تحديد فعالية التراكيز النوعية للنشاط الإشعاعي الطبيعي للـ ^{40}K، ^{232}Th، ^{238}U لرواسب الاراضي الرطبة في بحر النجف – العراق

تهاني مزهر كاظم *،هيام ناجي مجيد * ومحمد جواد صالح الحيدري **

* قسم الفيزياء،كلية التربية للبنات،جامعة الكوفة،العراق

** قسم البيئة،كلية العلوم،جامعة الكوفة،العراق

تاريخ الإستلام: **2015/Aug/19**

تاريخ قبول النشر: **2015/Oct/18**

Abstract

In the current study the radio activity concentrations have been measured for samples of sediment taken from the Sea of Najaf. The Concentrations were investigated for (^{238}U, ^{232}Th, ^{40}K) using NaI(Tl) 3"×3" system. The result show that the radio activity of potassium ^{40}K ranged between (427.806±4.827 308.517±4.099) Bq/Kg, average (378.161±4.235) Bq/Kg; Uranium ^{238}U ranged between (8.446±0.357 3.730±0.237) Bq/Kg, average (5.977±0.297) Bq/Kg; Thorium ^{232}Th ranged between (4.609±0.264 0.0059±0.002) Bq/Kg, average (0.700±0.038) Bq/Kg; and Radium equivalent values ranged between (44.017±1.034 30.182±0.594) Bq/Kg, average (36.097±0.678) Bq/Kg. The Absorbed dose rate in air ranged between (22.681±0.496 - 16.000±0.300) nGy.h^{-1}, average (18.965±0.337) nGy.h^{-1}. By comparing the experimental results with the globally calculated results it found that effectiveness of radiation concentrations of the samples studied within the globally range.

Keywords

Radiation concentrations, Sea of Najaf, Radio nuclear

الخلاصة

تم في هذه الدراسة قياس الفعالية الاشعاعية النوعية لنماذج الترسبات المأخوذة من منطقة بحر النجف. اذ تم جمع اثنا عشر نموذجاً من هذه الترسبات وكانت هذه النماذج في مواقع مختلفة. ولتحديد الفعالية النوعية لكل من النويدات المشعة (^{40}K، ^{232}Th، ^{238}U) تم استعمال منظومة كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم "3×"3 NaI (Tl).

بينت النتائج أن الفعالية الإشعاعية للبوتاسيوم ^{40}K تتراوح ما بين (308.517±4.099 - 427.806±4.827) Bq/Kg وبمعدل (378.161±4.235) Bq/Kg واليورانيوم ^{238}U Bq/Kg (8.446±0.357 3.730±0.237) وبمعدل (5.977±0.297) Bq/Kg والثوريوم ^{232}Th Bq/Kg (4.609±0.264 0.0059±0.002) وبمعدل (0.700±0.038) Bq/Kg. كما حسب مكافئ الراديوم وكان يتراوح بين (44.017±1.034 30.182±0.594) Bq/Kg وبمعدل (36.097±0.678) Bq/Kg. أما قيم الجرعة الممتصة في الهواء فقد تراوحت من (16.000±0.300 - 22.681±0.496) nGy.h^{-1} وبمعدل (18.965±0.337) nGy.h^{-1}. وجدت الدراسة أن مستويات الفعالية الإشعاعية النوعية للنماذج المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها عالميا.

الكلمات المفتاحية

الفعالية الاشعاعية، بحر النجف، النويدات المشعة.

1. المقدمة

يقع بحر النجف في الطرف الغربي لمدينة النجف الاشرف وتطل عليه هضبتها، ويمتد حوضه باتجاه مساحته حوالي 750 (كم^2) ويبلغ ارتفاع أوطأ نقطة فيه 11 (متر) فوق مستوى سطح البحر ومن الناحية الجيولوجية فانّ أرضيته مغطاة بالرسوبيات الحديثة التي يصل سمكها الى حوالي 38 مترا ويظهر على أطرافه تكشفات صخرية. [1]

