الذرة في خدمة الزراعة

للأستاذ يونس ثابت ■

يمكنه أن تساهم الطاقة الذرية في تحسين غذاء الإنسان وكسائه ومسكنه فتسد حاجاته المطردة الزيادة ، إما بتقليل الفقد في الإنتاج والخزن والتوزيع ، أو بزيادة إنتاجية الأرض وغيرها من الموارد باتباع طرق فنية محسنة ، وإما بتنمية مساحات وموارد جديدة . وسنشير إلى الخطوط العريضة لوجوه هذه المساهمة :

أولا — يمكن أن تمدنا الطاقة الذرية بقوة كبيرة تفوق القوى الأخرى المعروفة .

ثانيا — يمكن استخدام الإشعاعات في حفظ الطعام وفي تربية النبات .

ثالثا — يمكن استعمال النظائر المشعة في البحوث الزراعية .

ومن أهم الأسس التي تبنى عليها الحضارة في الوقت الحاضر توليد الطاقة الكهربائية ، بل لقد أصبح توليد الكهرباء من الطاقة الذرية حقيقة واقعة ، تتسابق الدول الكبرى الآن في استغلالها . وليس ذلك عجيباً ، فإن مصادر القوة التي تستخدم في توليد الكهرباء كالفحم والزيت والغاز الطبيعي ومساقط المياه كلها لا تكفي لسد حاجات العالم المطردة الزيادة إلا فترة قصيرة يقدرها البعض بنحو ٤٠٠ سنة على أساس استعمال الكهرباء في الوقت الحاضر ، ولكن إذا أخذ المعدل المحتمل في سنة ٢٠٠٠ اتضح أن هذه المصادر لا تكفي سوى ٨٠ سنة .

وللحصول على الطاقة الكهربائية نحتاج إلى كميات صغيرة نسبيا من الوقود الذري يمكن نقلها وخزنها بسهولة وبنفقات أقل خصوصا في الأماكن النائية كالصحاري .

ولما كانت الكهرباء هي أرخص وسيلة لرفع المياه من الأنهار أو المستنقعات أو من جوف الأرض ، فإن توليد الكهرباء الذرية سيفتح آفاقا شاسعة خصوصا في الجهات التي تنقصها القوة ، أو التي يتكلف فيها نقل الوقود أعباء كثيرة ، فيعم

■ الأستاذ يونس ثابت : المستشار الفني لوزارة الزراعة سابقاً .

الخير صحارى مترامية قابلة للزراعة ، ومساحات واسعة تحتاج للصرف والإصلاح ، كالمستنقعات الكثيرة الموجودة فى الأقاليم الاستوائية .

ولا يفوتنا أن نذكر أن مثل هذه المشروعات الضخمة تحتاج إلى أموال طائلة ، فضلا على المشكلات المعقدة الخاصة بالتعمير والإسكان .

وقد سمعنا عن غواصات ذرية ومحطات للجليد تستخدم الوقود الذرى ، ونتوقع أن يأتى الوقت الذى يمكن فيه إنشاء أساطيل لصيد السمك تجوب المناطق القطبية وتستعمل الوقود الذرى ، لقلة حجمه إذا قيس بالوقود المستعمل الآن ويشغل نحو ٤٠ ٪ من حجم المركب ، وبذلك تزداد كمية الصيد التى يمكن أن تحملها الأساطيل ، فضلا على أن استعمال الوقود الذرى يمكن الأساطيل من البقاء مدة أطول فى أعالى البحار .

الإشعاعات الذرية وحفظ الأطعمة

عندما يحدث التفجير النووى ينبعث جزء من الطاقة فى صورة إشعاعات تشبه الأشعة السينية (أشعة ×) ولكنها أقوى بكثير منها ، لأنها تستطيع اختراق جدر سميكة من المواد الصلبة .

