------مجلة علوم الرافدين، المجلد 27، العدد 1، ص 145-157، 2018------

استخدام كل من مطيافية الفا وكاما في تحديد الجرعة السنوية الناجمة عن تناول بعض المواد الغذائية الحاوية على نظائر الرصاص ^{210}Pb و^{214}Pb

عاصمة محمود الإمام*
فرع الفسلجه الطبية/ كلية الطب/ جامعة الموصل

احمد خلف محيميد
قسم الفيزياء/ كلية التربية/ جامعة الموصل

*** E. mail:** assimamahmood@yahoo.com

(أُستلم 28/ 10 /2013 ؛ قُبل 16 /2013/12)

الملخص

تهدف الدراسة الحالية إلى تحديد تركيز النشاط الاشعاعي لنظائر الرصاص ^{210}Pb و^{214}Pb في بعض الأغذية التي يستهلكها الفرد ألعراقي حيث جمعت (34) عينة من بعض المحافظات العراقية منها المنتجة داخل القطر ومنها المستوردة والمتوفرة في الأسواق المحلية. شملت هذه الأغذية البطاطا والحنطة والأسماك والحليب. ولإيجاد تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb، استخدمت طريقة الفصل الكيميائي وترسيب البولونيوم ^{208}Po و^{210}Po على أقراص الفضة. واستخدمت مطيافية ألفا لإيجاد طيف تلك الجسيمات المنبعثة من نظائر البولونيوم ^{208}Po و^{210}Po فضلا عن استخدام مطيافية أشعة كاما لإيجاد تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb. تم حساب مقدار التناول اليومي والجرعة السنوية الناتجة من تناول الأغذية التي تحتوي على نظيري الرصاص ^{210}Pb و ^{214}Pb. أشارت النتائج بان الجرعات السنوية الكلية نتيجة تناول المواد الغذائية قيد الدراسة هي بحدود 99.01 µSv/y و 22.49 nSv/y لنظائر الرصاص ^{210}Pb و ^{214}Pb على التوالي.

الكلمات الدالة: مطيافيتي الفا وكاما، تركيز النشاط الاشعاعي لنظائر الرصاص ^{210}Pb و^{214}Pb، الغذاء، الجرعة السنوية.

The Use of Alpha and Gamma Spectroscopy to Determine the Annual Dose Due to Consumption of some Food Materials Containing lead Isotopes ^{210}Pb and ^{214}Pb

Assima M. Al-Emam
Department of Physiology/College of Medicine
University of Mosul

Ahmed K. Mheemeed
Department of Physics/ College of Education
University of Mosul

ABSTRACT

The current study aims to determine the radioactivity concentrations of ^{210}Pb and ^{214}Pb isotopes in food used by Iraqi people. Thirty four samples were collected, some are produced inside the country and others are imported and available in local markets at some Iraqi governorates, these foods are Potatoes, wheat, milk and fishes. To estimate the radioactivity concentration of ^{210}Pb, the chemical separation method was used and ^{210}Pb and ^{214}Pb isotopes were deposited on silver disks. Alpha spectroscopy was used to find the spectrum of alpha particles emitted from ^{210}Pb and ^{214}Pb isotopes. Gamma ray spectroscopy was used to determine the radioactivity concentration of ^{214}Pb. The annual intake and radiation dose due to the consumption of foods containing ^{210}Pb and ^{214}Pb isotopes were calculated**.** The total annual dose from the ingestion of ^{210}Pb and ^{214}Pb isotopes in foods are 99.01 µSv/y and 22.49 nSv/y, respectively.

Keywords: Alpha and Gamma spectroscopy, radioactivity concentrations of ^{210}Pb and ^{214}Pb isotopes, food, annual dose.

المقدمة

يتعرض الإنسان للإشعاع المؤين من مصدرين هامين هما العناصر المشعة الطبيعية والعناصر المشعة الصناعية. تنشأ هذه العناصر بصورة رئيسية من انحلال سلاسل اليورانيوم ^{238}U و^{235}U والثوريوم ^{232}Th ووليداتها وكذلك البوتاسيوم ^{40}K إضافة إلى الأشعة الكونية والأشعة الموجودة في جسم الإنسان وغيرها (المصري وحمو، 2008). توجد العناصر المشعة في الهواء والماء والتربة والصخور ومواد البناء والغذاء وفي منتجات الصناعات النفطية وصناعة المعادن ومنتجات الصناعات الكيميائية والأسمنت وكذلك صناعة الاسمدة (Peter and Adam, 1996) و (UNSCEAR, 2000) و (Saleh *et al*., 2007). إن العناصر المشعة المختلفة والمنتشرة في البيئة بغض النظر عن كونها طبيعية أو صناعية تتصرف شانها شان مثيلاتها من العناصر غير المشعة فيمكن وصولها إلى مكونات السلسلة الغذائية اليومية عن طريق الماء والهواء والتربة ومن ثم دخولها إلى جسم الانسان وإحداث أضرار بيولوجيه في الأنسجة والأعضاء المستهدفة (حسن، 2006). أن الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها الإنسان من العناصر المشعة الطبيعية أعلى بكثير من الجرعات الإشعاعية التي يتلقاها الإنسان من العناصر المشعة الصناعية فيما لو استهلكها الإنسان مع الغذاء وفي الوقت نفسه يمكن إن تكون العناصر المشعة الصناعية أكثر خطرا لو ارتفع تركيزها عن الحدود العظمى التي يجري تعيينها في كل بلد تبعاً لمعدلات استهلاك الفرد من المواد الغذائية وغيرها من العوامل (WHO,1988). اهتمت العديد من بلدان العالم والمنظمات الدولية في اجراء دراسات تتعلق بإيجاد تراكيز النشاط الاشعاعي للعناصر المشعة مثلا ^{226}Ra و^{222}Rn و ^{214}Po، ^{210}po و ^{210}Pb و^{214}Pb، و ^{232}Th و ^{238}U و ^{40}K في العديد من المواد الغذائية منها اللحوم الحمراء والدجاج والأسماك والحنطة والرز والحليب والخضراوات والفواكه وغيرها (Al-Masri *et al*., 2000) و (UNSCEAR, 2000)و(Avadhani *et al*., 2001) و(Al-Masri *et al*., 2004) و (Hosseini *et al*., 2006) و (Sugiyama *et al*., 2007) و (Ladygiene, 2008) و(Koizumi *et al*., 2013) . أعد الباحثون (Al-Masri *et al*., 2000) دراسة لإيجاد تركيز البولونيوم ^{210}Po والرصاص^{210}Pb في الأسماك البحرية والنهرية السورية والجرعة ألناشئة من تناولها. تم تحليل العينات وكانت تراكيز البولونيوم ^{210}Po تتراوح بين 0.27-27.48 Bq/kg وتركيز الرصاص ^{210}Pb بين - 0.050.38 Bq/kg في الأسماك البحرية ،أما في الأسماك النهرية فكانت التراكيز منخفضة حيث تراوحت للبولونيوم ^{210}Po بين 0.61-3.8 Bq/kg وللرصاص ^{210}Pb 0.04-1.0 Bq/kg. كما أجريت دراسة من قبل الباحثين (Avadhani *et al*., 2001) لحساب تركيز البولونيوم ^{210}Po والرصاص ^{210}Pb في ثلاثين نوعا من المواد الغذائية الهندية، ومنها الأسماك والروبيان والخضراوات و الرز فكانت تراكيز البولونيوم ^{210}Po والرصاص ^{210}Pb في عينات من الأسماك وفي الروبيان أعلى من تراكيزها في عينات الخضراوات والرز وكذلك تم ملاحظة وجود تراكيز عاليه من البولونيوم ^{210}Po والرصاص ^{210}Pb في الخضراوات الورقية مقارنه بالخضراوات غير الورقية. تم ايجاد تركيز الرصاص ^{214}Pb من قبل الباحثون (Koizumi *et al*., 2013) في العديد من المواد الغذائية المستهلكة في اليابان ومنها الحليب والحنطة والأسماك وكانت قيمها في الاسماك اعلى من تلك في الحليب والحنطة.

