الفصل الأول
الأسمدة

التسميد

قبل أن نعرض للأسمدة بالذات لابد أن نمهد لكلامنا بكلمة عن التسميد ، وأهم العوامل التى تؤثر فى توجيه سياسته ، وأثر كل عنصر من العناصر الغذائية الأساسية فى المحصول . . . . . الخ

فالتسميد ، كما سبق القول ، هو إضافة العناصر الهامة إلى التربة لتغذية النبات . ولو أن هذا المعنى قد ضيق فى بعض الأحوال حتى اقتصر على إضافة العناصر اللازمة لتغذية محصول معين .

والمعلوم أن الكربون والأزوت والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والحديد والأكسجين والإيدروجين والكبريت والسيليكون والمنجنيز والصوديوم والكلور وغيرها[1] تدخل جميعاً فى تركيب النباتات بكميات متفاوتة . وأن النبات يتناول الكربون من الهواء فى عملية التمثيل الضوئى بواسطة أوراقه ، كما يمتص العناصر الأخرى مع الماء من الأرض بواسطة شعيرات جذوره . أما العناصر التى إذا انعدمت فى التربة انعدم نمو النبات ، والتى نسميها لهذا بالعناصر الأساسية فى غذائه ، فهى الأزوت والفسفور والبوتاسيوم ، ولذا وجب إعادتها إلى الأرض فى عمليات التسميد . ويتوافر الكالسيوم الهام أيضاً فى أراضينا المصرية ، كما توجد العناصر الأخرى والأقل أهمية بكميات كافية لسد احتياجات النبات إلا فى أحوال نادرة خاصة .

وقد عرف الإنسان بالملاحظة فى بداوته الأولى فوائد التسميد ، وإن لم يفهم تفسيره ،

---

(١) برهنت مس وارنجتون فى محطة تجارب روثامستد باتجلترا على ضرورة وجود عنصر البور للفول وغيره من النباتات ، كما وجد صامويل فى استراليا أن آثاراً من المنجنيز لازمة لنمو النبات عامة ، ووجد أليسون فى فلوريدا أن القمح يحتاج إلى كبريتات النحاس ، وأن الزنك ضرورى لأشجار الفاكهة وبرهنت مس شفيلدان حقن النباتات بقليل من الموليبديم يشجع التعريش فيها .
(من محاضرة لسير أ . ج . رسل نشرت بمجلة الجمعية الكيميائية البريطانية فى يناير سنة ١٩٣٥) .

فشاعد رعاة الأغنام تحسن نمو النبات فى الأماكن التى رائت فيها أغنامهم ، كما ذكر التسميد بالسبلة قدماء اليونان ، وعرف الصينيون مزايا إضافة المواد العضوية للتربة ، واستخدم العرب المواد البرازية ، كما ذكر ابن العوّام ، وبزّ الرومان غيرهم بصحة استعمال أسمدة الحيوان ، ورماد النباتات ، والجبس ، والتسميد الأخضر . بيد أن التسميد قد تطور فى العصور الأخيرة بعد ليبج العظيم وخصوصاً بعد اكتشاف الأسمدة الصناعية فى النصف الأول من القرن الماضى ، وانتقل بذلك من موضوع يعتمد فيه على الملاحظة العملية إلى مسألة تدرس وجوهها وتحدد سياستها على أسس علمية اقتصادية .

فأمام الزارع ، قبل أن يقرر خطته فى تسميد محاصيله ، عدة اعتبارات عليه حسابها والتفكير فى آثارها . وسنسوق فيما يلى بيان الأساسى من هذه الاعتبارات على قدر ما تسمح به فسحة المكان : —

١ — **التربة** ، ولها نواح ثلاثة : —

فالأولى — ناحية تركيبها الكيميائى ، وما تحتويه من عناصر صالحة حالا وغير صالحة . ونحب هنا أن نعجل بالتحذير من المبالغة فى تقدير فائدة التحليل الكيميائى للتربة عند بحث مسأله التسميد ، إذ أن نتيجة هذا التحليل لا تعدو كونها فى الحقيقة ضرباً من ضروب الموازنة بين التربة المحللة وترب أخرى عرف عنها الخصب والإنتاج . وليس الحد من مدى فائدة تحليل التربة فى هذا الصدد بجديد ، إذ قال به ڤيل Ville وأكده منذ عام ١٨٧٦ . والواقع أن أعدل وأبسط وسيلة للحكم على الأرض لغرض التسميد هى مشاهدة المحصول نامياً عليها .

