تحديد النشاط الاشعاعي الطبيعي في بعض عينات الاسماك من مناطق مختارة في العراق

رحاب رعد داؤد
قسم الفيزياء
كلية التربية للعلوم الصرفة
جامعة الموصل

رشيد محمود يوسف
قسم علوم البيئة
كلية علوم البيئة وتقاناته
جامعة الموصل

(قدم للنشر في 2021/5/4 ، قبل للنشر في 2021/7/6)

الملخص :

في هذا البحث ، استعملت تقنية كواشف الاثر النووي ذات الحالة الصلبة نوع (CR-39) لتحديد تركيز كل من الرادون (Rn 222) ، الراديوم (Ra226) واليورانيوم (U238) في نماذج من عينات الاسماك المحلية والمستوردة والتي تم جمعها من مناطق مختارة في العراق . واظهرت النتائج بان اقل تراكيز لهذه النوى في عينات اسماك محافظة دهوك و تتراوح بين Bq/m3 (1- 98.208 340.917)، (0.07507 – 0.034046) Bq/kg، 0.027249 – 0.06291)ppm) وبمعدل (250.4675)Bq/m3، (0.05439) Bq/kg، (0.049765 ppm) على الترتيب . واعلى تركيز في عينات اسماك محافظة البصرة و تتراوح بين (451.914335- 1014.825175)Bq/m3، (0.07762665 – 0.18158282) Bq/kg، 0.065054 – 0.15217497)ppm) وبمعدل (756.36182)Bq/m3، (0.1518944) Bq/kg، (0.1272947 ppm) على الترتيب . وكانت تراكيز النوى اعلاه ضمن القيم المسموح بها في المواد الغذائية وحسب ICRP وعليه تعد هذه الاسماك اغذية امنة من هذا الجانب .

الكلمات المفتاحية : النشاط الاشعاعي ،كواشف الاثر النووي ، الاسماك ، اليورانيوم .

Fish Of Natural Radioactivity In Some Samples Of Determination From Selected Regions In Iraq .

Rehab Raad Daood **Rasheed Mahmood yousif**

University of Mosul / College of education for pure sciences 1
University of Mosul / College of environment and its techniques 2

Abstract:

this research, using solid state nuclear track detectors (SSNTD) type (CR -39) to determined radon (^{222}Rn) , radium (^{226}Ra) and uranium (^{238}U) concentrations in samples for local and imported fish collected from selected regions of Iraq . The result show that the less concentration of those nuclei in fish sample of Duhok governorates ranges between (198.208 – 340.917) Bq/m^3 , (0.03404 – 0.07507) Bq/kg , (0.02724 – 0.06291) ppm with mean values 250.4675 Bq/m^3 , 0.05439 Bq/kg and 0.049765 ppm respectively .and the highest concentration in fish sample of Basrah governorates ranges between (451.914335 – 1014.825175) Bq/m^3 , (0.07762665 – 0.18158282) Bq/kg , (0.065054 – 0.15217497) ppm with mean values 756.36182 Bq/m^3 , 0.1518944 Bq/kg and 0.1272947 ppm respectively .and the levels of concentration above nuclide lower than the permissible limits recommended by ICRP therefor the fish are radioactive safe as human food .

Key words: radioactivity, nuclear trace detectors, fish, uranium.

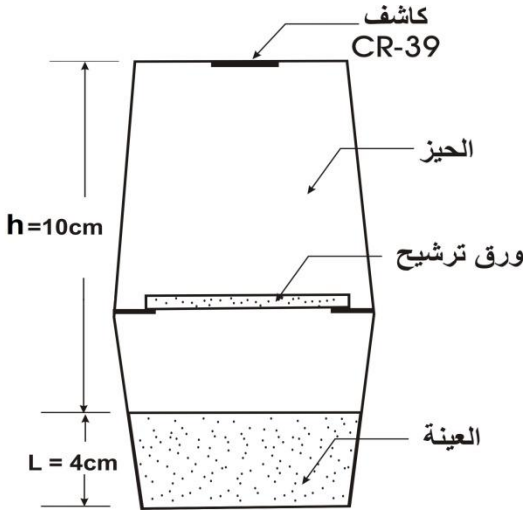
المقدمة :