بموجب التقرير الصادر عن لجنة الامم المتحدة العلمية المعنية بشأن مصادر الإشعاع المؤين وأثاره، ونتيجة لتعرض الانسان للإشعاع عن طريق تناوله المواد الغذائية الحاوية على العناصر المشعة الناتجة من انحلال سلاسل اليورانيوم والثوريوم ووليداتها وكذلك ^{40}K فقد تبين أن معدل الجرعة العالمية المستلمة من الغذاء بحدود 0.29 mSv/y (المدى: 0.8 – 0.2 mSv/y). يوفر هذا التقرير معلومات عن مستوى النشاط الإشعاعي للعناصر المشعة الطبيعية في المواد الغذائية ومياه الشرب فضلا عن معدل الاستهلاك السنوي لهذه العناصر (UNSCEAR, 2000). ومع ذلك لا يشير التقرير إلى مستوى نشاطها الاشعاعي في الاغذية المستهلكة من قبل الفرد العراقي. اجريت دراسات محلية تتعلق بإيجاد تراكيز النشاط الإشعاعي للعناصر المشعة الطبيعية في المواد الغذائية ومن بين هذه الدراسات (عكلة، 2004) و (النعيمي وآخرون، 2005) و (Hasan and Mheemeed, 2008) و (الإمام، 2012).

تهدف الدراسة الحالية إلى تحديد تركيز النشاط الإشعاعي للنظيرين المشعين للرصاص ^{210}Pb و ^{214}Pb في بعض المواد الغذائية وهي البطاطا والحنطة والحليب الاسماك التي تستهلك بكثرة من قبل الفرد العراقي. تنشأ هذه النظائر من انحلال غاز الرادون المشع ^{222}Rn وتدخل الى جسم الانسان عن طريق استنشاق غاز الرادون وتناول المواد الغذائية والماء. يتم تحديد تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb من خلال تعيين البولونيوم ^{210}Po باستخدام منظومة قياس جسيمات ألفا بينما يتم تحديد تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb باستخدام منظومة قياس اشعة كاما. أما الجزء الاخر من البحث هو حساب معدل التناول والجرعة الاشعاعية السنوية نتيجة تناول المواد الغذائية التي تحتوي على النظيرين المشعين ^{210}Pb و ^{214}Pb .

الجزء العملي

جمع العينات والمعالجة الفيزياوية

في هذه ألدراسة تم جمع 34 عينة من المواد الغذائية من انحاء مختلفة من العراق قسم منها ينتج محليا والقسم الاخر مستورد وهذه المواد هي البطاطا والحنطة والأسماك والحليب. غُسلت البطاطا بصورة جيدة وتم تقشيرها وقياس كتلتها وهي رطبة وبعدها قطِّعَت إلى قطع صغيرة لتسهيل تجفيفها وُعِّرَضت للهواء لمدة ثلاثة أيام، ثم وضعت في فرن بدرجة 90^oC ولمدة ثمان ساعات للحصول على المادة الجافة. كما نظِفَت الحنطة من الشوائب وغسلت بصورة جيدة وجففت في الهواء. اما عينات الاسماك فقد غسِلَت بصورة جيدة ثم وضعت في ماء مغلي لمدة قصيرة بعدها تم رفع العظام والقشور والحصول على الأنسجة فقط التي تكون جاهزة للأكل وتم قياس كتلها للحصول على ألكتله الرطبة. وبعدها غلفت العينات بورق من السيلوفين ووضعت في فرن بدرجة 80-85°C لساعات عدة لحين جفافها. تم قياس كتل العينات الجافة من البطاطا والحنطة والأسماك ثم طحنت وُنخِلَت بمنخل ناعم قطره 2 mm للحصول على مسحوق ناعم ثم خلطت بصورة جيدة للحصول على أفضل تجانس وبذلك تصبح العينات الغذائية جاهزة لإجراء القياسات العملية. وأخيرا تم جمع عينات من الحليب الجاف المتوفر في الأسواق المحلية واستخدامها مباشرة دون أي معالجة فيزياوية.

منظومات القياس والمعالجة الكيميائية

منظومة مطيافية الفا

إن طاقة أشعة گاما المنبعثة من الرصاص^{210}Pb هي 46.5 keV ولايمكن الكشف عنها باستخدام منظومة الكاشف الوميضي لذلك نحتاج إلى أتباع طريقة غير مباشره للحصول على الرصاص ^{210}Pb من خلال تعيين البولونيوم ^{210}Po باستخدام منظومة قياس جسيمات ألفا المرتبطة بكاشف الحاجز السطحي ذو مساحة سطحية 300 mm^2 وقدرة فصل 17 keV عند الطاقة 5486 keV (تقنية قرص الفضة) (Flynn, 1968). حددت كفاءة الكاشف باستخدام مصدر عياري من العنصر المشع ^{241}Amعلى هيئة قرص له ألإبعاد نفسها للأقراص المستخدمة في الطلي فكانت كفاءة الكاشف بحدود 27%.

