

# تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني واستخداماتها السلمية المتعددة في تحديد تراكيز العديد من العناصر المكونة للمادة

د. أبراهيم عمر أبوقصة

مركز بحوث الطاقات المتجددة وتحتية المياه- تاجوراء. ص.ب. 30878

## مقدمة

تعتبر تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني أحد التطبيقات السلمية لاستخدامات مفاعلات الابحاث النووية لتحديد ومعرفة العناصر المكونة للمادة وتراكيزها.

في العقود الماضية تم التوصل الى ان بعض العناصر مثل ( B, Fe, Mn, Cl, Cu, ) تعتبر عناصر أساسية للكائنات الحية والبيئة والبعض الاخر مثل ( Mo, Zn, As, Cd, Hg, ) تعتبر سامة حتى ولو وجدت بتراكيز ضئيلة (جزء من المليون أو جزء من البليون) وبالتالي تؤثر على الصحة العامة للانسان والحيوان والنبات. وهذه العناصر عادة ما تتواجد في المنتجات الزراعية نتيجة للاسمدة والمبيدات المستخدمة في التربة وفي عمليات الرش. هذا بالإضافة الى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في عمليات الري واستخدام الفضلات الصلبة المعالجة في التسميد.

وجسم الانسان يستقبل وبشكل متواصل العديد من العناصر من خلال الغذاء والهواء وبالتالي يتطلب معرفة وفهم دور هذه العناصر من حيث زيادة تراكيزها أو إنخفاضها الى استخدام طرق تحليلية متقدمة وذو حساسية عالية ومتناهية في الدقة

ومن ضمن الطرق المستخدمة في التحليل الكمي للعناصر التحليل بالتنشيط النيوتروني باستخدام المفاعل أو المعجلات ذات الطاقات العالية. حيث يشار الى هذه التقنية بالتقنية المرجعية لقدرتها على التحليل المتعدد العناصر في العينة بحساسية ودقة عاليتين إذا ما قورنة بالطرق التحليلية الأخرى.

ومن الميزات التي تنفرد بها تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني عن غيرها من الطرق التحليلية الأخرى:

(1) الحساسية العالية حيث تصل مداها الى جزء من البليون هذا مما أدى الى استخدامها في المجالات التي يتطلب فيها تحديد تراكيز العناصر النادرة ، على سبيل المثال في المواد العالية النقاوة

(2) التحليل المتعدد العناصر الغير هدام حيث يمكن تحديد تراكيز أكثر من 40 عنصرا في تشعيع واحد وبدون استخدام معايير مرجعية

(3) الانتقائية (Selectivity) ، عن طريق التحكم في ازمة التشعيع والتبريد والقياس واستخدام النيوترونات ذات الطاقات المختلفة يمكن تحديد تركيز عنصر ما وتمييزه عن العناصر الأخرى

(4) تعتبر تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني خالية من الملوثات (Blank free)، أي ملوثات تتعرض له العينة بعد التشعيع لا تشكل أي مشكلة بالنسبة للنتائج النهائية حيث ان هذه الملوثات ليست مشعة.

وبالتالي اعتبرت طريقة التحليل بالتنشيط النيوتروني طريقة مرجعية لمعايرة العديد من المواد الجيولوجية والبيولوجية والبيئية وغيرها. وهذا يختلف مما هو عليه في الطرق الأخرى حيث يتطلب إجراء العديد من التحضيرات الكيميائية المعقدة وتحضير العينات في أشكال سائلة قبل تحليلها. وبالتالي يتضح من ذلك انه عند تحديد تراكيز العناصر النادرة

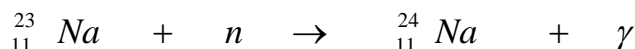
باستخدام مثل هذه الطرق، العديد من مصادر الخطاء يمكن إضافتها نتيجة الملوثات المضافة وفقدان للعناصر النادرة أثناء خطوات تحضير العينات ومعالجتها.