والثانية — ناحية خواصها الطبيعية أو تركيبها الميكانيكى . فلكل نوع من أنواع التربة خواص تتحكم فى سلوكها أو صفاتها الطبيعية ، من سهولة الخدمة أو صعوبتها ، وقوة حفظ الحرارة ، وسرعة نفوذ الماء بين الحبيبات . . . الخ . فالأرض المعروفة بالطينية مثلا ، بحكم احتفاظها بالماء ، يفيد فيها استعمال فوق الفسفات وخبث المعادن أكثر مما يفيد فى غيرها ، ويُحترس فيها خاصة من استعمال نترات الصودا ، ويسهل الصرف فيها السماد البلدى الجديد (ذو القش الطويل) . والأرض الخفيفة يفيد فيها استخدام الأسمدة البلدية القديمة إذ بها تتماسك الحبيبات . ويجب أن لا يسرف فى استخدام سلفات النشادر لها ، إذ قد تزيل على الزمان جيرها ، إن كان فى الأصل قليلا ، كما حدث فى محطة تجارب الجمعية الزراعية الملكية

فى ووبن Woburn بانجلترا . . . الخ . والأرض الرملية سهلة لا تعوق نمو الجذور فيها . ولكن الرمل لا يحتفظ بالفسفات احتفاظ الطين بها ، ولهذا إذا أضفنا إلى هذه الأرض كثيراً من الفسفات القابلة للذوبان كان نصيب أغلبها الضياع فى ماء الصرف . كذلك يفضل فى هذا النوع من الأراضى استخدام سلفات النشادر على أسمدة الأزوتات ، إذ تنساب الأخيرة ذائبة فى ماء الصرف بسهولة ، أما النشادر فيثبّتها إلى حد كبير ما بالتربة من طين وإن كان قليلا .

والثالثة — ناحية صفاتها الحيوية ، كاحتوائها أو عدم احتوائها على الكائنات الحية الدقيقة التى تؤثر أيما تأثير فى خصب الأرض ، كبكتريا التأزت بأدواره المعروفة ، وبكتريا تثبيت الأزوت الجوى ، والبكتريا العقدية . . . الخ .

وقد نشير ، ونحن نتكلم عن التربة ، إلى قانون ليبج Liebig المسمى قانون النهاية الصغرى Law of Minimum ، وخلاصته أن خصب الأرض يحدد بمقدار العنصر أو الغذاء الهام الأقل وجوداً فيها ، كما تحدد قوة السلسلة بأضعف حلقة فيها .

٢ — المحصول المراد زراعته

فالنباتات بالطبع يختلف تركيبها كما تتفاوت مقادير المواد الغذائية التى تمتصها من الأرض. وقد يبدو لأول وهلة أن الأمر واضح إذاً ، فما علينا إلا أن نعرف بالتحليل الكيميائى تركيب نبات المحصول الذى عندنا ، وبعملية حسابية بسيطة نستنتج مقدار ما امتصه من الأرض من العناصر المختلفة ، ثم ينحصر التسميد بناء على ذلك فى أن نعيد إلى الأرض ما تناوله منها هذا المحصول وزناً بوزن . ولكن هذا الاستنتاج لا يصح إلى حد كبير إلا باعتبار الدورة الزراعية كلها وحدة واحدة تضاف فيها الأسمدة المختلفة بمقدار متوسط ما تحتاجه الأرض أثناءها من الأغذية النباتية . أما إذا اعتبرنا كل محصول بذاته ، فإن الاستنتاج المذكور لا يستقيم . ذلك أننا لو حسبنا مثلا الأزوت الموجود فى محصول فدان واحد من البرسيم ، لوجدناه حوالى أربعة أضعاف ما امتصه هذا المحصول من الفسفات ، ومع ذلك فإن المعروف الثابت أن البرسيم لا ينفعه التسميد بالأزوت ولكن بالفسفات .

وقد نشأت من مثل هذه الاعتبارات نظرية العناصر السائدة Dominant Ingredients التى قسم فيها فيل Ville المحاصيل المختلفة بحيث يجود كل محصول عند تسميده بعنصر خاص

من العناصر الأساسية للنبات . واعتمد ڤيل فى تقسيمه هذا على نتيجة التجربة ، فقال مثلا إن محاصيل القمح والشعير والبنجر والكرنب تجود إذا سمدت بالأزوت ، وأن الذرة والقصب واللفت تنفعها الفوسفات ، وأن البقول والكروم والبطاطس تحتاج إلى البوتاسا . ولكن هذه النظرية إذا صدقت فى عمومها ، فهى لا تستقيم فى تفصيلها ، إذ ليس من الحزم اقتصادياً أن نسمد القمح مثلا بالأزوت إذا تلا البرسيم ، أو أن نعطى هذا العنصر للمحاصيل البقولية التى تخلف فى الأرض جذورها الغنية بالعقد الأزوتية .

ومن هذه النقطة الأخيرة تبرز لنا أخرى جديرة بكل اعتبار ، وهى وجوب معرفة المعاملة السمادية للمحصول السابق قبل أن نقرر التسميد للمحصول اللاحق .