وقد استخدمت الإشعاعات المؤينة فى حفظ الأطعمة من التلف ، وأجريت عليها التجارب المستفيضة خصوصا فى الولايات المتحدة الأمريكية ، ونجح العلماء فى حفظ كثير من الأطعمة مددا طويلة دون أن يعتريها الفساد حتى شرع فى إقامة المصانع لهذا الغرض . لكن التجارب أثبتت أخيرا أنه عندما استخدمت هذه الأطعمة فى غذاء حيوانات التجارب فترات طويلة أصيبت الحيوانات بأمراض خطيرة لم تكن مصابة بها من قبل ، ولهذا وقفت هذه المشروعات .

استعمال الأشعة فى تربية النبات

استعمال الأشعة فى تربية النبات يتوقف على قدرتها فى توليد الطفرات . وقد استعملت الأشعة السينية لهذا الغرض منذ نحو ثلاثين سنة بالولايات المتحدة الأمريكية ، ثم تبعتها فى ذلك أكثر دول أوربا وآسيا ، لكن لم توضع برامج كاملة إلا فى ألمانيا والسويد .

وقد وجدت أنواع أخرى من الإشعاع الذرى لها نفس التأثير فى إحداث الطفرات ، ولكنها أقوى أثرا من الأشعة السينية ، فهى تنتج عددا أوفر من الطفرات ومن الأشعة الذرية المستعملة لهذا الغرض أشعة جاما والنترونات ، أما الأولى فيمكن الحصول عليها من الكوبلت المشع ، والأجهزة الخاصة بذلك متوافرة وليست مرتفعة الثمن ، ويمكن وضعها فى الحقـــل أو فى الصوبة ، أما النترونات فتوجد حيث توجد المعاملات الذرية .

وأكثر الطفرات التى تحدث بالإشعاع أيا كان مصدره تكون مشوهة وتالفة ، ولا تتعدى نسبة الطفرات المفيدة واحدا فى الألف ، ولا يوجد دليل حتى الآن على أن أحد هذه الإشعاعات ينتج طفرات مفيدة بنسبة أكبر من ذلك .

والطفرة المفيدة تحمل صفة أو أكثر من الصفات التى يرغبها المربى ، ولكن مثل هذه الطفرات تكون مصحوبة عادة بصفات أخرى غير مرغوب فيها ، وعلى ذلك يقوم المربى باجراء تجاربه المعتادة من انتخاب وتهجين واختبار للسلالات إلخ ، حتى يجمع الصفات المرغوبة فى سلالة واحدة ، وهـذا يستغرق عادة بضع سنين قد تمتد إلى عشر أو خمس عشرة سنة .

وقد أمكن إيجاد سلالات مقاومة للأمراض الفطرية والبكتيرية فى بعض المحاصيل ، كالحبوب والكتان والفول السودانى .

وأغلب هذه الصفات يحكمها عامل واحد (Gene) أو عـــدد قليل من العوامل له تأثير كبير نسبيا ، أما الصفات المتغيرة كالجودة والمحصول فإنها ترتبط بعدد كبير من العوامل كل منها له تأثير قليل .

وقد نجحت الولايات المتحدة فى إيجاد سلالة من الفول السودانى وافرة المحصول استحدثت بالإشعاع الذرى وما تلاه من انتخاب وتهجين وما إلى ذلك لجمع الصفات المرغوبة .

وقد يكون للإشعاع أثر فذ فى بعض الحالات ، كأن يكون النبات منيعاً ضد مرض ما ، غير أنه فى الوقت نفسه يصاب بمرض آخر ، وهاتان الصفتان مرتبطتان بعضهما ببعض ، فعند تعريض مثل هذا النبات الإشعاع قد ينفصم هذا الارتباط فنحصل بذلك على طفرة منيعة ، وبهذه الطريقة استطاع العلماء الأمريكيون إيجاد سلالة منيعة من الشوفان .