وتحضي تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني بمكانة عالية بين الطرق التحليلية الاخرى من ناحية دقة النتائج النهائية للعناصر وبالاخص العناصر ذات التراكيز الضئيلة.

### أساس تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني (NAA)

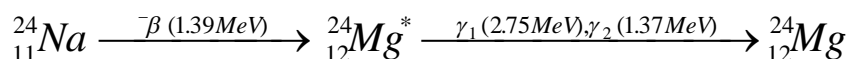
التحليل بالتنشيط النيوتروني هي طريقة لتحليل العناصر مبينة على خواص الانوية. وبالتالي تختلف عن الطرق الكيميائية المبينة على سلوك الإلكترونات الخارجية للذرة ، أثناء التحليل بالتنشيط النيوتروني يتم تعريض نوى النظائر الثابتة للنيوترونات الذي ينتج عنها إنتاج نظائر مشعة تبث إشعاعات أثناء انحلالها إلي انويه ثابتة ، والقواعد التي بني عليها NAA هي (1) التركيب الذري والنووي (2) النشاط الإشعاعي (3) التحولات النووية (4) تفاعلات الإشعاعات مع المادة .

في التحليل بالتنشيط النيوتروني باستخدام النيوترونات ( n ) ذات الطاقة المنخفضة لتشعيع العينة ، يكون التفاعل متمثلاً في المعادلة التالية (شكل رقم 1)

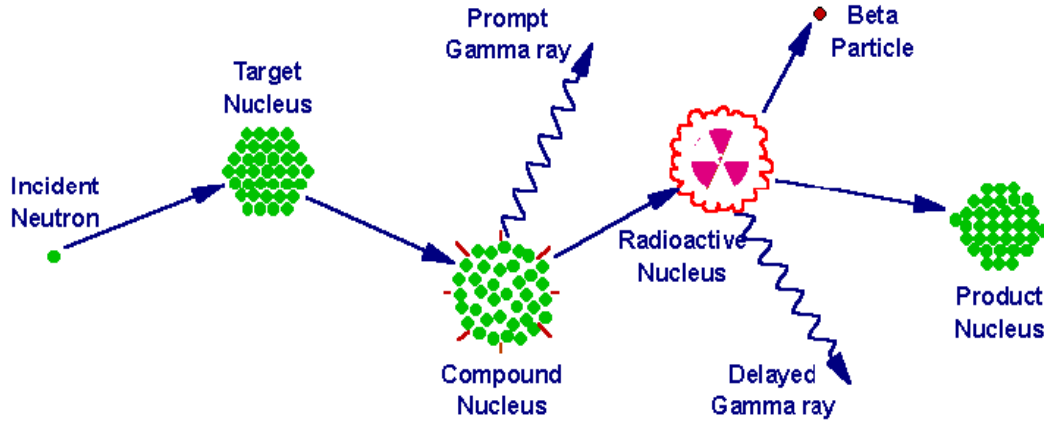


أشعة جاما      النظير المشع      النيوترون      نواة الهدف  
الفورية

يطلق على هذا النوع من التفاعل بعملية (n, γ) حيث ان أشعة جاما ( إشعاع فوري ) تنتج مع النوية المشعة ، والانوية المشعة عادة ما تصدر جسيمات بيتا أو أشعة جاما أثناء الانحلال وتستخدم تلك الإشعاعات في تمييز وتحديد تراكيز العناصر الموجودة في العينة، على سبيل المثال



وقياس انحلال الإشعاع عادة ما يكون مناسباً بعد فترة زمنية من نهاية التشعيع. وفي التحليل بالتنشيط النيوتروني ولتحديد تركيز العنصر كثيراً ما تستخدم طريقة القرين الذي يتم تشعيه مع العينة وهو عبارة عن مادة معيارية ذات تراكيز معلومة للعناصر المكونة ، ويتم مقارنة النشاط الإشعاعي الصادر من العينة والمادة المعيارية.