الاشعاع جزء من البيئة التي نعيش فيها , ينتج النشاط الاشعاعي الطبيعي من جزيئات الاشعة الكونية التي تسقط على الغلاف الجوي وكذلك من النويدات المشعة الموجودة في القشرة الارضية [1] . يتعرض الانسان لمصادر الاشعاع الطبيعي حيث يمثل غاز الرادون المساهم الرئيسي للجرعة الاشعاعية المستلمة حيث تشكل مساهمة الرادون ووليداته حوالي نصف الجرعة السنوية الفعالة من جميع المصادر الطبيعية .عنصر الرادون هو غاز خامل مشع ويوجد في اماكن عدة و بنسب مختلفة [2] . والرادون يمثل ولائد نظير الراديوم المشع ^{226}Ra (1600 year) والمنبعث من سلسلة الانحلال الطبيعي لنظير اليورانيوم ^{238}U (4.47×10^{9} y) [3] . الراديوم عنصر مشع صلب في الظروف الطبيعية من ضغط ودرجة حرارة وهو مصدر مهم للنشاط الاشعاعي في مجموعة متنوعة من المواد الغذائية فعندما يتم ابتلاع الراديوم مع الطعام فانه يتركز في العظم [4] . اليورانيوم عنصر مشع من المعادن الثقيلة بعد ابتلاعه يميل الى التراكم في الجسم حيث يظهر بسرعة في الدورة الدموية اذ انه يرتبط مع خلايا الدم الحمراء وعند خروج اليورانيوم من مجرى الدم يتراكم بعد ذلك في الكلية والهيكل العظمي وبكميات اقل في الكبد [5]. تختلف مستويات النويدات المشعة في الاغذية بالاعتماد على عدة عوامل منها نوع الغذاء والمنطقة الجغرافية حيث يتم انتاجها . ان الرادون ينبعث باستمرار من التربة وتنتقل هذة النوى المشعة الى الماء من خلال عمليات التأكل والذوبان في المياه الجوفية والسطحية [6] . تعد سلسلة الغذاء من المسارات الهامة والحرجة في سرعة انتقال الملوثات الاشعاعية حيث تتلوث مجاميع مختلفة من الاحياء فيها وتزداد نسبة المادة المشعة بها كالنباتات والحيوانات [7] . تمتص العناصر المشعة اعلاه بواسطة الاسماك وعادة ما تحدث بطريقتين : اختراق العناصر من خلال الخياشيم أو الجلد والابتلاع الطعام او الماء كما ان معظم تلك العناصر تتركز طبيعياً في العديد من الاسماك ويعتمد ذلك على معدل تركز المواد المشعة فيها ومنسوب التلوث الاشعاعي ونوع وطبيعة تغذية الاسماك [8] . ان دخول المواد المشعة الى الجسم وتراكمها في انسجته يؤثر على التركيب الجيني للانسان والحيوان ويؤدي الى العديد من الامراض وخاصة السرطان[9] . حيث اثبتت الدراسات ان التعرض لغاز الرادون مسبب لسرطان الرئة بينما تراكم الراديوم يؤدي الى الاصابة بسرطان العظام [10] . ان الهدف من هذه الدراسة هو قياس تراكيز بعض العناصر المشعة وهي الرادون (^{222}Rn)، الراديوم (^{226}Ra) واليورانيوم (^{238}U) في عينات الاسماك التي تم جمعها من مدن عراقية مختارة وباستخدام تقنية كاشف الاثر النووي نوع CR–39 .

المواد وطرق العمل :

تم جمع اثنان وعشرون عينة من الاسماك المحلية والمستوردة من اربعة محافظات عراقية وهي دهوك ،الموصل (شمال العراق)،بغداد (وسط العراق) والبصرة (جنوب العراق)والتي تضمنت خمسة انواع شائعة من اسماك الانهار العراقية وبكتل تتراوح بين (1-2)Kg وتم رفع العظام والقشور والاحشاء للحصول على الانسجة فقط وجففت عند درجة حرارة ^{O}C (80-85) لعدة ساعات ثم طحنت وغربلت للحصول على مسحوق ناعم متجانس [11] .

استخدم الكاشف CR -39 كتقنية للكشف عن الاشعاع بسمك (1mm) وبمساحة (1×1 cm^2) لتسجيل أثار جسيمات الفا الساقطة عليه والمنبعثة من غاز الرادون الصادر من العينات . وضعت عينات الاسماك في حجرات التشعيع الاسطوانية الشكل أقطارها 5.3cm وتم احكام غلق الحجرات المذكورة وبعدها تركت لمدة 22 يوم للوصول الى 98 % حالة التوازن المثالي (القرني)(Secular equilibrium) بين الراديوم و نواتج انحلاله من نظائر الرادون [12] . بعد الوصول الى حالة التوازن يرفع الغطاء بسرعة للحيلولة من تسرب الغاز الى الخارج ويستبدل بحجرة اخرى ثبت الكاشف في الجزء العلوي منها مع وضع ورقة ترشيح في الجزء السفلي واغلاقها بشكل محكم كما الشكل (1) حيث يكون سمك عينات الاسماك في منظومة التشعيع 4 cm والمسافة بين سطح العينة والكاشف 10 cm . اغلقت المنظومة مدة 60 يوم وبعد الانتهاء من عملية التشعيع يتم رفع قطعة الكاشف لتهيئتها لعملية القشط الكيميائي لإظهار الاثار المتكونة باستخدام محلول هيدروكسيد NaOH بنقاوة تصل % 99 وبعيارية مقدارها N 6.25 المتكونة من اذابة 25 gm من بلورات هيدروكسيد الصوديوم الصلبة في 100 ml من الماء المقطر . تتم عملية القشط بغمر الكواشف في المحلول القاشط ووضعها مائي بدرجة حرارة ^{0}C 70 لفترة زمنية تبلغ خمسة ساعات اذ ترفع قطع الكواشف من المحلول و تغسل بالماء المقطر وتجفف [11] . بعد ذلك تتم عملية احتساب اثار جسيمات الفا على سطح الكاشف باستخدام المجهر الضوئي ايطالي الصنع وبقوة تكبير 400 X ، كذلك تم قياس الخلفية الاشعاعية للكواشف المستخدمة وكانت 122 Tr / cm^2 تم طرحها للحصول على الكثافة الفعلية لاثار جسيمات الفا المنبعثة من العينات . كررت عملية عد الاثار في الكاشف ثلاث مرات لكل نموذج لحساب معدل عد الاثار لوحدة المساحة .