وقد أشرنا إلى أن السويد هى من أولى البلاد التى وضعت برامج لاستخدام الأشعة السينية فى تربية النبات ، وتوج عملها بإدخال محاصيل جديدة عوضت الجهد والمال الذى بذل فى إنتاجها ، ففى سنة ١٩٥٧ أدخلت فى الزراعة سلالة من زيت الخردل بها نسبة عالية من الزيت ، وسلالة أخرى من الخردل الأبيض المتفوق فى محصوله وفى كمية الزيت ، فضلا على انتظام نضجه ، وأدخلت كذلك فى نفس العام سلالة من بسلة الطعام تمتاز بصفات ثمارها ومحصولها . وفى سنة ١٩٥٨ أدخلت سلالة جديدة من الشعير (بلاس Pallas) سنابلها قائمة مستقيمة غير متدلية ، صلبة السوق ، يسهل تسميدها وحصادها ، وهى أوفر محصولا من غيرها فى بعض الجهات .

وقد أدخلت الولايات المتحدة الأمريكية فى سنة ١٩٥٧ زراعة سلالة من الفاصوليا شجيرية التفريع ، نشأت من إشعاع سلالة متسلقة بالأشعة السينية فى عام ١٩٤١ . وتمتاز هذه السلالة الجديدة بتفرعها الشجيرى الشكل ، ولهذا يقل تعرضها للمرض والعفن ، وتتحمل الجو الرطب ، فضلا على ملاءمتها للحصاد بالآلات الميكانيكية .

ولنضرب الآن مثلا لما قد يلاقيه المربى من عمل متعب مضن : ففى كندا مثلا عرضت سلالة من الشعير لأنواع عديدة من الإشعاعات ، وأمكن الحصول على نحو مليون حبة ناتجة من خمسة آلاف نبات معالج بالإشعاع ، ولما فحصت هذه الحبوب لاكتشاف الطفرات بها تبين أن عشرين منها تحتملة الفائدة ، فجربت فى الحقل من وجهة المحصول وغيره من الصفات ، ولكن بعد خمس سنوات من عمل مستمر لم تظهر سلالة منها تمتاز فعلا عما يزرع من السلالات ، فليس عمل المربى من السهولة بقدر ما يتصوره البعض ، فإنه عمل كثير العقبات ، غير أنه على قدر مشقته تتلاشى متاعبه إذا ما حقق المربى هدفه . ولا يعتبر الإشعاع الذرى هو الوسيلة السريعة لتحسين المحصول ، ولكنه أداة تساعد المربى ، لأنها تضع بين يديه كثيرا من الطفرات التى يمكن استعمالها فى برامجه .

وليس استحداث الطفرات مقصورا على الإشعاعات ، ولكنه يحدث أيضا بمواد كيماوية كثيرة .

الاشعاع ومقاومة الآفات

للإشعاع تأثير ضار على الجهاز التناسلى للكائن الحى قد يؤدى إلى عقمه . وقد استخدمت هذه الظاهرة فى استئصال (الدودة البرعمية) وهى نوع من الذباب الذى يصيب الماشية فيقعدها ، وقد يميتها .

ففى جزيرة (كوراكاو) وهى إحدى جزر الهند الغربية، قام العلماء الأمريكيون بتربية عدد وفير من هذه الحشرة فى معامل التربية ثم عرّضت العذارى للكوبلت المشع لتعقيمها ، وبعد ذلك نقلت هذه العذارى العقيمة إلى الحقول ، ولما خرجت الحشرات الكاملة (الذباب) من العذارى أطلقت فاختلطت بغيرها من الحشرات الأصيلة الخصبة . ولما كانت الذكور العقيمة التى خرجت من العذارى أوفر عددا من الذكور الخصبة ، صار لزاماً أن يحصل السفاد بين البعض منها وبين بعض الإناث الخصبة ، ولما كان السفاد لايحصل للأنثى إلا مرة واحدة فإن البيض الناتج من هذه الإناث لايكون إلا عقيما ، ونتيجة لذلك يأخذ هذا الذباب فى القلة جيلا بعد جيل حتى يتلاشى . ويمكن اتباع هذه الطريقة فى مقاومة الحشرات التى تشبه دورة حياتها الدودة البرعمية .

النظائر المشعة واستخدامها فى البحوث الزراعية

عندما يوجد نوعان من عنصر واحد يقال إنهما نظيران فهما متحدان فى العدد الذرى ، مختلفان فى الوزن الذرى ، ويوجد منهما فى الطبيعة عدد يبلغ نحو ٢٠٠ ، ويحضر صناعيا بالطرق العلمية مايزيد على الألف .

