الكيمياء فى خدمة الزراعة

للدكتور فهمى خليل

مدير قسم التجارب الزراعيـــة

الزراعة أقدم المهن المعروفة التى مارسها الإنسان منذ بدء الخليقة ، إذ قال الله لآدم عندما طرده من الجنـــة لخطيئته « بعرق جبينك تأكل خبزك » فكانت هذه بداية الإيذان بالكد والكفاح فى سبيل الحصول على القوت ، وبدأ آدم يفلح الأرض ويزرعها ، واستمر أبناؤه يفلحون ويزرعون إلى يومنا هذا ، وسيظلون كذلك إلى يوم القيامة .

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

وقد كان نجاح الزراعة فيما مضى متكافئاً 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 أثراً طيباً فى زيادة الغلة يشبه أثر مجهوده اليدوى . ولعل هذا ما هدى الباحثين فى أصول الألفـــاظ الانجليزية إلى أن كلمة « Manure » مشتقة من الأصل اللاتينى « Manus » ومعناه يد .

والأصل فى إضافة المخلفات إلى الأرض هو إعادة بعض ما أخذ منها إليها ، حيث أن النبات يمتص غذاءه من عناصر التربة . غير أن إضافة تلك المتخلفات النباتية

والحيوانية إلى الأرض لا تعيد إليها إلا جزءاً يسيراً مما سبق أن امتصه النبات منها فإذا استمر الحال على ذلك تنقص خصوبة التربة ويقل إنتاجها تدريجياً .

وكان من نتائج تقدم الابحاث 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 هى : الأزوت ، والفسفور ، والبوتاسا ، وكان المصدر الوحيد لهذه العناصر هو سماد الحظائر .

غير أن مقاديره لم تكن بكافية ، كما أن تحضيره ونقله يكلفان الزارع مجهوداً شاقا وإذا أراد أن يحصل على فائدة وفيرة وجب عليه أن يستعمل منه كمية كبيرة تزيد فى أعبائه ، وانتشر البحث عن مصادر أخرى لهذه العناصر الهامة ، فاستعمل الرماد لاحتوائه على نسبة عالية من البوتاسا . ومسحوق العظام أو رمادها لغنائهما فى عنصر الفسفور ، ثم اكتشفت أوكار الطيور فى بعض الجزر النائية ، وهى أشبه بمقابر قديمة للطيور البحرية تحوى هياكلها وبقاياها المتحللة . وقد عرفت هذه المادة بالجوانو ، وهى غنية فى العناصر الثلاثة . وكان المستعمرون يستخدمون عمالا صينيين لقطع تلك الرواسب وشحنها فى السفن ، ولكنهم كانوا يهربون من شدة الرائحة الكريهة التى تنبعث من هذه المغارات ، فكانوا يلجأون إلى تكبيل هؤلاء العمال ، جماعات صغيرة بسلاسل من حديد منعاً لهم من الفرار أحياء ، وكانوا أحياناً يتفقون على الانتحار جماعات بإلقاء أنفسهم فى اليم هرباً من فظاعة رائحة الجوانو .

ثم تقدمت الاكتشافات البيولوجية فوجدت 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 الفسفات 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 فأفادت فائدة جمة فى زيادة الإنتاج الزراعى .

واكتشف من مخلفات الصناعة بعض مواد أخرى ذات قيمة سمادية هامة مثل

سلفات النشادر من تقطير الفحم ، وتحضير غاز الاستصباح ومادة خبث المعادن الفسفاتية من صناعة الحديد .

ولما جاءت الحرب العالمية الأولى وازدادت الحاجة لمادة النترات فى تحضير المفرقعات أجبر حصار الحلفاء البحرى علماء الألمان على 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 ، واضطرت وزارة الزراعة أن تتدخل 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 الكيمائية ولا سيما الأزوتية منها نذكر فيما يلى شيئاً عنها مع الإشارة لبعض الأسمدة المحلية :

الأسمدة الأزوتية

الأسمدة الأزوتية هى أكثر الأسمدة الكيماوية لزوما لمصر ، ويظهر أثرها فى تشجيع النمو الخضرى للنبات ، وزيادة غلته تبعاً لذلك ، وهذا الأثر يظهر عاجلا

بحالة محسوسة بمجرد إضافة السماد ، وتختلف هذه الأسمدة تبعاً لمصادرها وللصورة التى يوجد عليها الأزوت ، ففى بعضها يكون الأزوت على صـــورة نترات الصودا الشيلى ، ونترات الصودا الصناعى ، ونترات الجير ، ويكون فى بعضها على صورة نشادر كسلفات النشادر والكالسيامون ، ويكون فى البعض الآخر على كلتا الصورتين معاً ، مثل النشادر بأنواعها ، والنتروتشوك ونتروسلفات النشادر ، وعلاوة على هذه الأنواع الرئيسية يوجد سماد سيناميد الجير ، ويكون فيه الأزوت على صورة سيناميد

الجدول الأول — الأسمدة الأزوتية

اسم الســـماد	أزوت كلى ٪	أزوت نتراتى ٪	أزوت نشادرى ٪
(١) أزوت على صورة نترات :			
نترات الصودا الشيلى	١٥،٦	١٥،٦	—
« « الصناعى	١٦،٠٠ — 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 :			
سلفات النشادر	٢٠،٦	—	٢٠،٦
كالسيامون	٢٠،٠	—	٢٠،٠
(٣) أزوت على صورة نترات ونشادر معاً :			
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
« « المجيبـــة	٣٢،٠	١٦،٠٠	١٦،٠٠
نترو سلفات النشادر	٢٧،٥	٧،٥٠	٢٠،٠٠
(٤) الأزوت على صورة سيناميد :			
سيناميد الجير	١٤،٠٠ — 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 عدا 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 ويتخير أرخصها .