لإيجاد تركيز النشاط الاشعاعي للبولونيوم ^{210}Po يجب أولا معالجه العينات و تحليلها كيميائيا لفصل البولونيوم ^{210}Po من العينة الغذائية حيث أُخذت كتلة 10 غرامات من المسحوق الجاف لعينات السمك والحليب و5 غرامات من العينات الجافة للبطاطا والحنطة. ووضعت كل عينة في وعاء زجاجي سعته 250 ml وأضيف إليها 25 ml من الماء المقطر و0.2 ml من البولونيوم ^{208}Po كمقتفي أثر، ومن ثم هضمت العينة بإضافة 25 ml من حامض النتريك بتركيز 8M وقليلاً من الماء الأكسجيني H_2O_2 الذي أضيف على شكل قطرات من حين لآخر للمساعدة في أكسدة المركبات العضوية. وبعد ذلك سخنت العينة ليتم هضم العينة بهدوء وتركت على السخان لساعات عدة مع التحريك اليدوي من حين إلى آخر. وبعد الانتهاء من عملية الهضم والتبريد، رشحت العينة وبخر الراشح قريبا من الجفاف. حُلّت العينة الجافة في 10 ml من حامض الهيدروكلوريك بتركيز 6M ورشِحَت وأكمل الراشح بالماء المقطر ليصبح الحجم 100 ml. ثمُ سخن المحلول الراشح إلى درجة 80°C، ولأجل طلاء البولونيوم ^{210}Po المفصول تم أخذ اقراص الفضة وغسلت بالماء ثم بالأستون للتخلص من المواد العالقة بها، ووضع القرص

المجفف في المحلول لمدة ثلاث ساعات ونصف لطليه تلقائياً، بعدَها رفع قرص الفضة من المحلول وجفف بدرجة حرارة المختبر (Flynn,1968) و (البيش، 2002) و (Johansson, 2008). تم قياس شدة طاقاتي جسيمات ألفا الناجمة عن انحلال كل من ^{208}Po (5115 keV) و ^{210}Po (5305 keV) (أي قراءة المساحة الصافية تحت القمة) بوساطة منظومة قياس جسيمات ألفا. بعد انتهاء عملية الطلي الاول يبقى الرصاص المشع ^{210}Pb في المحلول. وضع المحلول في علبة بلاستيكية وكتب علية نوعية المادة الغذائية وتاريخ الطلي الاول وأضيف إليه 0.5 ml من حامض النتريك المركز HNO_3 حتى لا يلتصق البولونيوم على حافات العلبة، تغطى العلبة بصورة جيدة وتحفظ لمدة ستة أشهر، إن المحلول يحتوي على الرصاص ^{210}Pb الذي يتفكك إلى البزموث ^{210}Bi ويتفكك البزموث ^{210}Bi إلى البولونيوم ^{210}Po، وبعد مضي ستة اشهر، يعالج المحلول كيميائيا وحسب الطريقة المذكورة اعلاه ثم يطلى البولونيوم ^{210}Po الناجم من انحلال الرصاص ^{210}Pb على قرص الفضة ومن خلال تحديد تركيز النشاط الاشعاعي للبولونيوم ^{210}Po يحسب تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb وكما موضح ذلك في فقرة الحسابات.

منظومة مطيافية كاما

استخدمت منظومة قياس أشعة گاما SPECTCH UCS-20 المرتبطة مع الكاشف الوميضي((NaI(Tl) ذي الأبعاد 2.5cm×3.8cm لإيجاد تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb وتتكون هذه المنظومة من مضخم ابتدائي ومضخم رئيس ومجهز للفولتية ومحلل متعدد القنوات وترتبط هذه المنظومة بجهاز حاسوب لغرض تشغيلها وقراءة قياساتها وتحليل النتائج. وضعت العينة الغذائية الجافة المراد قياسها في وعاء مارنيللي وهو وعاء من الزجاج حجمه تقريبا ($181cm^3$) يحتوي على اسطوانة في مركزه توضع بلورة الكاشف في الاسطوانة بحيث تحيط العينة بالبلورة بالكامل مما يتيح كفاءة عالية بالقياس. تحاط بلورة الكاشف ألوميضي ووعاء مارنيللي بحواجز من الرصاص سمكها 5cm لتقليل الخلفية الإشعاعية. ولتحديد الطاقة 352 keV المنبعثة من الرصاص ^{214}Pb يجب عمل معايرة للطاقة وذلك باستخدام المصادر المشعة القياسية ^{60}Co و^{137}Cs و ^{152}Eu . تم تحديد كفاءة الكاشف الوميضي للطاقة 352 keV باستخدام الطريقة المشار إليها في (الإمام، 2012) وكانت بحدود 0.0766.

الحسابات

تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الغذائية

تم حساب تركيز النشاط الإشعاعي للبولونيوم ^{210}Po وتم تصُحيح نشاطه عند الاخذ بنظر الاعتبار المدة الزمنية بين الطلي الأول والقياس باستخدام العلاقة التالية (البيش، 2002).

$$C_{^{210}Po_1} = \frac{P_{^{210}Po} C_{^{208}Po}}{w_s \, P_{^{208}Po}} \exp \lambda_1 t_1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

إذ أن:

$C_{^{210}Po_1}$: تركيز النشاط الاشعاعي لـ^{210}Po عند تاريخ الطلي الاول (Bq/kg).

$C_{^{208}Po}$: تركيز النشاط الاشعاعي لـ^{208}Po المضاف إلى العينة (Bq).

$P_{^{210}Po}$: المساحة الصافية تحت القمة لـ^{210}Po.

$P_{^{208}Po}$: المساحة الصافية تحت القمة لـ^{208}Po.

w_s: كتلة العينة الجافة بوحدة kg

t_1 : المدة الزمنية بين الطلي الأول والقياس (day).

λ_1: ثابت انحلال ^{210}Po (day^{-1}) علماً أن العمر النصفي لـ ^{210}Po = 138 يوماً.

وحسب تركيز النشاط الاشعاعي لـ^{210}Pb في العينة الأصلية حسب العلاقة (2) (Gjelsvik *et al.*, 2009).

$$C_{^{210}Pb} = \frac{\exp(\lambda_2 t_2)}{1-\exp(-\lambda_1 t_3)} C_{^{210}Po_2} \quad \text{.....(2)}$$

إذ أن:

$C_{^{210}Pb}$: تركيز النشاط الاشعاعي لـ^{210}Pb (Bq/kg).

$C_{^{210}Po_2}$: تركيز النشاط الإشعاعي لـ^{210}Po عند تاريخ الطلي الثاني (Bq/kg).

t_2: المدة الزمنية بين الطلي الثاني والتحضير (day).

t_3: المدة الزمنية بين الطلي الأول والطلي الثاني (day).

λ_2: ثابت انحلال ^{210}Pb (day^{-1}) علماً أن العمر النصفي لـ^{210}Pb =22.3 سنة.