وتتكون النظائر المشعة كمخلفات عند تشغيل المفاعلات الذرية ، وهذه قليلة الفائدة فى الوقت الحاضر لصعوبة فصلها وتنقيتها ، ولكن يمكن تحضير نظائر مشعة نقية بإدخال كمية صغيرة من العنصر المطلوب إشعاعه أو أحد مركباته الكيمائية فى فرن ذرى ، فتتحول المادة الأصلية الخاملة إلى أخرى ذات نشاط إشعاعى .

ولما كان العدد الذرى للعنصر المشع وغير المشع واحدا فإنهما يتشابهان فى صفاتهما الكيمائية ويختلفان فى بعض الصفات الطبيعية .

وتستخدم النظائر المشعة فى دراسة فسيولوجيا النبات والحيوان ، ودراسة هجرة الطيور والأسماك، وانتشار الحشرات ، كما تستعمل فى دراسة التسميد وأثره .

فإذا وضع النظير المشع بطريقة ما داخل الجسم المراد معرفة سيره فيه ، فإنه يمكن للباحث اقتفاء أثره بأجهزة خاصة . ومن المعروف أن النظير المشع يسلك فى التفاعلات الكيمائية والحيوية نفس الطريق الذى يسلكه عنصره غير المشع ، ولكن أثناء تفتته تنطلق منه إشعاعات خاصة به يمكن بواسطتها كشفه وتقديره ومعرفة مصيره ، وهذا طبعا أفضل من الطرق الكيمائية أو الطبيعية التى تؤدى غالبا إلى إتلاف الأنسجة الحية ، فضلا عما تتكلفه من جهد ووقت .

وتوجد ميزة أخرى : هى أنه يمكن اقتفاء كميات صغيرة جدا من المادة المراد اختبارها فى الجسم ، وهذا يستعصى تقديره بالطرق العادية ، وفضلا على ذلك فإن استخدام النظائر المشعة فى التجارب لا يستغرق من الوقت ما يستغرقه استخدام الطرق الأخرى .

فالنظائر المشعة إذن ذات قيمة لا تقدر فى إجراء كثير من البحوث الزراعية ، نظرا إلى السهولة والدقة والسرعة التى يمكن بها إجراء هذه التجارب ، ويرى البعض أن استخدام النظائر المشعة فى البحوث الزراعية سيدفع عجلة المعرفة كما دفعها من قبل اكتشاف المجهر .

النظائر المشعة وحل مشكلات التسميد

تستخدم النظائر المشعة فى بحوث التسميد والمخصبات بنجاح منقطع النظير ، ولنضرب لذلك مثلا :

يحتاج النبات للفوسفور ويستمده عادة من التربة ، فإذا أضيف سماد فوسفاتى إلى الأرض وأريدت معرفة مدى الفائدة التى تعود على النبات من هذا السماد استحالت معرفة مصدر الفوسفور : هل هو من الموجود أصلا فى التربة ، أو هو نتيجة للتسميد ؟ ولكن إذا كان التسميد بفوسفور مشع فإن هذا يمكن اكتشافه وهو فى النبات الحى واقتفاء أثره ومعرفة أنسب الأوقات التى يحتاج فيها النبات للفوسفور . والبحوث فى هذا الميدان كثيرة متشعبة ، وقد وصل الباحثون إلى معرفة مدى ما يفيده النبات من المخصبات الفوسفورية المختلفة ، واتضح أن ذلك يختلف باختلاف النبات نفسه ، وباختلاف التربة ، ويختلف أيضا باختلاف مرحلة النمو ، فبعضها يحتاج إليه فى الأطوار الأولى ، كالقطن والشوفان والدخان ، وتتعدم قيمته إذا أعطى بعد ذلك ، والحال على العكس فى البطاطس ، لأنها تستفيد

من الفوسفور طوال مرحلة النمو ، وقد أدت هذه البحوث إلى خفض كميات السماد المستعملة وجعلها فى أضيق الحدود المطلوبة ، وفى هذا وفر كبير من كلفة الزراعة .

