

Measuring the concentrations of uranium in Samples of chicken bones and domestic and imported fish using nuclear track detector CN-85

قياس تراكيز اليورانيوم في عينات من عظام الدجاج والاسماك المحلي والمستورد بتقنية الكواشف الصلبة للاثر النووي (CN-85)

هدى سعدي علي¹ ، أسماء أحمد عزيز¹ ، عدي طارق صبحي²
¹جامعة تكريت-كلية التربية-قسم الفيزياء
²جامعة بغداد-كلية التربية ابن الهيثم-قسم الفيزياء

الملخص:

تم في هذا البحث اخذ نماذج من عظام الدجاج المستورد (البرازيلي والتركي) والمحلي ، وكذلك نماذج من عظام الاسماك المحلية والمستوردة ، وذلك لقياس و مقارنة تراكيز اليورانيوم في هذه النماذج باستعمال الكاشف CN-85، من خلال ايجاد كثافة الاثار لجسيمات الفا على سطح الكاشف وتركيز الرادون في الهواء والعينة ثم ايجاد فعالية الرادون وعدد ذرات ووزن اليورانيوم في العينة وبالتالي ايجاد التركيز بوحدته ppm . وتم القياس باستعمال كاشف الاثر النووي CN-85، اذ جرى تحضير العينات بطريقه علميه وفقا لعدة مصادر في هذا المجال . وبعد فترة زمنية استمرت (60) يوماً، تم جمع العينات ومعاملتها كيميائياً وفق مصادر علمية ، ثم تم حساب الاثار النووية باستعمال مجهر ضوئي،

أظهرت النتائج بالنسبة لعظام الدجاج ان اعلى تركيز لليورانيوم كان في الدجاج التركي وبلغت قيمته (4.59)ppm، واقل تركيز له كان في الدجاج البرازيلي وبلغت قيمته (1.52) ppm، اما الدجاج العراقي فكانت قيمته (3.4) ppm، مقارنة مع الخلفية الاشعاعية البالغة (1.12 ppm). اما بالنسبة للاسماك فقد كان تركيز اليورانيوم في المستورد المجمد (3.53) ppm ، وهذه القيمة اعلى من تركيزه في الاسماك العراقية والتي كانت قيمته (2.15) ppm، مقارنة مع الخلفية الاشعاعية البالغة (1.12 ppm).

Summary:

In this research take samples of imported chicken bones (Brazilian and Turkish) and domestic as well as sample of fish bones of domestic and imported, in order to measure and compare the concentrations of uranium in these samples using nuclear track Detector CN-85 through the density of track of alpha particles on the surface and radon concentration in the air and then find effective radon and the number and weight of the uranium atoms in the sample and thus find concentration unity ppm.,

and measurement using nuclear track detector CN-85, as was samples preparation scientific way and according to several sources in this area. After a long period of time (60) days, the samples were collected and chemically treated according to scientific sources, then the track number were calculated using an optical microscope The results showed for the chicken bones that the highest concentration of uranium was in the chicken Turkish and reached (4.59ppm), and less concentration was in Brazilian chicken and (1.52ppm), either chicken Iraqi value was (3.4ppm), compared with background radiation amounting to (1.12 ppm).

For Fish was the concentration of uranium in importer frozen (3.53ppm), and this value is higher than the concentration in fish is Iraq, which was (2.15ppm), compared with the background radiation of (1.12 ppm)

المقدمة:

تكون الكرة الارضية والاحياء التي تعيش عليها بصورة مستديمة تحت تأثير انواع مختلفة من الاشعاعات وتقسيم هذه الانواع الى النويدات ذات المنشأ الاصلي وتشمل ثلاث سلاسل هي سلسلة اليورانيوم (²³⁸U) وسلسلة الثوريوم (²³²Th) وسلسلة الاكتينيوم (²³⁵U) ويبين الجدول رقم (1) خواص سلسلة اليورانيوم (²³⁸U) [1].

