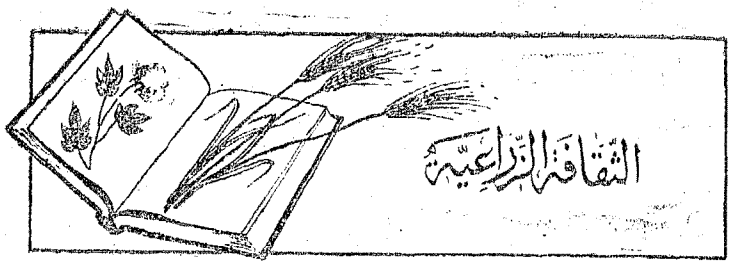

العناصر الثانوية والنادرة

للدكتور محمود أبو شادى
مدير المزارع بكلية الزراعة بجامعة فؤاد الأول

تتوالى الكشوف العلمية سراعا وتتسلسل تسلسلا خاطفا وعلى الأخص أيام الحروب وفى أعقابها . وقد أصبحنا الآن فى عصر المعجزات - عصر الذرة - وأكثر ما نخشاه عندما نتساءل عن مآل هذا التقدم العلمى غير المصحوب بالسمو الروحى والخلقى أن تنتهى تلك الكشوف إلى نتيجة سوداء عابسة ، هى دمار المدنية وزوال معالمها ، ورجوع الأجيال المقبلة إلى عيشة الفطرة البدائية والزمن الحجرى .

وقد توصل الإنسان بالعلم إلى اختراق حجب الطبيعة والكشف عن الكثير من معمياتها وأسرارها ، وعمل على محاكاة نواتجها بإتقان يفوق حد الوصف ، ويصل إلى مستوى الإعجاز . ونحن نقدر أن العلماء سوف يسيرون قدما إلى أكثر من هذا فيصلون إلى تقليد الطبيعة وما تحويه تقليدا يصعب منه التفريق بين الأصل والصورة . ولست فى حاجة إلى ان أدلل على هذا وأكتفى بأن أضرب لك بعض الأمثال ، فأوجه نظرك إلى صناعة المطاط والبلاستيك العديد الأنواع ، المتباين الاشكال ، المختلف الأوصاف ، المصنوع من كازين اللبن ، أو من كسب بذرة القطن ، ثم النيلون المصنوع من الفحم .

وكان الناس - إلى عهد غير بعيد - يستبعدون أن يصل العلم إلى هتك أستار الطبيعة ولكن هذه العقيدة بدأت تتوارى أمام تقدم البحوث العلمية فإذا ما سارت

بسرعتها الحالية فإنها واصلة يوما إلى ما نعتبره الآن صعب التحقيق ، وما كان أجدادنا يحسبونه حلما من الأحلام فلا نستبعد فى القريب أن يتوصل الكيميائيون إلى تركيب عطور لا تختلف عن المستخرجة من الزهور ، وأن تتقدم صناعة الريون حتى يصعب تمييزه من الحرير الطبيعى . ولا نستبعد أن تركب فى معامل الكيمياء الصناعية أصباغ هى والموجودة فى الطبيعة سواء ، واسمدة تحوى كل عناصر الاسمدة التى وهبتها الطبيعة ايانا ، ومياها غازية تفوق فى أثرها وفائدتها تلك التى تندفع من ينابيعها الطبيعية فى باطن الأرض .

أقول إن اليوم الذى يصل فيه العلم إلى كل هذا ليس ببعيد ، وأن توالى الكشوف والبحوث سيشمل مختلف النواحى ، فكما كشفت الفيتامينات وحضرت صناعيا لفائدة الإنسان والحيوان ستكشف العناصر النادرة والخفية وتحضر ضمن غذاء النبات ، وسوف تسفر البحوث عن معرفة أن الكثير من أمراض النبات اليوم - وعلى الأخص الفسيولوجى منها - مرده ومرجعه إلى نقص عنصر أو أكثر من العناصر فى التربة التى زرع فيها .

ومن ذا الذى كان يصدق منذ عشرين عاما أن إعشاء العجول ، عدم الابصار ليلا ، وإصابتها بالقوب « المرض الجلدى المعروف » يرجع إلى نقص فيتامين « ا » فى غذائها، فإذا ما زودت بعلف يحويه زال المرضان بشكل أقرب للسحر منه للتداوي ولعلى أوفق فى الصفحات التالية إلى عرض بحوث العلماء فى ناحية نقص عناصر بذاتها وأثره فى حسن نماء النبات واكتماله وإزهاره وإثماره ومناعته ضد الأمراض وما إلى ذلك مما يتصل به أو يتفرع عنه .