ونستخلص من هذا كله أن العمدة فى هذا الباب هو فى الغالب على الخبرة من جهة المحصول المراد زراعته ، وعلى مكانه فى الدورة الزراعية ، وعلى ما سمد به المحصول السابق له فى نفس الأرض .

٣ — المناخ

ففى البلاد الشديدة البرودة مثلا تحصل تفاعلات التأزت ببطء شديد حتى ليعمدون إلى إضافة الجير لتنشيطها ، بينما تسرع نفس العملية بصورة ظاهرة فى البلاد الحارة . كذلك تقل الحاجة فى البلاد الحارة بوجه عام إلى الفوسفات التى تسرع نضج المحصول ، وهذا بعكس الحال فى البلاد الباردة . وتتحلل المادة العضوية وتتأكسد فى تربة البلاد الحارة أسرع بكثير مما تفعل فى الأقاليم الباردة . ومن هنا نفهم حاجة بلاد كبلادنا إلى تكثير الأسمدة العضوية والاستفادة بها .

وفى البلاد الكثيرة الأمطار ، وعلى الأرض الخفيفة ، يفضل استعمال كمية كبيرة من سماد أقل ذوبانا على استعمال كميات صغيرة متعددة من سماد آخر سريع الذوبان . كما يفضل استعمال سماد كسلفات النوشادر الذى لا يضيع بسهولة فى ماء الصرف كما تضيع نترات الصودا ، والعكس بالعكس فى الأقاليم الجافة الطقس . وقد تبين من نتائج تجارب سير دانيل هول فى روثامستد إن السباخ البلدى فى السنين الممطرة قد فقد تفوقه المعروف كمخصب ونزل إلى مستوى كثير من الأسمدة الصناعية ، وفى بعض الأحيان إلى أقل من مستواها ، ولم يستعد مكانته الممتازة إلا فى السنين الجافة .

ومن الواضح أن وجود نظامين مختلفين للرى فى بلادنا ، أى الرى الصيفى وري الحياض ، يوجد لدينا حالتين يطبق عليهما بعض ما سبق من اعتبارات الرطوبة والجفاف .

٤ — فترة افادة السماد المؤرصه

فالأسمدة القابلة للذوبان كنترات الصودا وأشباهها لا تفيد الأرض لمدة أطول من فصل الاستعمال ، بينما يمتد تأثير سماد كسماد زبل الحمام إلى زمن غير قصير ، كما يتخلف تأثير السماد البلدى وأضرابه إلى عدة أعوام .

٥ — ثمن السماد

وهو بالطبع من أهم العوامل التى تؤثر فى تقرير سياسة التسميد . فعلى الزارع مثلا أن يحسب ثمن وحدة الأزوت قبل تقرير أى سماد أزوتى يشتريه ، إذ كثيرا ما يقل ثمن هذه الوحدة فى أسمدة النشادر عنها فى أسمدة النترات ، مع أن القيمة السمادية للأزوت فى هاتين الصورتين واحدة تماما كما ثبت فى التجارب العديدة التى أجراها قسم الكيمياء على المحاصيل المختلفة خلال مدة لا تقل عن خمسة عشر عاما .

تأثير استخدام العناصر الأساسية فى النبات

الأزوت

تزيد الأسمدة الأزوتية القابلة للذوبان فى خضرة النبات ، وتشجع نموه الخضرى فتنتفع بالكثير منها النباتات الورقية كالكرنب وأمثاله ، ومن الثابت وجوب استعمال كميات كافية من الأزوت الصالح لإنتاج محاصيل كاملة وافرة . غير أن الافراط فى استعمال الكثير منه يؤخر النضج ، ويزيد الورق والقش على حساب الثمر أو الحبوب ، وتميل بسببه سوق القمح ، وقد تتجعد الأوراق وتترهل ، ويتعرض النبات للإصابة بالأمراض الفطرية والحشرات التى قد يسهل فتكها به لرقة بشرته وحيطان خلاياه ، أو لتغيرات فى تركيب عصارة الخلايا .

أما افتقار التربة إلى الأزوت فيظهر جليا فى تعطيل المحصول ، واصفرار أوراقه ، أو احمرارها ، وقصر سوقه ونحافتها ، وتساقط أوراق أشجار الفواكه واحمرار قلفها ، وموت براعمها الجانبية ، وضمور ثمارها .

الفسفور

الفسفور يبكر النضج فتقصر مدة بقاء المحصول بالأرض ، ويشجع تكوين البذور وعلى الخصوص نمو الجذور وتشعبها ، فإذا زرعت بادرة شعير فى محلول غذائى لا فوسفور فيه لما تكون للبادرة جذير ذكر ، ولذا استعملت الأسمدة الفوسفاتية فى الأحوال التى يصعب فيها على الجذر النمو جيدا بسبب طبيعة الأرض مثلا . والفسفور على ذلك يزيد البراعم العرضية Adventitous فيزيد التفريع . فمن الجلى إذاً أن نسمد بالفسفات المحاصيل الجذرية ، والحبوب والبقول .