الاشعاع بصورة عامة اما طبيعي اوذلك الذي صنعه الانسان لاغراض مختلفة، ويتعرض الانسان لمصادر الاشعاع هذه بنسب متفاوتة. وللأشعاع تأثير في البيئة قد يبقى أثره لسنوات عدة فيؤثر بدوره على التركيب الجيني للانسان والحيوان مما يؤدي الى خلل وراثي يظهر اثره على الاجيال اللاحقة وعليه يجب ان لا نهمل امراً مهماً وهو وصول اثر التلوث الى السلسلة الغذائية

للإنسان والحيوان على حد سواء [2]. حيث تعتبر سلسلة الغذاء من أهم المسارات الحرجة والهامة في سرعة انتقال الملوثات الإشعاعية حيث أن مجاميع مختلفة من الأحياء في السلسلة الغذائية تتلوث وتزداد بها نسبة المواد المشعة كالنباتات والحيوانات ومنتجاتها. إن هذه الملوثات المشعة غالباً ما تسلك مسارات معقدة في البيئة - كما في الشكل (1) قبل وصولها للإنسان، كما قد يحدث التلوث الإشعاعي نتيجة تساقط الغبار الذري على التربة الزراعية والنباتات [3].

لذلك يمكن ان تصل المواد المشعة الى الدواجن من خلال تغذيتها على النباتات و الاعلاف الملوثة بالنويدات المشعة [4]، كما تتلوث الاسماك نتيجة المخلفات النووية التي يتم التخلص منها في قاع المسطحات المائية، كما أن معظم العناصر المشعة تتركز طبيعياً في العديد من الأسماك التي تعيش في المياه العذبة عنها في المالحه ويتوقف ذلك على معدل تركيز المواد المشعة في الأسماك و مستوى التلوث الإشعاعي و نوع وطبيعة تغذية الأسماك [5].

لقد ازدادت مجالات استعمال كواشف الأثر النووي الصلبة بشكل كبير لما تمتلكه من مميزات منها أنها لا تحتاج الى مصادر للطاقة الكهربائية [6] ، أضافه إلى السهولة في استخدامها، كما تتميز بدقة النتائج والحساسية العالية للإشعاع (كجسيمات ألفا والبروتونات والنيوترونات) وذات كفاءة تتراوح بين (85 % - 95 %) وأيضاً قابليتها على الاحتفاظ بالأثار عند خزنها لمدة طويلة من الزمن و عند الدرجات الحرارية الاعتيادية أو درجة حرارة الغرفة [7] .

لذلك ظهرت الحاجة لدراسة تأثير الإشعاع والكشف عنه والتعرف على مدى تلوث السلسلة الغذائية للإنسان وطرق معالجتها، فظهرت تقنيات عده منها تقنية الكواشف الصلبة للأثر النووي التي استعملت في هذا البحث لحساب تركيز اليورانيوم في عينات من عظام الدجاج (البرازيلي، التركي، العراقي) وعظام الاسماك (المستورد المجمد، النهري العراقي) والمتوفرة في الاسواق المحلية. حيث توضع الكواشف في حجرات انتشار مغلقة (Sealed Diffusion Chamber) ذات شكل اسطواني أو شبه مخروطي، و توضع بصورة مواجهة للعينه المراد قياس تركيز اليورانيوم فيها وتغلق بإحكام لمنع تسرب أو تبادل الهواء مع المحيط وكما موضح في الشكل (2)، وبعد انتشار غاز الرادون داخل الحجرة ينحل باعثة جسيمات ألفا وحصول حالة توازن بينه وبين وليداته ويتم السماح للكاشف بالتعرض للعينه وان نسبة ترسب وليدات الرادون على جدران الحجرة تعتمد على الأبعاد (نصف القطر والارتفاع) [8].

لقد وجد أن اقل نسبة لوليدات الرادون هي عندما يكون نصف قطر الحجرة الأسطوانية بحدود 1.4 cm وان افضل أبعاد لمنظومة التشيع هي عندما تكون المسافة بين سطح العينه والكاشف اكبر من 7 cm [9]. أن كاشف الأثر النووي CN-85 المستعمل في بحثنا هذا، من الكواشف العضوية، تركيبه الكيميائي $(\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2)_n$ ، يمتاز بحساسية جيدة وخاصة لجسيمات الفا والجسيمات الثقيلة الأخرى ، وتكمن حساسية الكاشف في احتواء تركيبه الجزيئي على مجموعة NO_2 [10]، و تبلغ كثافة الكاشف 1.52 gm/cm^3 وغير حساس للضوء والإشعاعات الكهرومغناطيسية [11] .