تركيز النشاط الإشعاعي للرصاص ^{214}Pb في العينات الغذائية

أما تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb في العينات الغذائية تم حسابه باستخدام المعادلة الآتية: (عبد الله وآخرون، 1990):

$$C_{^{214}Pb} = \frac{\sum N - \sum B}{\varepsilon \ I \ T_c \ w_s} \quad \text{.....(3)}$$

إذ أن:

$\sum N$ المساحة الصافية تحت الذروة الضوئية وللطاقة (352 keV)

$\sum B$ الخلفية الإشعاعية تحت الذروة الضوئية وللطاقة (352 keV)

I شدة أشعة گاما المنبعثة من الرصاص ^{214}Pb وتساوي 0.37

T_c زمن تجميع الطيف بوحدة (s)

ε كفاءة الكاشف الوميضي وهي بحدود 0.0766

$C_{^{214}Pb}$ تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb بوحدة (Bq/kg)

الجرعة السنوية

لإيجاد الجرعة السنوية نتيجة تناول المواد الغذائية التي تحتوي على النظائر المشعة من الضروري أن يكون تركيز النشاط الاشعاعي للنظير المشع الداخل في الحسابات هو تركيزه في العينة الرطبة لذا يجب أن يحول تركيز النشاط الاشعاعي للنظير المشع من العينة الجافة إلى العينة الرطبة وذلك باستخدام المعادلة الآتية (النعيمي وآخرون، 2005) :

$$C_f = C_d x \frac{W_d}{W_f} \quad \text{.....(4)}$$

إذ أن:

C_f تركيز النشاط الاشعاعي للنظير في العينة الرطبة (Bq/kg)

C_d تركيز النشاط الاشعاعي للنظير في العينة الجافة (Bq/kg)

W_d كتلة العينة الجافة (kg)

W_f كتلة العينة الرطبة (kg)

تم حساب الجرعة السنوية H(Sv/y) وذلك باستخدام العلاقة الآتية: (Butkus *et al.*, 2006)

$$H = C_f \ x \ F \ x \ C_F \quad \text{.....(5)}$$

إذ أن:

F معدل الاستهلاك السنوي للمادة الغذائية (kg/y).

C_F معامل التحويل (Sv/Bq) للنظير المشع في المادة الغذائية:

للرصاص ^{210}Pb هو $6.9x10^{-7}$ Sv/Bq (Johansson, 2008)

وللرصاص ^{214}Pb $1.4x10^{-10}$ Sv/Bq (Sugiyama *et al*., 2007)

النتائج والمناقشة

تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb والجرعة السنوية الناتجة عن تناول المواد الغذائية

يبين الجدول (1) تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في 34 عينة المواد الغذائية الجافة والرطبة وهي البطاطا والحنطة والحليب والأسماك ومقدار التناول اليومي والجرعة السنوية. نلاحظ إن تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الجافة من البطاطا تتراوح قيمه بين 5.235 – 0.567 Bq/kg وبمعدل 0.434 ± 1.467 Bq/kg. وان تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الرطبة تتراوح قيمه بين 0.8114 - 0.0907 Bq/kg وبمعدل 0.2575 ± Bq/kg 0.066 ومعدل التناول اليومي 0.0033 ± 0.0127 Bq/d وهو اقل من القيمة المحسوبة في اسبانيا لعينات البطاطا الرطبة 1.3 ± 0.3 Bq/d (Heranandez *et al*., 2004)، أما معدل الجرعة السنوية فكان 0.82 ± 3.19 µSv/y.أما تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الجافة للحنطة تراوحت قيمه بين 1.825 – 0.635 Bq/kg وبمعدل Bq/kg 0.109 ±0.9466 وهو يقارب القيمة المحسوبة في سوريا لعينات من الحنطة حيث تراوحت بين (Al-Masri *et al*., 2004) 2.6 -0.7 Bq/kg، أما معدل التناول اليومي فكان 0.3625±0.042 Bq/d وهو اقل من معدل التناول اليومي في سوريا 1.209 Bq/d (المصري وآخرون، 2001) اذ أن معدل التناول يعتمد على كمية الحنطة المستهلكة من قبل الفرد في كلا البلدين، أما الجرعة السنوية فكانت 91.39±10.54 µSv/y. نلاحظ من الجدول (1) إن مدى تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الجافة للحليب هو 1.731Bq/kg– 0.297 وبمعدل 0.6647±0.216 Bq/kg. إن معدل تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb لمادة الحليب في سوريا 0.1 ± 1.3 Bq/kg وهو اعلى قليلا من معدل تركيزه في العراق. ان تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb للعينات الرطبة من الحليب تتراوح قيمه بين، 0.2493-0.0428 Bq/kg وبمعدل 31 Bq/kg 0.0957±0.0، أما في المانيا فكانت القيم تتراوح بين 0.28Bq/kg-0.005 وفي المملكة المتحدة 0.088-0.035 Bq/kg (Ladygiene, 2008) لمادة الحليب. ان النتائج الحالية لتركيز النشاط الاشعاعي للرصاص في الحليب الرطب قريبة من تركيزه في هاتين الدولتين. أما معدل الجرعة فكان 3.963±1.287 µSv/y. نلاحظ من الجدول (1) إن تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الجافة من السمك تراوحت قيمه بين 13.607Bq/kg– 0.219 وبمعدل 2.9387±2.148 Bq/kg. وان تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الرطبة يتراوح قيمه بينBq/kg -0.0244 1.2927، أما معدل الجرعة فكان 0.4655±0.354 µSv/y. الجدول (2) يوضح قيم تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في عينات رطبة من السمك في دول مختلفة من العالم ويتبين ان القيم الحالية تتفق مع القيم العالمية وبالأخص مع القيم في سوريا.

الجدول 1: يبين تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الجافة والرطبة من المواد الغذائية والمقاس باستخدام كاشف الحاجز السطحي SBD ومقدار التناول اليومي والجرعة السنوية

