الكيمياء فى خدمة الزراعة

للدكتور فهمى خليل

مدير قسم التجارب الزراعية بوزارة الزراعة

الزراعة أقدم المهن المعروفة التى مارسها الإنسان منذ بدء الخليقة ، إذقال الله لآدم عند ما طرده من الجنة لخطيئته « بعرق جبينك تأكل خبزك » فكانت هذه بداية الكد والكفاح فى سبيل الحصول على القوت ، وبدأ آدم يفلح الأرض ويزرعها ، واستمر أبناؤه يفلحون ويزرعون إلى يومنا هذا وإلى يوم القيامة .

ونظراً لاتساع شقة الأرض وقلة عدد سكانها كان الانسان ينتقل متخيراً أسهلها وأخصبها فإن ضاقت به تركها لغيرها . ولكن عند ما تغيرت الاوضاع وتحددت الدول والملكيات استقر كل فى مكانه إلى حد ما ، وأخذ يجاهد ويكافح ليأكل خبزه بعرق جبينه .

وقد كان نجاح الزراعة فيما مضى متكافئا مع ما يبذله الزارع من مجهود يدوى فى حقله . ولما هداه تفكيره إلى إضافة بعض المخلفات إلى التربة مثل روث الماشية أو الرماد لاحظ أن لها أثرا طيبا فى زيادة الغلة يشبه أثر مجهوده اليدوى . ولعل هذا ما هدى الباحثين فى أصول الألفاظ الانجليزية إلى أن كلمة « Manure » مشتقة من الأصل اللاتينى « Manus » ومعناه يد .

والأصل فى إضافة المخلفات إلى الأرض هو إعادة بعض ما أخذ منها اليها ، إذ

أن النبات يمتص غذاءه من عناصر التربة . غير أن إضافة تلك المتخلفات النباتية والحيوانية إلى الأرض لا تعيد لها إلا جزءا يسيراً مما سبق أن امتصه النبات منها . فإذا استمر الحال على ذلك تنقص خصوبة التربة ويقل إنتاجها تدريجا .

وكان من نتائج تقدم الأبحاث الزراعية فى الجيل الماضى أن عرفت العناصر الرئيسية التى تدخل فى تكوين النبات ، ودرس أثر كل منها عليه ، وعرف الضرر الذى ينشأ عن حرمانه من أحد تلك العناصر . وكان أهم هذه العناصر ثلاثة هي : الأزوت ، والفسفور والبوتاسا وكان المصدر الوحيد لهذه العناصر هو سماد الحظائر .

غير أن مقاديره لم تكن بكافية ، كما أن تحضيره ونقله يكلفان الزارع مجهودا شاقاً ، وإذا أراد أن يحصل على فائدة وفيرة وجب عليه أن يستعمل منه حجما كبيراً يزيد فى أعبائه ، وانتشر البحث عن مصادر أخرى لهذه العناصر الهامة فاستعمل الرماد لاحتوائه على نسبة عالية من البوتاسا ، ومسحوق العظام أو رمادها لغناهما فى عنصر الفسفور ، ثم اكتشفت أوكار الطيور فى بعض الجزر النائية وهى أشبه بمقابر قديمة للطيور البحرية تحوى هياكل الطيور وبقاياها المتحللة . وقد عرفت هذه المادة بالجوانو ، وهي غنية فى العناصر الثلاثة . وكان المستعمرون يستخدمون عمالا صينيين لقطع تلك الرواسب وشحنها فى السفن . ولكنهم كانوا يهربون من هول الرائحة الكريهة التى تنبعث من تلك المغارات ، فكانوا يلجأون إلى تكبيل هؤلاء العمال بربطهم جماعات صغيرة بسلاسل من حديد لكى يمنعوهم من الهرب أحياء فكانوا أحيانا يتفقون على الانتحار جماعات بإلقاء أنفسهم فى أليم هربا من رائحة الجوانو .

ثم تقدمت الاكتشافات الجيولوجية فعرفت مناجم نترات الصودا فى جمهورية شيلى بأمريكا الجنوبية التى يرجح أن تكون قد نشأت عن تحلل الأعشاب البحرية تحت الظروف الخاصة ، ومناجم البوتاسا بألمانيا ، ومناجم الفوسفات على شاطىء أفريقيا الشمالى ، وشاطىء البحر الأحمر ، ثم تعددت الاكتشافات لكلا العنصرين الأخيرين فى جهات أخرى من المعمورة وأدى التقدم الصناعى إلى تركيز هذه العناصر فى شكل أملاح كيماوية يسهل نقلها واستعمالها فأدت فائدة جمة فى زيادة الإنتاج الزراعى .