الغرض من الدراسة الحالية:

أيجاد ومقارنة تراكيز اليورانيوم في نماذج من عظام الدجاج (البرازيلي، التركي، العراقي)، ونماذج من عظام الاسماك (المستورد المجمد، النهري العراقي)، والمتوفر في الاسواق العراقية، ومقارنتها مع الخلفية الإشعاعية باستعمال كاشف الاثر النووي CN- 85.

الجزء النظري:

آلية حدوث الأثار على سطح الكاشف :

تعتمد آلية حدوث الأثار على سطح الكاشف على توليد الجسيمات المشحونة في المواد الصلبة العازلة عدداً من الأثار خلال مرورها في تلك المواد ، وهذا ما يمكن ملاحظته باستعمال المجهر الإلكتروني أو الضوئي بعد معاملتها بمادة كيميائية تعمل على إظهار مناطق التلف المتكونة . إن نوع وشكل مناطق التلف تعتمد على كتلة وطاقة وشحنة الجسيمات الساقطة و على نوع المادة الكاشفة الصلبة . إن نظرية وخزة الانفجار الايوني Ion Explosion Spike هي النظرية التي من الممكن أن تفسر الية او كيفية نشوء الأثر [12].

ففي البوليمرات والمتكونة من جزيئات كبيرة متكررة ومرتبطة مع بعضها تدعى المونومير ، و الأخيرة ترتبط مع بعضها في معظم اللدائن بأصرة تساهمية تغلب عليها أصرة هيدروجين _كاربون (H-C) ، وهذه الأصرة سهلة الكسر عند تعرضها للإشعاع مما ينتج عنها سلاسل بوليمرية صغيرة ذات نهايات فعالة متآينة تسمى الجذور الحرة والتي لها القابلية على التفاعل فيما بينها أو مع الذرات الأخرى [13] .

إن التأثير الرئيسي للإشعاع على البوليمرات هو انحلالها Degradation أو تشابك جزيئاتها Cross-Linking بعضها مع بعض ، وهذان التأثيران يمثلان التغييرات الرئيسية في خواص البوليمر . إن سقوط الإشعاع على هذه البوليمرات يؤدي إلى تهيج هذه الجزيئات وتأيينها وبالتالي قطع الروابط Bonds بينها ، وإحداث تلف Damage في مادة البوليمر لا يزول في الظروف الاعتيادية ، ويعرف هذا الأثر المخزون بالأثر الكامن Latent Track [14] .

إن المناطق التالفة بتأثير الإشعاع المؤين تظهر قابلية أكبر على التفاعل مع المحاليل القلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH مقارنة بالمناطق السليمة وذلك بسبب امتلاك المناطق التالفة طاقة أكبر من المناطق السليمة ، لذا فإن المحلول الكيميائي

يخترق المناطق المشععة بسرعة محدثاً أثراً يزداد عمقه ويتسع قطره مع زيادة زمن القشط ويمكن مشاهدة الأثر الكامن (المخزون) للإشعاع المؤين بعد إظهاره تحت المجهر الضوئي [15].

حساب ثابت الانتشار :-

إن قياس مستوى تركيز الرادون يستند على تحديد ثابت الانتشار K ، والذي من الممكن تحديده لحجرة الانتشار المستعملة في هذه الدراسة من العلاقات التالية [16]

$$\rho = KCT \quad \dots\dots\dots(1)$$

حيث:

ρ كثافة الأثار بوحدة Tr/cm^2 ، K ثابت الانتشار ، C تركيز الرادون في الحيز الهوائي بوحدة Bq.cm^{-3} ، T زمن التشعيع بالثانية و D تمثل معدل كثافة الأثار بوحدة $\text{Tr.Cm}^{-2}.h^{-1}$ وحسب المعادلة [17]:

$$D = \rho / T = K.C \quad \dots\dots\dots(2)$$

كما أنه من الممكن إيجاد ثابت الانتشار K اعتماداً على الأبعاد الهندسية لحجرة الانتشار كما في العلاقة [16] :

$$K = \frac{1}{4}r(2\text{Cos}\theta_c - r / R_\alpha) \quad \dots\dots\dots(3)$$

حيث :

r نصف قطر الأنبوبة المستعملة وقيمه 1.19 cm .

θ_c الزاوية الحرجة للكاشف CN-85 ومقدارها 25° .