رقم العينات	موقع العينات (أو المنشأ)	تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الجافةBq/kg	تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الرطبةBq/kg	[a] مقدار التناول اليومي Bq/d	الجرعة السنوية µSv/y
البطاطا					
1	عقرة	0.888	0.1456	0.0072	1.8
2	المحاويل	0.575	0.1064	0.0052	1.32
3	السلامية	1.766	0.3319	0.0164	4.12
4	ربيعة	1.130	0.2938	0.0145	3.64
5	القائم	1.260	0.1796	0.0089	2.23
6	الموصل–المركز	0.567	0.0907	0.0045	1.12
7	ديالى–المركز	0.983	0.1720	0.0085	2.13
8	الشلالات	0.907	0.2004	0.0099	2.48
9	اليوسفية	5.235	0.8114	0.040	10.07
10	كركوك–المركز	1.360	0.243	0.012	3.02
المعدل± الخطأ القياسي*		1.467 ± 0.434	0.2575 ± 0.066	0.0127 ± 0.003	3.19 ± 0.82
الحنطة					
11	الشرقاط	1.172	1.172	0.4489	113.05
12	عقرة	0.648	0.648	0.2482	62.50
13	تل طيبة	0.732	0.732	0.2804	70.60
14	حميدات	0.672	0.672	0.2574	64.82
15	المحلبية	1.076	1.076	0.4121	103.79
16	الشيخان	0.710	0.710	0.2719	69.48
17	السلامية	0.635	0.635	0.2432	61.25
18	الكوير	0.677	0.677	0.2593	65.30
19	ربيعة	1.057	1.057	0.4048	101.96
20	المصنع	1.437	1.437	0.5504	138.61
21	العداية	1.825	1.825	0.6990	176.04
22	البوير	0.718	0.718	0.2750	69.25
المعدل± الخطأ القياسي*		0.9466 ± 0.109	0.9466 ± 0.109	0.3625±0.042	91.39±10.54
الحليب					
23	انجوي – أردني	0.517	0.0744	0.0122	3.08
24	نيدو – الإمارات	1.731	0.2493	0.0410	10.3
25	سميد س –أوربا	0.445	0.0641	0.0105	2.65
26	ملتي – نيوزيلندا	0.297	0.0428	0.007	71.7
27	ديالاك – نيوزيلندا	0.507	0.0730	0.012	3.02
28	ميلغرو – اندونيسيا	0.491	0.0707	0.0116	2.92
المعدل± الخطأ القياسي*		0.6647±0.216	0.0957±0.031	0.0157±0.005	3.963±1.287
السمك					
29	مغمغيج – لموصل	13.607	1.2927	0.0088	2.22
30	جري – حديثه	0.963	0.0803	0.000548	0.138
31	شخاطه – حديثه	0.565	0.0452	0.000309	0.0 77
32	فضي – سامراء	0.362	0.0362	0.000247	0. 0623
33	سمتي – بغداد	0.219	0.0244	0.000167	0. 0420
34	فيليه – فيتنام	1.916	0.1405	0.000961	0.242
المعدل± الخطأ القياسي*		2.9387±2.148	0.2699±0.205	0.0018±0.0014	0.4655±0.354

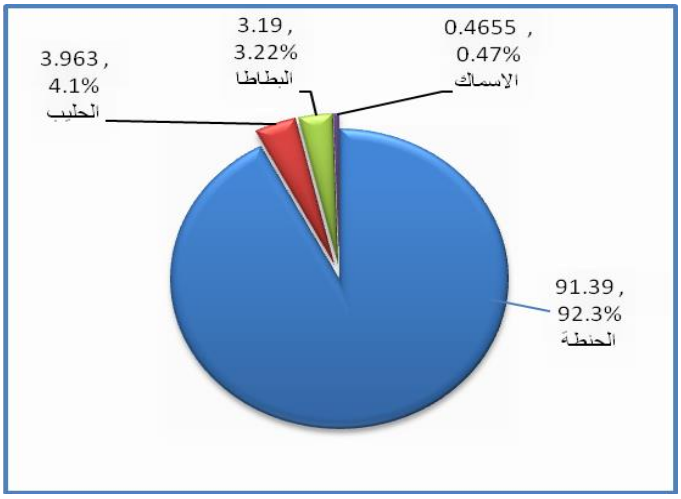
* الخطأ القياسي $S.E=\sigma/\sqrt{N}$، σ الانحراف المعياري (Nsiah-Akoto *et al*., 2011) و (Chapt, 2003)

a إن مقدار التناول اليومي للفرد العراقي من البطاطا والحنطة والحليب والسمك بحدود 0.0493 kg (USAID/IRAQ, 2006) و 0.3836 kg (UNSCEAR, 2000) و 0.1644 kg (USAID/IRAQ, 2006) و 0.00685kg (USAID/IRAQ, 2006) على التوالي.

الجدول 2: يوضح قيم تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{210}Pb في عينات رطبة من السمك في دول مختلفة من العالم

تركيز النشاط الإشعاعي للرصاص ^{210}Pb في العينات الرطبة Bq/kg	الدول	المراجع
0.0244-1.2927	العراق	العمل الحالي
1.3-45	لبنان	(Samad *et al*., 2010)
0.05-3.8	سوريا	(Al-Masri *et al*., 2000)
0.047	هونك كونك	(Yu *et al*., 1997)
0.04-0.54	اليابان	(Yamamoto *et al*., 1994)
0.1-7	امريكا	(Noshkin *et al*., 1994)

يوضح الشكل (1) الجرعة السنوية ونسبتها المئوية نتيجة تناول الحنطة و الحليب و البطاطا و والأسماك التي تحتوي على الرصاص ^{210}Pb ويتبين ان أعلى قيمة للجرعة السنوية ناتجة عن تناول الحنطة لان استهلاكها عال من قبل الفرد العراقي وان نسبتها تصل الى 92.3% من الجرعة السنوية الكلية ويليها الحليب والبطاطا وأخيرا الاسماك. ان الجرعة السنوية الكلية نتيجة تناول المواد الغذائية قيد الدراسة هي بحدود 99.0085 µSv/y.



الشكل 1: يوضح الجرعة السنوية ونسبتها المئوية نتيجة تناول البطاطا والحنطة و الحليب والأسماك التي تحتوي على الرصاص ^{210}Pb

تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb والجرعة السنوية الناتجة عن تناول المواد الغذائية

يبين الجدول (3) تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb في 34 عينة المواد الغذائية الجافة والرطبة وهي البطاطا والحنطة والحليب والأسماك ومقدار التناول اليومي والجرعة السنوية وجد ان تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb في العينات الجافة من البطاطا تتراوح بين N.D. −1.151 Bq/kg وبمعدل 0.512±0.164 Bq/kg، وكان معدل تركيزه في العينات الرطبة 0.109±0.041 Bq/kg وفي اليابان كان معدل تركيزه اقل من 0.066 Bq/kg (Sugiyama *et al*., 2007) ، أما مقدار التناول اليومي والجرعة السنوية فهما 0.0054±0.002 Bq/d و 0.2751±0.102 nSv/y. الجدول (3) يبين تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb في العينات الجافة من الحنطة حيث كانت القيم تتراوح بين N.D. −1.960 Bq/kg وبمعدل 0.935±0.175 Bq/kg وهي اقل من القيمة المحسوبة في اليابان 2.07 ± 0.721 Bq/kg (Koizumi *et al*., 2013) اما معدل الجرعة السنوية فكان 18.344 ± 3.427 nSv/y. تراوحت قيم تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb

في العينات الجافة من الحليب بين Bq/kg 6.011 – 1.072 وبمعدل Bq/kg 0.826 ±3.093، وفي اليابان (Koizumi *et al*., 2013) تراوحت القيم بين Bq/kg 1.24-3.72. ان معدل القيمة الحالية يقع ضمن القيم في اليابان، أما في العينات الرطبة فتراوحت القيم بين Bq/kg 0.154–0.865 وبمعدل Bq/kg 0.119±0.445 وفي اليابان كان معدل التركيز اقل من Bq/kg 0.069 (Sugiyama *et al*., 2007). ربما يعود سبب الاختلاف الكبير في القيم الى اختلاف الموقع الجغرافي بين الدولتين ونوعية مصادر انتاج الحليب ومعامل انتقال نظير الرصاص ^{214}Pb من التربة الى النبات ومن ثم الى الحيوان وغيرها. ان معدل الجرعة السنوية هو nSv/y 0.99±3.74. الجدول (3) يبين تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb في العينات الجافة من الاسماك حيث تراوحت القيم بين Bq/kg 8.682 -N.D. وبمعدل Bq/kg 1.735 ± 3.940 وهذه النتائج مقاربه للقيم المحسوبة في ثلاث مدن يابانية حيث كانت Bq/kg 8.60±2.36 و Bq/kg 2.48 ±10.5 و Bq/kg 0.534±1.23 (Koizumi *et al*., 2013)، إن معدل تركيز نظير الرصاص ^{214}Pb في العينات الرطبة Bq/kg 0.17±0.375 وهو اعلى من تركيزه في اليابان Bq/kg 0.083 (Sugiyama *et al*., 2007). ربما يعود سبب الاختلاف الكبير في القيم الى اختلاف الموقع الجغرافي بين الدولتين ونوعية الاسماك المدروسة ونوعية المياه وغيرها. اما معدل الجرعة السنوية فكان nSv/y 0.06±0.131.

يوضح الشكل (2) الجرعة السنوية ونسبتها المئوية نتيجة تناول البطاطا و الحنطة و الحليب والأسماك التي تحتوي على الرصاص ^{214}Pb ويتبين ان أعلى قيمة للجرعة السنوية ناتجة عن تناول الحنطة لان استهلاكها عال من قبل الفرد العراقي وان نسبتها تصل الى 81.5% من الجرعة السنوية الكلية ويليها الحليب والبطاطا وأخيرا الاسماك. ان الجرعات السنوية الكلية نتيجة تناول المواد الغذائية قيد الدراسة هي بحدود nSv/y 22.49. الشكل (3) يوضح المقارنة بين مقدار التناول اليومي لنظيري الرصاص ^{210}Pb و ^{214}Pb في المواد الغذائية قيد الدراسة ويلاحظ من الشكل الاختلاف القليل بين مقدار التناول اليومي للنظيرين المشعين في الحنطة والأسماك بينما يكون مقدار التناول اليومي للرصاص ^{210}Pb هو ضعف قيمة مقدار التناول اليومي للرصاص ^{214}Pb وخمسها تقريبا في البطاطا والحليب على التوالي. ان الاختلاف في قيم مقدار التناول اليومي لنظائر الرصاص يعود الى اسباب عديدة منها اختلاف تركيز هذه النظائر في المواد الغذائية قيد الدراسة ويعتمد تركيزها في الغذاء على نوع المادة الغذائية ونوع التربة ونوع العنصر المشع وظروف التسميد وغيرها (Bettencourt *et al*., 1988 و Saleh *et al*.,2007). كذلك إن نظائر الرصاص ^{210}Pb و ^{214}Pb تنتج من انحلال نظير الراديوم ^{226}Ra احد وليدات سلسلة اليورانيوم ^{238}U والذي يذوب في الماء وينتقل الى الغذاء. أو تنتج هذه النظائر من انحلال غاز الرادون المشع ^{222}Rn وتسقط على الاجزاء المختلفة من النباتات. يمكن ان يوجد الرصاص في الفضلات السائلة المطروحة في مياه مجاري الدور السكنية والمعامل وغيرها والتي تصل الى الانهار بدون معالجة.

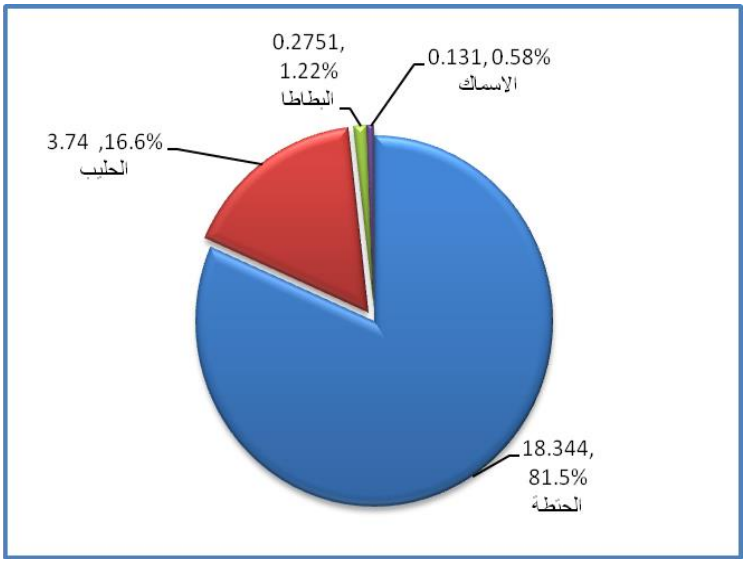
الجدول 3: يبين تركيز الرصاص ^{214}Pb في العينات الجافة والرطبة من المواد الغذائية والمقاس باستخدام الكاشف ألوميضي NaI(Tl) ومعدل التناول اليومي والجرعة السنوية