وقد أصبح الرأى القائل بأن العناصر الثلاثة اللازمة لنمو النبات هى الأزوت والفوسفور والبوتاسا رأيا عتيقا ، فقد دلت بحوث باول برترام الألمانى «١٩٣٥» وجبرائيل برتران الفرنسى « ١٩٣٦ » على أن بعض العناصر الأخرى ضرورية للنبات ضرورة هذه الثلاثة ، حتى لقد قرر الأخير فى رسالته التى تقدم بها للمجمع الزراعى الفرنسى ما أثبته هنا بنصه .

« أصبحنا نعلم أن عشرة او أثنى عشر عنصرا لا تكفى لتكوين النسيج النباتى الذى يحتاج إلى أكثر من هذا العدد من العناصر. وإذا ظلت مصانع الأسمدة مكتفية بالازوتية والفسفاتية والبوتاسية منها فإن الأراضى الزراعية لا بد مفتقرة تدريجيا إلى العناصر الأخرى الغذائيـــة واللازمة للنبات . وقد نشاهد هبوطا متواصلا فى الغلات مهما أسرفنا فى الأسمدة الحالية شراء واستعمالا »

إن واجبنا أن نصغى إلى هذا التحذير، وأن نقدر أن إجهاد التربة بتوالى الزروع يستنفد عناصرها الطبيعية إن لم نعوضها عنها أولا بأول إما من الطبيعة نفسها كما فى حالة استعمال الكاينيت والكبريت ونترات الشيلى والطفل والمروج وطمى النهر أو من الصناعة بإنتاج العناصر اللازمة أو المركبات الحاوية لها على صورة يستفيد منها النبات وتعوض ما فقد من التربة .

وهناك ناحية أخرى ترقى إلى الدرجة الأولى من الأهمية ، تلك هى علاقة تلك العناصر نقصا وزيادة وحضورا وغيابا فى التربة بحاجة جسم الإنسان والحيوان إليها ، وأثرها فيهما ، فقد ظهرت فى بعض البلاد ـ ومنها انجلترا ـ إصابات كثيرة بتضخم الغدة الدرقية لنقص اليود فى تربتها ، وبالتالى فى نباتاتها حتى استدعى ذلك أن حتمت حكومة انجلترا إضافة اليود إلى ملح الطعام بنسبة خاصة. وقد دلت بحوث الدكتور دليبه على وجود علاقة بين نقص عنصر المغنسيوم ومرض السرطان .

وقد بدأت العنـاية ببحوث العناصر النادرة فى سنة ١٩١٠ وسارت فى بطء وهوادة إلى أن شجعت بعض الشىء فى أعقاب الحرب العالمية الأولى ، ثم نشطت منذ سنة ١٩٣٤ ويمكن الآن أن نرتاح إلى الجهود الكثيرة المختلفة التى تبذل فيها والتى أسفرت عن حقائق علمية جديرة بالاعتبار، ونتائج تطبيقية ذات أثر فى الإنتاج. ونحاول فيما يلى تلخيص تلك الجهود متناولين عنصرا بعد عنصر ، ملخصين ما تم كشفه من أهميته ووجوده فى الطبيعة ، وأثره فى حياة النبات وأعراض الأمراض الناشئة عن نقصه بإيجاز .

وأحب أن أنوه بأنه ليس معنى ما أضفيه من الأهمية على عنصر أو أكثر من هذه العناصر أن تزويد الأرض بها أمر ضرورى أو جوهرى، إذ لا ريب أن بعض

الأراضى تحوى بطبيعتها كل أو بعض هذه العناصر بالقدر الكافي، وأن الطبيعة من ناحيتها تحرص على تعويض بعض ما تفقده التربة منها فى الصرف أو فى جسم النبات بما ترده اليها مع ماء المطر أو ماء الرى النهرى أو نتيجة لفعل الأحياء الدقيقة. ولكن لا يمكن أن نتجاهل أهمية هذه العناصر. وعلينا أن نحلل التربة التى نستغلها تحليلا وافيا كاملا حتى نعمل على سد حاجتها من العناصر التى تنقصها أو نعوضها ما تفقده منها.

والعناصر النادرة أو الثانوية تطلق على عدد كبير من العناصر يمكن تقسيمه حسب مراتب أهميته وضرورته للنبات إلى ثلاث مجموعات:

الأولى: وتشمل الحديد والنحاس والكبريت والكالسيوم والبورون والمغنسيوم والمنجنيز والخراصين والصوديوم.