يعد التلوث الاشعاعي احد انواع التلوث الفيزيائي الخطرة جداً ويعني تسرب مواد مشعة إلى أحد مكونات البيئة، من ماء وتربة وهواء وغيره. وتنقسم المواد المشعة إلى قسمين رئيسيين النوع الأول عبارة عن إشعاعات ذات طبيعة موجية (كهرومغناطيسية) كأشعة كاما وأشعة إكس الشائعة في الاستخدامات العلمية، ولهذا النوع من المواد المشعة قدرة عالية على اختراق أنسجة الجسم لمسافة بعيدة. والنوع الثاني هوإشعاعات ذات طبيعة جسيمية كأشعة ألفا وأشعة بيتا، ولهذا النوع من المواد المشعة قدرة أقل على اختراق جسم الإنسان من النوع الأول، إلا أن استنشاق غبار يحتوي على مادة تشع أشعة ألفا أوأشعة بيتا من شأنه أن يحدث ضرراً بليغاً في الخلايا التي تمتصه. ويعتبر التلوث الإشعاعي من أخطر أنواع التلوث البيئي وعندما تصل المواد المشعة إلى خلايا الجسم، تحدث أضراراً ظاهرة وباطنة تودي في أغلب الأحيان بحياة الإنسان [2]، والتلوث الإشعاعي قد يحدث من مصادر طبيعية كالأشعة الصادرة من الفضاء الخارجي، والغازات المشعة المتصاعدة من القشرة الأرضية. أومن مصادر عصرنا الحاضر، حيث أنه لا يُرى ولا يُشم ولا يُحس وفي سهولة ويسر ينتقل الإشعاع ويتسلل إلى الكائنات الحية في كل مكان دون أية مقاومة، ودون ما يدل على تواجده، وبدون أن يترك أثراً في بادئ صناعية تحدث بفعل الإنسان كمحطات الطاقة النووية والمفاعلات الذرية والنظائر المشعة المستخدمة في الصناعة أوالزراعة أوالطب أوغيرها. وقد بدأت مخاطر التلوث الإشعاعي في التفاقم.

وقد تم دراسة النشاط الاشعاعي من قبل العديد ففي عام 2010 تمكن الباحث (محمد) [3] من دراسة الخلفية الإشعاعية في مناطق منتخبة من محافظات العراق باستعمال كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالثاليوم NaI(Tl)، إذ جمع نماذج من الترب من مناطق منتخبة ومختلفة من المحافظات العراقية،وبعد تحليل النماذج تم الكشف عن النويدات الناتجة من انحلال سلسلتي اليورانيوم 238- والثوريوم 232-، وفي العام نفسه اجرى الباحث (نبيل) وآخرون [4] تم في هذا البحث استعمال تقنية تحليل أطياف أشعة كاما ،لقياس نوع ومقدار النويدات المشعة في نماذج المياه والرواسب باستعمال كاشف يوديد الصوديوم من جمع نماذج المياه والرواسب من مناطق مختلفة. فأثبتت الدراسة وجود نشاط إشعاعي طبيعي لجميع نماذج الرواسب في مناطق مختلفة من المحافظة، يَعود إلى نظائر مشعة طبيعة تعود إلى سلسلتي اليورانيوم 832- – والثوريوم 838- ونظير البوتاسيوم 40- أَمَّا نماذج الماء فجميعها دون مستوى التحسس للمنظومة إنّ جميع النتائج تُشير إلى أنَّ هذه التراكيز ضمن الحدود المسموح بها للاستعمالات المنزلية والزراعية.