الأسمـــدة الفسفاتية

يستعمل عنصر الفسفور فى تسميد المحاصيل بالبلاد الأخرى بكميات تكاد تكون متكافئة مع الأسمدة الأزوتية ، أما فى مصر فاستعماله قليل بالنسبة لعنصر الأزوت ، نظراً لغناء التربة المصرية على وجه عام فى عنصر الفسفور .

ويوجد هذا العنصر عادة على صورة أحجار معدنية من فوسفات الجير تستعمل أحياناً فى التسميد بعد طحنها طحناً ناعماً ، وتعامل أحياناً أخرى بحامض الكبريتيك المركز لتحول إلى الصورة الذائبة فى الماء المعروفة بالسوبرفوسفات . وقد تضاف لهذا السماد الأخير نسبة من حامض الفسفوريك لإنتاج النوع المعروف بالسوبرفوسفات المكرر أو المركز . ويوجد بمصر الآن مصنعان لإنتاج سماد السوبر : أحدهما فى كفر الزيات ، والآخر فى أبى زعبل ، وكلاهما ينتجانه من الأحجار الفسفاتية الموجودة بمصر .

والسبب فى أن مصر لا تستعمل غير سماد السوبرفوسفات هو أن الاختبارات دلت على أن الأنواع التى لا تذوب فى الماء لا تأتى بفائدة تستحق الذكر ، وأن الزيادة فى المحصول كانت دائماً مقترنة بسماد السوبر القابل للذوبان فى الماء .

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

الجدول الثانى — الأسمدة الفسفاتية

اسم السماد	حامض الفسفوريك (فو٢ ا٥) ٪	
سوبرفوسفات الجير « عادى »	١٥ — ١٨	مستورد
« « « مكرر »	٣٨ — ٤٥	«
« « « المحلى »	١٥ — ١٦	محلى

الأسمدة البوتاسية

الأراضى المصرية غنية بوجه عام فى هذا العنصر ، لهذا لم يشعر الزارع المصرى بحاجته لاستعمالها . وقد أجريت تجارب عديدة على تسميد القطن بالبوتاسا على حدة ثم مقترنة بالعنصرين الآخرين ، فدلت على عدم أهميته فى زيادة المحصول أو فى تحسين رتبته ، وإن التجارب التى أجريت على تسميد الخضر وأهمها البطاطس لم تثبت حاجتها له رغم تحمس بعض التجار للأسمدة البوتاسية .

الجدول الثالث — الأسمدة البوتاسية

اسم السماد	البوتاسا (بو٢ ا) ٪
سلفات البوتاسا	٤٨ — ٥٣
كلورور البوتاسا	٥١

الأسمدة المختلطة

نشأت فكرة خلط الأسمدة الأزوتية والفسفاتية والبوتاسية فى الخارج نظرا لحاجة التربة والمحاصيل اليها ، ولارتفاع أجور اليد العاملة ولوجود آلات ميكانيكية لنثر السماد ، وقد تخصصت بعض البيوت فى خلط هذه الأسمدة بنسبة محددة وبيعها جاهزة للزراع .

وعندما تقدمت كيمياء الأسمدة حضرت أنواع مختلفة من الأسمدة المركبة تحوى عنصرين أو ثلاثة بالنسب التى يحتاج اليها الزراع ، منها الاموفوس والديامونوس

وفسفات سلفات النشادر ، وهى تحوى عنصرى الأزوت والفسفور ، والنيترو فوسكا ويحوى الثلاثة عناصر معا ، وقد جربت هذه كلها فى مصر ، ولم تصادف أى اقبال نظرا لظروفنا المحلية .

وإنى لا أنصح بخلط الأسمدة ، ولا باستعمال الأسمدة المركبة التى تحتوى على أكثر من عنصر واحد لعدة أسباب : أهمها اختلاف حاجات التربة والمحاصيل لهذه العناصر فحاجتها شديدة وعامة لعنصر الأزوت ، ولكنها محدودة وخاصة لعنصر الفسفور ، قليلة أو منعدمة لعنصر البوتاسا ، والسبب الأخر أن لكل سماد موعدا يضاف فيه ، فالسوبر فسفات يضاف عادة وقت الزراعة ، وفى مستهل عمر النبات ، أما الأزوت فيعطى بعد ذلك ، وفى بعض المحاصيل كالقطن والذرة لا تعطى الأسمدة الأزوتية إلا بعد اجراء عملية خف النباتات ، وفضلا عن ذلك فأجرة نثر السماد زهيدة ، كما أنى لا أشجع بيع الأسمدة المخلوطة منعا للتلاعب الذى يحتمل حصوله فيها .