واكتشف من مخلفات الصناعة بعض مواد أخرى ذات قيمة سمادية هامة كاستخراج سلفات النشادر من تقطير الفحم ، وتحضير غاز الاستصباح ومادة خبث المعادن الفسفاتية من صناعة الحديد .

ولما جاءت الحرب العالمية الاولى وازدادت الحاجة لمادة النترات لتحضير المفرقعات اضطر حصار الحلفاء البحرى علماء الألمان الى اختراع طريقة تكوينية لصنع النترات من الأزوت الجوى « أى من الهواء » ، ولما وضعت الحرب أوزارها انتشرت تلك الطريقة فى كثير من بلاد العالم ، ولا سيما فى الجهات التى يسهل فيها توليد الكهرباء ونافست الأسمدة الأزوتية الصناعية سماد نترات الصودا الطبيعى الشيلى فى تسميد الحاصلات بجميع أنحاء العالم .

وعرفت مصر من هذه الأسمدة الكيماوية — أول ما عرفت — سماد نترات الصودا الشيلى . وكان ذلك قبل الحرب العالمية الأولى . وبعدها أخذت ترد الأسمدة الأزوتية الصناعية الأخرى ، فاعترت الزارع المصرى حيرة من تعدد أسمائها وأساليب الدعاية لها ، كما وقع فريسة لبعض ضروب الغش من تجارها حتى دعا ذلك وزارة الزراعة الى التدخل لحماية المزارعين ، وكان ذلك بوسيلتين حكيمتين أولاهما : إجراء تجارب زراعية على تسميد المحاصيل الرئيسية بمقادير من الأسمدة الأزوتية المختلفة تحوى كميات متساوية من عنصر الأزوت ، وذلك لمقابلتها بعضها ببعض مع وجود سماد نترات الصودا الشيلى بينها كأساس للمقابلة ، وكانت الوزارة لا تسمح باستيراد أصناف جديدة من الأسمدة إلا بعد اختبار عينات منها فى تلك التجارب الحقلية ، وأما الوسيلة الثانية فكانت عن طريق سن قانون الاتجار بالأسمدة والمخصبات مراعاة لصالح الزراع .

ونظراً لتعدد أصناف هذه الأسمدة الكيميائية ولا سيما الأزوتية منها نذكر فيما يلى شيئاً عنها مع الإشارة لبعض الأسمدة المحلية .

الأسمدة الأزوتيـــة

الأسمدة الأزوتية هى أكثر الأسمدة الكيماوية لزوما لمصر ، ويظهر أثرها فى تشجيع النمو الخضرى للنبات وزيادة غلته تبعاً لذلك . وإن هذا الأثر عاجل يبدو

للعيان بمجرد إضافة السماد . وتختلف هذه الأسمدة تبعا لمصادرها وللصورة التى يوجد عليها الأزوت فيها ، ففى بعضها يكون كل الأزوت على صورة نترات مثل نترات الصودا الشيلى ، ونترات الصودا الصناعى ونترات الجير . ويكون فى بعضها على صورة نشادر مثل سلفات النشادر والكالسيامون ، ويكون فى البعض الآخر على كلتا الصورتين معا مثل نترات النشادر بأنواعها والنتروتشوك ونترو سلفات النشادر ، وعلاوة على هذه الأنواع الرئيسية يوجد سماد سينميد الجير ، ويكون فيه الأزوت على صورة سينميد .