رقم العينات	موقع العينات (أو المنشأ)	تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb في العينات الجافة Bq/kg	تركيز النشاط الاشعاعي للرصاص ^{214}Pb في العينات الرطبة Bq/kg	[a] مقدار التناول اليومي Bq/d	الجرعة السنوية Sv/y $X10^{-9}$
	البطاطا				
1	عقرة	0.131	0.0214	0.0011	0.0539
2	المحاويل	0.718	0.133	0.0065	0.335
3	السلامية	N.D.	N.D	N.D.	N.D.
4	ربيعة	0.989	0.257	0.0126	0.648
5	القائم	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
6	الموصل–المركز	0.141	0. 0225	0.0011	0.0568
7	ديالى–المركز	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8	الشلالات	1.151	0.254	0.0125	0.641
9	اليوسفية	0.2305	0.0354	0.0074	0.0892
10	كركوك–المركز	0.2255	0.0404	0. 002	0.102
	المعدل ± الخطأ القياسي*	0.512±0.164	0.109±0.041	0.0054±0.002	0.2751±0.102
	الحنطة				
1	الشرقاط	0.774	0.774	0.297	15.18
2	عقرة	1.508	1.508	**0. 578**	29.510
3	تل طيبة	0.957	0.957	0.366	18.725
4	حميدات	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5	المحلبية	0.852	0.852	0.326	16.680
6	الشيخان	0.420	0.420	0.161	8.221
7	السلامية	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8	الكوير	0.402	0.402	0.154	7.858
9	ربيعة	1.960	1.960	**0.752**	38.363
10	المصنع	1.377	1.377	0.527	26.946
11	العداية	0.164	0.164	0.063	3.216
12	البوير	0.945	0.945	0.362	18.448
	المعدل ± الخطأ القياسي*	0.935±0.175	0.935±0.175	0.359±0.067	18.344 ± 3.427
	الحليب				
1	انجوي – اردني	2.435	0.3507	0.0576	2.944
2	نيدو – الامارات	2.613	0.376	0.0618	3.159
3	سميد س –اوربا	5.108	0.736	0.121	6.176
4	ملتي – نيوزيلندا	6.011	0.865	0.142	7.27
5	ديالاك – نيوزيلندا	1.318	0.1897	0.0312	1.592
6	ميلغرو – اندونيسيا	1.072	0.154	0.0254	1.296
	المعدل ± الخطأ القياسي*	3.093.±0.826	0.445±0.119	0.073 ±0.0190	3.740±0.999
	السمك				
1	مغمغيج – الموصل	8.682	0.807	0.0055	0.282
2	جري – حديثه	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
3	شخاطه – حديثه	1.018	0.0815	0.00057	0.028
4	فضي – سامراء	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5	سمتي – بغداد	4.35	0.485	0.0033	0.169
6	فيليه – فيتنام	1.712	0.126	0.00086	0.0438
	المعدل ± الخطأ القياسي*	3.940±1 .735	0.375±0.17	0.0026±0.0012	0.131±0.06

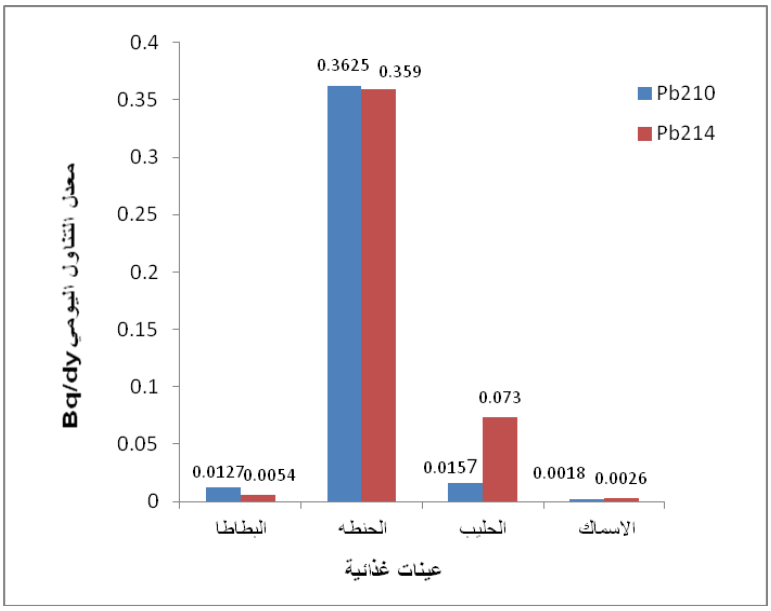
N.D. لم يتم الكشف عنه

* الخطأ القياسي $S.E=\sigma/\sqrt{N}$، σ الانحراف المعياري (Nsiah-Akoto *et al*., 2011) و (Chapt, 2003)

a إن مقدار التناول اليومي للفرد العراقي من البطاطا والحنطة والحليب والسمك بحدود 0.0493 kg (USAID/IRAQ, 2006) و 0.3836 kg (UNSCEAR, 2000) و 0.1644 kg (USAID/IRAQ, 2006) و 0.00685kg (USAID/IRAQ, 2006) على التوالي.



الشكل 2: يوضح الجرعة السنوية ونسبتها المئوية نتيجة تناول البطاطا والحنطة و الحليب والأسماك التي تحتوي على الرصاص ^{214}Pb



الشكل 3: يوضح المقارنة بين مقدار التناول اليومي للرصاص ^{210}Pb , ^{214}Pb للعينات الغذائية البطاطا والحنطة و الحليب والأسماك

الاستنتاجات

1- تبين من خلال نتائج الدراسة الحالية ان اعلى واقل تركيز للنشاط الاشعاعي لنظير الرصاص ^{210}Pb في العينات الجافة وجد في سمك المغمغيج وكان 13.607Bq/kg، وفي سمك السمتي بقيمة 0.219Bq/kg أما أعلى تركيز للنشاط الاشعاعي لنظير الرصاص ^{214}Pb في العينات الجافة وجد في سمك المغمغيج وكان 8.682Bq/kg بينما لم يتم الكشف عنه في بعض عينات البطاطا والحنطة والحليب.

2- وجد أن أعلى جرعة سنوية ناتجة عن تناول الاغذية التي تحتوي على النظائر المشعة للرصاص كان للنظير ^{210}Pb ويليه النظير ^{214}Pb.

3- ان مجموع الجرعة السنوية الكلية نتيجة تناول المواد الغذائية قيد الدراسة والتي تحتوي على النظائر المشعة للرصاص هي بحدود 99.03 µSv/y وهي اقل من معدل الجرعة العالمية المستلمة من الغذاء 0.29 mSv/y (المدى:0.2– 0.8 mSv/y).

4- يمكن استخدام نتائج البحث الحالي كمرجع في تحديد مستوى التلوث الاشعاعي في المواد الغذائية التي تستهلك من قبل الفرد العراقي.

المصادر العربية

الإمام، عاصمة محمود مصطفى (2012). قياس تراكيز ^{40}K و ^{226}Ra و ^{222}Rn و ^{38}U و ^{210}Po في بعض المواد الغذائية لبعض محافظات العراق. أطروحة دكتوراه، كلية ألتربية، جامعة الموصل.

البيش، فؤاد حمادة (2002). البولونيوم (Po-210) في البيئة وطرائق تحليله. هيئة الطاقة الذرية السورية، تقرير، العدد 467، ص37.

المصري، محمد سعيد؛ مخللاتي، هيام ؛ خليلي، حسام؛ عساف، هدى؛ الحموي، احمد؛ حسن، محمد؛ أمين، يسر؛ نشواتي، عامر(2001). تعيين النكليدات المشعة الطبيعية الغذاء السوري في مدينة دمشق وضواحيها. تقرير هيئة الطاقة السورية.

المصري، محمد سعيد؛ حمو ليلا، محمد (2008). مصادر الإشعاعات المؤينة. هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الوقاية والأمان، ص 154.

