النظائر المشعة واستخدامها فى الزراعة

للمهندسة الزراعية فرقية عباس قطبى

بقسم الحشرات فى وزارة الزراعة

بدأت الزراعة عهداً جديداً بعد أن توصل العلماء إلى تقسيم الذرة ، إذ هيأت لهم أداة سريعة واضحة للاهتداء إلى سر التفاعلات التى تتم فى الخلية النباتية باستعمال النظائر المشعة (Radioisotopes) التى تمتاز بإمكان استبانتها وتتبعها فى جميع المراحل التى تشترك فيها .

ولبيان أهمية هذه الأداة من الناحية الزراعية نعرض للقارىء كيف تطور التفكير فيما يتعلق بالمادة حتى أصبحت الآن النظائر المشعة فى متناول الباحثين بأقطار العالم المختلفة .

كنه المادة :

حار العلماء والفلاسفة قروناً عديدة فى الكون وماهيته ، وأخذوا يتساءلون عن المادة التى يتكون منها وكنهها وكيف تتكون ؟ وما هو الحد الأدنى لحجم جزيئاتها ؟

ويرجع الفضل إلى علماء الهند واليونان الذين عاشوا قبل الميلاد فى تحديد تركيب المادة الحبيبى ، أو بمعنى آخر تكونها من أجزاء أصغر ، واجتهد العلماء بعد ذلك حتى أوضح دالتون Dalton الإنجليزى فى أوائل القرن التاسع عشر نظريته التى تتلخص فى أن المادة تتكون من جزيئات متناهية فى الصغر لا يمكن أن تنقسم ولا يمكن أن ترى ولكنها متشابهة ، وأطلق على هذه الجزيئات كلة الذرات (atoms) وبناء على ذلك عرف أن فى الكون مواد لا يوجد أبسط منها ، وأطلق عليها العناصر التى يوجد منها أساسياً ٩٤ عنصراً ، ومن اتحاد هذه العناصر يتكون ما لا يحصى من المركبات المنتشرة فى الكون .

وفى سنة ١٨٩٦ اكتشف هنرى بيكارل الفرنسى أن هناك بعض عناصر تنبعث منها أشعة ، وأعقب ذلك اكتشاف عائلة كورى (Curie) الفرنسية للراديوم وقدرته الإشعاعية فلم يعد بعد ذلك من المحتمل تصديق أن الذرات غير قابلة للانقسام.

المادة والكهرباء :

ذكر Thales اليونانى فى سنة ٦٠٠ ق . م أن الكهرمان يكتسب صفة جذب بعض المواد عند دلكه بقطعة من الصوف ، وتلا ذلك اختبار مواد عديدة كالشمع والزجاج وخاصيتهما فى جذب بعض المواد أو التنافر منها ، ومن هذا اليوم عرفت الكهربائية وأطلق على وحداتها السالبة Electrones وهى الكلمة اليونانية للكهرمان الذى ظهرت عليه خاصية الكهرباء لأول مرة ، وقد صار معروفاً الآن أن الذرة تتركب من :

١ — البروتون Proton وهو وحدة الكهربائية الموجبة ، وعليه تتوقف خواص أى عنصر ، ويعتبر الأيدروجين أبسط العناصر ، وتحتوى نواته على شحنة واحدة وتعرف هذه الشحنة أيضاً بأشعة ألفا (alpha ray) .

٢ — النيوترون Neutron ويعادل وزنها وزن البروتون إلا أنها لا تحمل شحنات كهربائية وتحتوى الذرة على عدد من النيوترونات هو عبارة عن الفرق بين وزنها الذرى وعدد ما تحتويه من البروتونات ، وعلى ذلك فذرة الأيدروجين تحتوى على بروتون واحد ولا تحتوى على نيوترونات ، أما الهليون فوزنه الذرى ٤ ويحتوى على بروتونين ونيوترونين .

٣ — أما الالكترونات فهى وحدة الكهربائية السالبة وتدور فى محيطات تشبه دوران الاجرام السماوية حول الشمس وكل محيط (orbit) عدد معين من الالكترونات تدور فيه ، فإذا كان هذا المحيط مشبعاً بما فيه من الالكترونات فإن الذرة تعتبر خاملة ، أما إذا كان غير مشبع فإن الذرة تكون فى حالة نشاط .