الجـــدول الأول

الأسمدة الأزوتية

اسم السماد	أزوت كلى ٪	أزوت نتراتى ٪	أزوت نشادرى ٪
(١) أزوت على صورة نترات :			
نترات الصودا الشيلى	١٥٫٦	١٥٫٦	—
« « الصناعى	١٦٫٠ — ١٦٫٤	١٦٫٤	—
« الجير النرويجى	١٥٫٥	١٥٫٥	—
« « الألمانى	١٥٫٥	١٤٫٧٥	٠٫٧٥
« « السويسرى	١٥٫٥	١٤٫٥	١٫٠٠
(٢) الأزوت على صورة نشادر :			٢٠٫٦
سلفات النشادر	٢٠٫٦	—	٢٠٫٦
كالسيامون	٢٠٫٠	—	٢٠٫٠
(٣) الأزوت على صورة نترات ونشادر معا :			
نيتروتشوك	١٥٫٥	٧٫٧٥	٧٫٧٥
نترات النشادر « بت »	١٧٫٠	٨٫٥٠	٨٫٥٠
« « النمساوى	٢٠٫٥	١٠٫٢٥	١٠٫٢٥
« « الكندى	٣٣٫٥	١٦٫٧٥	١٦٫٧٥
« « المحببة	٣٢٫٠	١٦٫٠٠	١٦٫٠٠
نترو سلفات النشادر	٢٧٫٥	٧٫٥٠	٢٠٫٠٠
(٤) الأزوت على صورة سينميد :			
سينميد الجير	١٩٫٠ — ٢١٫٠	—	—

غير أنه قد ظهر من التجارب التى أجرتها وزارة الزراعة على التسميد بالأنواع المختلفة من الأسمدة الأزوتية أنها كلها متشابهة فى أثرها متساوية فى فائدتها ، وذلك على أساس التسميد بمقادير متساوية من عنصر الأزوت اللهم إلا سماد سيناميد الجير ، فقد ظهر أن فائدته تقل عن الأنواع الأخرى بنسبة قليلة .

وبما أن هذه الأسمدة تختلف فى أوزان عبواتها ، وفى أسعارها ، كما تختلف فى نسبة وجود الأزوت فيها ، فيجب على الزارع أن يوازن بينها على أساس سعر وحدة الأزوت ، ثم يتخير أرخصها .

الأسمدة الفوسفاتيـــة

يستعمل عنصر الفسفور فى تسميد المحاصيل فى الخارج بكميات تكاد تكون متكافئة مع الأسمدة الأزوتية . أما فى مصر فاستعماله قليل بالنسبة لعنصر الأزوت ، وذلك لغناء التربة المصرية بصفة عامة فى عنصر الفسفور .

ويوجد هذا العنصر عادة على صورة أحجار معدنية من فسفات الجير تستعمل أحيانا فى التسميد بعد طحنها طحنا ناعما ، ولكنها تعامل أحيانا أخرى بحامض الكبريتيك المركز لتحويلها إلى الصورة الذائبة فى الماء المعروفة بالسوبر فوسفات . وقد تضاف لهذا السماد الأخير نسبة من حامض الفسفوريك لإنتاج النوع المعروف بالسوبر فوسفات المكرر أو المركز ، ويوجد بمصر الآن مصنعان لإنتاج سماد السوبر ، واحد فى كفر الزيات والآخر فى أبى زعبل ، وكلاهما ينتجانه من الأحجار الفسفاتية الموجودة بمصر .

والسبب فى أن مصر لاتستعمل إلا سماد السوبر فسفات ، ان الاختبارات دلت على أن الأنواع العديمة الذوبان فى الماء لم تأت بفائدة تستحق الذكر ، وأن الزيادة فى المحصول كانت دائما مقترنة بسماد السوبر القابل للذوبان فى الماء .

وفائدته محققة للبرسيم ، وتزداد إذا ما أضيف عند الزراعة لا بعد أخذ الحشة الأولى — وهو يفيد فائدة كبيرة فى تسميد الأرز — وتزداد استفادة القطن بهذا العنصر فى شمال الدلتا عنها فى جنوبها أو فى الصعيد .

الجـــدول الثـانى

الأسمدة الفسفاتية

اسم السماد	حامض الفسفوريك (فو٢ ه٥) ٪	
سوبر فسفات الجير « عادى »	١٥ — ١٨	مستورد
« « « مكرر »	٣٨ — ٤٥	«
« « « المحلى »	١٥ — ١٦	محلى

الأسمدة البوتاسية

الأراضى المصرية غنية بصفة عامة بهذا العنصر ، ولهذا لم يشعر الزارع المصرى بحاجته لاستعمالها ، وقد أجريت تجارب عديدة على تسميد القطن بالبوتاسا على حدة ومقترنة بالعنصرين الآخرين دلت على عدم أهميتـــه بصفة عامة فى زيادة المحصول أو فى تحسين رتبته ، وأن التجارب التى أجريت على تسميد الخضر وأهمها البطاطس لم تثبت حاجتها إليه رغم تحمس بعض التجار فى الدعاية للأسمدة البوتاسية .