R_α مدى جسيمات ألفا في الهواء المنبعثة من Rn^{222} وقيمه 4.15 cm وكما في المعادلة [17] :

$$R_\alpha = (0.005E_\alpha + 0.285)E_\alpha^{3/2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

حيث E_α يمثل طاقة جسيمات ألف بوحدة MeV . أن قيمة K تعتمد على الأبعاد الهندسية لحجرة الانتشار ولذا فعند حساب K من المعادلة (3) فإن قيمة ثابت الانتشار بوحدة الطول تساوي $K = 0.453 \text{ cm}$.

حساب تركيز الرادون في الحيز الهوائي والعينة :-

من الممكن حساب تركيز الرادون في الحيز الهوائي للحجرة المحصورة بين سطح العينة و سطح الكاشف في حجرة الانتشار بوحدة Bq.m^{-3} من العلاقة [18] :

$$D_{\text{Rn}^{222}} = \frac{C}{4}r(2\text{Cos}\theta_c - r / R_\alpha) \quad \dots\dots\dots(5)$$

حساب تركيز الرادون في العينات :-

أما تركيز الرادون في العينات فيمكن إيجاده من العلاقة الآتية [18] :

$$C_s = \lambda_{\text{Rn}} C_a h t / L \quad \dots\dots\dots(6)$$

حيث:

C_s تركيز الرادون داخل العينات بوحدة Bq.m^{-3} .

C_a تركيز الرادون في الحيز الهوائي بوحدة Bq.m^{-3} .

λ_{Rn} ثابت انحلال الرادون ويساوي 0.1814 day^{-1} .

h ارتفاع الحيز الهوائي ويساوي 9.5 cm .

L سمك العينة ويقدر بحوالي 1.5cm تقريباً .

t زمن التشعيع بالأيام وقيمه 60 يوماً .

حساب تركيز اليورانيوم:

لايجاد تركيز اليورانيوم لابد من حساب عدد ذرات الرادون N_{Rn} من العلاقة:

$$A_{\text{Rn}} = \lambda_{\text{Rn}} . N_{\text{Rn}} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\lambda_{\text{U}} . N_{\text{U}} = \lambda_{\text{Rn}} . N_{\text{Rn}} \quad \dots\dots\dots(8)$$

حيث ان

λ_U ثابت انحلال اليورانيوم ومقداره $4.9 \times 10^{-18} \text{Sec}^{-1}$. اما وزن اليورانيوم في العينات W_U gm فيمكن ايجاده من العلاقة:

$$W_U = \frac{N_U \cdot A_U}{N_{av}} \dots \dots \dots (9)$$

اذ ان A_U العدد الكتلي لليورانيوم ^{238}U و N_{av} عدد افوكادرو ويساوي $6.06 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ولايجاد تركيز اليورانيوم في العينات بوحدة ppm نستخدم العلاقة الاتية:

$$C_U(\text{ppm}) = \frac{W_U}{W_S} \dots \dots \dots (10)$$

W_U وزن اليورانيوم ، W_S وزن العينة [19].

الجزء العملي:

في هذا البحث أخذت نماذج من عظام الدجاج (البرازيلي، التركي، العراقي)، ونماذج من عظام الاسماك (المستورد المجمد، النهري العراقي) والمتوفر في الاسواق العراقية، وبواقع عينة واحدة من كل نموذج. ، وعرضت لحمام شمسي لمدة اسبوع لتجفيفها ثم طحنت و غربلت بغريال قياس 2 ملم لنحصل على عينات من مسحوق متجانس وناعم لضمان توزيع متناسق من المادة المشعة في كل عينة فيكون مستعداً للفحص والتحليل .

واستعمل الكاشف CN-85 كتقنية للكشف عن الإشعاع ، وقد اختيرت تقنية القياس الطويلة الأمد بغية الحصول على آثار لجسيمات ألفا المنبعثة من غاز الرادون الصادر من العينات قيد الدراسة . كان الكاشف CN-85 المستعمل بسلك $175 \mu\text{m}$ أبعاده بحدود $1 \times 2 \text{ cm}^2$ ، ثم وزنت العينات المستعملة و بواقع 5 غرام من كل عينة ، حيث حُددت الكمية المراد دراستها بميزان ذو حساسية تصل إلى $0.5 \times 10^{-2} \text{ gm}$. ووضعت العينات في حجرات التشعيع الاسطوانية الشكل والتي يطلق عليها حجرات الانتشار وكانت الأخيرة بقطر 2.38 cm ، ثم أحكم إغلاق الحجرات المذكورة بسداد مطاطي مع إبقاء المسافة بين سطح العينة و سطح السداد السفلي الحاوي على قطعة الكاشف بمقدار 9.5 cm [20] . وبعدها تترك كل عينة مدة 22 يوماً لأجل الحصول على حالة التوازن المثالي (القرني) Secular equilibrium تصل إلى 98% بين الراديوم ووليداته من نظائر الرادون.