وإذا زاد الفسفور فى الأرض زيادة تخل بالتوازن بين العناصر الغذائية للنبات هبط المحصول ، بل قد يقع ما وجده لاسرمان وبهرنز[1] من التسمم الفسفورى ، فتتبقع أوراق النبات بالحمرة ثم تذبل وتسقط .

وافتقار الأرض إلى الفسفور يحيل لون أوراق النبات أخضر باهتا ، ويجعلها خضراء مزرقة فى نباتات الحبوب ، ويقصر السوق ، ويؤخر النضج بشكل واضح وإن اختلفت النباتات فى مدى هذا التأخير ، كما قد يعيق النبات عن الحصول على حاجته من البوتاسيوم .

البوتاسيوم

يظهر أنه ذو علاقة وثيقة بتكوين الكربوايدرات فى النبات ، وإن خالف هذا بعض الباحثين . ومن هنا نشأت أهمية الأسمدة البوتاسية للبطاطس وبنجر السكر . ولا تجود الحبوب فى الفصيلة النجيلية ولا الثمار على أشجار الفواكه دون وجود غذاء بوتاسى كاف فى التربة ، وتحتاج البقول حاجة ظاهرة إلى البوتاسا .

ويلعب البوتاسيوم دورا هاما فى تحصين النبات ضد الأمراض كما اتضح ذلك جيدا من تجارب هول بروثا مستد ، كما أن أثره فى تغيرات المركبات الأزوتية بالنبات ، وتكوين الدهون فيه ، وتقوية سوقه[2] وأوراقه — معروف . وله ارتباط بقيام الحديد بوظائفه الأساسية فى تكوين الكلوروفيل ، ونمو الجذور ، وتنفس النبات .

---

(١) Ztschr. Pflanz — Düng. مجلد ٢٧ سنة ١٩٣٥ ص ٣٠٠ .

(٢) ويثرز فى Rec. Trav. Bot. Neerland مجلد ٨ سنة ١٩١١ ص ٢٨٩ .

و إذا افتقرت الأرض إلى هذا العنصر فقدت الأوراق لونها الأخضر الطبيعى ، وامتد الاصفرار من أطرافها إلى الداخل ، وقد يتنحس لونها كما فى الطماطم وأشجار الفواكه ، كما تضمر الحبوب فينقص وزن المحصول نقصا ظاهرا ، ويتضاءل المجموع الجذرى حتى لتقتلع الأشجار بسهولة .

ولما بين تأثير عنصرى البوتاسيوم والأزوت من التعاكس ، يبدو أن هناك ضرورة ملحة لإيجاد التوازن بينهما فى التسميد ، فمن الخير أن يستعملا معا بدل استعمال أيهما على انفراد . وقد لوحظ هذا بانجلترا خاصة فى حالة البنجر والبطاطس ، ولكننا قد لا نشعر بهذه الحاجة فى مصر كثيرا لما هو معروف عندنا من كفاية البوتاسيوم بالتربة المصرية .

تقسيم الأسمدة

تقسم الأسمدة بطرق عدة : —

(١) أسمدة طبيعية وصناعية ، وهو تقسيم غير محكم الأطراف ، إذ فيه يجىء الجوانو ، وأعشاب البحر ، والكسب مثلا تحت الأسمدة الصناعية .

(٢) أسمدة عضوية وغير عضوية ، وهو بدوره تقسيم مماثل بعض الشىء ، إذ يقع فيه سيانواميد الجير مثلا تحت الأسمدة العضوية ، وهو شىء إذا صح كيميائيا ، فهو لا يستقيم مع ما يفهم من « عضوى » بالمعنى التطبيقى الزراعى .

(٣) وقد تقسم الأسمدة بحسب أصلها التفصيلى ، فيقال « أسمدة من بقايا الصناعات المعدنية » نخبث المعادن ، و « أسمدة من الرواسب المعدنية » كنترات الصودا وأملاح البوتاسيوم ، و « أسمدة من مخلفات الحيوان والنبات » كالجوانو وأعشاب البحر . . وهكذا .

(٤) أسمدة عامة وهى المحتوية على جميع العناصر الغذائية الأساسية للنبات كالسبلة ، والنتروفسكا ، والجوانو . . الخ . وأسمدة خاصة وهى ما احتوت على عنصر أو عنصرين فقط من العناصر الغذائية الأساسية للنبات مثل فوق الفوسفات ونترات البوتاسا .

