب القطن للتسميد الفوسفاتى ، كان هناك نقص فى الفوسفات فى إحدى الطبقات التحتية ، ومن طبيعة الاقطان الطويلة التيلة أنها عميقة الجذور . وبهذا نكون قد استنرنا بالبحث ، ولكن المسألة ازدادت تعقيداً ، وأصبحنا نتساءل : هل استجابة القطن للتسميد الفوسفاتى مرتبطة بالصنف أم بالتربة أم بالجو ، وأغلب الظن انها ترجع إلى هذه العوامل مجتمعة ، ولكن ليس من الميسور تقدير نصيب كل من العوامل الثلاثة فى الاستجابة للتسميد الفوسفاتى .

وقد روعى فى تجارب التسميد — كما ذكرنا آنفا — أن تكون كثيرة العدد فى كل عام ، وأن يكون توزيعها شاملا لأنحاء القطر العديدة ، حتى تكون ممثلة لزراعة المحصول بحالة عامة ، كما روعى تكرارها فى أعوام متتالية ، حتى يظهر أثر المواسم باختلافاتها الجوية . ولو كان البحث قد اقتصر عام أو عامين لحصلنا على صورة ناقصة إن لم تكن مشوهة . ولنضرب بتجارب تسميد القطن التى بدأت فى عام ١٩٣١ مثلا ، فقد كان عددها حوالى ثلاثين تجربة فى كل عام ، وكانت النتيجة أن متوسط الفائدة من التسميد بشوال واحد من الأزوتات فى الاعوام الثلاثة الاولى كان كما يلى :

| السنة | متوسط غلات قطع المقابلة بالقنطار للفدان | متوسط الزيادة الكلية الناشئة من استعمال الازوت بالقنطار | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ١ ز | ٢ ز | ٣ ز |
| ١٩٣١ | ٤٫٦٢ | ٠٫٥٣ | ٠٫٧٤ | ٠٫٨٦ |
| ١٩٣٢ | ٤٫٧٦ | ٠٫٧١ | ١٫٠٨ | ١٫٣٩ |
| ١٩٣٣ | ٥٫١٠ | ٠٫٧٥ | ١٫١٨ | ١٫٥٣ |

ومن ذلك يرى أن الفائدة من الشوال الأول كانت نحو نصف قنطار فى السنة الأولى ونحو ٣ قنطار فى كل من العامين التاليين ، وأن الزيادة الناشئة عن كل من المقادير الأزوتية الثلاثة فى كل من العامين تزيد عن العام الاول بنحو ٥٠ ٪ فهل كنا نقف عند العام الاول ؟ وبنتائج أى من الاعوام الثلاثة نأخذ ؟

وقد دعا هذا التباين إلى استقصاء أسبابه ، فتبين أن هناك توافقا سلبياً بين الزيادة من التسميد الازوتى وارتفاع الحرارة فى شهرى يوليه وأغسطس ، فإذا اشتدت الحرارة قلت الفائدة من السماد . وقد عزى هذا إلى سبب مباشر لارتفاع الحرارة هو سقوط البراعم واللوز المتأخر ، وسبب غير مباشر هو الضرر الناشىء عن اشتداد الإصابة بدودة اللوز مع اشتداد الحر .

واستمرت هذه التجارب أعواما أخرى ظهرت أثناءها مواسم متشابهة فى درجات الحرارة فى الصيف ، ولكنها متباينة فى مقدار الفائدة من التسميد الأزوتى ، فامتد البحث إلى درس عوامل أخرى تبدأ من وقت الزراعة ، فظهر أن درجات الحرارة فى وقت الربيع لها أثر كبير فى ذلك التباين ، كما ظهر أثر آخر لتاريخ الزراعة . وعندما أجرى تحليل النتائج ودراسة العلاقة بين تلك العوامل المختلفة والفائدة من التسميد تبين أن هذه الفائدة تزداد ( أولا ) كلما كانت الزراعة مبكرة مع جو ملائم للإنبات ، و( ثانيا ) كلما كان الجو فى الربيع دافئاً مشجعاً للنمو . أما اذا كان الجو باردا فى شهرى مارس وأبريل والنصف الاول من مايو فإن الفائدة تقل تبعا لانخفاض الحرارة .