وللحيلولة دون حدوث حالة تسرب لغاز الرادون إلى خارج حجرات الانتشار فقد تم رفع السداد المطاطي و إستبداله و بسرعة بسداد آخر يحوي في أسفله على قطعة من الكاشف CN-85 ثم إغلاق هذا السداد بشريط لاصق وبشكل محكم مع المحافظة على ثبات البعد بين الكاشف و وجه العينة قبل رفع السداد . بقيت الكواشف داخل حجرات التشعيع مدة 60 يوماً . بعدها تم رفع كل الكواشف و تهيئتها لعملية القشط الكيميائي باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي NaOH و بنقاوة تصل إلى 98% ، حيث ستظهر هذه العملية الأخيرة كثافة الآثار التي خلفها الرادون على الكاشف . كانت درجة الحرارة المصاحبة لهذه العملية بمقدار 60°C ، وبيعارية (normality) مقدارها (6.25 N) ، و المتكونة من إذابة 62.5 غرام من NaOH وزنه الجزيئي 40 في 250 مل من الماء المقطر . و بعد 80min (افضل زمن لعملية قشط الكاشف المستعمل) من عملية القشط بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تم رفع الكواشف من المحلول المذكور و غسلها بشكل جيد بالماء المقطر ثم تجفف لتتأهباً بوضعها تحت المجهر البصري و إبتداء عملية كشف و حساب عدد الآثار الناشئة على وجه الكاشف .

وبعد أن تمت عملية حساب عدد الآثار التي خلفها التفاعل الحاصل بين جسيمات ألفا (المنبعثة من غاز الرادون) و سطح الكاشف المواجه للعينات قيد الدراسة ، تم القيام بحساب الخلفية الإشعاعية للكاشف CN-85 ، ففي نفس الفترة التي كانت الكواشف المستعملة متعرضة للعينات قيد الدراسة كان واحداً من الكواشف موضوعاً في إنبوبة محكمة الإغلاق و خالية من العينات و ذلك لحساب الخلفية الإشعاعية للكاشف CN-85.

النتائج والمناقشة:

يظهر الجدول (2) العينات المأخوذة من عظام الدجاج العراقي والمستورد (التركي والبرازيلي) وعظام الاسماك (العراقي والمستورد المجمد) و تقابلها مقادير كل من كثافة آثار جسيمات ألفا وتركيز الرادون في الحيز الهوائي والعينات وفعالية غاز الرادون وعدد الذرات والوزن لليورانيوم وتركيز اليورانيوم بوحدة ppm.

نلاحظ من الجدول (2) ان أعلى قيمة لكثافة الآثار لجسيمات ألفا لنماذج عظام الدجاج التي سجلت على سطح الكاشف CN-85 في الدجاج التركي كانت $1454.1 \text{ Track/cm}^2$ و اقل قيمة في الدجاج البرازيلي وكانت 486.6 Track/cm^2 ، اما بالدجاج العراقي فقد كانت $1078.4 \text{ Track/cm}^2$ ، مقارنتاً مع الخلفية الإشعاعية $357.98 \text{ Track/cm}^2$ ، وبذلك بلغت أعلى قيمة لتراكيز اليورانيوم في نماذج عظام الدجاج التركي 4.59 ppm و اقل قيمة في نماذج عظام الدجاج البرازيلي 1.52 ppm وكان في الدجاج العراقي 3.4 ppm ، مقارنتاً مع الخلفية الإشعاعية البالغة 1.12 ppm .

بالنسبة لنماذج عظام الاسماك فقد كانت أعلى قيمة لكثافة الآثار في عظام الاسماك المستوردة $1174.5 \text{ Track/cm}^2$ وبذلك كان تركيز اليورانيوم في هذه الاسماك 3.53 ppm ، اما في الاسماك العراقية فان قيمة كثافة الآثار 705.6 Track/cm^2 وبذلك كان تركيز اليورانيوم 2.15 ppm مقارنتاً مع الخلفية الإشعاعية حيث بلغت كثافة الآثار $357.98 \text{ Track/cm}^2$ ، وبذلك كان تركيز اليورانيوم للخلفية الإشعاعية البالغة 1.12 ppm .