شكل 1 يبين تفاعل النيوترونات مع النواة وأشعة جاما الناتجة من التفاعل

## الأنواع المختلفة للتحليل بالتنشيط النيوتروني

### أولاً: التحليل بالتنشيط النيوتروني الآلي (INAA)

كما ذكرنا سابقاً ان التحليل بالتنشيط النيوتروني الآلي وغالبا ما يشير إلى ذلك بالتحليل بالتنشيط النيوتروني اللاإتلافي أو بالتحليل بالتنشيط النيوتروني بدون الفصل الكيميائي الذي يلي التشعيع. وهي طريقة متعددة العناصر حيث تستخدم أجهزة قياس أشعة جاما لقياس النشاط الإشعاعي (شكل 2). وتعتبر النتائج التي يتم الحصول عليها باستخدام طريقة التحليل بالتنشيط النيوتروني الآلي في غاية الدقة حيث أن الأخطاء الممكن حدوثها نتيجة الملوثات وفقدان لبعض العناصر يمكن تفاديها بسهولة. أيضاً بهذه الطريقة يمكن تحليل عينات كبيرة نسبياً تتراوح من بضعة جرامات إلى كيلو جرامات.

### ثانيا: التحليل بالتنشيط النيوتروني الكيميائي ( RNAA )

تتضمن هذه الطريقة إجراءات الفصل الكيميائي بعد عملية التشعيع لعزل عنصر أو مجموعة من العناصر أو للتخلص من الانوية المسببة للتداخل .

### ثالثا: التحليل بالتنشيط النيوتروني باستخدام النيوترونات الفوق حرارية (ENAA)

تتمثل هذه الطريقة في تشعيع العينة في فيض نيوتروني فوق حراري وذلك بتغليفها أو وضعها داخل حاوية من الكاديوم. في هذه الحالة تكون العينة معرضة للنيوترونات الفوق حرارية حيث يتم امتصاص النيوترونات الحرارية بواسطة الكاديوم ويرجع ذلك لارتفاع قيمة المقطع العرضي الحراري للكاديوم وبالتالي يتم امتصاصها. بينما المقطع العرضي الرنيني للكاديوم يعتبر صغيرا وبالتالي يمكن للنيوترونات الفوق حرارية بالنفاد.

### رابعا: التحليل بالتنشيط النيوتروني باستخدام أشعة جاما الفورية (PGNAA)

في هذه الطريقة يتم قياس أشعة جاما الفورية المنبعثة أثناء انحلال الانوية المركبة المتكونة من عملية امتصاص النيوترونات. وهي طريقة لاثالافية ومتعددة العناصر. وبهذه الطريقة يمكن تحديد تراكيز بعض العناصر مثل H, B, C, N, P, S, Cd, Pb . حيث يتعذر تحديد هذه العناصر بطريقة التحليل بالتنشيط النيوتروني العادي. وبالتالي تعتبر طريقة التحليل الفوري طريقة مكملة للتحليل بالتنشيط النيوتروني.

### خامسا: التحليل بالتنشيط النيوتروني الدوري ( CNA )

تستخدم هذه الطريقة في تحديد تراكيز العناصر ذات العمر النصفى القصير. ويتم ذلك بتشعيع العينة عدة مرات باستخدام جهاز نقل العينات وتجمع أطياف أشعة جاما بعد كل تشعيع. ويمكن أن يستمر في التشعيع الدوري حتى يكون النشاط الإشعاعي الناتج من الانوية ذات العمر النصفى الطويل عالي. كما يستخدم التحليل بالتنشيط النيوتروني الدوري لتحسين المعدودات الإحصائية الصافية المسجلة تحت قمة الطاقة المتكاملة للانوية ذات العمر النصفى القصير .