الأسمدة العضوية المحلية

الأسمدة العضوية هى ذات الأصل النباتى أو الحيوانى ، 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 .

وجرت العادة على اعتبار السباخ البلدى كسماد أزوتى فى حين أنه يمد التربة المصرية بالقسط الأوفر من حامض الفسفوريك ، كما أنه يحتوى على نسبة لا بأس بها من البوتاسا . والجدول التالى يحوى عدداً من هذه الأسمدة ، ومتوسط تركيبها على سبيل المثال . ويلاحظ أن التفاوت فى نسبة المادة العضوية فى بعضها يرجع أكثره لكمية الرطوبة فيها :

الجدول الرابع — الأسمدة العضوية

اسم السماد	المادة العضوية	أزوت كلى	حامض فوسفوريك	بوتاسا
	٪	٪	٪	٪
السماخ البلدى	١٠	٠٫٣٥	٠٫٤٥	١٫٢٠
السبـــله	٢٠ — ٥٠	٠٫٠٦ — ١٫٦	٠٫١٤ — ١٫٠٠	٠٫٠٥ — ١٫٠٠
السماد البلدى الصناعى	١١ — ٢٢	٠٫٠٥ — ٠٫٠٦	٠٫٢٠ — ٠٫٤٥	٠٫٤٥ — ٠٫٦٠
زبل حمام جاف	٧٠	٥٫٠٠	٢٫٠٠	٢٫٠٥
زرق طيور مختلط	٤٠	١٫٠٠ — ٢٫٠٠	٢٫٠٠ — ٣٫٠٠	١٫٠٠
جوانو	٦٠	٨٫٠٠	١١٫٠٠	٢٫٠٠
بودريت	٢٠ — ٤٠	١٫٠٠ — ٢٫٠٠	١٫٠٠ — ٢٫٠٥	٠٫٠٢ — ٠٫٠٦
كسب غير مقشور	٨٥	٣٫٠٥ — ٤٫٠٠	٢٫٠٠ — ٢٫٠٥	١٫٠٣
كسب مقشور	٨٥	٦ — ٧	٢٫٠٨ — ٣٫٠٢	١٫٠٧
مسحوق العظام	٢٠	٢٫٠٠ — ٢٫٠٥	٣٠٫٠٠	٠٫٠٧
الدم المجفف	٨٠	١٠٫٠٠	٢٫٠٠	٠٫٠٧
القرون والحوافر	٨٥	١٢٫٠٠ — ١٦	٠٫٠٤ — ٠٫٠٨	٠٫٠٢ — ٠٫٠٤
الماروج	٨ — ١٤	٣٫٠٠ — ٦٫٠٠	———	———
الكفرى	٢ — ١٠	٠٫٠٢٠ — ١٫٠٠	٠٫٠٥ — ١٫٠٢	٠٫٠٣ — ٢٫٠٠

العناصر الدقيقة

كان معروفا 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 الأبحاث التى أجريت فى الأعوام الأخيرة على احوال 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 فى كتلتها بالنسبة للعناصر العشرة الرئيسية ، ولكنها مهمة بالنسبة للأضرار التى تنشأ عن غيبتها أو نقصها، ومثلها فى تغذية النبات كمثل الفيتامينات فى تغذية الإنسان أو الحيوان ، فالحاجة اليها تكون بمقادير قليلة ، ولكن غيبتها أو نقصها عن الحد الأدنى يحدثان اضطرابات واضحة وأضراراً بينة .

ومن أمثلة ذلك مرض اصفرار الأوراق الذى ينشأ عن قلة عنصر الزنك ، وهو يختلف فى مظهره وأعراضه عن الاصفرار الذى يحدث من نقص عنصر الحديد أو قلة وجود الأزوت فى التربة ، ووجد 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 بضع أرطال للفدان من أملاح هذا العنصر سنوياً لتلك المراعى كفيلة بمنع ظهور ذلك المرض الفتاك فى الأغنام التى تعيش عليها .

ومن هذه العناصر الدقيقة الكوبلت والبورون والزنك والنحاس والبود والنيكل والمنجنيز واليود وغيرها . ولكن لم يشاهد لحسن الحظ من هذه الأعراض شىء فى مصر اللهم إلا توقف النمو واصفرار الأوراق فى بعض أشجار الفاكهة كالكمثرى والمانجو بسبب نقص عنصر الحديد ، وقد أمكن علاج بعضها بالحقن بملح من أملاح هذا العنصر ، وقد تصفر أوراق القمح إذا زرع مبكراً فى شهر أكتوبر ، وكان الجو حاراً 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 الأبحاث التى من هذا النوع معقدة بطبيعتها ، وتحتاج لتقديرات بالغة الدقة وقد تظهر الأيام بعض حالات أخرى يرجع ظهورها لنقص فى أحد تلك العناصر الدقيقة .