والشكل (3): يبين تركيز اليورانيوم ppm المقابل لنماذج عظام الدجاج (التركي، الراجيلي والعراقي)، وعظام الاسماك (العراقي والمستور) مع الخلفية الاشعاعية.

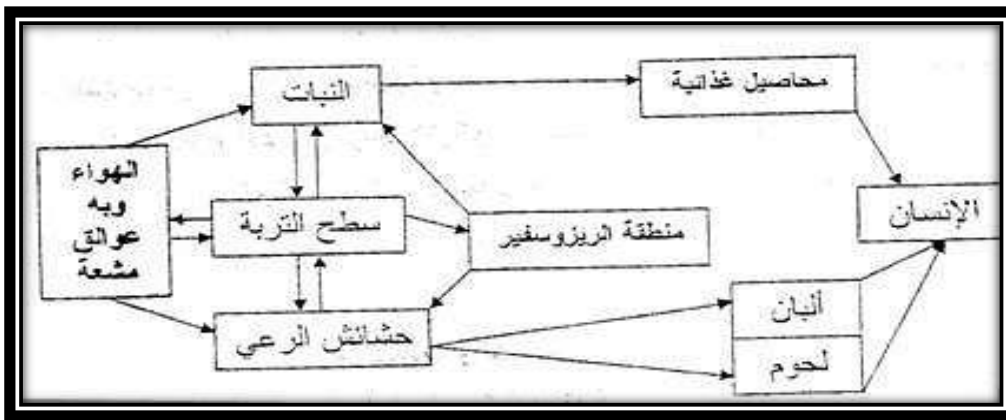
الاستنتاجات

- 1- تراكيز اليورانيوم في عظام الدجاج تراوحت ما بين أعلى تركيز في الدجاج التركي ومقداره (4.59 ppm)، وأقل قيمة في الدجاج البرازيلي (1.52ppm)، مقارنةً مع الخلفية الاشعاعية البالغة (1.12 ppm) ويعود السبب في ذلك الى تلوث التربة والذي ينتقل الى النباتات والاعلاف ومنها الى الدجاج [15].
- 2- التراكيز المقاسة لليورانيوم في عظام الاسماك كان في المستورد (3.53ppm)، وفي العراقي (2.15 ppm)، مقارنةً مع الخلفية الاشعاعية البالغة (1.12 ppm)، ويعود السبب لتتركيز معظم العناصر المشعة طبيعياً في الاسماك او نتيجة تلوث المسطحات المائية بالمخلفات النووية [21].

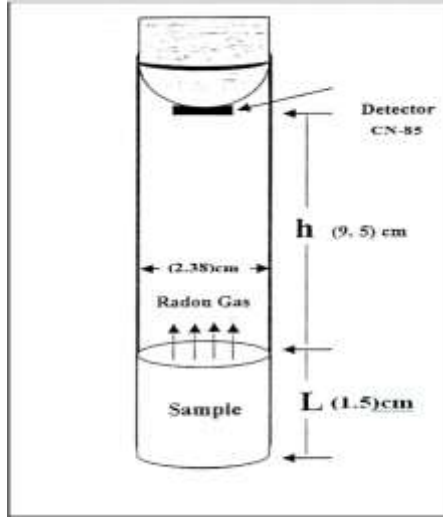
المصادر:

1. د. عذاب طاهر نغميش الكناني ود. خالد خورشيد كاظم, 1991, البيئة الاشعاعية, بغداد .
2. Al-Bataina B. A., Ismail A. M., Kullab M. k. Abumurad K. M. and Mustafa H., (1997). "Measurement in Different Types of Natural Waters in Jordan". Radiat. Meas. Vol.28, No. 1-6, pp (591 – 594).
3. Barillon R., Klein D., Chambaudet A. and Devillarad. C., (1993). "Comparison of Effectiveness of three Radon Detectors (LR-1 15, CR-39 & Silicon Diode Pin) placed in Cylindrical Device – Theory and Experimental Techniques" Nucl. Trak. Radiat. Meas., Vol.22, 1-4, pp. (281 – 282).
4. نجم، عمار عبد الرحمن (1997)، الكواشف الصلبة للأثر النووي واستخداماتها، مجلة الذرة والتنمية، العدد (3)، المجلد (9).
5. Papastefanon C., Manolopoulou M. and Jaonnidon A., (1995). "Radon Flux Measurements Along Active Faults". Nucl. Geophys., Vol.9(5):pp(481-486).
6. Tell I., Bensryd I. and Rylander., (1994). "Geochemistry and Ground Permeability as Determinates of in Door Radon Concentrations in Southern Most Sweden" Appl. Geochemistry, Vol. 9. pp(647-655).
7. L. Abbate N., Marcuccio P., B ipace carbonara M Carioggia E, Martueci U Salaniann Simeone G, vitucci L.,(2002) "Article in Italian" Med Lav, NOV – Dec (6); 527 – 539:
8. -النعيمي، سعيد حسن سعيد (1997)، الكشف عن الاشعة النووية الضعيفة في بعض مواد البناء العراقية، مجلة التربية والعلم. العدد (27).
9. Jonsson G., (1991). "Solid State Nuclear Track Detectors in Radon Measurements in Doors and in The Soil". Nucl. Track. Radiat. Meas. Vol.19.No.1-4,pp(335-338).
10. Azam, A., Naqvi A. H. and Srivastava D. S., (1995) "Radium concentration and Radon Exhalation Measurement Using LR -115 Type II Plastic Tracks Detectors". Nucl. Geophys Vol. 9, No. 6 pp(653- 657).
11. Durrani S. A. and Bull R. K., (1987). "Solid State Nuclear Track Detection".PergamonPress.Oxford.
12. Fleischer R. L., Price P. B. and Walker R. M., (1975). "Nuclear Trakecks in Solids Principles and Application ".University of California Press; Berkeley U.S.A.
13. Sallet, J. tii, (1989), Radon and lung cancer ", Journal of the National cancer Institute Vol. 81, No. 10,.
14. احمد محمد عبيد، 2009، استخدام تقنية كاشف التلوث النووي (CR-39) للاستشعار عن التلوث الاشعاعي باليورانيوم المنضب في مناطق محددة من محافظة صلاح الدين. وقائع المؤتمر العلمي الأول لكلية العلوم – كلية العلوم/ جامعة تكريت – صلاح الدين، العراق.
15. Liolios T. E., (1996). "Assessing the Risk from the Depleted, Uranium Weapons Used in Operation Allied Force". Dept. of theoreticalphys., Univ. of Thessaloniki, Thessaloniki 54006 Greece.

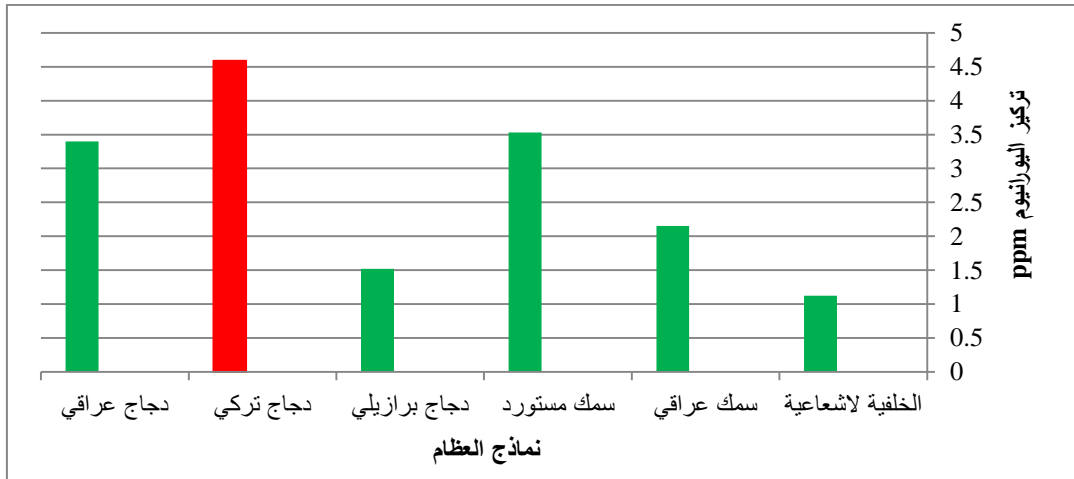
16. فالح لفتة مطر، غاطي، 2009، دراسة تأثير اليورانيوم المنضب على الابل في صحراء جنوب العراق. وقائع المؤتمر العلمي الأول لكلية العلوم – كلية العلوم/ جامعة تكريت – صلاح الدين، العراق.
17. -محمد، اكرم عزيز (1993)، كيمياء اللدائن، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
18. Cartwright B. G. and Shirk E. K., (1978). "A nuclear Track Recording Polymer of Unique Sensitivity and Resolution". Nucl. Inst and Meth., Vol.153:pp(457-460).
19. Sinch S. and Vrk H.S., (1987). Indian Journal of Pure and Applied Physics.Vol.25.pp(127-129).
20. ICRP, (1993), Protection against Ru 222 at Home and at Work, ICRP Publication 65, Annuals of ICRP 23.
21. زينب نصر الله، 2011 ، حساب تراكيز اليورانيوم في نماذج من الاعشاب الطبيعية، المجلة العراقية للعلوم، المجلد 52 ، العدد 4، ص 470-474 .