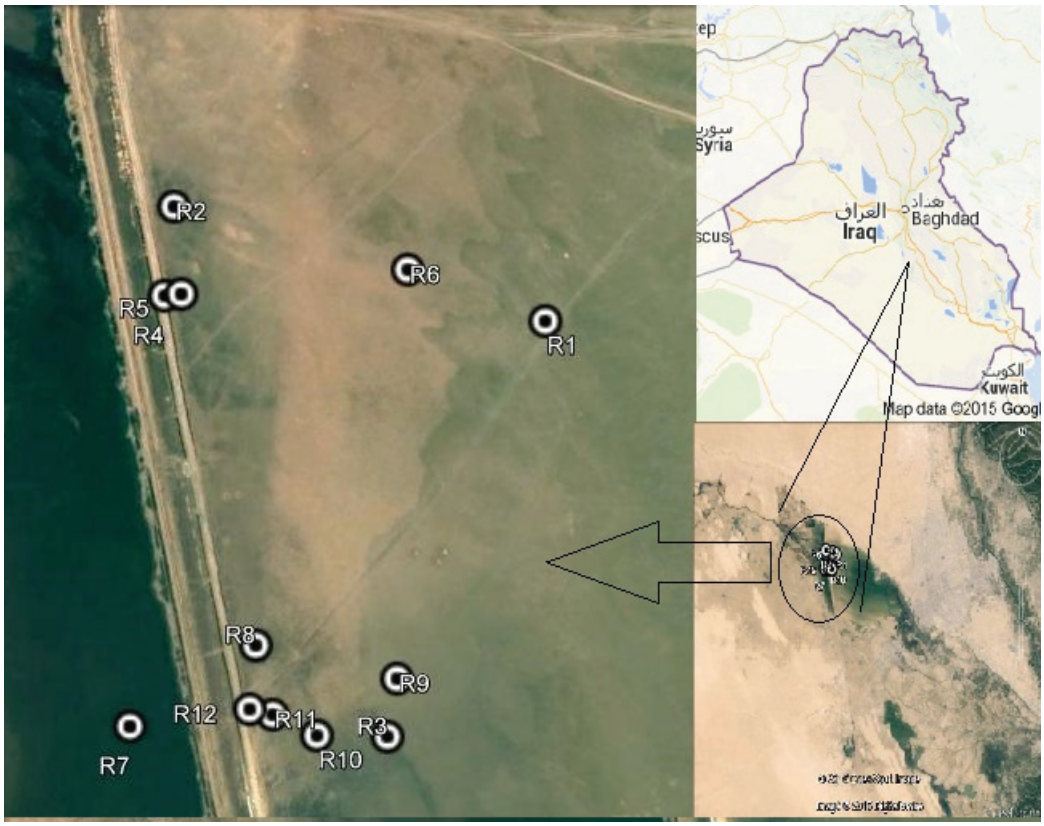
اما عام 2012 فأجريت دراسة في نيجيريا قام بها (Okeji) [5] وآخرون باستعمال كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) ابعاده ("3×"3) تم قياس معدلات تراكيز الفعالية في نماذج من التربة بمدى من (20.5±7.3) Bq.Kg^{-1} الى (31.6±4.1) Bq.Kg^{-1} للراديوم ^{226}Ra ومن

(19.6±1.6) $Bq.Kg^{-1}$ الى (53.2±3.7) $Bq.Kg^{-1}$ للثوريوم ^{232}Th ومن (203.9±6.3) $Bq.Kg^{-1}$ الى (253.6±9.5) $Bq.Kg^{-1}$ للبوتاسيوم ^{40}K.

في عام 2014، قام الباحث (عامر) [6] بقياس الفعالية الاشعاعية النوعية وتركيز العناصر الثقيلة وايجاد الخواص الفيزيوكيميائية لترب منتخبة من مدينة الديوانية وتم قياس الفعالية النوعية لكل من النويدات المشعة الآتية (^{238}U,^{232}Th,^{40}K) تم استعمال منظومة كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم "3×"3 NaI(Tl). إذ وجد أن معدل الفعالية الإشعاعية للبوتاسيوم (127.16±5.1) Bq/Kg ^{40}K ولليورانيوم (22.62±3.35) Bq/Kg ^{238}U وللثوريوم (24.66±3.96) Bq/Kg ^{232}Th.