ومن ناحية ظهور الإشعاع فى بعض العناصر فإنه قد فسر على أنه قفزات الكترونية من محيط إلى آخر ، وأثناء هذا القفز تظهر الأشعة .

النظائر المشعة :

عرف من قديم الزمان أن الشمس هى المصدر الأساسى للطاقة (Energy) التى تستفيد منها الكائنات الحية والتى تخزن فى صور مختلفة . ويستمر هذا الخزن قرونا عديدة . وليس بخاف أن الطاقة المستغلة من استخدام الفحم والبترول ارسلتها الشمس وخزنت حتى اهتدى الإنسان إلى مخازنها . ولقد توصل العلماء فى العصر الحاضر إلى مخزن هائل للطاقة وكان موضعه فى قلب الذرة ، ابتدأت قصة هذا الكشف العظيم حينما أعلن Aston فى انجلترا سنة ١٩١٩ أن للنيون Neon نوعين من الذرات يتشابهان من ناحية خواصهما الكيمائية مع اختلافهما من ناحية الوزن ، ولهذا أطلق عليها النظائر المتشابهة Isotopes ولما كانت هناك عناصر مشعة كالراديوم مثلا سميت النظائر المتشابهة المشعة Radioisotopes ولقد أصبح مستطاعاً فى الوقت الحاضر استحضار النظائر المشعة فى المصانع باستخدام الفرن الذرى ، وطريقة ذلك أن يقذف نيترون أو أكثر فى داخل نواة الخلية ويستمر بداخلها فترات مختلفة من الزمن .

فلتحضير نظير مشع للفوسفور نقذف نيترونا فى الفوسفور العادى الذى تحتوى الذرة منـــه على ١٥ بروتونا و ١٦ نيترونا ، وبذلك يتكون الفوسفور المشع الذى تحتوى الذرة منه على ١٥ بروتونا و ١٧ نيترونا . ويفقد العنصر قوة إشعاعه تدريجياً . وتحسب سرعة الفقد على أساس المدة التى تمر حتى تهبط فيها قوة الإشعاع إلى النصف ، وهذا الحساب لا يختلف عند تقدير الوقت الذى تهبط فيه سرعة السيارة من ٤٠ كيلو فى الساعة إلى ٢٠ كيلو أو من ١٠ كم إلى ٥ كم إلى ، و من ٥ كم إلى ٢,٥ كم وهكذا وتسمى هذه المدة بالنسبة للنظائر المشعة (Half - Life) وهى بالنسبة للنظير المتشابه من البورون $\frac{1}{10}$ من الثانية ، وهى للفوسفور المشع ٣٢ تبلغ ١٤,٣ أيام ، وللبوتاسيوم المشع ٤٢ تبلغ ١٢,٤ ساعة ، وللكالسيوم المشع ٤٥ تبلغ ١٨٠ يوما ، وللكربون ١٤ تبلغ ٥٠٠٠ سنة .

وقد أمكن التوصل إلى ايجاد الأجهزة التى بها يمكن تتبع وجود النظائر المشعة ومعرفة وجودها بواسطة جهاز جيجر (Geiger - Mueller Counter).

النظائر المشعة فى الأبحاث الزراعية :

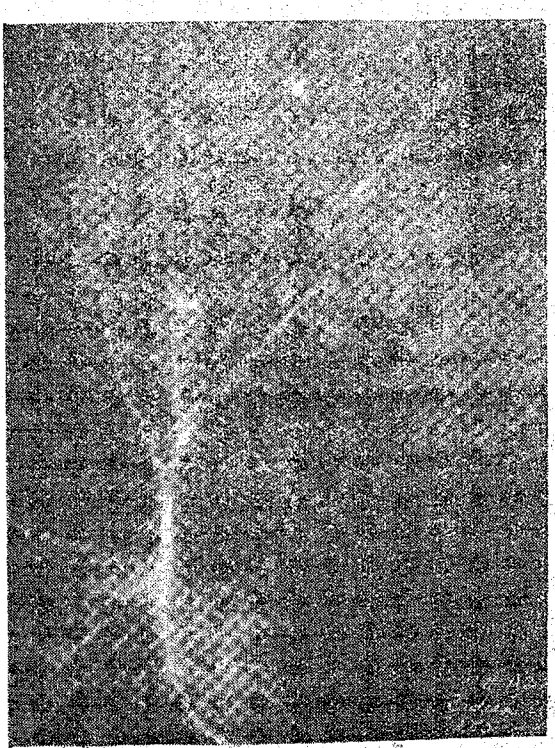
يتبين مما سبق أن النظائر المشعة ترسل الكترونات أو Beta rays وأن هذه