وفى رأينا أن هذا التقسيم الأخير أسهلها وأحسنها ، خصوصاً إذا قسم تقسيما فرعياً كما يأتى : —

تقسم **الأسمدة العامة** إلى « أسمدة عامة عضوية » ، وهى ما تخلف للأرض مادة الدبال علاوة على العناصر الأساسية الثلاث ، « وأسمدة عامة غير عضوية » .

وعلى هذا الغرار تقسم **الأسمدة الخاصة** إلى « أسمدة خاصة عضوية » ، « وأسمدة خاصة غير عضوية » .

ومن الحرى بنا ، ونحن نذكر المادة العضوية بالتربة ، أن نورد كلمة موجزة عن كل من المواد العضوية والعناصر الثلاثة الرئيسية ، ومركز كل منها — من حيث تغذية النبات — فى تربتنا المصرية وظروفها الخاصة .

المواد العضوية والدبال

تتكون المواد العضوية للتربة من كل ما وجد بها من تراث ذى أصل حيوانى أو نباتى ، كبقايا الأجزاء النباتية المختلفة ، ومتخلفات الحيوانات والحشرات والكائنات الدنيا ، من روث وأجسام ميتة ... الخ . ولا يبقى هذا الخليط غير المتجانس على حاله فى التربة ، بل تتناوله شتى عمليات التغير المستمرة على أيدى الكائنات الحية الدقيقة من سكان التربة حتى يستقر الخليط نوعاً ما ، أو يصل إلى حال من التجانس يندمج على أثره بالتربة ويسمى حينئذ « دبالا »

ويتزايد الدبال من ناحية بورود مواد عضوية جديدة إليه ، ويتناقص من الجهة الأخرى بالانحلال أو الاندماج الذى أشرنا إليه الآن ، ويبقى المجموع مستقراً أو متوازنا . فالدبال ، إذا شئنا ، يمثل حركة مستمرة ولكنها مستقرة متوازنة . وهو مع هذا يحوى بين طياته شتيت الأحياء الدنيا كالفطر ، والعفن ، والبكتريا ، وما ركبته أو أفرزته هذه الأحياء

ومن البديهى اختلاف تربة عن أخرى فى تركيبها الطبيعى ، والكيمياوى ، وتفاصيل ظروفها الزراعية ، وما يسكنها من أحياء ، وما ينتابها من تغيرات حرارية ومائية إلى آخر ما هناك . وبما أن الدبال — على أساس ما قلنا — هو نتيجة حتمية لمجموع هذه الأحوال والتفاصيل ، فمن المنتظر إذاً أن يختلف دبال كل تربة عن دبال ما عداها من التربات .

وإذا كانت الآراء قد اختلفت فى تركيب الدبال ، وهو موضوع لا محل له فى هذا الكتاب ، فلم يختلف قط اثنان منذ فجر المدنيات فى فوائد الدبال وأهميته للأرض والنبات ، كما أشرنا إلى هذا إشارة عابرة فى تمهيدنا للأسمدة .

فالدبال غروى يمتص من الماء إلى ما يساوى بالنسبة لوزنه ٢٥ مرة ، بينما لا يمتص الطين أكثر من ثلثى وزنه من الماء . ولهذه الخاصية أهمية كبرى فى احتفاظ الأرض العضوية بمائها احتفاظاً بيناً إبان الجفاف .

وهو يسبب تماسك الأرض الخفيفة . فأحد عيوب الأرض الرملية مثلا هو تفكك حبيباتها وسرعة تسرب الماء منها ، مما يعرضها للظمأ السريع الشديد . فإذا حظيت بنعمة الدبال ، توزع بين حبيباتها وامتص الماء ثم انتفخ ، فبقى مهداً صالحا للبذور . أما المواد العضوية الجديدة غير المتحللة ، فإنها تزيد من تفكك الأراضى الرملية ، وتظهر ما خفى من عيبها ، حتى تصل هذه المواد فى انحلالها إلى درجة الدبال ، فينقلب الحال خيراً بعد شر .

وهو أيضاً يفكك الأرض الثقيلة . فالأرض الطينية مثلا مستقلة الحبيبات ، مندمجة ، ضيقة المسام ، ولذا تصعب خدمتها ، ويبطؤ انصراف الماء عنها ، وبالتالى تهويتها ، وتعمق الجذور فيها . ولكن الجير يكوّن مع الغرويات — وأهمها الدبال — التى تغلف حبيبات التربة راسبا أو مجمعاً ، فيتسع ما بين الحبيبات ، ويزول ما كان من عيوب .

وهو لقتامة لونه التى قد تصل إلى السواد ، يحتفظ بحرارة التربة ، فيدفىء البذور خصوصاً فى فترات البرد الشديد . والحرارة النوعية للدبال تبلغ نحو ضعفى مثلها للطين وزنا بوزن .