2. المواد وطرق العمل

اختيرت منطقة بحر النجف في محافظة النجف الأشرف لدراسة النشاط الاشعاعي لكونها أرضها رخوة نقية تحيط بها البساتين الكثيفة ويسقيها ماء الفرات واختيرت، لأنها تعد مركزاً للسياحة الدينية لأنها مدينة مزدحمة بالسكان، ولكثرة الوافدين إليها تنتشر فيها الأحياء، وقد تم اختيار 12 موقعاً للدراسة، وكان وقت جمع العينة بين الساعة السابعة صباحاً والثانية عشرة بعد الظهر، وجمعت العينات الرواسب باستعمال جهاز جمع الرواسب القاعية (Ekman grab). وحفظت العينات بدرجة (-6) درجة مئوية داخل أكياس من البولي اثيلين سعة 2 (كغم) لحين تحليلها. والشكل (1) يوضح مناطق الدراسة لجمع العينات.



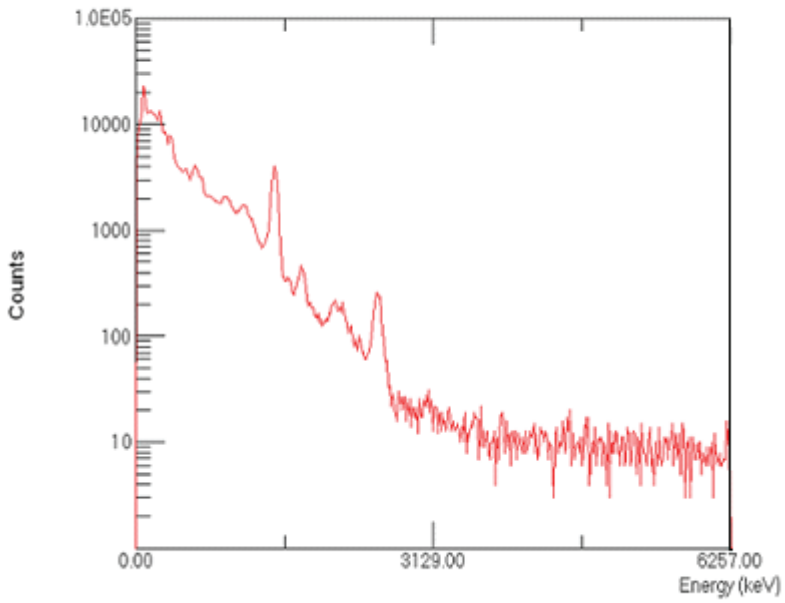
شكل (1): يوضح مناطق الدراسة لجمع العينات.

3. تهيئة النماذج

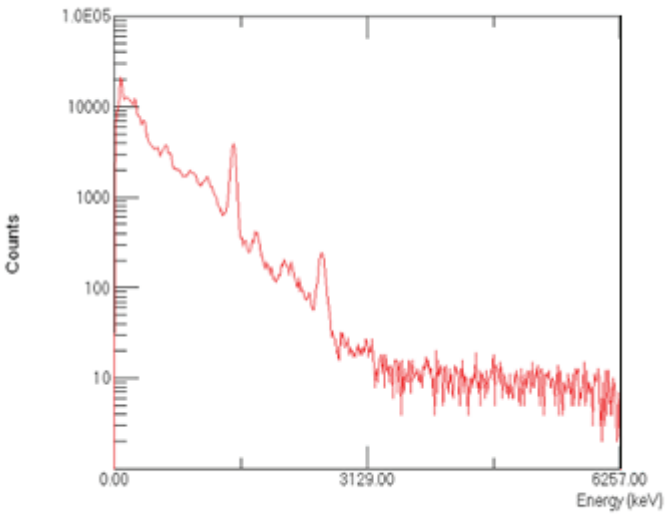
بعد تجفيف العينة بواسطة فرن كهربائي (Bashan, Iab. Company, ISO 9001 certified, Italy) لمدة ساعتين للحصول على نماذج خالية من الرطوبة، يتم طحن النماذج ثم غربلتها باستخدام مشبك ذي ثقوب قطرها 2 (ملم) مجهز من قبل شركة (محلي الصنع) Sieving للحصول على نماذج متجانسة، بعدها يتم أخذ 1 (كغم) من التربة المجففة وتوضع في وعاء مرنيلي (سعة لتر واحد بعد غسله جيدا بواسطة حامض الهيدروكلوريك المخفف ثم بالماء المقطر) الذي يجرى فيه قياس النشاط الإشعاعي.