### سادسا: التحليل بالتنشيط النيوتروني باستخدام المولد النيوتروني (14 MeV)

في هذه الطريقة تستغل النيوترونات السريعة التي يمكن الحصول عليها باستخدام معجلات الجسيمات المشحونة والتي يطلق عليها مولد النيوترونات. وأنواع التفاعلات الرئيسية الممكنة هي  $(n, \alpha)$ ,  $(n, p)$ ,  $(n, 2n)$ ,  $(n, n')$ . هناك نوعان من التفاعلات المستخدمة لإنتاج نيوترونات ذات طاقات متوسطة وعالية مناسبة للأغراض التحليلية. وهذه التفاعلات هي  $^3H(d, n)^4He$  و  $^2H(d, n)^3He$  حيث طاقة النيوترونات الناتجة من التفاعل الأول تساوي 2.5 MeV ومن التفاعل الثاني تساوي 14 MeV. وعادة ما يكون الفيض النيوتروني الناتج من المولد النيوتروني منخفضا حيث يمكن الحصول علي أقصى معدل عائد نيوتروني (neutron yields) يتراوح ما بين  $(10^{11}-10^{12} \text{ n s}^{-1})$ . وقد استخدم المولد النيوتروني بشكل واسع النطاق لتحديد تراكيز بعض العناصر مثل O، N، K، P، Si في عينات مختلفة. وفي دراسات أخرى امكن تحديد تراكيز العديد من العناصر باستخدام التحليل بالتنشيط بالنيوترونات السريعة مثل: Ag, Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Cr, F, Mn وغيرها.

### مصادر نيوترونية أخرى (Other Neutron Sources)

#### السيكلوترون (Cyclotron)

يستخدم السيكلوترون لإنتاج النيوترونات السريعة المتغيرة الطاقة. حيث تستخدم الجسيمات المشحونة مثل البروتونات والديوترونات و  $^3H$  وجسيمات  $\alpha$  بطاقات مختلفة كقذائف لمواد الهدف مثل  $^2H$  و  $^3H$  و Li و Be لإنتاج النيوترونات السريعة. واحسن عائد نيوتروني يمكن الحصول عليه بقذف هدف سميك من الـ Be بديوترونات ذات طاقة عالية. والتفاعلات الباعثة للنيوترونات في السيكلوترون هو  $^9Be(d, n)^{10}B$ . والعمر النصف لهدف Be غير محدود نظريا. والنيوترونات المتغيرة الطاقة الناتجة من السيكلوترون يمكن استخدامها للحصول علي تفاعلات مختلفة مثل  $(n, 2n)$  و  $(n, p)$  و  $(n, \alpha)$ . ويمكن الحصول من السيكلوترون علي فيض نيوتروني يتراوح بين  $10^{10}-10^{12} \text{ n/cm}^2 \text{ s}$ .

### مصادر النيوترونات النظائرية (Isotopic Neutron Sources)

هناك ثلاثة أنواع من مصادر النيوترونات النظائرية المستخدمة في التحليل بالتنشيط النيوتروني:

أولاً- مصادر انشطارية تلقائية (Spontaneous Fission Sources)

ثانياً- مصادر  $(\gamma, n)$

ثالثاً- مصادر  $(\alpha, n)$

ولمصادر النيوترونات النظيرية عدة مزايا. فهي بسيطة وصغيرة الحجم وليست عالية الثمن ويمكن الاعتماد عليها وسهلة الحمل كما أنها متوفرة. ولكنها تنتج فيض نيوتروني منخفض وبالتالي استعمالها كمصادر للتحليل الإشعاعي يعتبر محدود ويقتصر على تحديد تراكيز العناصر الرئيسية والضئيلة.