ومع أن الأدلة متوافرة على استطاعة النبات امتصاص بعض المركبات العضوية ، أزوتية أو فسفورية ، كما هى ، إلا أن الوظيفة الكيميائية الأولى للدبال هى ، دون ريب ، أنه مخزن لغذاء النبات ، إذ ينحل على مهل فيعطى من خيراته للمحاصيل بقدر معلوم ، فلا تضيع فى مياه الصرف .

وهو أهم مصدر ثانى أكسيد الكربون بالتربة ، فيساعد محلول هذا الغاز فى الماء الأرضى على تذويب ما بالتربة من الفسفور أو البوتاسيوم ، كما يمنع إلى حدّ ، تحوّل أولها إذا كان فى مركبات ذائبة إلى الصورة غير الذائبة (reversion) .

وهو يمتص النشادر خصوصاً كلما زادت درجة حامضية محتوياته . كما يحتفظ بأملاح الفسفور ، والبوتاسيوم ، والمنجنيز ، والكالسيوم ، والحديد ، والماغنسيوم ، فيثبّتها بالأرض ويمنع زوالها فى ماء الصرف

وهو ينظم إلى حدٍ تفاعل التربة ، ويزيد من قوتها على تبادل القواعد .

وهو يرفع من قدرة النبات على احتمال القلوية فى الأرض — وهى خاصية هامة لنا فى مصر

ذات التربة القلوية بوجه عام — إذ يزيد الدبال الغروى من مسطح التربة بالانتفاخ ، فتزيد مقدرتها على امتصاص القلويات ، كما تعزى هذه الخاصية أيضاً إلى تفاعل محلول الدبال الحامضى الضعيف مع الأملاح القلوية بالتربة . على أن هذه الفائدة مقصورة على حال وجود المواد العضوية فى الأرض بنسبة مرتفعة .

وهو يحوى مواد أسموها أوكسين أو أكسيمون (auxines or auximones) يظهر أنها مفرزات للفطر أو البكتريا ، ويقال إن بينها وبين الفيتامينات والهرمونات ترابطا ذا علاقة وثيقة بنمو النبات .

وأخيراً ، وليس آخراً ، يعتبر الدبال مهداً للجراثيم النافعة ومصدراً لجهدها وغذائها . وهذه الأحياء لا يقتصر نفعها على ما هو مشهور من أعمال التأزت ، بل يمتد إلى تذويب الفسفات ، واستخراج البوتاسا من بعض أصولها الصخرية بالأرض .

فنحن نرى من هذا كله أن نفع الدبال يتسع حتى يشمل نواحى التربة الطبيعية ، والكيمياوية ، والحيوية أيضاً . ولا عجب إذاً أن يقول ثير (A. Thaer) « إن الدبال نتاج المادة الحية وهو أيضا منبعها » .

ومشكلتنا فى مصر لا تقتصر على قلة المادة العضوية فى أراضينا بسبب الظروف الزراعية والجغرافية كما سيأتى ، ولكنها تمتد إلى استحالة العمل بالقاعدة الذهبية ، وهى إعادة ما خرج من الأرض إلى الأرض ما استطعنا إليه سبيلا . ذلك أن تقدم المدنية الصناعية حتم علينا فى كثير من الأحيان أن نصنع الملبس والمأكل أيضا مما كان يترك فى الأزمنة السالفة فى التربة لينحل ويزيد من ثروتها العضوية . ومن ثم نرى أن مشكلتنا فى هذا الباب مشكلة مزدوجة حقا .

ذلك أن نسبة المادة العضوية فى أراضينا المصرية لا تزيد عن حوالى ٢٪ إلا فيما ندر ، بينما تبلغ فى كثير من البلاد الأخرى خمسة أو ستة أمثال هذه النسبة ، وقد تقفز فيما يسمونه بالأرض الدبالية جدا إلى ٢٠ ٪ . وتعود أسباب هذا الفقر العضوى إلى شتى الأسباب كحرارة الجو ، والزراعة المجهدة ، وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم بالأرض مما يساعد على سرعة تحلل المواد العضوية ، وقصور السباخ البلدى لعيوب طرق تحضيره ، وتخزينه ، واستخدامه ، كما سنفصل فيما بعد ، وقلة الأسمدة العضوية عندنا ، وارتفاع أثمان ما يوجد بالسوق منها ، وقصر مدة الإيجار للأراضى ، فالمستأجر يعلم جيدا أن أثر الأسمدة العضوية

يمتد إلى سنوات ، فلم يكلف نفسه شراءها ووضعها بالأرض وهو تاركها فى العام القادم أو الذى يليه ؟

ولا بد من أن نذكر هنا — قبل اختتام هذه الكلمة — أن « المادة العضوية » فى أى سماد لن تكفى وحدها مصدرا للدبال اللازم للأرض ، فبقايا المحصول التى تترك فيها أثمن وأعظم قدرة على تسديد هذا الحساب فى اقتصاديات التربة .

