

## « دور الطاقة الذرية فى التنمية الزراعية »

الأستاذ الدكتور / أحمد فؤاد الخولى

أستاذ العلوم الزراعية المتفرغ بهيئة الطاقة الذرية

### مقدمة :

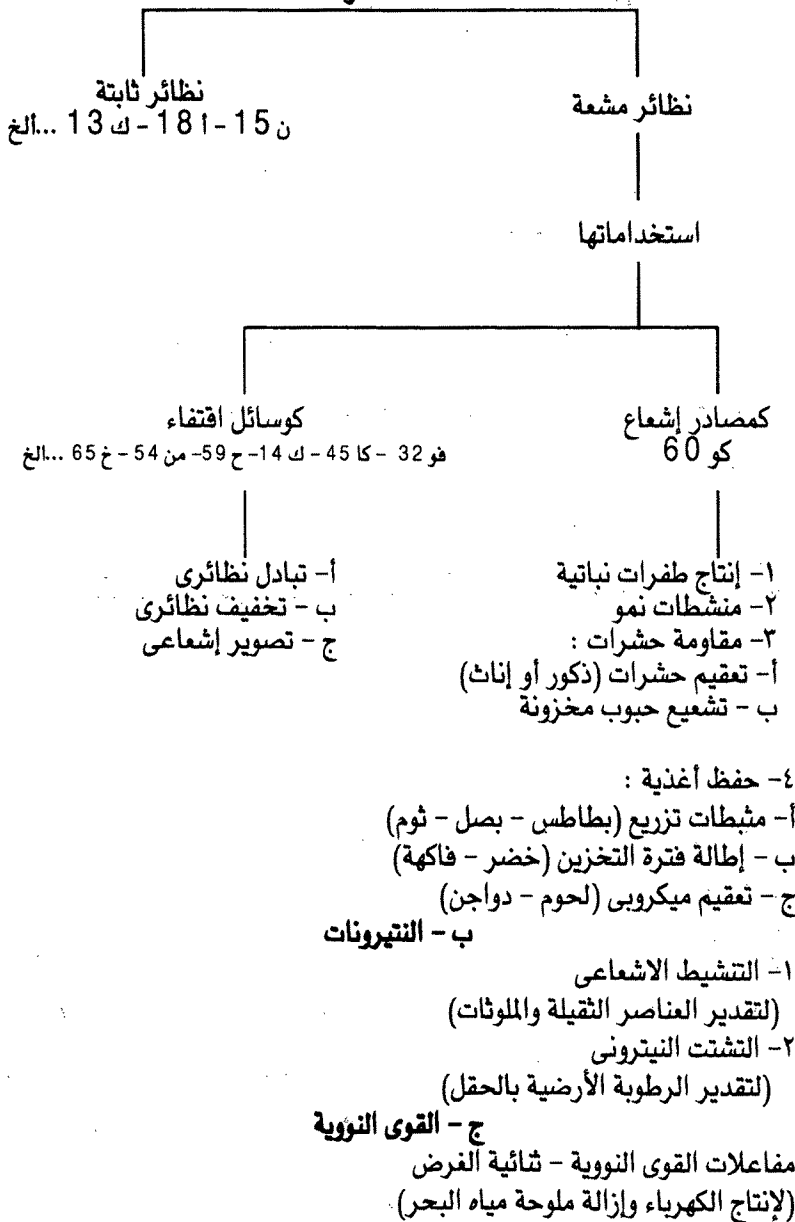
يعتبر الإنتاج الزراعى من أهم دعائم الإقتصاد القومى - ومن ثم فإن العمل على التوسع فيه سواء أكان أفقياً عن طريق زيادة المساحة القابلة للإستزراع - أو رأسياً عن طريق الإرتفاع بمستوى إنتاج وحدة المساحة - ذلك هو المجال الجاد والمتكامل الذى يتعاون فيه الباحثون الزراعيون - فى مختلف مجالات تخصصاتهم - لتحقيق ما يكفل الإكتفاء الذاتى من الغذاء والكساء - لمواجهة الزيادة المطردة فى السكان .

كما تجدر الإشارة هنا إلى أهمية المصادر المائية التى تعتبر من أهم الدعائم الرئيسية فى التنمية الزراعية - ولذا كان من الضرورى العمل على الإستفادة الكاملة من جميع المصادر المائية التقليدية وغير التقليدية - وكذلك بالعمل على ترشيد إستخدام المياه .