مصدر الكاليفورنيوم  $^{252}\text{Cf}$

ينحل هذا العنصر عن طريق انحلال جسيمات  $\alpha$  وانشطار تلقائي . وفي كل انشطار يتم تحرر معدل 3.7 نيوترونات. والعائد النيوتروني للـ  $^{252}\text{Cf}$  يساوي  $2.34 \times 10^{12} \text{s}^{-1} \text{g}^{-1}$ . ويشبه طيف طاقة نيوترونات هذا العنصر طيف نيوترونات الانشطار من  $^{235}\text{U}$  وبالتالي عادة ما تكون التفاعلات الناتجة من النوع  $(n, \gamma)$ . وبمقارنة هذا المصدر مع مصدر  $(\alpha, n)$  نجد ان مصدر الكاليفورنيوم يحتاج إلى اقل مواد مشعة واقل حيز ونادرا ما يحتاج للتبريد. حوالي أقل  $100 \mu\text{g}$  من  $^{252}\text{Cf}$  توضع في حاوية من الحديد النقي أو الألومنيوم. ومن عيوب هذا المصدر النيوتروني هو قصر عمره النصفى 2.65 سنة.

مصادر  $(\alpha, n)$

في هذا النوع من المصادر تتفاعل جسيمات  $\alpha$  الصادرة من الانوية الثقيلة مع أنوية العناصر ذات الوزن الذري المنخفض لإنتاج النيوترونات. هناك عدة عناصر يمكن استخدامها مثل  $\text{Li, B, Be, O, F}$  ولكن العنصر أكثر استعمالا هو  $\text{Be}$  لارتفاع العائد النيوتروني له. ويعبر عن التفاعل الباعث للنيوترونات كما يلي  $^9\text{Be}(\alpha, n)^{12}\text{C}$ . وبشكل عام يتم خلط مصدر  $\alpha$  بشكل جيد مع هدف البيريليوم للحصول على أعلى عائد نيوتروني. ومعدل طاقة النيوترون من مصادر  $(\alpha, n)$  تتراوح بين 3.5-5.5 MeV حيث يمكن حث تفاعلات  $(n, p)$  و  $(n, \alpha)$  في العناصر المراد تحديدها. ويتراوح الفيض النيوتروني الذي يمكن الحصول عليه من  $10^5$  إلى  $10^7 \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  ويستخدم في تحديد تراكيز العناصر الرئيسية. وعادة ما

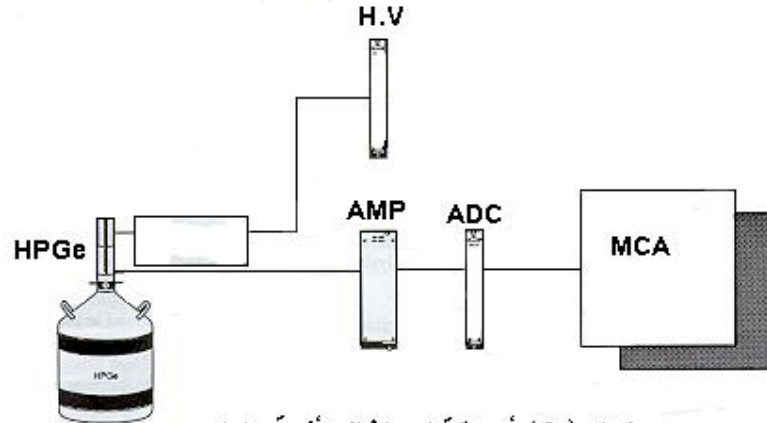
تكون مصادر ( $\alpha, n$ ) لها أعمار نصفية طويلة وفيض نيوتروني ثابت. ولكن بالمقابل تتبع منها كميات عالية من الحرارة وجرعات أشعة جاما عادة ما تكون عالية أيضا مما يتطلب تبريد شامل وحواجز واقية من الإشعاع.

### مصادر ( $\gamma, n$ )

أكثر مصادر ( $\gamma, n$ ) استعمالا هو  $^{124}\text{Sb-Be}$  حيث لها اقل معدل طاقة نيوترونات (24 keV) عند مقارنتها بالمصادر النيوترونية النظرية التي تم ذكرها. ويمتاز هذا النوع من المصادر بأن لديه أنقى طيف للنيوترونات الحرارية مقارنة بالمصادر النيوترونية النظرية. وبالتالي يستخدم هذا النوع من المصادر في التحليل بالتنشيط النيوتروني الحراري.