الجدول الثالث

الأسمدة البوتاسيـــة

اسم السمـاد	البوتاسا « بو٢ ا » ٪
سلفات البوتاسا	٤٨ — ٥٢
كلورور «	٥١

الأسمدة المختلطة

نشأت فكرة خلط الأسمدة الأزوتية والفسفاتية والبوتاسية فى الخارج نظراً لحاجة

التربة والمحاصيل اليها ، ولارتفاع أجور اليد العاملة ولوجود آلات ميكانيكية لنثر السماد ، وقد تخصصت بعض البيوت فى خلط الأسمدة بنسب محددة وبيعها جاهزة للزراع .

وعندما تقدمت كيمياء الأسمدة حضرت أنواع مختلفة من الأسمدة المركبة تحوى عنصرين أو ثلاثة بالنسب التى يحتاج اليها الزراع ، منها الأموفوس ، والدياموفوس ، وفسفات سلفات النشادر ، وهى تحوى عنصرى الأزوت والفسفور. والنيتروفوسكا ، ويحوى الثلاثة عناصر معا ، وقد جربت هذه كلها فى مصر ولم تصادف أى إقبال نظرا لظروفنا المحلية .

ونحن لانتصح بخلط الأسمدة ولا باستعمال الأسمدة المركبة التى تحتوى على أكثر من عنصر واحد لعدة أسباب أهمها اختلاف حاجات التربة والمحاصيل لهذه العناصر ، فحاجتنا شديدة وعامة لعنصر الأزوت ، ولكنها محدودة خصوصا لعنصر الفسفور ، وقليلة أو معدومة لعنصر البوتاسا ، والسبب الآخر أن لكل سماد موعدا يضاف فيه. فالسوبر فسفات يضاف عادة عند الزراعة ، وفى مستهل عمر النبات ، أما الأزوت فيعطى بعد ذلك . وفى بعض المحاصيل كالقطن والذرة لاتعطى الأسمدة الأزوتية إلا بعد إجراء عملية خف النباتات ، وفضلا عن ذلك فأجرة نشر السماد زهيدة كما أننا لانشجع بيع الأسمدة المخلوطة منعا للتلاعب الذى يحتمل حصوله فيها .

الأسمدة العضوية المحلية

الأسمدة العضوية ذات أصل نباتى أو حيوانى كالسباخ البلدى والزبل والجوانو والبودريت والعظام والدم والكسب وأشباهها ، وفضلا عن احتوائها على نسب متفاوتة من العناصر الثلاثة الرئيسية فى تغذية النبات فإنها تحتوى على جانب هام هو المادة العضوية نفسها التى تفيد فى تحسين خواص التربة الكيمائية والطبيعية والحيوية.

وقد جرت العادة على اعتبار السباخ البلدى كسماد أزوتي فى حين أنه يمد التربة المصرية بالقسط الأوفر من حامض الفسفوريك كما أنه يحتوى على نسبة لا بأس بها

من البوتاسا . والجدول التالى يحوى عددا من هذه الأسمدة ومتوسط تركيبها على سبيل المثال . ويلاحظ أن التفاوت فى نسبة المادة العضوية ببعضها يرجع أكثره لكمية الرطوبة فيها .

الجدول الرابع

الأسمـــدة العضوية

اسم السماد	المادة العضوية ٪	أزوت كلى ٪	حامض فوسفوريك ٪	بوتاسا ٪
السباخ البلدى	١٠	٠٫٣٥	٠٫٤٥	١٫٢٠
السبلة	٢٠—٥٠	٠٫٦—١٫٦	٠٫٤—١٫٠	٠٫٥—١٫٠
السماد البلدى الصناعى	١١—٢٢	٠٫٥—٠٫٦	٠٫٢٠—٠٫٤٥	٠٫٤٥—٠٫٦٠
زبل حمام «جاف»	٧٠	٥٫٠	٢٫٠	٢٫٥
زرق طيور مختلف	٤٠	١٫٠—٢٫٠	٢٫٠—٣٫٠	١٫٠
جوانو	٦٠	٨٫٠	١٣٫٠	٢٫٠
بودريت	٢٠—٤٠	١٫٠—٢٫٠	١٫٠—٢٫٥	٠٫٢—٠٫٦
كسب غير مقشور	٨٥	٣٫٥—٤٫٠	٢٫٠—٢٫٥	١٫٣
كسب مقشور	٨٥	٦—٧	٢٫٨—٣٫٢	١٫٧
مسحوق العظام	٢٠	٢٫٦—٢٫٥	٣٠٫٠	٠٫٧
الدم المجفف	٨٠	١٠٫٠	٢٫٠	٠٫٧
القرون والحوافر	٨٥	١٢٫٠—١٦٫٠	٠٫٤—٠٫٨	٠٫٢—٠٫٤
الماروج	٨—١٤	٣٫٠—٦٫٠	—	—
الكيفرى	٢—١٠	٠٫٢٠—١٫٠	٠٫٥—١٫٢	٠٫٣—٢٫٠