النظائر فى الوقت نفسه تدخل التفاعلات الكيماوى كما لوكانت غير مشعة، فاذا أضيف الفوسفور المشع إلى كمية السوبر فوسفات التى تضاف للمحصول لتسميده فإن هذا الجزء يمكن تتبع امتصاصه بواسطه النباتات كما يمكن معرفة مواضعه فى الجذور والساق والأوراق ومعرفة سلوك العمليات البنائية داخل الخلايا . ولما كانت طريقة تتبع وتقدير العنصر المشع سهلة كما أنه معروفة قبل البدء فى التجربة نسبة الفوسفور المشع المضاف إلى الفوسفور فى صورة سوبر فوسفات فيمكن حينئذ حساب الكمية التى يستفيدها النبات من السماد وكذلك معرفة العمليات الحيوية التى تدخل فيها .

وقد أمكن أيضاً اختبار أهمية الكربون فى النبات والحيوان بإضافة ك^{14} (C 14) المشع وتتبع سيره فى النبات، ثم أطعمت بالسيقان والأوراق والحبوب خنازير غينا فأمكن أيضا معرفة الدور الذى يلعبه بالضبط فى المملكة الحيوانية .

وقد ساعد استخدام الكالسيوم المشع فى تقدير الدور الذى يلعبه الكالسيوم فى نمو النباتات عندما يضاف للأراضى الحامضية . وتدل النتائج على أن النبات يعجز لسبب ما عن الاستفادة من الكالسيوم المضاف إلى الأراضى الحامضية .

وميزة هذه الطريقة فى الكشف عن فعل



الشكل رقم ١ — صورة نبات الفجل بعد مرور ٢٤ ساعة على امتصاصه عنصرا مشعا ويلاحظ أن تركيز الإشعاع فى منطقة الجذر .

العناصر أنها تعطى نتائج بدرجة دقيقة لا تستطيع الطرق الكيمائية التحليلية إعطاءها فضلا عن سرعة استبانة دخول الكميات الضئيلة من العنصر المشع فى التفاعلات والحكم عليها ، وقد أمكن تصوير العناصر المشعة المضافة إلى الأسمدة بعد بضع ساعات من إضافتها للتربة وامتصاصها بواسطة النبات ، وذلك على ورق حساس خاص (انظر الشكل رقم١) الذى يظهر فيه امتصاص نبات الفجل للزرنيخ المشع بعد ٢٤ ساعة من اضافته إلى التربة ، وتظهر فى الصورة زيادة تركيز العنصر المشع فى الجذور عنها فى الأوراق .

تأثير العناصر المشعة على النمو :

من أوائل المسائل التى كانت موضع دراسة العلماء تأثير العناصر المشعة على نمو النبات خصوصاً وقد كان بعض العلماء يرون أن الإشعاع يؤثر تأثيراً ضاراً على النمو.

وقد أوضحت نتائج التجارب التي أجريت على أنه ليس هناك تأثير ضار للعناصر المشعة على النمو ضرراً يشجع على الاستمرار فى دخولها ميدان التجارب وفى الوقت نفسه دلت النتائج الأولية على أن زيادة تركيزها يزيد المحصول زيادة تذكر كما يتضح من الجدول التالى :