### أجهزة قياس أشعة جاما (Instruments of gamma spectrometry)

عند استخدام التحليل بالتنشيط النيوتروني جميع القياسات تتم باستعمال أجهزة قياس طيف أشعة جاما المبينة بالشكل (1.6). وعادة ما تتألف منظومة القياس من كاشف شبه موصل ذات تباين عالي (جرمانيوم عالي النقاوة) اقل من 2 keV عند الطاقة 1332.5 keV لعنصر الكوبلت. وحيث إن هذه النوع من الكواشف يعمل في درجة حرارة منخفضة فتبرد الكريوستات بالنيتروجين السائل. ويتصل الكاشف بمضخم أولي الذي وظيفته الأولى هو ربط خرج الكاشف ببقية أجهزة المنظومة. والأهمية الأخرى للمضخم الأولي هو تقليل أي مصادر للضجيج التي يمكن ان تغير من شكل الإشارة. الوحدة التي تلي المضخم الأولي هو المضخم الرئيسي الذي بدوره يقوم بتضخيم الإشارة بأكثر من 1000 مرة. كما يقوم بتحويل الإشارة عند خرج المضخم الأولي إلى شكل يتناسب مع القياس المطلوب. ويتصل المضخم الرئيسي



شكل ( 2 ) أجهزة قياس طيف أشعة جاما

بوحدة مبدل الإشارة من تمثيلي إلى رقمي (Analog to digital converter, ADC) ووظيفته قياس توزيع النبضة عند خرج المضخم الرئيسي حيث يقوم (ADC) بتحويل معلومات الخرج التمثيلية من المضخم الرئيسي إلى كميات رقمية. ويتم تعجيل زمن تسجيل الطيف دفعة واحدة عن طريق وحدة محلل متعدد القنوات.

### إستخدامات تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني

هناك العديد من الابحاث المنشورة في المجالات والمؤتمرات المتخصصة التي تهتم بتطوير واستخدامات هذه التقنية في تحليل الانواع المختلفة من المواد. وللذكر وليس للحصر في هذه الورقة نسرّد بعض المجالات التي استخدمت فيها هذه التقنية وبايجاز:

### أولا مجال المراقبة البيئية

تراكيز العديد من العناصر التي تم إيجادها باستخدام تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني كانت موضع اهتمام للعديد من التطبيقات البيئية. أغلب العناصر في الجدول الدوري ذات أهمية كبيرة للمراقبة البيئية في التربة، الماء، الرسوبيات، مخلفات المصانع والاحياء المائية. فتقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني مع تطور أجهزة قياس أشعة جاما أصبحت طريقة رائدة وقوية وذلك للاحتمال الضئيل لتلوث أو فقدان العناصر قيد الدراسة. وهذا واضح لان تراكيز العناصر في العينات البيئية تكون في مدى يتراوح بين جزء من البيليون وجزء من المليون. إضافة بان التقنية غير هدامة وهذا مما يزيد من دقة النتائج وصحتها.

الكثير من الدراسات تشير بان هذه التقنية كانت المفضلة لتحديد تراكيز العناصر النادرة في الرسوبيات البحرية. فباستخدام التشعيع القصير والطويل امكن ايجاد 25 عنصرا في العينات المذكورة. كما استخدمت هذه التقنية في دراسة تراكيز العناصر لانواع مختلفة من التربة وامكن ايجاد 35 عنصرا. وفي دراسة أخرى تم تحديد تراكيز اكثر من 34 عنصرا في 200 مقطع من 14 نوع للتربة.

### ثانيا علم الاثار والخزفيات

لعبت تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني دورا هاما في تصنيف العينات الاثرية وبالاخص في تحديد الاثار القديمة حيث امكن عن طريق التحليل الكمي للعناصر لبعض العينات الاثرية من معرفة مصادر المواد المستخدمة. من خلال معرفة تراكيز العناصر الضئيلة والنادرة والتي غالبا ما يشير اليها بالبصمات ، أثبتت الدراسات عن مدى قوة ونجاح

هذه التقنية في التمييز بين عينات المواد المستخدمة من مناطق مختلفة. حيث استخدمت وبشكل واسع من قبل العديد من المعامل التي تمتلك المفاعلات في دراسات لمعرفة اصل الخزفيات الاثارية.