العناصر الدقيقة

(Minor Elements)

كان المعلوم إلى وقت ليس ببعيد أن أهم العناصر التى تدخل فى تركيب النبات عشرة على رأسها الأزوت والفسفور والبوتاسا ، ويليها الكالسيوم والصوديوم والحديد والمغنسيوم والكبريت والكلورين ثم الكربون الذى يكون الجزء الأكبر من كتلة النبات ومصدره غاز ثانى أكسيد الكربون ، غير أنه قد ظهر من الإبحاث التى أجريت فى الأعوام الأخيرة على أحوال خاصة مثل ضعف بعض النباتات أو ظهور أعراض غير طبيعية على بعض أجزائها أو حدوث أمراض للحيوانات التى تتغذى على أعشاب المراعى فى بعض البلاد - أن هذه الأحوال تنشأ عن غيبة أو نقص فى وجود عناصر أخرى ثانوية في كتلتها بالنسبة للعناصر العشرة الرئيسية ، ولكنها مهمة بالنسبة للأضرار التى تنشأ عن غيبتها أو نقصها ، ومثلها فى تغذية النبات كمثل الفيتامينات فى تغذية الانسان أو الحيوان ، فالحاجة اليها تكون بمقادير قليلة ، ولكن غيبتها أو نقصها عن الحد الأدنى يحدثان اضطرابات واضحة وأضرارا بينة .

ومن أمثلة ذلك مرض اصفرار الأوراق الذى ينشأ عن قلة عنصر الزنك ، وهو يختلف فى مظهره وأعراضه عن الاصفرار الذى يحدث عن نقص عنصر الحديد أو قلة وجود الأزوت فى التربة . وقد وجد أن عنصر البورون كان قليلا فى بعض الأراضى بالولايات المتحدة وغيرها ، فلما أضيف بكميات محدودة سبب زيادة فى غلة بعض المحاصيل والخضر وأشجار الفاكهة . وهناك مرض يصيب الأغنام فى بعض مراعى نيوزيلاندا ينشأ عن نقص فى عنصر الكوبلت ، وإضافة بضعة أرطال للفدان من أملاح هذا العنصر سنويا لتلك المراعى كفيلة بمنع ظهور ذلك المرض الفتاك فى الأغنام التى تعيش عليها .

ومن هذه العناصر الدقيقة الكوبلت والبورون والزنك والنحاس واليود والنيكل والمنجنيز واليود وغيرها . ولكن لحسن الحظ لم يشاهد من هذه الاعراض شىء فى مصر اللهم إلا توقف النمو واصفرار الأوراق فى بعض أشجار الفاكهة مثل

الكمثرى والمانجو بسبب نقص فى عنصر الحديد ، وقد أمكن علاج بعضها بالحقن بملح من أملاح هذا العنصر ، وقد تصفر أوراق القمح إذا زرع مبكرا فى شهر أكتوبر وكان الجو حارا عن المعتاد فى هذا الشهر وفى النصف الأول من نوفمبر . وينشأ هذا الاصفرار فى أوراق القمح الصغيرة عن رسوب الحديد فى خلايا النبات وعجزه عن أداء وظيفته فى تحضير مادة الخضير «الكلوروفيل» فى الأوراق .

غير أن الابحاث التى من هذا النوع معقدة بطبيعتها وتحتاج لتقديرات بالغة الدقة . وقد تظهر الايام بعض حالات أخرى يرجع ظهورها لنقص فى أحد تلك العناصر الدقيقة .