الأزوت

يمتص النبات أغلب حاجته من الأزوت إبان أدوار نموه الأولى . وهو يعتمد فى الحصول على هذا العنصر على مصدرين : أولهما الجو ، والوسيط فى النقل إلى النبات أنواع من البكتريا . وثانيهما التربة ، ويتغذى النبات من مائها بواسطة جذيراته الشعرية .

ويتناول النبات الأزوت فى الأغلب من الأحوال فى صورة مركبات بسيطة غير عضوية ، ثم تتقلب هذه المركبات تغيرات كيمياوية كثيرة فى أنسجة النبات تنتهى بها أخيرا إلى البروتين ، أهم مكونات الخلية الحية . كما تمتاز نباتات البقول بالعقد الكثيرة التى تتجمع على جذورها ، نتيجة نشاط نوع خاص من البكتريا يعيش مع تلك الجذور على شىء من نظام التبادل النفعى بين النبات الراقى والبكتريا ، فتحضر البكتريا المركبات الأزوتية وتكتنزها بكميات وفيرة فى هذه العقد غذاء للنبات .

وإذا كان النبات يضطر أحيانا عند الحاجة إلى امتصاص مركبات عضوية أزوتية كالبولينا ، والجليسين ، والفورماميد ، والبيتون ، وغيرها ، فهو فى الأحوال العادية يمتص الأزوت على حالة غير عضوية ، فى صورة أزوتات على الأغلب ، وفى صورة نشادر أحيانا ، بعد أن تكون الكائنات الحية الدقيقة فى التربة قد حطمت له المركبات العضوية الأزوتية المعقدة كالبروتين وأشباهه ، وحولتها — فى سلسلة العمليات المدعوة « بالتأزت » — إلى نشادر ثم أزوتات .

والنباتات الصغيرة فى العمر قد تكثر من امتصاص الأزوت فى الصورة النشادرية ، لأن حيويتها ، وسرعة بنائها للبروتين من النشادر يجعلانها فى مأمن من تراكم هذا المركب الضار بخلاياها . كذلك إذا لم تكن ظروف التربة ملائمة لتحويل النشادر إلى آخر حلقة من حلقات التأزت وهى الأزوتات ، أخذت النباتات أزوتها فى صورة نشادر ، ولو تعرضت فى هذه العملية أحيانا إلى بعض الأضرار التى لا محل هنا للخوض فيها .

والأزوت فى صورتى الأوزتات والنشادر يذوب فى الماء فى الحال . إلا أنه إذا أضيف إلى الأرض الزراعية بكميات كبيرة فى الصورة الأولى انصرف أغلب الزائد منه عن حاجة النبات الوقتية مع ماء الصرف ، فضاع . أما فى صورة النشادر فإنه يثبّت فى معقد التربة الغروى ، كما سبقت إلى ذلك الإشارة ، حتى يستنفده النبات ، إما على حالة النشادر ، أو بعد تغيره إلى أزوتيت ثم إلى أزوتات ، كما هو فى الأغلب العادى من الحالات .

وإذا كان للأزوت فى العالم طراً مكان الصدارة بين العناصر الأساسية الثلاث ، فمركزه فى مصر أكبر من ذلك شأنا ، ومشكلته هو الآخر أشد تعقداً . ذلك أن التربة المصرية بحكم كمية محتوياتها العضوية ، وظروف زراعتها ، وجوها ... الخ فقيرة فى الأزوت فقراً ظاهرا إذا ووزنت بغيرها من التربات . ومن أجل هذا كان للتسميد الأزوتى فى زراعتنا شأن خطير حقا .

وفى البلاد الباردة يقوّمون صلاحية الأسمدة النشادرية ، أو أثرها فى زيادة المحصول ، بنحو ٩٠ ٪ من أثر الأزوتات كنترات الصودا مثلا ، وذلك لأنه لابد من انقضاء بعض الوقت على الأسمدة النشادرية بعد إضافتها للتربة حتى تصير صالحة كأسمدة الأزوتات ليمتصها النبات . أما فى مصر ، فقد أثبتت تجارب التسميد بقسم الكيمياء وهى التى زاد عددها عن ألفين ، والتى بعثرت فى مختلف المناطق بأنحاء المملكة المصرية ، والتى استمرت نحو خمسة عشر عاما على المحاصيل الزراعية الرئيسية — أن أثر الزيادة فى المحصول من استعمال أسمدة الأزوتات أو أسمدة النشادر واحد تماما ، على أساس استخدام أوزان متساوية من الأزوت فى الحالتين .

الفسفور

الفسفور من مكونات الخلية الحية ، وهو عامل أساسى فى عمليات انقسامها . ويمتصه النبات فى الأغلب أيضاً على صورة غير عضوية أهمها دون ريب الفسفات ، ولو أن الأدلة العملية متوافرة على استطاعة النبات تناول هذا العنصر فى صورة عضوية دون تغيير ، كالفيتين ، والليسيتين وغيرها .