### ثالثا البحث الجنائي والطب الشرعي

استخدمت تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني لدراسة بعض العينات من معامل البحث الجنائي. حيث يمكن لهذه الطريقة أن تقدم المعلومات عن النوع والاصل والجهة المصنعة وغيرها للمواد المختلفة مثل الشعر والزجاج والعقاقير والمواد الاخرى.

### تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني بمفاعل تاجوراء

في هذه الورقة نبرز بعض الاعمال البحثية التي قام بها الباحثون في هذا المجال والتي نشرت في مؤتمرات ومجلات علمية متخصصة.

### أولا مجال الزراعة والتربة

في بعض الدول يتم ري وتسميد التربة بمياه الصرف الصحي وفضلاته (المعالجة)، فإذا لم يتم دراسة مكونات التربة والمحاصيل من حيث تراكيز العناصر وبالاخص السامة منها فقد تكون مصدر ضرر للصحة العامة.

في دراسة بمركز البحوث النووية كان هدفها امكانية استخدام هذه التقنية والاعتماد عليها في الحصول على نتائج دقيقة لاغلب العناصر الممكن إيجادها في عينات لبعض أنواع من الخضروات والمحاصيل والتربة التي تم ريها بمياه الصرف الصحي وتسميدها بالفضلات المعالجة ، تم الحصول على نتائج لبعض العناصر المدونة بالجدول (جزء بالمليون)<sup>1</sup> وعند مقارنة هذه التراكيز بالمحددات الدولية لمياه الشرب (WHO)، فمثلا تراكيز العناصر Cr و As (0.05 ppm) و Cd (0.005 ppm) و Hg (0.01 ppm) بينما تشير المحددات العراقية لمياه الصرف الصحي المستخدمة في الري Cr و As (0.10 ppm) و Cd و (0.01 ppm) Mn و (0.2 ppm) Co و (0.05 ppm).

العنصر	تربة مغروسة بالشعير	تربة مغروسة بالبزليا	تربة مغروسة بالبصل	أوراق نبات الطماطم	أوراق نبات الفلفل	ثمار نبات الفلفل	أوراق نبات الثوم	أوراق نبات الشعير
Cr	13.9	10.3	13.0	1.3	1.1	2.1	1.6	1.9
Mn	785	497	799	111	92.8	84.5	89.1	189
Co	14.5	12.7	13.2	1.4	2.4	3.3	1.3	0.9
Zn	19.5	10.9	46.5	49.3	62.7	59.6	23.2	38.5
As	125	27.5	34.7	0.98	11.2	8.2	7.1	10.5
Cd	0.12	0.09	0.27	0.19	0.20	0.29	0.27	0.22
Sb	3.3	1.9	3.0	3.2	1.8	2.9	2.3	1.5
Hg	0.01	0.07	0.11	0.09	0.06	0.09	0.36	0.19

## ثانيا الصحة والغذاء

يمكن استخدام هذه التقنية للتعرف على تراكيز العناصر الرئيسية والنادرة لمراقبة جودة الاغذية والادوية ومدى مطابقتها مع الشهادد المرفقة. وهناك العديد من المراجع عن الاستخدامات المختلفة لهذه التقنية في الطب، على سبيل المثال، تحليل عينات الدم، الخلايا السرطانية، الشعر، الاظافر، حصى الكلي والمرارة وغيرها. وقد فام الباحثون بمركز البحوث النووية بالعديد من الدراسات في هذا المجال نذكر بعض منها:

تحديد تراكيز العناصر النادرة في عينات الدم البشري لاشخاص أصحاء والمصابين بالداء السكري<sup>2</sup>. حيث وجد ان تراكيز العناصر Zn, Se, Cr, Co أقل تركيزا في عينات الاشخاص المصابين بالداء السكري.