الشكل (1)منظومة حجرة الانتشار

الشكل (2) خارطة العراق موضحاً فيها مناطق اخذ العينات

ولغرض ايجاد تركيز الرادون في الحيز الهوائي للمنظومة المستخدمة لابد من تحديد ثابت الانتشار K للمنظومة اذ ان ثابت الانتشار يعتمد على الابعاد الهندسية لحجرة التشعيع (الانتشار) . ويتم قياس ثابت الانتشار K للمنظومة المستخدمة من العلاقات التالية [12] :

$$\rho = k \; C_{Rna} \; T \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (1)$$

إذ أن ρ (Track /cm^2) كثافة الآثار و K ثابت الانتشار و C_{Rna} تركيز الرادون في الحيز الهوائي Bq/m^3 و T زمن التشعيع

إن معدل كثافة الآثار D_{av}. بوحدات (Track. cm^{-2} . d^{-1}) يساوي

$$D_{av} = \frac{\rho}{T} = K\, C_{Rna} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (2)$$

ومن الممكن حساب ثابت الانتشار K لحجرة الانتشار اعتمادا على الابعاد الهندسية للمنظومة [13]

$$K = \frac{1}{4} r(2\cos\theta c - r / R_\alpha) \quad \text{.....} \quad (3)$$

اذ تم تمثل R نصف قطر الحجرة المستخدمة وتساوي cm (2.65) ، θc الزاوية الحرجة للكاشف التي تساوي (35°) [14] ، R_α مدى جسيمات ألفا في الهواء الناتجة عن انحلال (^{222}Rn) الذي يساوي (4. 15cm) كما في المعادلة :

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

وعند التعويض القيم في المعادلة **(3)** نجد أن قيمة ثابت الانتشار (K) بوحدات الطول تساوي (K=0.66233 cm) أو(K=0.0572 Tr. $cm^{-2}.d^{-1}/Bq.\ m^{-3}$)

ويمكن حساب تركيز النشاط الاشعاعي للرادون في العينات C_{Rns} باستخدام العلاقة الآتية [15] :

$$\text{إذ} \quad C_{Rns} = \lambda_{Rn}\ C_{Rna}\ h\ T/L \quad \text{.....} \quad (5)$$

أن:

C_{Rns} تركيز الرادون داخل العينات $Bq\ /m^3$.

λ_{Rn} ثابت انحلال الرادون ويساوي $0.1814\ d^{-1}$.

h ارتفاع الحيز الهوائي ويساوي (10 cm).

L سمك العينة ويساوي (4cm) .

T زمن التشعيع ويساوي (60) يوماً .

كما يمكن إيجاد النشاط الإشعاعي للرادون الناتج من العينات بوحدات Bq وذلك باستخدام العلاقات الآتية [15]:

$$A_{Rns} = C_{Rns} V_s \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (6)$$

$$V_s = \pi r^2 L \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (7)$$

حيث V_s يمثل حجم العينة (84.905×10^{-6} m^3)

و لحساب تركيز اليورانيوم في العينة لابد من ايجاد عدد ذرات غاز الرادون N_{Rn} من العلاقة

$$A_{Rn} = \lambda_{Rn} . N_{Rn} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (8)$$

واعتماداً إلى علاقة التوازن الإشعاعي [16]

$$\lambda_{Rn} N_{Rn} = \lambda_U N_U \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (9)$$

λ_{Rn} : ثابت انحلال الرادون ويساوي 2.1×10^{-6} S^{-1}

λ_U : ثابت انحلال اليورانيوم ويساوي 4.9×10^{-18} S^{-1}

أما وزن اليورانيوم في العينات W_U (gm) فيمكن حسابه من المعادلة :

$$W_U = \frac{N_U A_U}{N_{av}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

حيث أن:

A_U : العدد الكتلي لليورانيوم ويساوي 238.

N_{av} : عدد افوكادرو $6.02\times10^{23}\ mol^{-1}$.

ولحساب تركيز اليورانيوم C_U في العينات بوحدة (ppm) تستخدم العلاقة :

$$C_u\,(ppm) = W_u / W_S \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

حيث أن W_s وزن العينة ، W_u وزن اليورانيوم .

لإيجاد تركيز الراديوم C_{Ra} في العينات بوحدة (Bq/kg) تستخدم العلاقات الآتية [17][18] :

$$C_{RaA} = \frac{\rho\ h\ a}{k\ T_e\ w_s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

a المساحة السطحية للعينة (m^2) .

T_e زمن التعرض الفعال وهو الزمن الحقيقي لانتشار الرادون داخل الأنبوبة ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$T_e = T - \lambda_{Rn}^{-1}(1-e^{-\lambda_{Rn}\ T}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

إذ يمثل T زمن التشعيع الكلي ويساوي 60 يوما .