ويحتاج النبات أشد ما يحتاج إلى الفسفور فى باكورة أيامه . وقد برهنت تجارب قسم الكيمياء على البرسيم أن تسميده بالسيوبرفسفات عند الزرع أجدى على جيب الفلاح من التسميد بعد الحشة الأولى ، كما هو العرف الزراعى الشائع عندنا . ويظهر أن السبب المباشر فى هذا هو ما أشرنا إليه من حاجة النبات الصغير إلى الفسفور ، فإذا ما سدت حاجته هذه

اشتد واستطاع فى نفس الوقت أن يقاوم الصقيع الذى يكثر فى فصل الزراعة .

وقد وجد جراسى[1] أن ليس للفسفات أثر فى زيادة محصول الذرة ، بينما يستفيد البرسيم والفول وبقية البقول بالفسفات استفادة ظاهرة .

وأهم الأسمدة الفسفاتية لمصر هى فسفات الكالسيوم . وهذه الفسفات تكون على ثلاث صور : —

(١) فسفات الكالسيوم الأحادية كا يد ٤ (فو ا ٤)٢ ، وهى الموجودة فى سماد السيوبرفسفات المعروف . ومع أنها أكثر الصور الثلاثة ذوباناً فى الماء ، إلا أنه لا يخشى من فقدها فى ماء الصرف ، إذ تثبتها غرويات التربة فى الطبقات العليا كما أثبتت تجارب حقل برود بولك بروثامستد ، وكذلك تحتجزها أكاسيد التربة المعدنية الثقيلة كما سيأتى شرحه فيما بعد .

(٢) فسفات الكالسيوم الثنائية كا٢ يد٢ (فو ا ٤)٢ ، وهذه لا تذوب فى الماء إلا قليلا ، ولكنها تذوب بسهولة فى محلول ليمونات الأمونيوم المعادل لمحلول الماء الأرضى .

(٣) فسفات الكالسيوم الثلاثية كا٣ (فو ا ٤)٢ ، وهى لا تذوب مطلقاً فى الماء ، وتوجد عندنا بصخور الفسفات فى مناطق سينا والقصير وسفاجة والسباعية على شاطىء البحر الأحمر .

وقد برهنت تجارب الفسفات بمصر على المحاصيل الرئيسية أن السماد الفسفاتى الوحيد الذى يزيد غلة المحاصيل هو السيوبرفسفات المحتوى كما قلنا على فسفات الكالسيوم الأحادية . أما الفسفات الثنائية أو الفسفات الثلاثية فلا فائدة منها مطلقاً .

وقد حصلت محاولات لتسهيل إذابة الفسفات الخام بخلطها بالكبريت بفكرة تأكسد الكبريت فى الأرض ، ثم تكوّن حامض الكبريتيك فى النهاية وتأثيره على الفسفات الخام بإذابتها . فأخرجوا من هذه المخاليط السلفيروفسفات والتيوفسفات ، ولكن التجارب أثبتت انعدام فائدتهما للتربة المصرية ، فأخرجتا من جداول الأسمدة المصرح بالاتجار بها فى مصر .

---

(١) المجلة الزراعية المصرية العدد الرابع من المجلد السادس عشر سنة ١٩٣٨ .

البوتاسيوم

يحتل هذا العنصر عندنا بمصر المكان الأخير بين العناصر الأساسية الثلاثة ، وكانت الفكرة السائدة إلى وقت قريب أن الأراضى المصرية تحتوى على البوتاسيوم بكميات كبيرة كافية ، لشيوع صخور هذا العنصر بين طبقات التربة . ولكن أبحاثا لم تنشر بعد أجريت بقسم الكيمياء لوزارة الزراعة لمدة خمسة أعوام على محاصيل رئيسية أثبتت أن نحو ٩٠٪ من الأراضى المصرية قد تستجيب إلى التسميد البوتاسى ، أى أنها محتاجة إلى هذا العنصر .

وقديماً كان المصدر الوحيد للتسميد البوتاسى هو رماد النباتات لاحتوائه على مقادير كبيرة من كربونات البوتاسيوم ، ولكن اكتشاف مناجم ستاسفورت بألمانيا عام ١٨٤٣ . ثم استغلالها عام ١٨٦٠ لاستخراج أملاح البوتاسيوم قد جعلها الآن مع أمثالها فى برنزويك وغيرها أهم مصدر فى العالم لهذه الأملاح التى تحضر من طبقات الأملاح المتراكمة فى هذه المناجم ، وذلك بالبلورة والفصل .

وقد استغل أخيراً البحر الميت بفلسطين لاستخراج أملاح البوتاسيوم من مائه بالتبخير والبلورة والفصل أيضاً .