والنتيجة التى اتضحت للآن فى هذا الموضوع بعد تجارب استمرت سبعة عشر عاما وبلغ مجموع عددها حوالى الخمسمائة هى أن الفائدة من التسميد الازوتى للقطن ترتبط ارتباطاً أساسيا بدفء الربيع وما ينشأ عنه من استطالة الفترة التى يتكون فيها اللوز ، وازدياد عدد اللوز ونضجه تبعا لذلك ، ولكن إذا اشتدت الحرارة فى شهرى يوليه وأغسطس فقد تحجب هذه النتيجة بسبب تساقط اللوز المتأخر وإصابته بديدان اللوز كما أسلفنا .

طرق التحليل:

ومن الغريب أن طرق التحليل ، هى الأخرى تحتاج فى اتباعها فى التربة المصرية

لحرص شديد ، تستوى فى ذلك طرق التحليل الميكانيكى والكيميائى والميكروبيولوجى . ووجه الخطورة فى الموضوع أن الصعوبة قد لا تكون ظاهرة فى العمل ، وأن أسباب الخطأ قد تكون مستترة ، وأن التحليل سيعطى أرقاما على كل حال ، قد يعتمد عليها الباحث وهى غير جديرة بالثقة ، واليك بعض الأمثلة :

فالتحليل الميكانيكى للتربة ، عرفت له عدة طرق ، لكل منها مزاياها وعيوبها . وكان لكل بلاد طريقتها أو طرقها المفضلة . ثم رئى الاتفاق على طريقة موحدة تتبع فى كل البلاد حتى تكون النتائج صالحة للمقارنة ، فاستقر الرأى فى مؤتمر التربة الدولى عام ١٩٢٧ على طريقة الماصة ، وأطلق عليها الطريقة الدولية ، وهي طريقة جذابة بلاشك ، ولكن عند ما أريد اتباعها فى مصر جانبها النجاح .

أما من ناحية التحليل الكيمائى فأكثر الصعوبات تلاقيها فى الأراضى غير الخصبة ففى تحضير المستخلص المائى يتعذر التزام النسبة بين التربة والماء ، لأن كمية الماء لا يمكن أن تستخلص كل الاملاح الذائبة فى أرض ملحية ، ولا كل الجبس فى أرض جبسية ، وتقدير القواعد المتبادلة فى هذه الأراضى غير جدير بالثقة فى كل أرقامه . وفصل المستخلص المائى عن التربة بالترشيح العادى غير ميسور فى الأراضى القلوية ويستلزم استعمال الشمعة . ومستخلص الأراضى الأخيرة كثيراً ما يكون ملونا بلون غامق يجعل تقدير الـ P. H. بالطرق اللونية مستحيلا ، ويجعل تقدير الكربونات والبيكربونات بطريقة التنقيط بسلفات البوتاسا الحامضية غير دقيق فى كل الأحوال مهما اتبع من التحايل . وقد حدث فى بعض الاحوال ان أعيد التحليل عدة مرات فى مستخلص واحد وكان بعض الارقام يزيد عن البعض الآخر أربعة أو خمسة أضعاف ، ولم يكن من المتيسر الحكم أيها الصحيح على وجه الدقة .

وفى بحث أجرى عن البوتاسا فى الأراضى المصرية دعت الحال لاختيار طريقة لتقدير البوتاسا فيها ، فاختيرت طريقة معدلة لطريقة الكوبلتى نترات ، وضعها كيميائى مشهور ، فكانت جذابة لأنه استطاع أن يكشف عن السر فى أن الطرق السابقة لم تنتج نتائج متفقة دائما . وقد عدد مزاياها ، ، ومن بينها عدم الحاجة إلى التخلص من السليكا والحديد والألمنيوم قبل تقدير البوتاسا ، وهذه ميزة من شأنها أن توفر

كثيرا من العمل ، فلما جربت وجد أن التخلص من هذه المواد قبل تقدير البوتاسا ضرورة لا مفر منها فى أراضينا ، فأدخلت التعديلات الضرورية حتى أصبحت الطريقة ملائمة ، وقد استدعى اختبار هذه الطريقة وتعديلها عملا متصلا استغرق أكثر من ثلاثة أشهر على عدد كبير من عينات التربة المختلفة الصفات ، وأعتقد أن هذا الوقت لم يضع هباء ، لأنه جعل نتائج التحليل التالية جديرة بالثقة التامة .