ألنعيمي، سعيد حسن؛ يوسف، رشيد محمود؛ محمود، سناء فتحي (2005). تحديد تراكيز اليورانيوم في محصولي الطماطا والكما في جنوب العراق. منشورات جامعة اليرموك. عمادة البحث العلمي والدراسات العليا. **14**(2)، 1−12.

حسن، انتصار صاحب (2006). مخاطر تعرض الإنسان للإشعاع. مجلة البيئة والحياة، وزارة البيئة العراقية، مركز الإعلام والتوعية البيئية. **5**.

عبدالله، عطية علي؛ الدركزلي، شذى سلمان؛ الياس، مازن مانوئيل (1990). الفيزياء النووية التجريبية. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة بغداد، ص 256.

عكلة، صباح يوسف حسن (2004). تحديد تراكيز الرادون واليورانيوم ونظائر مشعة أخرى في أنواع مختلفة من المياه الطبيعية في محافظة نينوى. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق.

المصادر الأجنبية

Abu-Khadra, S.A.; Eissa, H.S. (2008). Natural radionuclides in different plants together with their corresponding Soils in Egypt at Inshas Region and the Area Nearby. IX., *Radiation Physics and Protection Conference*, 15-19 November, Nasr City –Cairo, Egypt.

Al-Masri, M.S.; Mukallati, H.; Al-Hamwi, A.; Khalili, H.; Hassan, M.; Assaf, H.; Amin, Y.; Nashawati, A. (2004). Natural radionuclides in Syrian diet and their daily intake. *J. Rdioanal. and Nuclear Chem.*, **260**(2), 405-412.

Al-Masri, M.S.; Mamish, S.; Budeir, Y.; Nashwati, A. (2000). ^{210}Po and ^{210}Pb concentrations in fish consumed in Syria. *J. Environ. Radioactivity*, **49**, 345-352.

Avadhani, D.N.; Masheh, H.M.; Karunakara, N.; Narayana, Y.; Somashekarappa, H.M.; Siddappa, K. (2001). Dietary intake of ^{210}Po and ^{210}Pb in the environment of Goa,Health Phys, **81**(4), 438-45.

Bettencourt, A.O.; Teixeira, M.M.G.R.; Elias, M.D.T.; Faisca, M.C. (1988). Soil to plant transfer oe Radium-226. *J. Environ. Radioactivity*. **6**, 49-60.

Butkus, D.; Laucyte, I.; Ladygiene, R. (2006). Estimation of effection dose caused by ^{40}k, ^{90}Sr and ^{137}Cs in daily food. *J. Envirl . Engine. and Landscape managemen*.**XIV**, **2**, 77-81.

Chapt, L.E. (2003). "Introductory Biostatistics". John Wiley and Sons. Canada .U.S.A.

Flynn, W.W. (1968). The determination of low levels of Polonium-210 in environmental materials. *Anal. Chim. Acta*., **43**, 221–227.

Gjelsvik, R.; Brown, J. (2009). Nordic Nuclear Safety Research, nks, Po-210 and other radionuclides in terrestrial and freshwater environments, Norwegian Radiation Protection Authority. Norway, NKS-181.

Hasan, H.I.; Mheemeed, A.K. (2008). Transfer of ^{40}K from soil to plants in an agriculture field and its EDE from milk ingestion. *Damascus University, J. for Basic Sciences*, **24**(2),43-59.

Hernandez, F.; Hernandez, J.; Catalain, A.; Fernandez, J.C.; Laneras, M.H. (2004). Activity concentration and mean annual effective dose of foodstuffs on the island of Tenerife Spain. *Radiat. Prot. Dosi*. **111**(2), 205 -210.

Hosseini, T.; Fathivand, A.A.; Barati, H.; Karimi, M. (2006). Assessment of radionucides in imported foodstuffs in Iran. *Iran J. Radiat. Res*., **4**(3), 149-153.

Johansson, L.Y.(2008). Determination of Pb-210 and Po-210 in aqueous environmental sample. Ph.D. Thesis, Schweden.

Koizumi, M.; Kazama, D.; Kobayashi, H. (2013). Concentration of natural radioactive nuclide (Pb-214 and Bi-214) in foods from Yamanashi. *Mamoru food magazine*, **54**(2), 121-126 .

Ladygiene, R .(2008). Internal exposure of public in Lithuanil to the radioactivity contaminated food. *The 7th International Conference, Faculty of Environmental Engineering* Vilnius Gediminas Technical University. May 22-23, 187-193.

Noshkin, V.E.; Robison, W.L.; Wong, K.M. (1994). Concentration of Po-210 and Pb-210 in the diet at the Marshall Island. *Scien. the Total Enviro.*, **155**, 87-104.

Nsiah-Akoto, I.; Flether, J.J.; Oppon, O.C.; Andam, A.B. (2011). Indoor radon levels and the associated effective dose rate determination at dome in the greater accra region Ghana research. *J. Envir. and Earth Sci.*, **3**(2), 124-130.

Peter, S.; Adam, R. (1996). Environmental radiation measurements at the former Soviet union's semipalatinsk nuclear test site and surrounding villages. *Environmental Measurements Laboratory*, U.S. Department of Energy, 201 Varick street, NY 10014-4811.

Saleh, I.H.; Hafez, A. F.; Elanany, N.H.; Motaweh, H.A.; Naim, M.A. (2007). Radiological study on soils, foodstuff and fertilizers in the Alexandria region, Egypt. *Turkish J. Eng. Env. Sci*. **31**, 9-17.

Samad, O.E.; Baydoun, R.; Jeaid, H.EI. (2010). Activity concentrations of polonium -210 and lead-210 in Lebanese fish. *Lebanese Sci. J.*, **11**(2), 30- 45.

Sugiyama, H.;Terada, H.; Isomura, K.; Iijima, I.; Kobayashi, J.; Kitamura, K. (2007). Contents and daily intakes of gamma-ray emitting nuclides ^{90}Sr and ^{238}U using market- basket studies in Japan. *J . Health Sci*., **53**(1), 107-118.

UNSCEAR. (2000). "United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation". Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York, United Nations.

USAID/IRAQ .(2006). " The Potential For Food Processing in Iraq". Iraq Private Sector Growth and employment generation.

WHO. (1988). "Derived Intervention Levels For Radionuclides in Food". World Health Organization. Geneva.

Yamamoto, M.; Shiraish, K.; Komura, K.; Ueno, K. (1994). *J. Radioa. Nucl. Chem.*,183.

Yu, K.N.; Mao, S.Y.; Young, F.C.M.; Stokes, M.J. (1997). A study for radioactivity in six types of fish consumed in Hong Kong. *Appli. Radiat. and Isotopes*, **48**, 515-519.