النتائج والمناقشة :

نتائج تراكيز كل من الرادون ^{222}Rn والراديوم ^{226}Ra واليورانيوم ^{238}U لعينات الاسماك من محافظة دهوك والموضحة في الجدول رقم (1) حيث ان اعلى قيمة لتراكيز تلك النوى المشعة في عينة Barbus grybus وهي 340.917 Bq / m^3 ، 0.07507 Bq / Kg ، 0.062911 ppm على الترتيب واقل قيمة للتراكيز في عينة Cyprinus carpio وهي 198.208 Bq /m^3 ، 0.03404 Bq / kg ، 0.027249ppm على الترتيب ، اما عينات الاسماك من محافظة نينوى والموضحة في جدول رقم (2) فوجد ان اعلى قيمة للتراكيز في عينة Barbus grybus وهي 539.1258 Bq/m^3 ، 0.0907914 Bq / kg ، 0.0760874 ppm على الترتيب واقل قيمة للتراكيز في عينة Silurus triostegus وهي 301.27622/m^3 Bq ، 0.060175 Bq / kg ، 0.0570656ppm على الترتيب ، وفي الجدول رقم (3) لعينات الاسماك من محافظة بغداد وجد ايضا ان اعلى قيمة للتراكيز في عينة Barbus sharpeyi وهي 721.4772 Bq /m^3، 0.1721253 Bq / kg ، 0.1442491ppm على الترتيب واقل قيمة للتراكيز في عينة Silurus triostegus وهي 404.3444 Bq /m^3، 0.057879Bq / kg ، 0.0485057 ppm على الترتيب ، اما عينات اسماك محافظة البصرة والموضحة في الجدول (4) وجد ان اعلى قيمة للتراكيز في عينة Barbus grybus وهي 1014.825175 Bq /m^3 ، Bq / 0.18158282kg ، 0.15217492 ppm على الترتيب واقل قيمة للتراكيز في عينة Barbus xanthopterus وهي 451.914335 Bq /m^3 ، 0.0776266 Bq/kg ، 0.06505 ppm 48 على الترتيب ، وفي الجدول رقم (5) لعينات الاسماك المستوردة وجد ان اعلى قيمة للتراكيز في عينة Oreochromls وهي 689.76398 Bq /m^3 ، 0.1877173 Bq/kg ، 0.13418131 ppm على الترتيب . ان هذه الزيادة في تراكيز العناصر المشعة تعود الى اختلاف البيئات لعينات الاسماك المدروسة في العمل الحالي .

الاستنتاجات :

اشارت النتائج الى ان متوسط قيم تراكيز الرادون ،الراديوم واليورانيوم في نماذج الاسماك في منطقة جنوب العراق (البصرة) اعلى من تلك التي في المناطق الاخرى ويعود السبب الى ان محافظة البصرة تعرضت لمستويات عالية من الملوثات الاشعاعية اثناء الحروب ولم يتم حصر الاماكن الملوثة او عزلها لوقف وتجنب انتشار هذا التلوث الاشعاعي الى البيئة ، اما الزيادة بالنسبة للاسماك المستوردة فيعزى السبب الى نوع التغذية والبيئة الجيولوجية لتلك الاسماك .

الجدول رقم (1) : كثافة الاثار ، تركيز الرادون في الحيز الهوائي ، تركيزه في العينات ، فاعلية الرادون ، تركيز كل من اليورانيوم والراديوم لعينات الاسماك في محافظة دهوك

$C_{Ra}\ (\frac{Bq}{kg})$	C_U (PPM)	A_{Rns} (Bq)	$C_{Rns}(\frac{Bq}{m^3})$	$C_{Rna}(\frac{Bq}{m^3})$	$\rho(\frac{trac}{cm^2})$	الاسم العلمي للاسماك	اسم العينة	رمز العينة
0.05314 ± 0.00939	0.044539±0.00783	0.02255	253.370	9.32400	32	Silurus triostegus	جري	1
0.07507±0.0114	0.062911±0.00959	0.03030	340.917	12.5291	43	Barbus grybus	شبوط	2
0.03404±0.0068	0.027249±0.00544	0.01682	198.208	7.28438	25	Cyprinus carpio	سمتي	3
0.05863±0.0091	0.057063±0.0102	0.02185	245.7779	9.032634	31	Barbus sharpeyi	بني	4
0.05107±0.0098	0.057065±0.0109	0.01903	214.0646	7.867132	27	Barbus xanthopterus	كطان	5
0.05439	0.0497654	0.02211	250.4675	9.2074492	المعدل			

الجدول رقم (2) : كثافة الاثار ، تركيز الرادون في الحيز الهوائي ، تركيزه في العينات ، فاعلية الرادون ، تركيز كل من اليورانيوم والراديوم لعينات اسماك محافظة نينوى

$C_{Ra}\ (\frac{Bq}{kg})$	C_U (PPM)	A_{Rns} (Bq)	$C_{Rns}(\frac{Bq}{m^3})$	$C_{Rna}(\frac{Bq}{m^3})$	$\rho(\frac{trac}{cm^2})$	الاسم العلمي للاسماك	اسم العينة	رمز العينة
0.060175±0.0097	0.057065±0.00925	0.026784	301.27622	11.072261	38	Silurus triostegus	جري	1
0.090791±0.011	0.076087±0.00922	0.047930	539.12581	19.813519	68	Barbus grybus	شبوط	2
0.079766±0.012	0.066848±0.01043	0.028899	325.06118	11.946386	41	Cyprinus carpio	سمتي	3
0.104631±0.013	0.087686±0.01104	0.044406	499.48426	18.356643	63	Barbus sharpeyi	بني	4
0.111219±0.015	0.093207±0.013315	0.034538	388.48776	14.277389	49	Barbus xanthopterus	كطان	5
0.0893164	0.0761786	0.0365114	410.68705	15.09324	المعدل			

الجدول رقم (3) : كثافة الاثار ، تركيز الرادون في الحيز الهوائي ، تركيزه في العينات ، فاعلية الرادون ، تركيز كل من اليورانيوم والراديوم لعينات الاسماك في محافظة بغداد