ومما لاشك فيه أن إستخدامات التقنيات النووية قد ساهمت مساهمة فعالة فى إثراء البحوث العلمية والتطبيقية الزراعية التى تهدف إلى رفع الكفاءة الإنتاجية فى مختلف مناحى الإنتاج الزراعى ، وفيما يلى نبذة مختصرة عن الإستخدامات السليمة للطاقة الذرية فى المجال الزراعى - بصفة عامة - وفى مجال الإنتاج النباتى - بصفة خاصة - مع الأخذ فى الإعتبار أهمية العلاقة فيما بين التربة والماء والنبات والمغذيات السمادية والعائد الإقتصادى .

شكل تخطيطى يوضح استخدامات التقنيات النووية فى المجال الزراعى

أ- النظائر



يتضح من الشكل التخطيطى أن إستخدامات الطاقة الذرية فى التمية الزراعية - بصفة عامة - تتركز على ثلاث مصادر أساسية هى :

- ١ - الإشعاع .
- ٢ - النظائر المشعة والثابتة .
- ٣ - القوى النووية .

### **Irradiation** ( أولاً ) الإستخدام المباشر للإشعاع :

يعتبر النظير المشع « الكوبلت ٦٠ » من أكثر النظائر شيوعاً كمصدر لأشعة جاما - وتتلخص مجالات إستخدامه فى الآتى :

### **Inducing Mutants** (١) إنتاج الطفرات الزراعية :

وذلك بتعريض البذور إلى جرعات إشعاعية مناسبة لإحداث بعض التغيرات الوراثية - تنتخب منها الصفات الوراثية المرغوبة - ثم يتم إكثارها - وبالتالي يمكن الحصول على طفرة نباتية أو صنف مستحدث ذى صفة مطلوبة مثل المقاومة للجفاف أو الملوحة أو ذى كفاءة إنتاجية عالية فى الإنتاج الكمى أو النوعى .  
وهذه التقنية النووية - ولا شك - أسرع بكثير من طرق تربية النباتات التقليدية التى تستغرق الكثير من الوقت والجهد لإنتاج أجيال متعاقبة من النباتات للحصول على الصفات المرغوب فيها .

### **Food Preservation** (٢) حفظ الأغذية :

أ - التعقيم الميكروبيولوجى الكامل للحوم والدواجن والأسماك - وذلك للتخلص من البكتريا المسببة للعفن أو التلف أو المرض .  
ب - القضاء على ظاهرة التزريع فى درنات البطاطس ورؤوس البصل والثوم خلال فترات تخزينها بين مواسم الإنتاج .  
ج - إطالة فترة حفظ الفاكهة والخضر الطازجة - وخاصة تلك المعدة للتصدير .

## Insect Control

### (٢) مقاومة الحشرات :

أ - تعقيم ذكور أو إناث الحشرات الضارة مثل ذبابة الفاكهة أو دودة ورق القطن - وإطلاقها بكميات كبيرة فى الجو للعمل على زيادة نسبة الحشرات العقيمة فى الوسط البيئى العام - وبالتالي تتخفض نسبة الإخصاب تدريجياً .  
ب - القضاء على أطوار حشرات الحبوب المخزونة - بعد الحصاد والجمع والتخزين .

### ثانياً ) : استخدام النظائر المشعة كوسائل إقتفائية :

## Tracer Techniques

وذلك بإضافتها إلى أى نظام حيوى ( تربة - نبات - حيوان .... إلخ ) - ولسهولة إقتفائها وقياسها بواسطة أجهزة القياس الإشعاعى - يمكن إستخلاص النتائج المطلوبة وفقاً لبعض الأسس العلمية الآتية :

## Isotopic Exchange

### (١) التبادل النظرى :

النظائر المشعة لمختلف العناصر لها نفس الخواص الكيميائية والبيولوجية التى لنظائرها الثابتة ( غير المشعة ) الموجودة طبيعياً فى أى نظام حيوى - وبالتالي فإن أى تبادل يتم بين العنصر الطبيعى الثابت مع نظيره المشع لا يحدث أى تغيير أو اضطراب فى النظام الحيوى من الناحيتين الكيماوية والبيولوجية - ولكن عن طريق خاصية الإشعاع التى يتميز بها النظير المشع - فإنه يمكن إقتفاؤه وتقديره كميأ باستخدام أجهزة القياس الإشعاعى وتطبيق بعض المعادلات الخاصة .