وباستخدام طريقة متطورة في التحليل بالتنشيط النيوتروني لحساب تراكيز العناصر في شعر الانسان وحصي الكلى لمعرفة توزيع العناصر في مثل هذه العينات لاعمار مختلفة أمكن تحديد تراكيز 23 عنصرا في عينات الشعر و 19 عنصرا في حصي الكلى في تشيع واحد دون اللجوء الي استخدام مواد معيارية<sup>3</sup>.

وحيث أن معرفة تراكيز العناصر الرئيسية والنادرة في الاعشاب الطبية المتداولة لاغراض علاجية تعتبر في غاية الاهمية لمعرفة تاثير العقاقير وتحديد الجرعات المطلوبة والية عملها، لذلك يتوجب تبني تقنية ذات مواصفات عالية عند تحديد تراكيز تلك العناصر. وفي دراسة كان هدفها تحديد تراكيز اكبر عدد ممكن من العناصر في 11 نوعا من الاعشاب

المستخدمة في العلاج والوقاية من انواع مختلفة من الامراض مثل حب الشباب، أوجاع الجهاز البولي، الامراض الجلدية، منشط ومدر لحليب الام والآم الظهر والشعور بالتعب وغيرها أمكن تحديد تراكيز 29 عنصرا يسهولة وثقة عالية. كما اوضحت هذه الدراسة بان تراكيز العناصر السامة في هذه العينات تعتبر تحت المعدل المسموح به في النظم الصحية<sup>4</sup>. وفي دراسة لمعرفة محتويات بعض المواد الغذائية المحلية منها والمستوردة من العناصر الرئيسية والسامة، استخدمت طريقة التحليل بالتنشيط النيوتروني في تحديد تراكيز 7 عناصر في عينات من التوابل والخضروات والدقيق ومشتقاته. حيث وجد افتقار تراكيز عنصري الحديد والزنك في المحاصيل المحلية اذا ما قورنت بالمحاصيل المستوردة وبالتالي ينصح بايجاد وسيلة لزيادة تراكيز هذه العناصر الهامة<sup>5</sup>.

ضمن المشاريع والدراسات القائمة بالمركز مشروع بالتعاون مع مستشفى الخضراء لتحديد تراكيز العناصر المختلفة في عينات المرارة والعصارة الصفراوية وانسجة المرارة لمعرفة العلاقة بين هذه العناصر في العينات المذكورة. هذا بالإضافة الى دراسة لمعرفة تراكيز العناصر في عينات لسرطان الثدي ومقارنتها بتراكيز نفس العناصر لانسجة سليمة.

## الخاتمة

في هذه الورقة تم استعراض تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني واستخداماتها المتعددة في المجالات المختلفة بمفاعل تاجوراء. كما يجدر بالذكر بان هناك العديد من الاوراق البحثية

التى لم يتم الإشارة إليها في هذه الورقة والتي تتعلق بتطوير تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني والحسابات المستخدمة فيها والتي تمت المشاركة بهم في المؤتمرات المتخصصة. ونظرا لدقة وحساسية هذه التقنية وعدد العناصر التي يمكن تحديدها دون اللجوء الى معايير قياسية تعتبر تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني تقنية مثلة ومنافسة للطرق التحليلية الأخرى.

## المراجع

- 1) Abugassa, I. & Zakharov, E. 1990. Environmental Contamination. 4<sup>th</sup> International Conference, Barcelona, 1-4 October, 350-352
- 2) Ashur, I., etc. (1998), Fourth Arab Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Tunis. 365-376.
- 3) Abugassa, I. et al., (1999) J. Applied Radiation and Isotopes. 50: 989-994
- 4) Abugassa, I. O., (2000), Fifth Arab Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Beirut. 451-464
- 5) Alamin, M. et al., (2004) J. Radioanal. Nucl. Chem. (in press)