$C_{Ra}\left(\frac{Bq}{kg}\right)$	C_U (PPM)	A_{Rns} (Bq)	$C_{Rns}\left(\frac{Bq}{m^3}\right)$	$C_{Rna}\left(\frac{Bq}{m^3}\right)$	$\rho\left(\frac{trac}{cm^2}\right)$	الاسم العلمي للاسماك	اسم العينة	رمز العينة
0.057879±0.0081	0.0485057±0.0067	0.0359482	404.3444	14.860139	51	Silurus triostegus	جري	1
0.113925±0.0122	0.0954751±0.01023	0.0613234	689.7639	25.349650	87	Barbus grybus	شبوط	2
0.089980±0.0104	0.0754080±0.00876	0.0521601	586.6958	21.561771	74	Cyprinus carpio	سمتي	3
0.172125±0.018	0.1442491±0.01512	0.0641429	721.4772	26.515151	91	Barbus sharpeyi	بني	4
0.090223±0.0123	0.0756119±0.01038	0.0373579	420.2010	15.442804	53	Barbus xanthopterus	كطان	5
0.1048264	0.08785	0.0501865	564.49646	20.745903			المعدل	

الجدول رقم (4) : كثافة الاثار ، تركيز الرادون في الحيز الهوائي ، تركيزه في العينات ، فاعلية الرادون ، تركيز كل من اليورانيوم والراديوم لعينات الاسماك في محافظة البصرة

$C_{Ra}\left(\frac{Bq}{kg}\right)$	C_U (PPM)	A_{Rns} (Bq)	$C_{Rns}\left(\frac{Bq}{m^3}\right)$	$C_{Rna}\left(\frac{Bq}{m^3}\right)$	$\rho\left(\frac{trac}{cm^2}\right)$	الاسم العلمي للاسماك	اسم العينة	رمز العينة
0.1444912±0.0154	0.1210904±0.0129	0.0613234	689.7639	25.34965	87	Silurus triostegus	جري	1
0.1815828±0.0160	0.1521749±0.0134	0.0902230	1014.825	37.29603	128	Barbus grybus	شبوط	2
0.1439250±0.0149	0.1206159±0.0125	0.0655526	737.3339	27.09790	93	Cyprinus carpio	سمتي	3
0.2118466±0.020	0.1775374±0.0167	0.0789445	887.9720	32.63403	112	Barbus sharpeyi	بني	4
0.0776266±0.0102	0.0650548±0.0086	0.0401774	451.9143	16.60839	57	Barbus xanthopterus	كطان	5
0.1518944	0.1272947	0.0672442	756.3618 2	27.7972			المعدل	

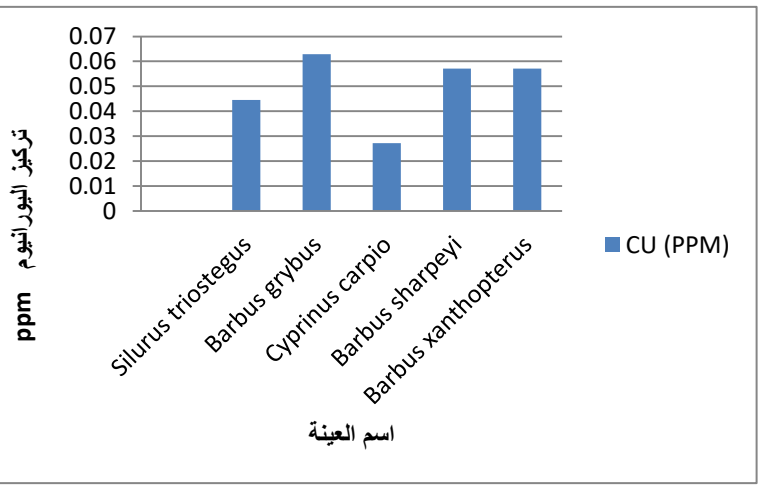
الجدول رقم (5) : كثافة الاثار ، تركيز الرادون في الحيز الهوائي ، تركيزه في العينات ، فاعلية الرادون ، تركيز كل من اليورانيوم والراديوم لعينات الاسماك المستوردة

$C_{Ra}\left(\frac{Bq}{kg}\right)$	C_U (PPM)	A_{Rns} (Bq)	$C_{Rns}\left(\frac{Bq}{m^3}\right)$	$C_{Rna}\left(\frac{Bq}{m^3}\right)$	$\rho\left(\frac{trac}{cm^2}\right)$	الاسم العلمي للاسماك	اسم العينة	رمز العينة

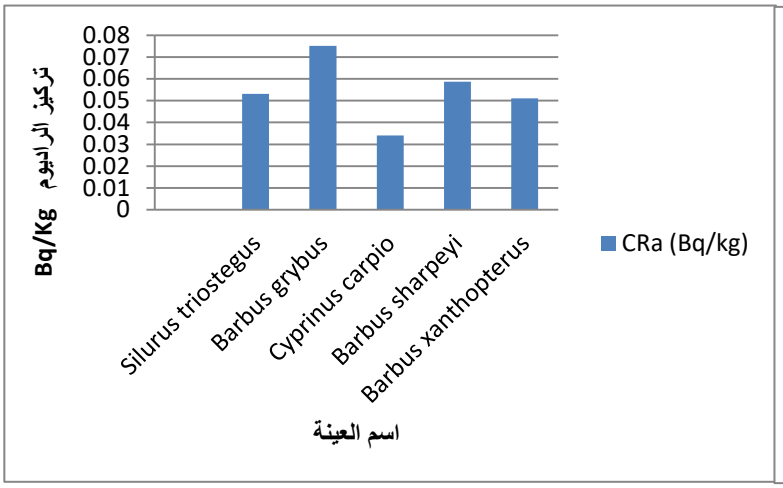
1	بلطي اسود	Oreochromls	87	25.349650	689.76398	0.0613234	0.1341813±0.0143	0.1877173±0.0201
2	سلور نهري	Clarias macrocepholus	125	36.421911	991.04020	0.0881808	0.1229862±0.0110	0.1467533±0.0131
	المعدل			30.885781	840.40209	0.0747521	0.1285838	0.1672353

الجدول رقم (6) : المقارنة مع البيانات المنشورة في دول مختلفة .

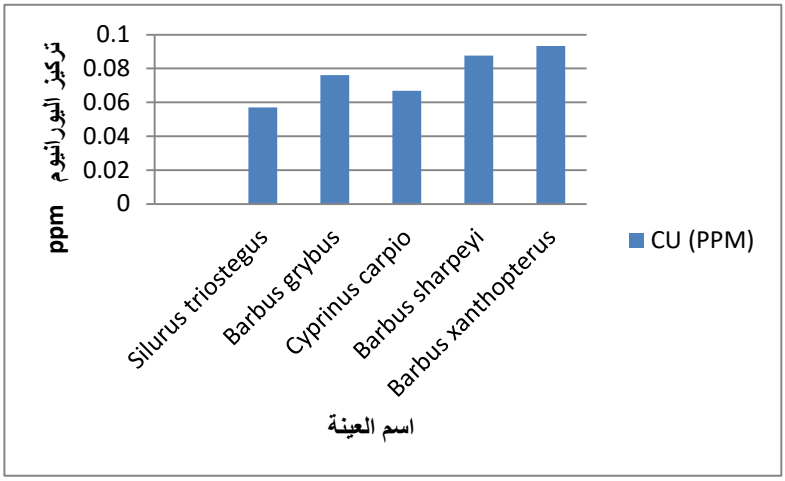
البلد	C_U	C_{Ra}	المصدر
العراق/كربلاء	0.104-0.510	0.082-0.400	2017 ref (8)
العراق/البصرة	0.017-0.115	-	2018 ref (19)
الهند	0.002-0.66	-	2014 ref (20)
تركيا	0.57	-	2014 ref (21)
البرازيل	0.05	0.19	2009 ref (22)
الصين	0.018	0.005	1997 ref (23)
باكستان	1.3	1.0	2010 ref (24)
عمان	0.49	-	2003 ref (25)
نيجيريا	-	1.860	2011 ref (26)
العراق	0.085272	0.100107	الدراسة الحالية



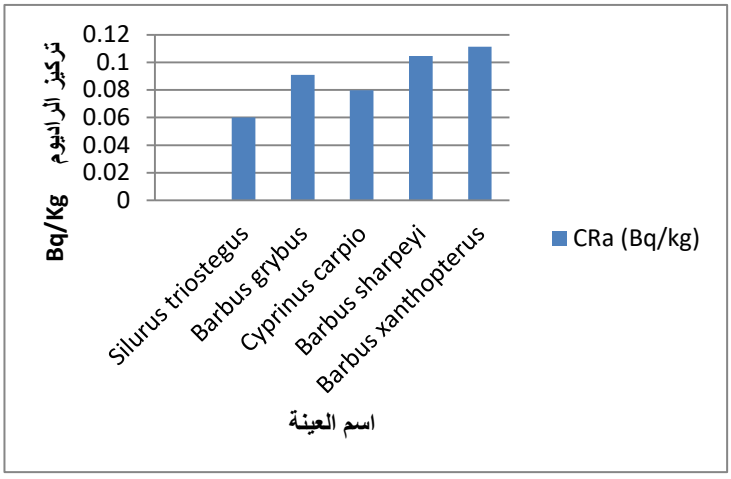
شكل (3) تركيز اليورانيوم في عينات اسماك دهوك



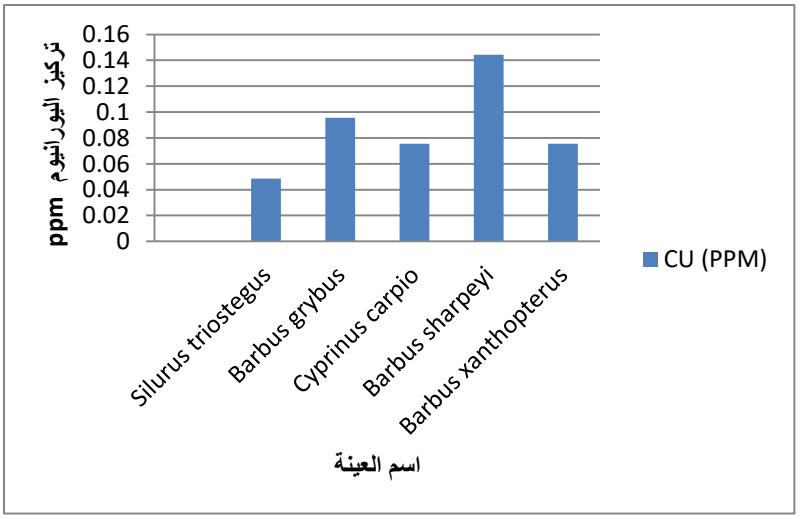
شكل (4) تركيز الراديوم في عينات اسماك دهوك



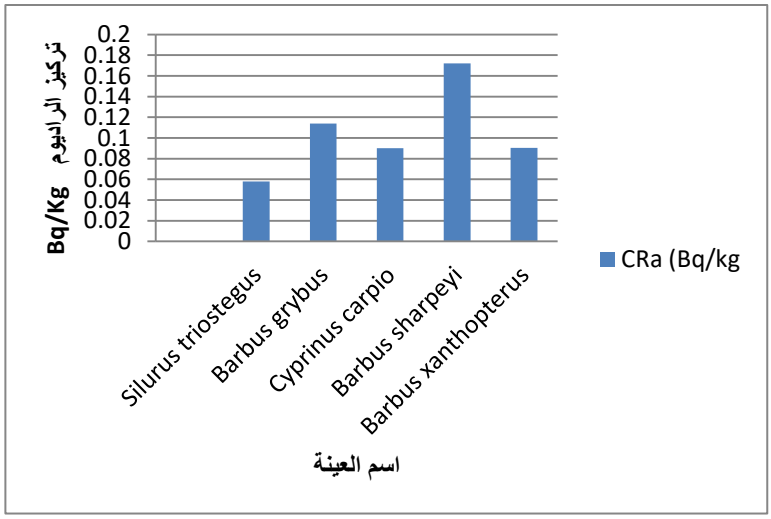
شكل (5) تركيز اليورانيوم في عينات اسماك نينوى



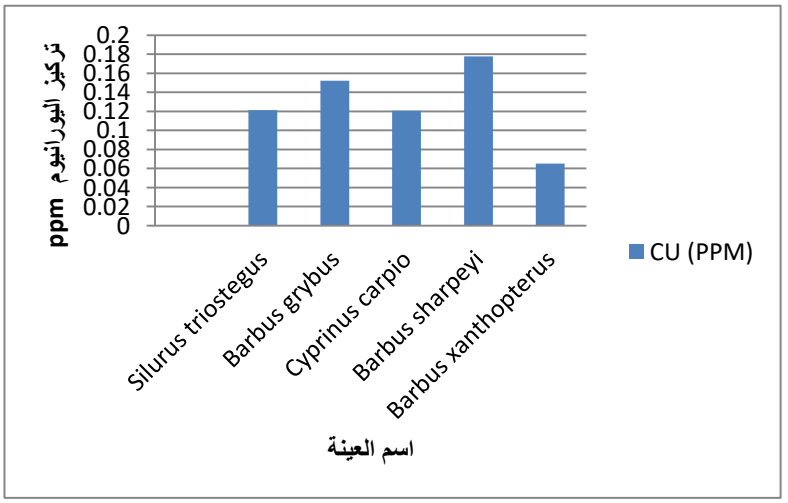
شكل (6) تركيز الراديوم في عينات اسماك نينوى



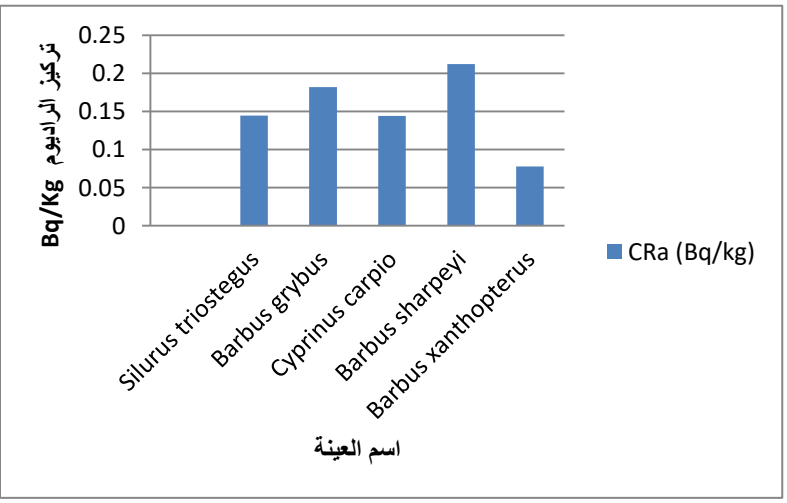
شكل (7) تركيز اليورانيوم في عينات اسماك بغداد



شكل (8) تركيز الراديوم في عينات اسماك بغداد



شكل (9) تركيز اليورانيوم في عينات اسماك البصرة



شكل (10) تركيز الراديوم في عينات اسماك البصرة

المصادر :

1. Mudd, G. M. (2008). Radon releases from Australian uranium mining and milling projects: assessing the UNSCEAR approach. Journal of environmental radioactivity, 99(2), 288-315.

2 . R. M. Yousuf, M. M. Husain and L. A. Najam, (2009): Measurement of Radon -222 Concentration Levels in Spring Water in Iraq. Jordan Journal of Physics, 2(2): 89-93.

3 . A. K. Farhood, Adv. Appl. Sci. Res., vol. 6, no. 12, pp. 131–143, 2015.

4. Hashim,A.K.&Najam, L.A.(2015).Radium and uranium concentrations measurements in vegetables samples of Iraq. Detection, 3(04), 21

5 . WHO;2008,"Uranium in Drinking-water" World Health Organization WHO/ SDE/ WSH/03.04/118.

6 . Yamada, Y. (2003). Radon exposure and its health effects. Journal of health science, 49(6), 417-422.

7 . Barillon, R., Klein, D., Chambaudet, A., & Devillard, C. (1993). Comparison of effectiveness of three radon detectors (LR115, CR39 and silicon diode pin) placed in a cylindrical device-theory and experimental techniques. Nuclear Tracks and Radiation Measurements, 22(1-4), 281-282.

8 . Jasim Musa, H. (2017). Measurement of 222Rn, 226Ra and 238U Concentrations In Some Fish of Karbala Governorate, Iraq. journal of kerbala university, 13(2), 7-13.

9 . Jacomino, V. F., Bellintani, S. A., Oliveira, J., Mazzilli, B. P., Fields, D. E., Sampa, M. H., & Silva, B. (1996). Estimates of cancer mortality due to the ingestion of mineral spring waters from a highly natural radioactive region of Brazil. Journal of environmental radioactivity, 33(3), 319-329.

10 . Darby, S., Whitley, E., Silcocks, P., Thakrar, B., Green, M., Lomas, P., ... & Doll, R. (1998). Risk of lung cancer associated with residential radon exposure in south-west England: a case-control study. British Journal of cancer, 78(3), 394-408.

ICRP, International Commission on Radiation Protection ,"Radionuclide Release into the Environment, Pergamum press , Oxford and new york,(1987).

11. الامام ،عاصمة محمود مصطفى (2012). قياس تراكيز ^{40}K , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{238}U , ^{210}Po في بعض المواد الغذائية لبعض محافظات العراق ،اطروحة دكتوراه ،كلية التربية جامعة الموصل .

12 . Azam A. , Naqui A. , Srivatava D. (1995) Radium concentration and Radon exhalation measurement using LR-115 Type II plastic track detectors , nucl. Geophs. 9, 6, pp 653-657.

13 . Barillon, R., Klein, D., Chambaudet, A., Membrey, F., & Fromm, M. (1991). Additional uses of polymeric nuclear track detectors (CR 39 and LR 115) for measuring radon emanation. International Journal of Radiation Applications and Instrumentation. Part D. Nuclear Tracks and Radiation Measurements, 19(1-4), 291-296.

14 . Durrani, S.A.; Bull, R.K. (1987). "Solid State Nuclear Track Detection". Pergamon Press. Oxford. Excel-based Program for calculating Atmospheric Cosmic-ray Spectrum (EXPACS ver. 2.27), (2006). Japan Atomic Energy Agency, **http://phits.jaea.go.jp/expacs**.

15 . Al-Bataina, B. A., Ismail, A. M., Kullab, M. K., Abumurad, K. M., & Mustafa, H. (1997). Radon measurements in different types of natural waters in Jordan. Radiation Measurements, 28(1-6), 591-594.

16 . خليل ، منيب عادل(1994) . الفيزياء النووية ، دار الكتب للطباعة و النشر ، جامعة الموصل .

17 . Khan M.S. ,Naqvi A.H.,Azam A., Srivastava D.S,(2011) Radium and radon exhalation studies of soil ,Iran J.Radiay .Res ,8(4) :207-210 .

18 . Singh B.P.,Pandir B.,Bhardwaj V.N.,Singh P.,and Kumar R.,(2010) Study of radium and radon exhalation rate in some solid samples using solid state nuclear track detectors ,Indian Journal of Pure Applied physics ,48:493-495

19. حسن ، عبد الرحمن فالح ،2018 . "قياس الجرع الاشعاعية البيئية لمواد غذائية متنوعة في البصرة / العراق باستخدام تقنيات مختلفة ". اطروحة دكتوراه ،كلية التربية للعلوم الصرفة ،جامعة البصرة .

20. Patra, A. C., Mohapatra, S., Sahoo, S. K., Lenka, P., Dubey, J. S., Thakur, V. K., ... & Tripathi, R. M. (2014). Assessment of ingestion dose due to radioactivity in selected food matrices and water near Vizag, India. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 300(3), 903-910.

21. Erenturk, S., Yusan, S., Turkozu, D. A., Camtakan, Z., Olgen, M. K., Aslani, M. A., ... & Isik, M. A. (2014). Spatial distribution and risk assessment of radioactivity and heavy metal levels of sediment, surface water and fish samples from Lake Van, Turkey. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 300(3), 919-931.

22. Pereira Wagner de S., PyJúnior, D. de A. and Kelecom, A. (2009) Concentration Activities of Natural Radionuclides in Three Fish Species in Brazilian Coast and Their Contributions to the Absorbed Doses. International Nuclear Atlantic Conference, Rio de Janeiro, 27 September-2 October 2009.

23. Yu, K.N., Mao, S.Y., Young, E.C.M. and Stokes, M.J. (1997) A Study of Radioactivities in Six Types of Fish Consumed in Hong Kong. Applied Radiation and Isotopes, 48, 515-519.

http://dx.doi.org/10.1016/S0969-8043(96)00283-7

24. Tahir, S. N. A., Alaamer, A. S., Ayub, M., & Khan, M. Z. (2010). Radiometric analysis of samples of domestic fish species and radiological implications. Health physics, 98(5), 741-744.

25. Goddard, C.C., Mathews, C.P. and Al Mamry, J. (2003) Baseline Radionuclide Concentrations in Omani Fish. Marine Pollution Bulletin, 46, 903-917.

http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00105-X

26. Sowole, O. (2011) Dose Rates of Natural Radioactivities in Fishes from Rivers in Sagamu Ogun State Nigeria. Canadian Journal of Pure Applied Science, 5, 1729-1732.