## Isotopic Dillution

### (٢) التخفيف النظائرى :

تعتمد هذه الطريقة على خلط كمية معلومة من عنصر ما مرقم بنظيره المشع "Labelled Element" ذى نشاط إشعاعى نوعى «Specific Activity» معلوم - إلى نظام حيوى يحتوى على كمية معلومة ( المراد تقديرها ) من نفس العنصر المضاف - وبعد حصول التجانس التام والوصول إلى حالة الإتزان - يقدر النشاط الإشعاعى النوعى للمخلوط - ويستخدم بعض المعادلات الخاصة - يمكن حساب وتقدير كمية العنصر غير المعلومة والموجودة طبيعياً فى النظام الحيوى الذى تم إختباره .

## Autoradiography

## (٢) التصوير الإشعاعي :

وهو عبارة عن عملية ضوئية كيميائية تعكس تركيز العنصر المشع على فيلم خاص - تحت ضغط خفيف ولدة معينة - ينتج عنها ظهور لون أسود تتناسب شدته طردياً مع درجة تركيز العنصر المشع - ويمكن تقدير درجة كثافة اللون الأسود بمقياس خاص «Densimeter» - وبالتالي يمكن التعرف على مواقع تجمع العنصر ونسبة تركيزه بالتقريب - وتستخدم هذه الطريقة في الدراسات الوصفية التقريبية - كما في الأمثلة التالية :

- أ - سلوك وانتقال العنصر من جزء إلى آخر من أجزاء النبات .
- ب - درجات توزيع العنصر في الأنسجة النباتية المختلفة .
- ج - أماكن تجمع العنصر في أجزاء النبات .

### ثالثاً) الاقتناء بالنظائر الثابتة :

نظراً لأهمية النيتروجين بالنسبة لنمو النبات وإنتاجه - ونظراً لأن دورة النيتروجين (Nitrogen Cycle) بالتربة والنبات ذات ديناميكية مستمرة من حيث تحولاته من صورة إلى أخرى بتأثير الكثير من العوامل المختلفة مثل بكتريا التربة وأثرها على معدنة النيتروجين (Mineralization) وتثبيتها بها (Immobilization) أو امتصاصه على مركب الطين بالتربة (Adsorption) أو فقدته في مياة الصرف على هيئة نترات نتيجة التآزت (Nitrification) أو تطايره في الجو على هيئة أمونيا نتيجة لعمليات عكس التآزت (Denitrification) - الأمر الذي جعل لدراسات النيتروجين أهمية بالغة بالرغم من الصعوبات والتعقيدات التي تواجه الباحثين في هذا المجال .

وفي النصف الثاني من هذا القرن - أمكن استخدام النيتروجين الثابت - ( $^{15}\text{N}$ ) كوسيلة اقتفائية متطورة - على نفس قاعدة التخفيف النظائري (Isotopic Dilution) - السابق الإشارة إليه - حيث أن نسبة ال  $^{15}\text{N}$  ATOM Excess إلى ال  $^{15}\text{N}$  Natural Abundance - تماثل النشاط الإشعاعي النوعي (Specific Activity) في حالة استخدام النظائر المشعة .

ومن هذا المنطلق - فإن استخدام نظير الأزوت الثابت - قد ساهم فى إثراء الدراسات المتعلقة بدورة الأزوت - ومن أهمها رفع كفاءة التسميد الأزوتى وتقدير الإحتياجات السمادية النتروجينية لمختلف المحاصيل تحت ظروف الأراضى المتباينة .

فى مجال التسميد الحيوى - كان لإستخدام نظير النيتروجين الثابت - أثره النشط والفعال فى تطوير وتحديث وتأكيد دور التسميد الحيوى - كعامل هام فى إمداد النبات بجزء من الأزوت المثبت من الجو (Biological Nitrogen Fixation) (BNF) - عن طريق بعض البكتيريا التكافلية ( ريزوبيا ) أو اللاتكافلية ( أزوتوباكتر ) أو السرخسيات (أزولا) أو الفطر (ميكوريزا) أو الطحالب ( Blue Green Algae ) .... الخ حيث أنه بهذه الوسيلة قد أمكن تقدير الأزوت الممتص بواسطة النبات من مصادره المختلفة ( أرض - سماء - جو ) - الأمر الذى سوف يساعد على تشجيع وإنتشار التسميد الحيوى وبالتالي سوف يعمل على تقليل استخدام الاسمدة الكيماوية من جانب - كما يعمل على تقليل التلوث البيئى من الجانب الأخر .