ومن أمثلة الطرق البيولوجية التى أريد تطبيقها فى مصر لتقدير حاجة الأرض للأسمدة طريقة الآسبرجلس نيجر ، وهى تتلخص فى أن تؤخذ خمسة جرامات من التربة ، يضاف إليها ثلاثون سنتيمترا من محلول استنباتى ينقصه العنصر المراد الاختبار من أجله ، ويحتوى على ١ ٪ من حامض الستريك ، ويغذى هذا المزيج بجراثيم الفطر المسمى اسبرجلس نيجر ، ثم يوضع فى آلة التفريخ أربعة أيام يعقبها استخراج النمو الفطرى « الميسيليوم » وتجفيفه ووزنه ، فإذا قل الوزن من مقدار معين كانت الأرض فى حاجة إلى العنصر المختبر .

ولو كانت هذه الطريقة قد استعملت فى مصر كما هى لكان مآلها الفشل ، ولكن العلم بأن أراضينا غنية بكربونات الجير ، استدعى تعديلا يقضى بزيادة نسبة حامض الستريك إلى ٢ ٪ ليستهلك المقدار الزائد فى إذابة كربونات الجير التى تبلغ فى المتوسط ٢,٥ ٪ من وزن التربة ، ورغم هذا الاحتياط فقد برزت بعض الحالات الفردية الشاذة التى استدعت تقدير الكربونات فى كل منها : وإضافة المقدار الملائم لها فعلا .

وقد نجحت هذه الطريقة فى حاجة الفوسفات ، وظهر أن التربة التى ينتج كل عشرين جراما منها أقل من جرامين من المليون تكون فى حاجة للتسميد الفوسفاتى .

أما فى حالة البوتاسا ، فإن هذه التعديلات لم تكن كافية لنجاح الاختبار ، فقد ظهر أن أخذ جرامين ونصف جرام من التربة — كما هو متبع فى الخارج — ينتج كمية كبيرة من الفطر ، تعيق نموه إلى الحد الأقصى ، فاضطررنا إلى تعديلها بتخفيض وزن التربة ، وجربنا ذلك على كميات تدرجنا فى الهبوط بها إلى ¾ جرام ، حتى وصلنا إلى الكمية المعقولة من الميسيليوم ، ومع ذلك لم نجد صلة بين وزن الميسيليوم وحاجة الأرض إلى البوتاسا ، وكان يخالجنا الشك فى حالة الميسيليوم ، إذ لوحظ أنه رغم نموه

الكبير عجز عن تكوين الجراثيم ، فبدأنا بحثا فى أسباب هذا العجز، ووصلنا إلى مايحتمل أن يكون السبب ، وحاولنا علاجه فلم نوفق إلى الآن .

وبمناسبة الكلام عن الصلة ، بين حاجة الأرض للتسميد بعنصر معين ومقدار ما تحتويه الأرض من هذا العنصر ، نذكر أن بحثا أجرى عن العلاقة بين حاجة القطن للتسميد الأزوتى ، ونسبة الأزوت القابل للانحلال والذائب مجتمعين ، فى عينات من التربة كانت تؤخذ قبل الزراعة مباشرة فلم يظهر من الأبحاث الأولى أى أثر لهذه العلاقة ، ولهذا رئى تحوير ذلك بأخذ العينات عند الخف فظهر التوافق بنسبة واضحة . ومن ذلك يتضح أنه حتى موعد أخذ العينات من التربة يحتاج لحساب .

وبعد، فقد استعرضنا بعض مشاكل التربة المصرية . لا لبحثها لذاتها ، ولا على سبيل حصر هذه المشاكل ، ولكن كأمثلة يقصد بها التدليل على مدى تعقيد التربة المصرية ، ومدى ما يجب من الحرص والتفكير عند تطبيق العلوم النظرية أو تطبيق نتائج الأبحاث الخارجية على أراضينا ، وأرجو أن يكون فيما عرضنا بعض الفائدة للفنيين من الشباب الذين يتاح لهم معالجة الأبحاث ، وللهواة من الزراعيين الذين يقرأون الكتب والمجلات الاجنبية .