تأثير إضافة كميات من الفوسفور على محصول الشيلم

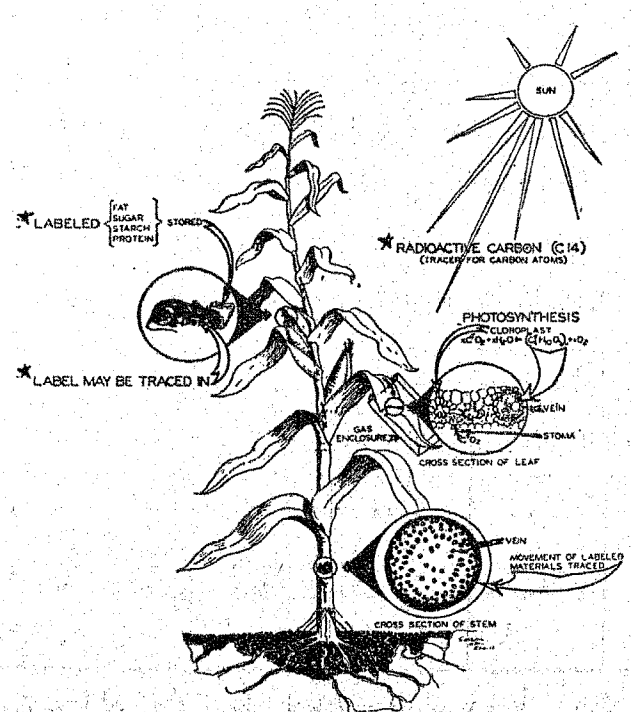
كمية فو ٣٢ بالميكورى	وزن المادة الخضراء بالجرام			
	الحشة الأولى	الحشة الثانية	الحشة الثالثة	الحشة الرابعة
٠,٠٧٥	١,٥١	٢,٢١	٢,٢٠	٢,٦٧
٥,٣٧٥	١,٥٦	١,٥٦	٢,١٥	٢,٥٧
١,٨٧٥	١,٦٧	١,٦٧	٢,١٦	٢,٥٠

ويتبين من الجدول أنه لم يكن لزيادة تركيز فو ٣٢ تأثير يذكر فى زيادة وزن الحشات .

وقد أوضحت مجلات التجارب المسئولة عن دراسة العناصر المشعة المستخدمة

فى الأسمدة أنه ليس لهذه العناصر تأثير قوى فى مضاعفة المحصول ، كما أشاعت بعض المصادر ، وأكدت هذه الحقيقة بكل وضوح محطات تجارب كورنيل ومجلس الأبحاث النباتية بتسفيل ومحطة تجارب كارولينا الشمالية وغيرها .

وقد درس تأثير العناصر النادرة التى تدخل فى عمليات بناء الكائنات الحية والتى ظلت وقتاً طويلا دون إمكان التوصل إلى دورها الرئيسى فى العمليات النباتية ، وأشهر مايقوم عليه التجارب الآن عنصرا النحاس والكوبلت ، كما استعمل الكوبلت لدراسة عادات الحشرات الغذائية حتى يمكن اختبار المبيدات المناسبة لها (انظر الشكل رقم ٢) .



الشكل رقم ٢ — يظهر به من أسفل إلى أعلا كيفية تعقب العنصر المشع (ك١٤) بعد امتصاصه نبات الذرة الشامية ، ومنه يتضح أنه يمكن معرفة نشاط العنصر من ناحية عمله فى المحصول وفى الحشرات والحيوانات

ويدرس كذلك الكبريت لمعرفة الطريقة التى يمتص بها ثم يتحول إلى مركبات عضوية وأخصها البروتين الذى يحتوى عليه ، كما يدرس باستعمال كب ٣٥ تأثيرها على الفطر والحشرات حتى يمكن التوصل إلى طريقة تقلل من استخدام الكبريت ،فقد اتضح أن الولايات المتحدة تستخدم منه سنوياً مايصل إلى ٥٠٠ مليون رطل لمقاومة الحشرات والأمراض .

مستقبل النظائر المشعة :

لا جدال فى أن استخدام هذه المواد فى البحوث الزراعية قد أخذ فى الانتشار بسرعة فى السنوات القليلة الماضية ، ويقام كثير من العامل الآن فى جهات مختلفة للافادة من هذه الوسيلة السريعة الدقيقة فى حل المشكلات الزراعية فعسى أن تهتم بلادنا بهذا النوع من الدراسة ، وتشجع الراغبين فى دراسة طرق استعمالها فى فروع العلم المختلفة .

المراجع

(1) General Electric Co.Adventures Inside the Atom.

(2) William me Pherson et al Chemistry at Work Gim & Co. 1949.

(3) Vincent Saucholli : Radioisotopes An Indispensable Aid To Agricultural Research. Behe crops. 1948.