رابعاً) استخدام النيتروونات :

## Neutron Scattering

(١) التشتت النيترونى :

من أهم استخدامات التشتت النيترونى فى الزراعة - هى تلك التى ترتبط بالدراسات الخاصة بالعلاقة فيما بين التربة والماء والنبات - ويستخدم فى ذلك جهاز ال (Neutron Moisture Meter) وتعتمد نظرية استخدام هذا الجهاز على أن الهيدروجين - هو أحد مكونات الماء - له خاصية تثبيط حركة النيترونات فى النظام (System) المختبر - وهذا التثبيط يتناسب طردياً مع كمية الهيدروجين المتوفر بالنظام - أى درجة رطوبة النظام - وبالتالي فإن النيترونات المرتدة إلى الجهاز تشير إلى نسبة الرطوبة - موضحة على جهاز القياس (Detector) هذا مع الإحاطة بأن الجهاز يمكنه قياس الرطوبة الأرضية بالحقل على أعماق مختلفة وبدون حدوث أى تغيير (Disturbance) فى القطاع الأراضى أو النباتات النامية عليه .

## Activation Analysis

### (٢) التنشيط الإشعاعى :

يستخدم التنشيط الإشعاعى فى تقدير الملوثات من العناصر الثقيلة سواء بالتربة أو النبات أو بأحد حلقات الغذاء (Food Chain) - والتي يتعدى على الطرق الكيماوية التقليدية تقديرها بالدرجة الكافية من الدقة والحسم - نظرا لضآلة محتواها . ويتم ذلك بتعريض المادة أو النظام البيولوجى إلى حزمة من النيوترونات - بالمفاعل النووى - لتحويل كل محتوياتها من العناصر الثابتة إلى العناصر المشعة - وباستخدام جهاز ال Multi Channel Analyser - يمكن تقدير العنصر أو العناصر المراد تقديرها بالعينة المراد اختبارها .

### خامسا ( التطبيق العلمى لاستخدامات التقنيات النووية :

فى هذا المقام سوف نشير بإختصار إلى مجالات البحث العلمى والتطبيقاتى - التى تهدف إلى زيادة الإنتاج الزراعى من وجهة نظر المختصين فى بحوث الأراضى والمياه وتغذية النبات - باستخدام التقنيات النووية - وعلى سبيل المثال لا الحصر - نذكر الآتى :

## Soil Fertility

### (١) خصوبة الأراضى :

هذه الدراسات تعتمد أساسا على تقدير محتوى التربة الطبيعى الميسر (Available) من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات - سواء أكانت من العناصر الكبرى (نيتروجين - فوسفور - بوتاسيوم) أو عناصر دقيقة (زنك - منجنيز - نحاس - حديد) ومن ثم يمكن تقدير حاجة التربة والنبات إلى التسميد . ولقد كان لتطوير طرق تقدير هذه العناصر باستخدام النظائر المشعة أو الثابتة أثرها الواضح فى دقة التقدير وسرعته - إذا ما قورنت بطرق التقدير الكيماوية التقليدية .

## (٢) الاحتياجات السمادية للمحاصيل وكفاءة التسميد : Fertilization

من المعروف أن الوطن العربي يستهلك كميات متزايدة سنويا من الأسمدة الكيماوية الأزوتية والفوسفاتية - هذا مع الإشارة بأن الفاقد منها يصل إلى ٧٠٪ حيث أن كفاءة التسميد بالنسبة للأسمدة الأزوتية لا تتجاوز الـ ٣٠٪ - وربما تقل كفاءة التسميد الفوسفاتى عن ذلك بكثير وخاصة بالأراضى الجيرية - ولذا كان من الأهمية بمكان العمل على زيادة كفاءة التسميد - وبالتالي الإقلال من الفاقد منه - وكذلك العمل على تقدير الاحتياجات السمادية المثلى والاقتصادية لمختلف المحاصيل وتحت ظروف الأراضى المختلفة .

وفى هذا المجال قد أدى استخدام النظائر دوراً حيوياً وفعالاً فى هذه الدراسات - وخاصة فيما يتعلق بالآتى :

أ- إمكان تقدير الاستهلاك الفعلى للنبات من العناصر الغذائية المراد دراستها - وتحديد الكمية الممتصة من السماد المضاف وتلك الممتصة من المحتوى الطبيعى بالترية - وذلك فى آن واحد - الأمر الذى يتعذر الحصول عليه باستخدام الطرق الكيماوية التقليدية - بنفس المستوى من الدقة والحسم .

ب- دراسة العوامل الديناميكية الأرضية والبيئية التى تؤثر على فقد الأسمدة المضافة كما فى حالات التثبيت الأرضى للفوسفور - والرشح والتطاير والتآزت وعكس التآزت ... الخ فى الأسمدة النيتروجينية .

ج- دراسة مختلف صور الأسمدة وطرق ومواعيد الإضافة (أرضية أو خضرية) - التى تتناسب مع مختلف المحاصيل وتحت ظروف وطبيعة الأراضى .