وما يقال عن الفوسفور يمكن أن يقال عن العناصر السمادية الأخرى ، كالأزوت والبوتاسا وغيرهما .

استقصاص الاغذية بالاوراق

تستخدم النظائر المشعة لدراسة إمكانية تغذية النبات عن طريق الأوراق ، وذلك برشه بالمحاليل المغذية ، وقد أمكنت معرفة أى الأسمدة يمكن أن يستفيد منها النبات إذا اتبعت هذه الطريقة ، وعلى أية صورة ترش ، وفى أى وقت تستخدم . واتبعت هذه الطريقة لمعرفة أثر العناصر النادرة التى قد يحتاج إليها النبات فى طور معين من أطوار نموه ، كالمنجنيز والزنك والبورون والنحاس والمغنسيوم إلخ ، وقد قامت جامعة متشجان فى الولايات المتحدة ببحوث كثيرة فى هذا الصدد ووفقت إلى نتائج تطبق عمليا فى بعض الحالات خصوصا مع أشجار الفاكهة .

النظائر المشعة واستصلاح الاراضى

فضلا على استعمال النظائر المشعة فى بحوث خصوبة التربة والتسميد ، فقد أمكن استخدامها أيضا فى بحوث استصلاح الأراضى .

فى الأراضى الملحية أمكن استخدام الصوديوم المشع لمعرفة أنسب الطرق وأصلحها التى يجب اتباعها فى غسل هذه الأراضى وتخليصها من الأملاح إلى الحد الذى يمكن عنده استغلالها .

وفى الأراضى القلوية أمكن استخدام الكلسيوم المشع لمعرفة مقادير الكميات اللازمة إضافتها من الجبس فلا يكون هناك إسراف ولا تقتير .

دراسة أثر تراكم المبيدات على غذاء الانسان

تستخدم النظائر المشعة فى معرفة أثر تراكم المبيدات الحشرية والفطرية ومبيدات الحشائش فى التربة الزراعية ، وعلاقة ذلك بالمحاصيل الغذائية ، فإذا علم أن بعض هذه المواد السامة لا يستعمل إلا بكميات قليلة جدا ، وأن الطرق الكيمائية المعتادة

لا تمكن الباحث من كشف هذه السموم ، فإن طريقة النظائر المشعة نظراً إلى حساسيتها التى تفوق غيرها من الطرق مئات المرات ، إن لم يكن ألوفها ، كانت ذات قيمة كبيرة فى كشف الأثر الضعيف من هذه السموم .

النظائر المشعة والانتاج الحيوانى

لقد استخدمت النظائر المشعة فى معرفة احتياجات الماشية والدواجن لبعض العناصر الغذائية ، وأمكن مثلا عند إدخال الكوبلت المشع ضمن غذاء بعض الحيوانات ـ الاستدلال على حاجة هذه الحيوانات من هذا العنصر بكميات صغيرة ، وأن الماشية أمكنها استخدام هذا العنصر فى تكوين فيتامين ب١٢ على وجه التحديد إذ وجد الكوبلت داخل جسمها عنصرا جزئيا .

وأمكن كذلك تحديد مدى احتياجات الماشية والأغنام والطيور والأرانب لبعض العناصر كالفوسفور ، والكبريت ، والكلسيوم ، والحديد ، والكوبلت والنحاس ، والزنك واليود وغيرها بعد أن استعملت صورها المشعة .

النظائر ودراسة بعض الحشرات

ولقد استخدم الفوسفور المشع والاسترنشيوم المشع فى دراسة مدى طيران بعض الحشرات الضارة كالجراد ، والناموس ، والذباب ، والحشرات النافعة كالنحل ، ودراسة طبائعها أثناء الهجرة والبيات الشتوى .

■

هذا عرض سريع لمدى استخدام النظائر المشعة الآن فى ميدان العلوم الزراعية ، ومنه يتضح أنها أصبحت ذات أهميـــة كبرى فى البحوث العلمية والتطبيقات العملية لتلك العلوم ، وأن الزراعة غدت من أهم الميادين التى تطبق فيها الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية .