



# التقنيات النووية والتنمية المستدامة في الزراعة والغذاء

اعداد

الدكتور حسين فاضل الربيعي

خبير و رئيس باحثين علميين

دائرة البحوث الزراعية

وزارة العلوم والتكنولوجيا

بغداد ، العراق

2012

## مقدمة

منذ تأسيس الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA في عام 1957 كأحدى مؤسسات الأمم المتحدة عملت ولا زالت من خلال الدول الاعضاء فيها والعديد من الشركاء حول العالم على تحفيز وتشجيع الاستخدام الآمن والسلمي للتقنيات النووية Nuclear Techniques في مختلف المجالات العلمية والتكنولوجية والقطاعات الاقتصادية ومنها قطاع الغذاء والزراعة، اخذاً بنظر الاعتبار التأكيد على ان يكون دور التقنيات النووية وتطبيقاتها في عمليات التطوير المستدام واضحاً ومتعدد الأوجه ويوازي قدر الإمكان محدودية البيئة في النمو والتطور ضمن مناطق العالم حيث يكون ذلك ممكناً وضرورياً وان تؤدي الى تحسين نوعية الحياة حيث استهلاك المواد والسلع والطاقة في اعلى مستوياته.



ان توفر البذور والأسمدة ذات الكفاءة يعد من العمليات المهمة جداً لكنها لا تحل لوحدها معضلة الإنتاج الزراعي والغذائي المستدام ما لم تعالج مشاكل تدهور الأراضي وشحة مياه الري والاضرار المتزايدة للآفات الزراعية ... الخ. إن الإدارة المتكاملة للمصادر الطبيعية وبالتوافق مع تطبيق مدى واسع من التقنيات النووية يمكن العمليات الزراعية الحالية من التحول نحو مستوى عالي من الإنتاجية وبصورة مستدامة وفي نفس الوقت بالإمكان خفض انبعاث غازات الدفيئة وبهذا تساعد في معالجة التغيرات المناخية، من جهة أخرى لابد من التصدي لنوعية الأغذية المتاحة وبالتحديد للأطفال والشبان، اذ لابد من التأكد من توفر الأغذية الملائمة والغنية بالمغذيات الأساسية والفيتامينات وباسعار ملائمة.

تتمثل الإضافات المعنوية للتقنيات النووية في الغذاء والزراعة وذات العلاقة بالتنمية المستدامة Sustainable Development في مجالات خصوبة التربة والمياه والإنتاج النباتي والحيواني والسيطرة على الحشرات وغيرها من الآفات وتربية وتحسين المحاصيل والكيميائيات الزراعية ومتبقياتها. حيث سيتم التطرق على سبيل المثال

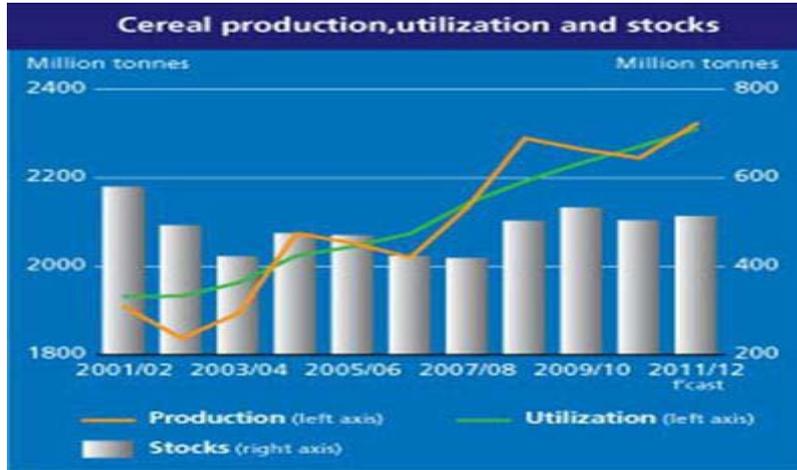
الى موضوع تطبيقات تقنيات النظائر Isotope Techniques لتقليص استخدام الأسمدة النتروجينية وتطبيقات التقنيات النووية لإيادة او السيطرة على الآفات الحشرية من خلال تقنية الحشرات العقيمة التي تساعد في تقليص استعمال المبيدات الخطرة على صحة الإنسان والبيئة فضلاً عن استعمالات التقنيات النووية وغير النووية ذات العلاقة في تحسين الأمن الغذائي العالمي من خلال الإنتاج المستدام للثروة الحيوانية عبر تحسين الإنتاجية اعتمداً على الاستخدام الأمثل للأعلاف المتوفرة محلياً وبرامج التربية والتحسين للحيوانات الداجنة وتشخيص الأمراض الحيوانية وسبل السيطرة عليها.

ومن خلال هذه الدراسة سنحاول ان نستعرض ما قدمته التقنيات والطرائق النووية الى التنمية المستدامة للزراعة والغذاء والتي تطورت في مختبرات وحقول الوكالة الدولية للطاقة الذرية وتلك التي اختبرت و طبقت من قبل العديد من العلماء والباحثين في مختلف ارجاء العالم ومنها العراق وما قدمه الباحثون العراقيون خلال عملهم في منظمة الطاقة الذرية العراقية.

## مؤشرات التطور الزراعي

لا بد في البداية ان نستعرض بعضاً من النواحي الرئيسية للتطور الزراعي في العالم والتي تمثلت في:

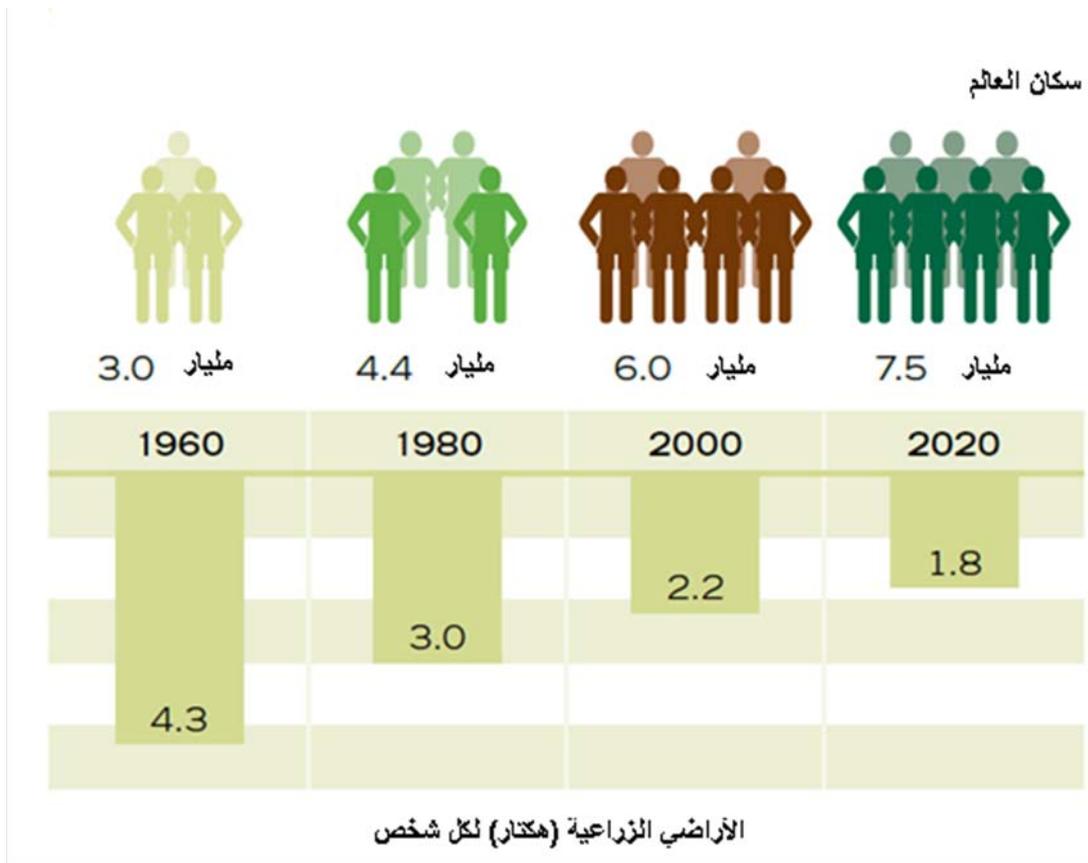
- الزيادة المضطربة في إنتاجية الحبوب بالدرجة الرئيسية ، تليها زيادة ملموسة في إنتاجية الخضر والبقول والفواكه. ان هذه الزيادة في الإنتاجية جاءت نتيجة ازدياد استعمال الأسمدة والمبيدات الكيميائية وبمعدل تسعة إضعاف و32 ضعفاً على التوالي فضلاً عن العديد من العوامل الاخرى.



- ان كميات الإنتاج الزراعي يمكن لها وبصورة نظرية من ان تغطي احتياجات سكان العالم وبحود ست بلايين نسمة في حالة التوزيع العادل على السكان، الا ان الاختلافات الكبيرة في الإنتاج والاستهلاك ما بين الدول النامية والفقيرة من جهة والدول الغنية من جهة اخرى سيخل بهذه الموازنة الافتراضية. ففي المعدل فأن سكان الدول الغنية والذين يمثلون 20% من سكان العالم يستهلكون بحود 40% من الطاقة (ممثلة بالسعرات الحرارية) اكثر من احتياجاتهم، في حين ان سكان الدول النامية والفقيرة يحصلون على ما معدله

15% أقل من الحد الأدنى الأساسي من السعرات الحرارية وهناك أكثر من بليون شخص في العالم لا يحصلون على كفايتهم من الغذاء لكي يعيشوا حياة منتجة وطبيعية.

- وجود ميل نحو الانخفاض التدريجي في الانتاج الزراعي العالمي يمكن ان يعزى الى الزيادة السريعة في سكان العالم (ثلاثة بلايين عام 1960 اصبحت ست بلايين عام 2000 ومن المتوقع ان تصبح تسعة بلايين بحلول عام 2050) وايضاً الى استمرارية تدهور الاراضي الزراعية والاستخدام المفرط لها ونقص المغذيات وتعرية التربة السطحية . حيث تشير الدراسات الى انخفاض معدل الاراضي الصالحة للزراعة قياساً الى السكان بحدود 40-55%، ولقد صحت توقع منظمة الغذاء والزراعة الدولية التابعة للأمم المتحدة في ان بداية القرن الحالي سيشهد تدهور ترب دول العالم الثالث المعتمدة على الامطار وبتحدهود ما نسبته 65%،



وفضلاً عن أن حوالي 1.5 مليون هكتار من الأراضي المروية ستصبح متملحة سنوياً ومقابل ذلك هناك الأراضي القاحلة وشبه القاحلة التي تمثل حوالي 40% من الأراضي في العالم والتي يستوطنها بحدود 700 مليون شخص وان حوالي 60% من هذه المناطق تقع في البلدان النامية والفقيرة. وتكمن خطورة هذه الحالة عبر مثالي الشرق الأدنى والهند، حيث تنمو بحدود 75% من المحاصيل في منطقته الشرق الأدنى تحت ظروف الأراضي الجافة او المطرية، ويمكن تلافي 70% من النقص الموجود في الغذاء والأعلاف عبر زيادة إنتاجية الأراضي المزروعة بالمحاصيل. والحالة نفسها موجودة في الهند حيث 45% من مجمل

الإنتاج الزراعي يتأتى من المناطق الجافة، وهنا لا بد من زيادة الإنتاج بنسبة 60% للحصول على غذاء وأعلاف كافية للزيادة المتوقعة في سكان الهند الذي سيصل إلى أكثر من بليون نسمة.

- بالرغم من ان معظم الزيادة التي حدثت في الإنتاج الزراعي يمكن أن تعزى مباشرة إلى زيادة استخدام الكيماويات الزراعية Agricultural Chemicals ومياه السقي، فإن الجوانب السلبية لذلك تمثلت في الاستعمال المفرط للأراضي الحدية Marginal Lands ومصادر المياه فضلاً عن التلوث البيئي المتسبب عن الاستخدام الزائد للمبيدات والأسمدة. تبعاً لذلك لا يمكن مواصلة هذا النمط من الاستخدام غير المسؤول للكيماويات الزراعية كي نحصل على زيادات في الإنتاج الزراعي، اخذاً بنظر الاعتبار ان عدم استخدامها سيساعد في حدوث نقص في الامدادات الغذائية وخصوصاً اذا علمنا ان سكان العالم قد وصل إلى ما يقارب السبعة بلايين نسمة في حين أن مساحة الأراضي الزراعية لكل نسمة قد انخفض من 3000م<sup>2</sup> إلى 2000م<sup>2</sup>.

## التقنيات النووية في الزراعة والغذاء

ان الانشطة والبرامج الزراعية المستدامة التي تدخل فيها التقنيات والطرائق النووية عديدة ومتنوعة الا ان بالامكان اجمالها ضمن المواضيع التالية:

### 1 خصوبة التربة والري



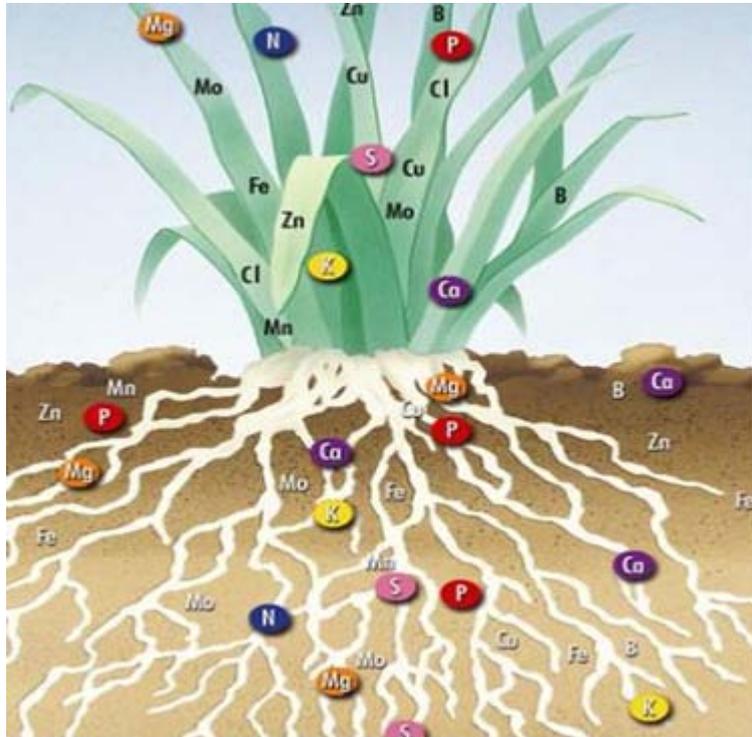
تستخدم النظائر المشعة Radioactive Isotopes والمستقرة Stable في تتبع او قياس او تحسس مسار الاسمدة وتحولها بعد اضافتها للتربة كذلك قياس توفر المغذيات في التربة والنباتات. واستخدمت ايضاً التقنيات النووية لتحديد رطوبة التربة في حين تم توظيف النظائر المستقرة لقياس ومن ثم تحسين المسار الطبيعي لتثبيت النترجين وفق مفهوم اللقاحات البيولوجية وبما يسهم في تقليل الاعتماد على الاسمدة الكيماوية.

لقد اتضح وبصورة جلية ان النترجين يعد من العناصر الحرجة في توفير الاحتياجات العالمية من الأغذية والأعلاف والوقود والألياف، تبعاً لذلك فإن المستخدم من كميات الاسمدة النتروجينية غالباً ما تكون ضرورية للحصول على المستويات المطلوبة من الانتاج النباتي. مع ذلك فقد دلت الدراسات الى ان جزء محدد من

كميات الاسمدة النتروجينية المستخدمة يكون متوفراً وتستفاد منه النباتات وان معظم النتروجين في التربة والنتروجين المتأاتي من الاسمدة يجدان طريقهما الى البيئة كملوثات اعتماداً على نوعية برنامج التسميد المستخدم. إن وصول مكونات الأسمدة النتروجينية إلى الأرض والمياه السطحية يمكن ان يلوث مياه الشرب ويتسبب في زيادة القابلية الغذائية Eutrophication للمسطحات المائية. وهناك أيضاً تأثيرات بيئية ضارة أخرى تتأاتي من إطلاق مركبات غاز النتروجين من خلال التفاعلات الكيميائية والميكروبية مثل تطاير الامونيا وتكوين اوكسيدات النتروجين وعملية إزالة النترجة Denitrification. وللتغلب على هذه المشاكل يتطلب ان يكون استخدام الاسمدة النتروجينية تحديداً بصورة كفؤة وبأقل ما يمكن من التأثيرات على البيئة. ويتم استخدام نظير النيتروجين المستقر  $^{15}\text{N}$  في الدراسات الكمية لسلوك النتروجين وتحولات الاسمدة النتروجينية في البيئة ومسار متبقيات في الانظمة الزراعية - البيئية.

ان تبني التطبيقات الحديثة للاتسميد (مثلاً اضافتها مع ماء السقي) يؤدي الى تقليص كمياتها المستخدمة في انتاج نفس المستويات من الغذاء ، وفي العديد من البلدان فان هذا الامر يمكن ترجمته الى توفير ملايين الدولارات سنوياً وفي تلوث بيئي أقل.

وفي مجال علوم التربة فان التقنيات والطرائق النووية يمكن ان تساعد في تحديد الادارة الافضل للاسمدة مثل التوقيات والموضع ومصدر السماد فضلاً عن تشخيص الصنف النباتي الكفؤ في اخذ المغذيات واستخدامها، اي اعطائة نفس الانتاجية بكمية اقل من السماد.



وتستخدم تقنية  $^{15}\text{N}$  في تحديد كمية النتروجين المثبت بيولوجياً في الحقول المزروعة بالبقوليات وغيرها من المحاصيل لاحقاً. حيث تستهدف البحوث الارتقاء بمستوى الاستفادة من هذا المصدر النتروجيني الاضافي في

العديد من الانظمة الزراعية بضمنها الغابات. ان مثل هذه النباتات التي بأماكنها تثبيت النتروجين تستخدم غاز النتروجين المتوفر في الجو وبمساعدة غير مباشرة من طاقة الشمس. وتعد هذه الطريقة امينة بيئياً ولا تتضمن مخاطر التلوث المرافقة للاستخدام العشوائي للاسمدة الكيميائية.

من جهة اخرى تستخدم النظائر المشعة والمستقرة في دراسات تثبيت النتروجين من قبل بعض انواع الاشجار وخصوصاً تلك التي يمكن الاستفاد منها في تحسين خواص الترب او كمصدر للوقود او غذاء للحيوانات او كأخشاب...الخ.

يمكن للتقنيات النووية والنظائر المستقرة والمشعة أن تلعب دوراً مهماً في:

- التغلب على تأثيرات التغير المناخي في نوعيه الترب ونتاجية الارض لاغراض الزراعة المستدامة.
  - تقليص انبعاث غازات الدفيئة (البيت الزجاجي) وزيادة مسك ثنائي اوكسيد الكربون في الاراضي الزراعية المنتجة والحديثة.
  - تحسين الحفاظ على المدخلات الخارجية (مثلاً الاسمدة) والمصادر الارضية والمائية وبالتالي تحسين الزراعة المستدامة وحماية البيئة وتحسين معيشة الفلاحين.
- وفي العراق فان الانشطة في هذا المضمار شملت:
- استعمال النظائر المشعة مثل ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^8\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) في تقييم مسار نواتج الانشطار والمتساقطات في الترب ضمن منظومات مختبرية معدة لهذا الغرض.



- استعمال النظائر المشعة  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{63}\text{Cu}$ ,  $^{45}\text{Mn}$ ,  $^{65}\text{Zn}$  كمقننات لتقييم تحول كل عنصر وتوزع اشكاله في مختلف الترب العراقية.
- استعمال  $^{36}\text{Cl}$  و  $^{22}\text{Na}$  لتقييم طرائق اصلاح الترب المتأثرة بالأملاح وتحديد كمية المياه اللازمة لأزالتها.
- استعمال  $^{32}\text{P}$  لتحديد معدل تفاعل الفسفور وتحوله واستخلاصه من الترب الجبسية.
- استعمال النظائر المستقرة مثل  $^{15}\text{N}$  لتقييم كفاءة الأسمدة النتروجينية والتثبيت البيولوجي للنتروجين.
- استعمال  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Cr}$  لتقييم دور الزراعة المتعاقبة في ازالة النظائر المشعة من الترب الملوثة.
- دراسة تأثير مخلفات المجاري المعالجة بالاشعاع في انتاجية الذرة الصفراء وبعض خواص التربة.

## 2- الكيمياء الزراعية ومتبقياتها

تستخدم النظائر أو المقننات Tracers المشعة وعلى نطاق واسع في دراسات مسار Pathways الكيمياء الزراعية ومتبقياتها Residues. لقد اسهمت تقنية المقنن في معرفة مصير المبيدات ، حيث يفضل عند تنفيذ مثل هكذا تجارب استخدام النظير  $^{14}\text{C}$  في تزييم او تعليم labelling المركبات المراد دراستها وبمواقع محددة في تلك المركبات. والهدف من ذلك هو تطوير الاستخدام الفعال للمبيدات والاسمدة والمغذيات ومن اجل تقليص او ازالة كل التأثيرات الجانبية غير المرغوب فيها.



كما وتستخدم المركبات المشعة والمعلمة في تطوير انواع المبيدات المسيطر على اطلاقها Controlled Release والتي يمكن ان يؤدي استخدامها الى تقليص كميات المبيدات المستعملة وتحسين درجة الامان للمستخدم وغيره من الكائنات غير المستهدفة وكذلك خفض التلوث البيئي (بضمنها التلوث الارضي والماء) فضلاً عن الوصول الى مكافحة افات فعالة واقتصادية. واصبح من الواجب في الوقت الحاضر وقبل تسجيل أي مبيد اجراء سلسلة من اختبارات التحليل الاشعاعي واستخدام مركبات معلمة بنظير مشع لدراسة مشكلات انتقال المبيد في المحيط البيئي.

وكمثال على ذلك استخدام المصايد الجاذبة المشبعة بالمبيدات في مكافحة ذبابة التسي تسي (الناقل لمسبب مرض النوم) كذلك معاملة شباك النوم بالمبيدات لمكافحة البعوض الناقل لمرض الملاريا بهدف تقليص او ايقاف طريقة رش المبيدات بالصورة التقليدية غير الموجهة مما يجعل هذه الطريقة غير ملوثة وامنة للنظام البيئي بصورة عامة ، من جهة أخرى يمكن توظيف هذه التقنيات في دراسات التأثيرات السلبية لمبيدات الكلور العضوية على المجموعات النباتية والحيوانية.



## ٢ مكافحة الآفات الحشرية



تعد المبيدات الحشرية الطريقة الاساسية في مكافحة الآفات الحشرية وستبقى كذلك في المدى المنظور لذلك فإن هذه المبيدات ستستمر في إحداث ضرر وتلوث بيئي فضلا عن إن الحشرات ستصبح مقاومة لمثل هذه المبيدات ان مثل هذه الاسباب وغيرها قادت الى البحث عن طرائق بديلة لمكافحة الآفات الحشرية، وكان من بينها تقنية الحشرات العقيمة Sterile Insect Technique التي تعتمد على تحديد نسل الحشرات المستهدفة. تتصف تقنية الحشرات العقيمة بكونها موجهة نحو نوع أفة محدد وامنة بيئياً حيث يتم خلالها انتاج واطلاق حشرات (غالباً ذكور الافة المستهدفة) عقيمة جنسياً Sexually Sterile بوساطة أشعة كاما او اكس وعند



تتزوج هذه الحشرات في الحقل مع الاناث الطبيعية المتواجدة في الحقل لا تتمكن البيوض التي تضعها الاناث من الفقس وانتاج افراد جديدة. وعبر تكرار هذه الاطلاقات وبأعداد كافية من الذكور العقيمة يمكن التوصل الى اباده سكان الافة المستهدفة. ونتيجة كون إن مثل هذه التقنية آمنة بيئياً واقتصاديً على المدى البعيد تم تطبيقها في مكافحة أو إبادة عدد من الآفات الحشرية في مقدمتها الدودة الحلزونية للعالم الجديد التي تصيب الماشية وذبابه التنسي تنسي والعديد من أنواع ذباب الفاكهة وخصوصاً ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط وبعض أنواع حرشفية الأجنحة مثل دودة ثمار التفاح وحفار ساق الذرة الأوربي والعثة ذات الظهر الماسي ... الخ.

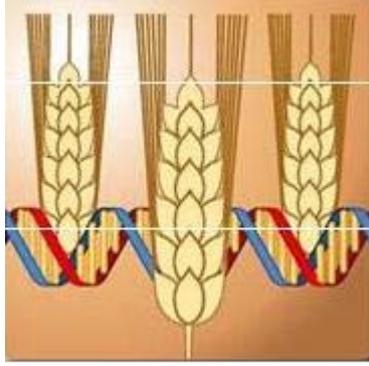
من جهة أخرى فإن التقنيات النووية والنظائر المشعة تشكل أدوات مفيدة في دراسات تقييم المدى العائلي Host Range لعوامل المكافحة الإحيائية مثل المتطفلات والمفترسات حيث يتم إعدام الأفراد الأولية المطلقة في الحقل للتأكد من مداها العائلي. كما يلعب الإشعاع دوراً مهماً في خفض استجابة العائل المناعية اتجاه المتطفل المدخل وبما يجعله أكثر ملائمة للتطفل، كما بالإمكان استخدام الإشعاع في أطالة أو إبطاء تطور العائل لأغراض السيطرة على الإنتاج الكمي Mass Production وتحديد الفترة المناسبة للتطفل. ويساعد الإشعاع في التخلص من أو إحداث العقم الجنسي في الآفات الحشرية المستخدمة كعوائل والتي قد تتواجد أثناء عمليات النقل والشحن.

وفي العراق تم تنفيذ عدد من البرامج البحثية والريادية الخاصة بأستحداث العقم الجنسي الكامل والموروث بوساطة الإشعاع في بعض أنواع الآفات الحشرية ذات الأهمية الاقتصادية مثل أنواع عث التمر ودودة ثمار الرمان ودودة جوز القطن الشوكية وحفار ساق الذرة ودودة درنات البطاطا وذبابة ثمار القرعيات والدودة الحلزونية للعالم القديم بهدف تطبيق تقنية الحشرات العقيمة للحد من اضرار هذه الافات المهمة.



وقد اثبت العديد من البحوث جدوى استخدام النظائر المشعة في تتبع العلاقة بين المتطفلات الخارجية من المفصليات وعوائلها النباتية او الحيوانية. ومن نتائج هذه البحوث اصبح بالامكان التعرف على مختلف اليات انتقال المسببات المرضية (مثل الفيروسات) بوساطة الآفات الحشرية ، والتي قد تحصل نتيجة التلوث الخارجي لاجزاء الفم. من جهة اخرى تشكل الحشرات والقراد والحلم بمجموعها غالبية انواع المملكة الحيوانية وتبعاً لذلك تؤدي هذه المفصليات دوراً مهماً كونها مؤشر حياتي في دراسات البيئة الاشعاعية Radioecology من خلال نقل النظائر المشعة وتجميعها خلال الانظمة البيئية المختلفة.

#### 4-تربية وتحسين النبات



ان الهدف العام لاستخدام التقنيات النووية وخصوصاً استحداث الطفرات في النباتات هو تحسين مستويات الامن الغذائي من خلال الانتاج الزراعي المستدام. فكل الجهود في هذا المجال موجهة نحو تحسين الانتاج ونوعيته من خلال زيادة انواع المحاصيل وتكيفها للاستخدامات المحلية فضلاً عن التصدير وبالتالي زيادة المدخولات وتطوير الحياة الاقتصادية والاجتماعية. ان عمليات توطين وتدجين الانواع البرية **Wild Varieties** للمحاصيل البرية مكن من القيام بأول فعاليات زراعيه منظمة في حين قامت الدراسات الخاصة بتربية وتحسين النباتات من جعل هذه الانواع ذات مواصفات زراعية افضل وخصوصاً انتاجيتها العالية. إلا إن العديد من الأصناف المستحدثة تعاني من بعض المواصفات غير الجيدة منها ضعف مقاومتها للأفات وخصوصاً الأمراض التي غالباً ما تنتشر بصورة كبيرة ضمن الأنظمة الزراعية وحيدة النوع **Monoculture** وكما حدث سنة 1840 لمحصول البطاطا في ايرلندا. وفي الستينيات من القرن الماضي حدث ان تفشى مرض الصء المخطط على الحنطة في ولاية مونتانا الأمريكية وتسبب في فقدان ثلث الحاصل وتم التغلب على هذه المشكلة بالاستعانة بجينات مقاومة موجودة في الحنطة البرية التركية لمثل هذا المرض والعديد من الأمراض الاخرى. وينطبق هذا الامر على محصول الذرة حيث ان عمليات التضريب الداخلية تؤدي الى وجود جينات متشابهة موحدة في كافة الصروب، الا ان ادخال الجينات من الصروب البرية يزيد من مقاومة الصروب الجديدة للعديد من الامراض التي تصيب نباتات الذرة.



وبالرغم من اهمية التهجين Hybridization مع الضروب البرية للحصول على إنتاجية اعلى ووقاية من الأمراض والحشرات، فإن الطفرات المستحدثة بصورة اصطناعية قد وفرت طريقاً مهماً اخر للحصول على ضروب ذات مواصفات زراعية مرغوبة. ففي خلال الفترة 1970-1990 ازداد عدد الضروب المنتجة بطريقة استحداث الطفرات بوساطة الاشعاع المؤين من 170 ضرب الى 3100 ضرب. ومنذ ذلك الوقت ولحد الان اصبح عدد الضروب النباتية اكثر من 5000 ضرب زراعي ذو مواصفات زراعية مرغوبة. وبهذه الطريقة امكن لمربي النبات من الحصول على مصادر جينية جديدة لاغراض التربية والتحسين لمختلف الصفات الزراعية.



وخلال السبعين سنة السابقة فإن العديد من برامج التربية والتحسين في العالم قد استخدمت الأشعة السينية وأشعة كاما والمعجلات النيترونية Neutron accelerator لاغراض استحداث الطفرات في مختلف أنواع النباتات وخصوصاً محاصيل الحنطة والشعير والذرة والرز ... الخ. ان اكثر المواصفات اهمية التي من الممكن الحصول عليها بوساطة التطفير بالاشعاع وذات العلاقة بالتطوير الزراعي المستدام تتمثل في:

- زيادة في مقاومة النباتات للافات مما يقلل من استخدام المبيدات الكيميائية في عمليات مكافحة وبما يساعد في حماية البيئة من تأثيراتها الجانبية .
- تحسين المواصفات الزراعية للمحاصيل مثل زيادة تحملها لظروف الجفاف والتملح والحرارة وظروف الشتاء القاسية وبهذا تمكن المحاصيل من التكيف لظروف الأراضي الحدية.
- تقصير فترة النمو لتجنب الانجماد والآفات والسماح بعمليات الدورات الزراعية لمحاصيل اخرى وتحسين مقاومة الاضطجاع (طول اقصر وسيقان اكثر صلابة) مما يعطي المحاصيل فرصة أفضل في ظروف المطر الكثيف والعواصف.



- تحسين الانتاج من خلال تحسين عملية تثبيت النتروجين على سبيل المثال.
- ومن خلال تطبيق تقنيات الإكثار الدقيق Micropropagation مع التطفير خارج الجسم الحي تتوفر حالياً مصادر وراثية واسعة امام مربي النبات لانتاج ضروب وأصناف مختلفة من المحاصيل ذات مواصفات زراعية

مرغوبة. كما ويستخدم التطهير بالأشعاع في برامج تربية وتحسين الأشنات من نوع Azolla–Anabaena بهدف تحفيز مقاومتها لظروف الشد البيئي مثل الملوحة ومستويات الألمنيوم السامة ولمبيد الادغال البروبانيل (مبيد ادغال الرز). ان نظام الازولى يعد احد الأنظمة المهمة في تثبيت النتروجين حيث يعد احد المخصبات الاحيائية المهمة في مزارع الرز. وقد تم الحصول على سلالات من هذا الاشن ذات مقاومة للمستويات السامة من الملوحة وبإمكانها النمو تحت الظروف العليا من الحموضة ومستويات الألمنيوم.

كما أدى استخدام النظائر المشعة والثابته في الدراسات التجريبية لفلسجة النبات الى تقدم كبير في فهم الاليات الاساسية لعملية البناء الضوئي Photosynthesis والمسارات الايضية Metabolic Pathways المركزية الأخرى.

وفي العراق فقد تم استخدام الأشعاع المؤين في استحداث الطفرات الوراثية في بعض المحاصيل الزراعي المهمة وجرى تنفيذ العديد من برامج التربية والتحسين في هذا المضمار اثمرت عن تسجيل واعتماد اكثر من عشرة أصناف من الحنطة الخشنة والناعمة وخمسة أصناف من الشعير وثلاثة أصناف من السمسم وصنفين من الباقلاء واخرى من فول الصويا وصنف من الماش وصنف آخر من زهرة الشمس تتصف جميعها بمواصفات زراعية مرغوبة حيث لايزال العديد منها يزرع في حقول المزارعين ، فضلاً عن استنباط ثلاث أصناف من الحنطة متحملة لمستويات عالية من الملوحة واستنباط ثلاث أصناف من الرز متحملة للملوحة والجفاف باستخدام التقنيات النووية والتكنولوجيا الإحيائية. كما درس تحسين صفة تحمل زهرة الشمس واصول أشجار التفاح والنخيل والموز للملوحة والجفاف خارج الجسم الحي باستخدام أشعة كاما. واستخدمت الجرعة الاشعاعية الواطئة (التحفيزية) لزيادة انتاجية الذرة الصفراء. كذلك استنبط صنف من القطن بمواصفات جيدة عبر استخدام الاشعاع المؤين.

## 5- الإنتاج والصحة الحيوانية



استخدمت التقنيات النووية بصورة واسعة لتحسين انتاجية حيوانات المزرعة وايجاد المضافات العلفية المناسبة للعلائق ذات النوعية الواطئة المستخدمة من قبل صغار المزارعين. كما ان التقنيات النووية والسيرولوجية ذات

العلاقة تستخدم حالياً وبصورة واسعة لأغراض التلقيح الاصطناعي للحيوانات وخصوصاً الإبقار كذلك تستخدم من قبل الأطباء البيطريين لتشخيص الأمراض ومراقبة برامج مكافحتها. من جهة أخرى استخدمت التقنيات النووية في تشخيص مسببات زيادة حموضة المياه وخصوصاً البحار التي تعد إحدى العوامل المسؤولة عن انخفاض المخزون السمكي فيها.

ومنذ خمسينيات القرن الماضي بدأ الاستخدام الواسع للنظائر المشعة والإشعاع في الدراسات الأيضية Metabolic والسرييرية Clinical للحيوانات، إذ اشتقت معظم معلوماتنا عن الأيض من الدراسات التي أجريت باستخدام هذه التقنية الفريدة.

وفيما يلي بعض الأمثلة عن استخدامات تقنيات النظائر:

- $^{125}\text{I}$  و  $^{14}\text{C}$  لقياس التانين في العلائق.
- $^{15}\text{N}$  و  $^{35}\text{S}$  و  $^{32}\text{P}$  لقياس الكتلة الميكروبية خارج وداخل الجسم الحي، وبما يمكن من اختيار العلائق على أساس كفاءة إنتاج الميكروبات للبروتين.
- حامض البوليك المعلم  $^{14}\text{C}$  لتقييم الحالة التغذوية للحيوانات ونوعية مصادر العلائق.
- اختبار المناعة الإشعاعية للبروجيسترون لتحفيز الكفاءة التكاثرية للمجترات.
- التعليم المزوج لجزيئات الماء لتقدير استهلاك الطاقة وتركيبية الجسم والحد الأدنى للإيض وإنتاج الحليب في الماشية.



وهناك العديد من التطبيقات الناجحة للإشعاع المنبعث من مصادر مشعة أو من الأنواع المختلفة لمولدات الإشعاع الكهرومغناطيسية Electromagnetic Generators في دراسات صحة الحيوان والإنتاج الحيواني. حيث تستخدم أجهزة وتقنيات الكشف المهمة لتحديد التمرکز النوعي للنظائر المشعة في البحوث الخاصة بالحيوانات والبحوث السرييرية مثل المجس الوميضي Scintillation Probe أو مجسات كاما. وكأمثلة على مجسات كاما قياس تجمع المركبات المتواجدة اعتيادياً في الأعضاء كالبيود المعلم في الغدة الدرقية، وفي تقييم

مواقع التمرکز للسموم المعلمة او المعادن الثقيلة او الطفيليات او خلايا الدم الحمر غير الطبيعية....الخ.  
وهناك نوع اخر من المجسات الخارجية وهو المجس الابري شبه الموصل Semiconductor Needle Probe ، اذ يستعمل للكشف عن جسيمات بيتا وأشعة كاما المنبعثة من المقتنيات المشعة من داخل الجسم الحي. وهناك جهاز اخر يفيد في الدراسات النوعية والكمية لتمرکز النظير المشع وهو عداد عموم الجسم Whole Body Counter وتتوفر منه انواعاً متعددة يمكن استخدامها للحيوانات الصغيرة مثل الفئران والجرذان ، كما ان قسماً منها مصنع ليستوعب حيوانات كبيرة مثل الكلاب والاعنام والابقار .

وفي العراق اجريت تجارب عن امكانية استخدام كسبة زهرة الشمس والقطن و المخلفات الزراعية (السليوزية) المعاملة بالإشعاع (أشعة كاما) في العلائق الغذائية لتحسين قيمها التغذوية. فضلا عن استخدام أشعة كاما وكذلك استخدام أشعة كاما للتخلص من بعض المحددات التغذوية في الباقلاء والسيبيان لاستخدامها في علائق الأسماك.

## 6- حفظ ومعالجة الأغذية



على الرغم من استمرار البحوث في مجال تشجيع الغذاء لاكثر من 30 سنة فان هذه الطريقة قد ادخلت منذ الثمانينات القرن الماضي حيز التطبيق الفعلي في الصناعات الغذائية. وجاء اهتمام الصناعات الغذائية بطريقة تشجيع الغذاء بعد ان اصبحت مقبولة نتيجة الدراسات المكثفة التي اجراها الخبراء وتوصيات منظمة الصحة العالمية WHO التي اشارت الى ان عمليات التشجيع وبجرع الى حد البسترة Pasteurization لا تؤدي الى أي خطر سمي.

ان حفظ الغذاء بالطرائق الفيزيا يهدف الى الحد من التغيرات غير المرغوبة على المستويات الجرثومية والفيزيائية والكيميائية والفسولوجية للانسجة، وهنا يبرز دور الاشعاعات المؤينة مثل الاشعة السينية وأشعة كاما واشعة الالكترن كوسائل واعدة في حفظ الغذاء وذلك من خلال كونها:

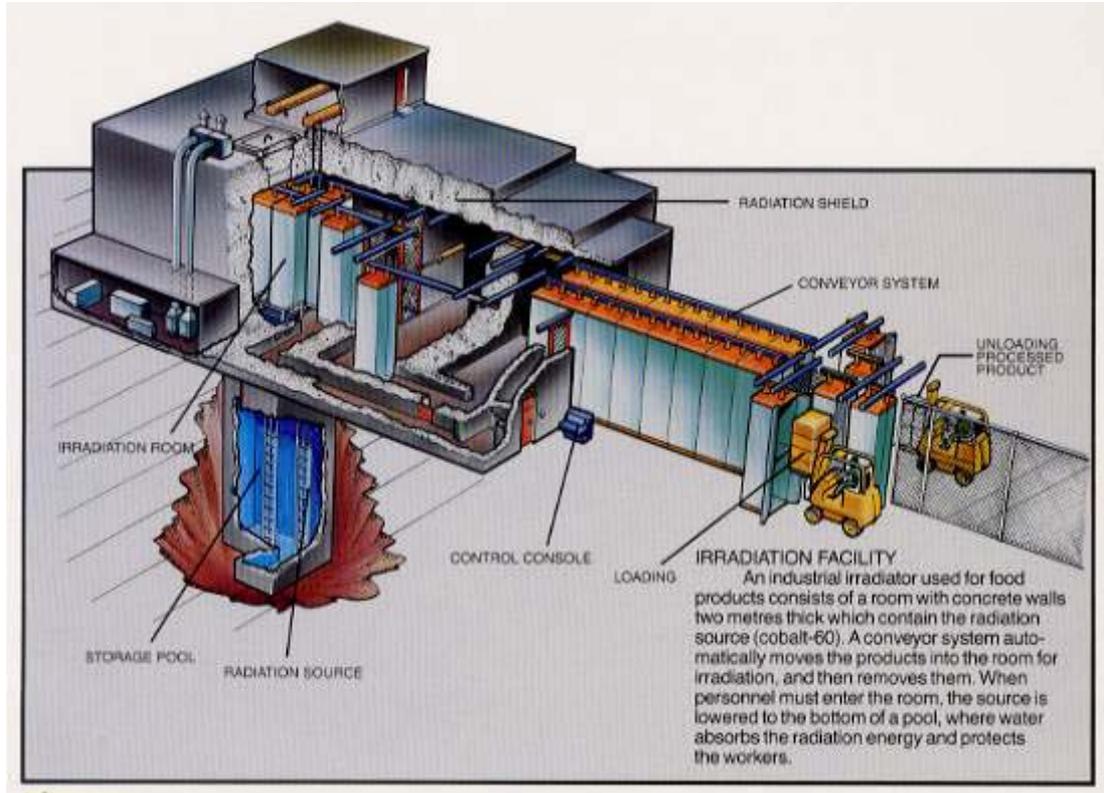
- معاملة فيزيائية وليست كيميائية حيث لا تترك متبقيات.
- تقوم بحفظ الأغذية الصلبة كما تقوم عملية البسترة بحفظ المنتجات الغذائية السائلة.
- نوعا ما منخفضة الكلفة وواسعة المدى واقل استهلاكاً للطاقة من التعليب والتجميد والتجفيف.

- بالامكان تكاملها مع غيرها من التقنيات وخصوصا التجميد.

- فعالة جداً في معاملة المواد اثناء تدفقها للخزن او الشحن مثل الحبوب.

وخلال الثلاثين سنة الماضية درست تقنية استخدام الإشعاع في حفظ أنواع المواد الغذائية الطازجة. ووضعت محددات تطبيق لهذه التقنية على أسس المحتوى الجرثومي وسلامة الغذاء المعامل للاستهلاك البشري Wholesomeness والتغيرات في الخواص الفيزيائية والكيميائية والموصفات الحسية Organoleptic Quality والجوانب الاقتصادية لهذه التقنية.

تختلف تأثيرات التشعيع اعتماداً على العديد من العوامل مثل تركيز المادة المشعة ووجود مواد اخرى معها ودرجة الحرارة فمثلاً يكون تأثير التشعيع في مادة غير مجمدة اكثر بثلاث مرات مما لو كانت مجمدة.



تشتمل التطبيقات المستعملة لتشعيع الغذاء حالياً ما يلي:

(1) تعقيم التوابل وغيرها من البهارات للقضاء على الحشرات والحد من تأثيرات السموم البكتيرية والفطرية. التي

تعامل في الوقت الحاضر بمادة اوكسيد الاثيلين Ethylene Oxide.

(2) تخفيض اعداد بكتريا السالمونيلا في الغذاء للتقليل من حالات التسمم وخصوصاً الدواجن والأسماك واللحوم

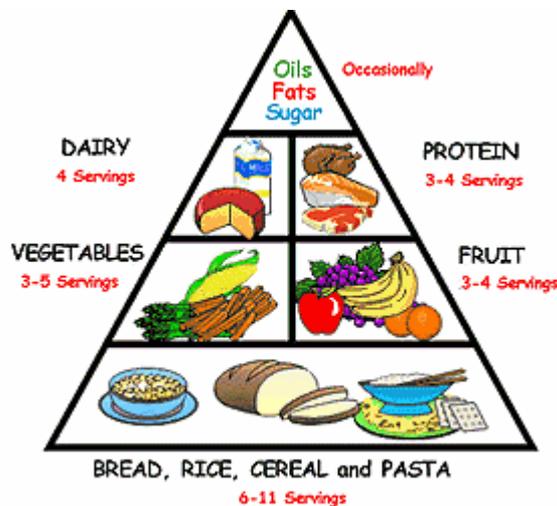
الحمراء الطازجة.

(3) تشعيع الفواكه الاستوائية وشبه الاستوائية لاطالة العمر التسويقي لها وتأخير نضجها.

- (4) السيطرة على الاصابات الحشرية وخصوصاً في ثمار الحمضيات والأسماك المجففة والبقوليات والمكسرات.
- (5) تشجيع الخضر (البطاطا ، البصل ، الثوم ... الخ) لمنع التزرع والسيطرة على التلف وقتل الحشرات واطالة العمر التسويقي لها.



وفي العراق تم استخدام المعاملة بالأشعة المؤينة (كاما) لحفظ التمور من الاصابة بالحشرات حيث تم انجاز الدراسات الخاصة بالجدوى العلمية والفنية والاقتصادية والمؤسسية لحفظ التمور المخزونة بالإشعاع، تبعاً لذلك تبنت الوكالة الدولية للطاقة الذرية النتائج المنبثقة عن هذا المشروع وخصوصاً الجرعة الإشعاعية المناسبة . كما تم اجراء العديد من الدراسات التي تستهدف تحديد الجرعات الاشعاعية لمنع التزرع في البطاطا والبصل والثوم واطالة العمر التخزيني لهذه المحاصيل . كما درست أماكن الاستفادة من المعاملة بأشعة كاما في تصنيع اغشية قابلة للاكل والتحلل الإحيائي من كلوتين الحنطة وزين الذرة. من جهة أخرى تم تقييم تأثير أشعة كاما في بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للقمشة، كما استخدمت أشعة كاما في اختزال بقايا النترايت في منتج الصوصج البقري المحلي. واستخدمت أشعة كاما في التخلص من بعض المحددات التغذوية في عدد من البقوليات (الباقلاء والحمص والعدس).



ان التبعات الاجتماعية والاقتصادية من جراء سوء التغذية Malnutrition عديدة وخطرة لذلك تبذل الجهود الكبيرة لاجل الحد من مخاطر هذه المعضلة الصحية ذات الاساس التغذوي. وتلعب التقنيات النووية والنظائر المستقرة تحديداً دوراً مهماً في تشخيص مشاكل نقص التغذية وزيادة كفاءة التداخلات المستخدمة. وفي هذا الاطار تعد المغذيات الدقيقة Micronutrients (مثل الحديد والزنك وفيتامين A) مهمة جداً في عمليات الايض داخل جسم الإنسان، بالرغم من حاجة الجسم إلى كميات ضئيلة منها. لذا فإن عدم توفرها في الغذاء يتسبب في مشاكل خطيرة. وتستخدم النظائر المشعة والثابتة في دراسات تحديد النقص في المغذيات الدقيقة وتوفرها الاحيائي Bio-availability والتداخلات فيما بينها، فضلاً عن دراسات مكونات الأغذية وتدعيمها Fortification واكمالها Supplementation. وتستخدم لذلك أجهزة مختلفة مثل مقاييس الطيف الكمي Mass Spectrometers لتحديد اعداد الذرات او الجزيئات من النظائر الثابتة، كما يستخدم جهاز Infrared Absorption Spectroscopy لتشخيص وقياس الجزيئات العضوية والعضوية المعدنية Organometallic في النماذج، كما يستخدم جهاز Atomic Emission Spectroscopy في تحديد تركيز المركبات في النموذج.



وتستخدم التقنيات النووية والنظائر المشعة في دراسات المقاييس المهمة للحالة التغذوية للإنسان مثل الانفاق الكلي للطاقة Total Energy Expenditure وكتلة اللحوم في الجسم وكمية الحليب المأخوذ عن طريق الثدي. كما تساعد هذه التقنيات على دراسة تأثير العوامل التغذوية وغيرها المتسببة في ضعف نمو الاجنة وتحديد تأثير التقدم في العمر في ايض الطاقة والمغذيات، فضلاً عن دراسة ايض الكالسيوم في كبار السن وتأثيره في مرض وهن العظام Osteoporosis.

وفي العراق تم استخدام تقنية النظائر المستقرة (تخفيف النظير Isotope Dilution) لتقييم الحالة التغذوية للامهات الحوامل والمرضعات وحساب كميات الحليب المتناولة من قبل الاطفال. فضلاً عن معاملة بعض منتجات الالبان بالاشعاع المؤين لغرض خفض الحمل الميكروبي بما يسمح باستهلاكها من قبل الاشخاص الحساسين والمرضى.

### التعاون مع المنظمات العربية والإقليمية والدولية



منذ تأسيس دائرة البحوث الزراعية وتنفيذ العديد من اوجه التعاون مع المنظمات العربية والاقليمية والدولية المعنية بالاستخدامات السلمية للطاقة الذرية في الزراعة والغذاء وخصوصاً المنظمة الدولية للطاقة الذرية وذلك من خلال مشاريع التعاون الفني Technical Cooperation وبرامج البحوث التنسيقية Coordinate Fellowship Research Program والمشاريع الاقليمية Regional Projects والزمالات التدريبية Training والزيارات العلمية Scientific Visit واستقدام الخبراء Expert Mission .

تبعاً لذلك تم تنفيذ العديد من مشاريع التعاون الفني واكتساب المهارات ونقل التقنيات النووية المفيدة الى العراق ومنها :

- ١ تشجيع الأغذية للسيطرة على الآفات الحشرية وحفظ الأغذية .
  - ٢ تطبيق تقنية الحشرات العقيمة للسيطرة على الآفات الحشرية.
  - ٣ استخدام أشعة كاما لاستحداث الطفرات في المحاصيل الاستراتيجية والحصول على أصناف ذات مواصفات مرغوبة.
  - ٤ استخدام النظائر المستقرة في دراسات التربة والاسمدة.
  - ٥ استخدام المجسات النيترونية في دراسات المحتوى المائي وتوفره للنبات.
  - ٦ كيمياء العناصر الاستشفافية trace elements في الترب العراقية.
  - ٧ استخدام النظائر المشعة في تحليلات المناعة الاشعاعية.
- وفي الوقت الحاضر هناك المشاريع الفنية المذكورة في الجدول ادناه والتي تنفذ بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية فضلاً عن اشراك العديد من منتسبي الدائرة في زمالات تدريبية في مجالات تربية وتحسين النبات واستخدامات المياه والنظائر الثابتة والري التسميدي fertigation وزراعة الانسجة ومكافحة الآفات الحشرية وغيرها من المجالات.
- وهناك خطط موضوعية لزيادة حجم التعاون المستقبلي وفتح افاق جديدة امام الباحثين العراقيين لوضع الحلول للمفصلات التي تواجه القطاع الزراعي والغذائي في العراق ، ومنها البرامج البحثية التالية:
- ١ طرائق جديدة لتحديد انجراف الترب باستخدام النظائر المشعة .
  - ٢ استخدام النظائر المستقرة لتحديد كفاءة الازمدة النتروجينية والملقحات البيولوجية وتطوير طرائق تسميد فعالة.
  - ٣ استخدام التقنيات النووية لتحديد الاستهلاك المائي للمحاصيل المهمة وتطوير برامج اروائية فعالة .
  - ٤ استخدام النظائر المستقرة لتقييم كفاءة الازمدة العضوية المعدنية المطورة في مختبراتنا.
  - ٥ استخدام النظائر المشعة لتطوير برامج زيادة محتوى الكربون العضوي في الترب وتحديد كفاءة نضوح الترب المتأثرة بالاملاح لمكافحة التصحر .
  - ٦ استخدام التقنيات النووية والاحيائية في تربية وتحسين المحاصيل الزراعية وخصوصاً الحصول على أصناف مقاومة للجفاف والملوحة.
  - ٧ استخدام التقنيات النووية في مكافحة الآفات الحشرية وتربية واكثار عوامل مكافحة الاحيائية للآفات.
  - ٨ استخدام التقنيات النووية في حفظ الأغذية.
  - ٩ تحسين انتاجية حيوانات المزرعة عبر تقنية نقل الاجنة.
  - 10- ادخال التقنيات الحديثة في مزارع الاسماك.

جدول يوضح المشاريع المنفذة في وزارة العلوم والتكنولوجيا لعام 2011 بالتعاون مع الهيئة العربية للطاقة الذرية والوكالة الدولية للطاقة الذرية.

جهة التعاون والتمويل	Proj. Name	اسم المشروع
الهيئة العربية للطاقة الذرية	Irrigation of crops with saline water and phytoremediation of salt affected-soils	ري المحاصيل بالمياه المالحة وشبه المالحة والمكافحة البيولوجية للأملاح في التربة.
الهيئة العربية للطاقة الذرية	Utilization of sewage water for irrigation	آثار استخدام مياه الصرف الصحي المكررة في الزراعة.
الهيئة العربية للطاقة الذرية	Monitoring and rearing of fruit fly <i>Ceratitis capitata</i> in Iraqi orchards.	مكافحة ذبابة الفاكهة باستعمال تقنية الحشرات العقيمة.
الهيئة العربية للطاقة الذرية	Food safety and developing identification methods of irradiated food	سلامة الأغذية وتطوير وسائل للكشف عن الأغذية المعالجة.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA	Mutation induction and supportive breeding and biotechnologies for improving crop productivity in ARASIA member states.	استحداث الطفرات والتربية الداعمة لزيادة إنتاج المحاصيل.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA	Induction of mutations in crop through in vitro culture	الاستجابة إلى التهديد الانتقالي لمرض صدأ الساق الأسود (Ug99).
الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA	Optimization of land productivity by the application of nuclear and advance techniques	إنتاجية التربة باستخدام التكنولوجيا النووية والتقنيات الحديثة.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA	Contributing to the achievement of the millennium development goals by combating under malnutrition.	المساهمة في تحقيق الأهداف التنموية للألفية الثالثة لمكافحة نقص التغذية لدى الأطفال.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA	Sharing regional knowledge on the use of the sterile insect technique within integrated area-wide fruit fly pest management programmes	تبادل المعلومات الإقليمية حول استخدام تقنية الحشرات العقيمة في مكافحة ذبابة الفاكهة على نطاق واسع.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA	Contributing to the assessment of the feasibility of SIT - based area-wide integrated management of old world screwworm flies in the Middle East countries.	جدوى استخدام تقنية الحشرات العقيمة ضمن برامج مكافحة المتكاملة للآفات للسيطرة على ذبابة الدودة الحلزونية على نطاق واسع في دول الشرق الأوسط

## الخاتمة:

ان من الواجبات الاساسية لوزارة العلوم والتكنولوجيا تحفيز وتشجيع الاستخدام العلمي والابداع التقني للعلوم والتقنيات النووية في مجالات الزراعة المستدامة والأمن الغذائي للمجتمع العراقي والاستفادة من نتائج عشرات السنين من البحث العلمي في الداخل والخارج بهدف تحسين نوعية وتنوع الأغذية وتجنب فقدان التنوع الجيني وتبعات ذلك على صحة الإنسان وتحسين المحتوى الغذائي للمحاصيل والحيوانات الداجنة وزيادة الإنتاجية وجعل المحاصيل الغذائية اكثر مقاومة للافات ومكافحتها والإدارة الجيدة للترب والمياه. ولتحقيق ذلك لابد من:

- اصدار القوانين والتعليمات اللازمة لاعادة تأسيس منظمة الطاقة الذرية العراقية .
- اعادة تاهيل المختبرات وتوفير الاجهزة والمعدات الضرورية لتطبيق التقنيات النووية في البحوث الزراعية.
- بناء القدرات في مختلف اوجه تطبيقات التقنيات النووية في العلوم الزراعية والغذاء.
- توفير التخصيصات المالية المناسبة لدعم الفعاليات المطلوبة.
- تعزيز التعاون مع المنظمات الدولية ودول العالم في هذا المضمار.

## المصادر

- 1- المجلد الثاني : الحيوانات والنباتات والغذاء والبيئة. اصدار الوكالة الدولية للطاقة الذرية . ترجمة : الربيعي ، حسين فاضل و السعداوي ، إبراهيم شعبان (2006) اصدار وزارة العلوم والتكنولوجيا . 467 صفحة .
- 2- Atoms for Food: a global partnership (2008) Joint FAO/IAEA Nuclear Techniques in Food and Agriculture. IAEA/PI/A96/08-38391.16pp.
- 3- Improving Nutrition through Nuclear Science (2003) IAEA, Division of Human Health.IAEA/PI/A73E/03-01223.16pp.
- 4- Safeguarding Our Harvests (?) Joint FAO/IAEA Nuclear Techniques in Food and Agriculture. IAEA/PI.17pp.
- 5- FAO (1995) Agriculture: Towards 2010 ,An FAO Study, Wiley, Chicester. 452pp.
- 6- To Kill a Pest (2009) IAEA Bulletin 51.1,pp 34-38.
- 7- Davidson, Lena (2005)The Early Year .IAEA Bulletin 47.1. 33-35pp.
- 8- Nuclear Technology Review (2010) IAEA Publication.174pp.
- 9- Burkart, Warner (2009) Sustaining Food Security. IAEA Bulletin 50.2.51-56.
- 10- Irradiation as a Phytosanitary Treatment of Food and Agricultural Commodities (2004) IAEA TECDOC Series No. 1427.
- 11- Improving Livestock Production Using Indigenous Resources and Conserving the Environment (2010), IAEA TECDOC Series No. 1640.
- 12- Field Estimation of Soil Water Content: A Practical Guide to Methods, Instrumentation and Sensor Technology (2008) Training Course Series No. 30.
- 13- Quality Control of Pesticide Products (2009) IAEA TECDOC Series No. 1612.