د- الدراسات المتعلقة بالتسميد الحيوى ( Biofertilization ) أى تقدير الأزوت المثبت من الجو ( "BNF" Biological Nitrogen Fixation ) عن طريق البكتريا أو العقد الجذرية أو غيرها - وقد ساهم استخدام نظير النيتروجين الثابت (  $^{15}\text{N}$  ) فى محاولة التوسع فى الأفادة من التسميد الحيوى والحد نسبياً من استخدام الأسمدة الكيماوية .



٥- الدراسات المتعلقة بالتلوث البيئي (Environmental Pollution) - من حيث المعادن الثقيلة - كالرصاص والكوبلت والكاديميوم والزنك وغيرها من الملوثات التي تنتقل إلى النباتات - عن طريق الأسمدة العضوية والمياه الملوثة - وقد يساهم في هذه الدراسات أيضا التنشيط الإشعاعي .

#### (٤) الاحتياجات المائية للنبات : Water Requirement

وفي هذا المجال فإن استخدام تكنولوجيا النشتت النيتروني (ومن أهم أمثلته جهاز ال Neutron Moisture Meter) - قد ساهم كثيرا في الدراسات المتعلقة بتقدير الاحتياجات المائية للنبات - وزيادة كفاءة الري - وترشيد استخدامات المياه المتاحة - وذلك من خلال التقديرات التالية :

أ- توزيع المياه بالتربة خلال فترة نمو النبات - الأمر الذي يفيد في حساب الاستهلاك المائي الفعلى خلال مراحل نمو النبات .

ب - تقدير معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة - وذلك لتقدير معدل التسرب العميق تحت منطقة الجذور .

ج - تقدير مخزون المياه بالقطاع الأرضي لإمكان تحديد كمية المياه المطلوب إضافتها - وبذلك يمكن الوصول إلى الاستخدام الأمثل للمياه عن طريق جدولة الري .

د - المقارنة بين كفاءة طرق الري المختلفة (تنقيط - رش - سطحي).

#### سادساً) القوى النووية : Nuclear Power

إن استخدام القوى النووية في إنتاج الكهرباء وتحلية المياه المالحة - تمثل أهمية كبرى نظرا لحاجة البلاد الماسة إلى المزيد من الطاقة الكهربائية وكذلك إلى المزيد من مصادر المياه العذبة التي تتناسب مع الزيادة المتنامية في عدد السكان وهياكلهم المعيشية والطموح المطرد إلى المستوي الملائم من التنمية الاقتصادية على المستوى العام - هذا بالإضافة إلى ما تمتاز به تكنولوجيا القوى النووية من عدم تلويث البيئة إذا ما قورنت باستخدام القوى الحفرية (فحم - بترول - غاز ... الخ).

سابعا) مميزات استخدام التقنيات النووية فى المجال الزراعى :

## Advantages of using Nuclear Techniques in Agriculture

يمكن تلخيص أهمها فى الآتى :

- ١- حساسية القياس ودقة التقدير باستخدام النظائر المشعة - تفوق بكثير تلك التى تنتج عن استخدام طرق القياس أو التحليل بالطرق الكيماوية التقليدية .
- ٢- استخدام النظائر المشعة يتيح إمكانية دراسة حركة وميكانيكية الظواهر والتفاعلات الحيوية فى النظام البيولوجى (نبات أو حيوان) .
- ٣- باستخدام النظائر المشعة أو الثابتة - يمكن تقدير العناصر الغذائية الممتصة بواسطة النبات - تقديرا كمييا - مع تحديد مصادرها المختلفة (تربة - سماد - جو) وذلك فى آن واحد - الأمر الذى يتعذر على الطرق الكيماوية تحقيقه بالسرعة والدقة المطلوبة .
- ٤- فى حالة دراسة امتصاص العناصر "Ion uptake" فإنه باستخدام النظائر المشعة يمكن تقدير العنصر المراد اختباره فى النظام البيولوجى مهما كانت الكمية المضافة منه ضئيلة - وكذلك حتى لو كانت الممتصة منه أقل بكثير من الكمية الموجودة أصلا بالنظام البيولوجى قبل الإضافة - ومن أمثلة ذلك الدراسات المتعلقة بالعناصر الدقيقة "Microelements" ذات التركيزات المنخفضة - التى غالبا ما تكون تحت مستوى حساسية الطرق الكيماوية التقليدية .
- ٥- التجارب التقليدية (حقلية أو خضرية) فى حاجة إلى وجود معاملة المقارنة "Blanco Plants" أما فى حالة استخدام النظائر المشعة فإنه لا ضرورة لهذه المعاملة .