والثانية: وتشمل الألمنيوم والباريوم والبزموت والكروم والكوبلت والرصاص والنيكل والفضة والسليكون واليود والكلور.

والثالثة: وتشمل الباريلوم والسيزيوم والمولبدنيوم والاسترنتويوم والصفيح والتيتانيوم والفناديوم.

فإذا أضيفت هذه إلى العناصر الرئيسية، وهى الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم والأوكسيجين والايدروجين والكربون اكتملت مكونات التربة والنبات.

ويحتاج النبات فى نموه الصحى الطبيعى الكامل إلى واحد أو أكثر من العناصر الثانوية بكميات تكون أحيانا قليلة وأحيانا ضئيلة حتى لتصل فى المحاليل الغذائية إلى ربع جزء فى المليون جزء، وقد تصبح ضارة أو سامة لو ارتفعت هذه النسبة إلى اثنين فى المليون من بعض هذه العناصر.

وتختلف احتياجات النبات إلى هذه العناصر باختلاف طبيعته ونوعه وعمره ونوع التربة وجو المنطقة التى ينمو فيها، وقد حصر «باورز ١٩٤٠» فى محطة تجارب اوريجون بأمريكا فوائد ووظائف العناصر الثانوية فيما يلى:

(١) تكون أحيانا ضرورية لنمو النبات وحياته.

(٢) تحل محل بعض العناصر الاخرى أو تعوضها.

(٣) تساعد عمل الانزيمات والفيتامينات .
(٤) تضاد حالات التسمم .
(٥) تساعد على اختزال أو أكسدة غيرها من العناصر .
(٦) تطلق عناصر أخرى وتجعلها تنفرد .
(٧) تزيد مقاومة النبات لبعض الأمراض أو تخلق فيه تلك المقاومة .
(٨) تساعد على ترسيب ايونات عناصر أخرى .
(٩) تؤثر بطريق غير مباشر على فعل أو رد فعل العناصر الأخرى فى الكائنات الدقيقة .
(١٠) تنشط النبات وتنشط فعل بعض الأحياء فى التربة .
(١١) تخذ خواص بعض المعلقات الغروية .

١ ــ الحـــديد

إذا نقص الحديد أو اختفى من التربة ظهر مرض الاصفرار الفسيولوجى على النبات ، وهو يشابه ذلك الذى ينشأ من نقص الازوت أو المغنسيوم ، إلا أنه أسرع انتشاراً ، ويزول المرض إذا ما زودت التربة أو النبات بالحديد فى إحدى مركباته القابلة الذوبان ، ويكون الشفاء ناجعا وسريعاً .

ولم يكشف للآن بشكل قاطع الدور الذى يقـــوم به الحديد فى نمو النبات ، بيد أنه أصبح معروفا أن الحاصلات القصيرة العمر ، السريعة النمو أكثر احتياجا له من سواها .

وتحتوى أكثر الأراضى الزراعيـة على الحديد بدرجة كافية لحسن نمو النبات ، ولكن بعضها فقير فيه ، فقد أثبت « آستون ١٩٢٩ » أن بعض نباتات المراعى فى نيوزيلنده لم تكن صالحة لغذاء الماشية بسبب فقرها فى الحديد ، وأثبتت محطة تجارب كارولينا الجنوبية أن الحديد هو العامل المحدد لنمو بعض حاصلات الخضر والمرعى ، وأيد هـــذا الرأى « هولمز » و « هيرن » و « بايرز ١٩٣٨ » ، كما ذكر « آبوت ١٩٣٧ » أن ظهور الأنيميا على نطاق واسع كان فى المناطق ذات التربة الخالية من الحديد أو الفقيرة فيه ، وكانت الخضر النامية فيها فقيرة فى الحديد أيضاً . ولهذا كان هيموجلوبين الدم فيها أقل من مستواه العادى . وقد اختبر دم ١٥٧٠ تلميذاً من تلاميذ المدارس فى إحـــدى تلك المناطق فظهر أن ٤٢ ٪ منهم تقل نسبة

هيموجلوبين الدم عندهم عن ٧٠ ٪ وهذا هو الذى قطع بوجود ارتباط بين تركيب التربة ودرجة انتشار الأنيميا ، وفى بعض تلك المناطق الفقيرة فى الحديد تصاب بعض الحيوانات بفقر الدم ثم تموت ، وأوضح « بكاراش ١٩٢٩ » أن لبن هذه الحيوانات يتأثر كمية ونوعا بهذه الانيميا ، وأن هذا الأثر يتعدى الماشية وألبانها إلى الأطفال الذين يتغذون عليها .

ويرى « رايت » من جامعة لندن أن للحديد أثره فى تكوين الكلوروفيل « اليخضور » فى النبات فإذا نقص فإن آكل النبات إنساناً كان أو حيواناً لا يحصل على الحديد الكافى لسد حاجة جسمه ويصبح الهيموجلوبين فى دمه أقل من القدر العادى ، ويتعرض للإصابة ببعض الأمراض كالسل والسرطان فى الإنسان وكحمى جنوب أفريقيا فى الخيل ، والديدان المفلطحة فى الماشية .

وقد تبين من التحاليل التى قام بها « بروتلخت » و « بارلن ١٩١٤ » فى ٧٣ عينة تربة من مناطق ولاية فلوريدا أن نسبة الحديد فيها تراوحت بين ٠٫٢٣ ٪ و ١١٫٥٣ ٪ حين قدرت على هيئة ثالث إكسيد الحديد .

ولوحظ أن أغلب الأراضى الفقيرة فى الحديد تكون عادة غنية فى الكالسيوم والمنجنيز ، وأنه يقل تدريجياً فى الأراضى التى تسمد بكميات كبيرة من الأسمدة الجيرية ، إذ تظهر على النبات أعراض الاصفرار ، التى شوهدت فى كروم العنب بفرنسا ، وفى حقول القصب فى بورت ريكو ، وفى مزارع الأناناس بجزر هاواى ذات الأرض الغنية فى المنجنيز . وقد لجأ الزراع فيها إلى تزويد كل فدان من أراضيهم بمقدار يتراوح بين ٥٠ و ١٠٠ جالون من محلول سلفات الحديدوز قوة ٥ ٪ مرة كل عشرة أيام طول موسم زراعة الأناناس . وحسب « جونسون ١٩١٦ » تكاليف هذه المعاملة فوجد أنها تبلغ نحو ٦٠ سنتاً « ١٢ قرشاً » لكل فدان فى المرة الواحدة . وكذلك ذكر « ولف ١٩١٣ » ما شاهده من أثر نقص الحديد فى حقول الشعير كما أوضح « ولز وكاريرو ١٩٣١ » أثره فى الأرز وما انتابه من الاصفرار . وأيدت ذلك مصلحة الزراعة الأمريكية فى سنة ١٩٣٦ وذكر « هوايت » فى محطة تجارب كورنول « ١٩٣٥ » ما لاحظه من اصفرار شجيرات الورد كنتيجة لنقص الحديد وزوال المرض على أثر إضافة محلول حديدى للأرض أو إضافة قليل من كبريتات الحديدوز مع السماد للتربة .

وقد أذاع العالم النباتى الهندى « بوس » فى المؤتمر العلمى بكلكتا « ١٩٢٦ » أن بعض

أشجار الطلح اصفرت اصفرارا تاما وكادت تموت لنقص الحديد وأمكن مداواتها بحقن سوقها بمحلول ٠٫٢٥ ٪ من كبريتات الحديدوز فعاودها الاخضرار بعد ثلاثة أو أربعة أيام ، وأيد بذلك نتائج محطة تجارب « نيو مكسيكو ١٩٢٤ » ولم يخالفها إلا فى المدة اللازمة للشفاء ، فقد ذكرت المحطة السالفة الذكر أن الاخضرار يعود للأشجار بعد حقنها بعشرين يوما ، وقد يرجع هذا الاختلاف إلى نوع الأشجار وذكر بوس أن أكثر النباتات حساسية بالنسبة للحديد وتأثرا بغيابه هو النبات الحساس « الست المستحية Mimosa pudica »

وتظهر أعراض مرض الاصفرار الناشىء عن نقص الحديد بادىء ذى بدء بتغير لون الأوراق بين ضلوعها إلى الصفرة التى تنتشر باتساع ثم تتجعد حواف تلك الأوراق وتجف فتموت وتتجرد الفروع الحديثة من أوراقها فتجف بذورها . وقد ذكر « شادويك ١٩٣٦ » من محطة تجارب أوهيو هذه الأعراض على نبات العنب وبعض أشجار الظل ، وذكر بعضها « آبى ١٩٢٣ » فى البطاطس و « بلونو » فى العنب باستراليا ، وعالجه بحقن التربة بمقدار ٨ أوقيات من سلفات الحديدوز لكل شجرة ، فقضى عليه وعلى العفن الأبيض فى الجذور فنشطت الأشجار وعاودتها العافية . ولكن أكثر البحاث يميلون إلى علاج النبات نفسه بإحدى الطرق الآتية :

١ - يرى « بنت ١٩٢٧ » أحداث ثقوب فى محيط الجذر الأصلى للشجرة على بعد عشرة سنتيمترات بعضها من بعض ، على أن يكون قطر الثقب سنتيمترا واحدا وعمقه بين ٣و٥ سنتيمترات ، ويوضع فى كل ثقب نصف جرام من مسحوق سترات الحديد أو طرطيرات الحديد ، ثم يسد بشمع التطعيم . وقد نجح هذا العلاج فى أشجار الجوز والكمثرى والخوخ والمشمش التى تراوح عمرها بين ٣ سنوات و ٣٠ سنة .

٢ - ويري « أرنو ١٩١٩ » أن تعمل تلك الثقوب فى الساق نفسه ، وأن يوضع فيها مسحوق سلفات الحديدوز ويملأ باقى الثقب بالزيت ، ثم يسد بالشمع . ويلجأ بعضهم إلى دق مسامير حديدية فى محيط الساق .

٣ - ونشر « أدامس » فى النشرة رقم ١٢٣ لمحطة تجارب رود ايلند أن أفضل علاج هو رش الأرض بمحلول قوته ٢٠ ٪ من سلفات الحديدوز . ويحتاج الفدان فى هذه الحالة الى ما يتراوح بين ١٠٠ و ١٥٠ رطلا منها فيصبح ما بالتربة كافيا لنمو النباتات ، ويستفاد بالرش فى إبادة الحشائش النامية بالأرض ، إذ يقضى على الخردل

والسكبر وفل الجل وأشباهها ، ويضمن نجاح الإبادة لو أجرى الرش فى السن المناسبة لتلك الحشائش وكان بمضخات ذات ثقوب دقيقة . وذكر « بولى » من محطة تجارب نورث داكوتا أن رش حقول القمح بمحلول سلفات الحديد قضى على الحشائش النامية فيها وزاد غلة الأرض أيضاً .

وقد تمخضت البحوث العلمية فى السنوات الأخيرة عن حقائق أخرى نذكر منها على سبيل المثال ما قرره « بايبر ١٩٣٦ » من أن بعض العناصر الثانوية كالحديد والألمنيوم والزنك والنحاس والفضة والمولوبديم ضرورية لنمو بكتريا التخمر « اسيتوباكتور » ويفسر هذا نشاطها فى سماد المجاري وسماد الاصطبلات وذكر العالم الألمانى « ويسك ١٩٣٠ » أن كمية الحديد التى يحويها نترات الشيلى تكفي حاجة النبات ، وأن نسبتها لا ترتفع إلى الدرجة التى تسبب له ضررا من أى نوع . وأثبت ذلك بتجاربه التى أجراها على الشعير والبطاطس والسبانخ والبنجر .

وقد أجرى « فون زاديك » تجربة فى ثلاث أصص ملئت جميعها من أرض واحدة وأودع فى كل منها ٥ر١١ كيلو جراما من تلك التربة ووضع فى إحداها إيدرات الحديد بنسبة ٥ر٠ ٪ وفى الثانية بنسبة ٢ ٪ وتركت الثالثة للمقارنة وكانت الأولى أفضلها من ناحية نمو نبات السبانخ فيها ، فلما نضج المحصول أجرى تحليله لتقدير نسبة الحديد فى المادة الجافة فكانت ٠ر٣ ٪ فى أصيص المقارنة و ٠ر١٨ ٪ فى الأول و ٠ر٢٣ ٪ فى الثانى فدل هذا على أن نسبة الحديد ترتفع فى النبات كلما ارتفعت فى التربة ، وعلى أنه من الممكن زيادة محتويات الحديد فى الأغذية الخضرية متى أريد الانتفاع بها للأغراض الطبية .

و ذكر « فارجارس ١٩١٤ » أن محصول الفول زاد زيادة محسوسة لما نقعت حبوبه قبل زراعتها مباشرة فى محلول سلفات الحديد قوة ١ ٪ لمدة خمس ساعات ولم ينقض هذه الحقيقة أحد من البحاث رغم انقضاء وقت طويل على تقريرها .

[للموضوع بقية]