الشكل (1) المسالك التي تسلكها المواد المشعة في البيئة حتى تصل للإنسان



شكل (2) يوضح حجرة الانتشار
بداخلها العينة والكاشف



شكل(3): تركيز اليورانيوم ppm المقابل لنماذج عظام الدجاج (العراقي، التركي، البرازيلي)،
والاسماك(العراقي والمستورد) مقارنة مع الخلفية الاشعاعية.

جدول (1) خواص سلسلة اليورانيوم U-238

النظير الأم	نوع الإشعاع	نصف العمر	ناتج التفكك
يورانيوم - 238	ألفا α	4.56×10^9 سنة	ثوريوم - 234
ثوريوم - 234	بيتا β	24.5 يوم	بروتكتينيوم-234
بروتكتينيوم-234	بيتا β	1.14 دقيقة	يورانيوم - 234
يورانيوم - 234	ألفا α	2.7×10^5 سنة	ثوريوم - 230
ثوريوم - 230	ألفا α	7.6×10^4 سنة	راديوم - 226
راديوم - 226	ألفا α	1580 سنة	رادون - 222
رادون - 222	ألفا α	3.8 يوم	بولونيوم - 218
بولونيوم - 218	ألفا α	3.05 دقيقة	رصاص - 214
رصاص - 214	بيتا β	26.8 دقيقة	بزموت - 214
بزموت - 214	ألفا (0,04%) α	19.7 دقيقة	ثاليوم - 210
بزموت - 214	ألفا (99%) α	19.7 دقيقة	بولونيوم - 214
بولونيوم - 214	ألفا α	1.5×10^{-4} ثانية	رصاص - 210
ثاليوم - 210	بيتا β	1.32 دقيقة	رصاص - 210
رصاص - 210	بيتا β	25 سنة	بزموت - 210
بزموت - 210	بيتا β	5 يوم	بولونيوم - 210
بولونيوم - 210	ألفا α	136 يوم	رصاص - 206 نواة مستقرة

جدول (2): يوضح عينات من عظام الدجاج (العراقي والمستورد) وعظام السمك (العراقي والمستورد) مع كثافة الأثار ، تركيز الرادون في الحيز الهوائي ، تركيزه داخل العينات ، فعالية الرادون، عدد وزن ذرات اليورانيوم وتركيز اليورانيوم باستخدام اللكاشف CN-85.

نماذج العظام	كثافة الأثار Track /cm ²	تركيز الرادون ن بالهواء C _{ai} Bq.m ⁻³	تركيز الرادون ن بالعينة C _s × 10 ³ Bq.m ⁻³	فعالية الرادون ن A _{Rnx} × 10 ⁻² Bq	عدد ذرات اليورانيوم 10 ¹⁵	وزن اليورانيوم gm × 10 ⁻⁶	تركيز اليورانيوم ppm
الدجاج العراقي	1078.4	459.2	31.63	21.09	43.04	17.00	3.4
الدجاج التركي	1454.1	619.21	42.68	28.46	58.09	22.95	4.59
الدجاج البرازيلي	486.6	207.2	14.282	9.52	19.3	7.62	1.52
السمك العراقي	705.6	300	20.6	13.73	27.28	10.78	2.15
السمك المستورد	1174.5	500	34.46	22.98	44.77	17.69	3.53
الخلفية الإشعاعية	357.98	152.4	10.50	7.024	14.33	5.62	1.12