4. طيف النماذج

تم قياس النشاط الاشعاعي الطبيعي للنماذج المدروسة بعد ان تم تهيئتها باستخدام منظومة كاشف يوديد الصوديوم "3×3" حيث تم معايرة المنظومة باستخدام مصادر قياسية وذلك بعد تسجيل طيف الخلفية الاشعاعية وطرحه من طيف اشعة كاما للنماذج المدروسة إذ كان زمن القياس (18000 ثانية) وكانت كتلة العينات 1 (كغم) والشكل (2) (a وb) يبين بعض النماذج من الأطياف المسجلة.



الشكل (2-a): يمثل طيف النموذج رقم **1R** للترسبات



الشكل **(2-b)**: يمثل طيف النموذج رقم **R10** للترسبات

5. قياس الفعالية النوعية

تم قياس الفعالية النوعية لسلسلة اليورانيوم ^{238}U من خلال قياس الفعالية النوعية لنويدة البزموث ^{214}Bi بطاقة مقدارها 1764 (keV)، كذلك قياس الفعالية النوعية لنويدة البوتاسيوم ^{40}K المشعة بطاقة 1460 (keV)، وكذلك في سلسلة الثوريوم ^{232}Th فقد تم قياس الفعالية النوعية لنويدة الثاليوم ^{208}Tl المشعة بطاقة 2614 (keV) والذي يمثل الفعالية النوعية للثوريوم ^{232}Th، حيث يمكن حساب النشاط الاشعاعي لأي عنصر في السلاسل المشعة التي توصف على انها في حالة توازن متأخر بدلالة النشاط الاشعاعي لعنصر آخر، لأجل دراسة فعالية النويدات المشعة في العينات المختارة من المنطقة فقد استخدمت المنظومة الباعثة لأشعة كاما بالاستناد على قوة الاختراق العالية لأشعة كاما في المواد باستخدام منظومة العد والتحليل الإلكترونية المستخدمة في الكشف عن الأشعة النووية المتكونة من منظومة كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالثاليوم (NaI) (Tl) ومن خلال المحلل متعدد القنوات، تم دراسة الطيف الملحوظ وحددت مواقع الذروة للنويدات، ثم حسبت المساحة تحت الذروة (Net Area) تحت المنحني لكل نويدة مشعة بعدها تم حساب النشاط الاشعاعي النوعي لهذه النويدات المشعة من خلال المعادلة الآتية:

$$A = \frac{N_{net}}{\varepsilon . I_{\gamma} . m . t} \pm \frac{\sqrt{N_{net}}}{\varepsilon . I_{\gamma} . m . t} [Bq.kg^{-1}] \quad .....(1)$$

إذ إن:.

N: صافي المساحة تحت منحني القمة الضوئية (Area under photo-peak).

ε: الكفاءة المحسوبة للخط الكامي عند طاقة معينة. I_γ: معامل تركيز الفعالية، M: كتلة النموذج (Kg).

t: زمن القياس.

والجدول (1) يوضح قيم الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K للنماذج المأخوذة من ترسبات بحر النجف.

5.1. حساب معاملات الخطورة

بالاعتماد على تراكيز الفعالية لكل من اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K تم حساب معاملات الخطورة الاتية:

5.1.1. معدل الجرعة الممتصة في الهواء

لحساب الجرعة الممتصة في الهواء (AD) والتي يعبر عنها بدلالة تراكيز النوى الأرضية من خلال المعادلة الآتية.[7]

$$AD\ (nGy/h) = 0.427A_U + 0.662A_{Th} + 0.043A_K \quad .....(2)$$

5.1.2. مكافئ الراديوم

مكافئ الراديوم وحداته (Bq/kg) الذي يستخدم لتقدير خطر التركيز اوالتعرض للإشعاع الناتج عن اشعة كاما لنظائر الراديوم ^{226}Ra ووالثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K يحسب بالمعادلة التالية:[8]

$$Raeq\ (Bq/kg) = AU + 1.43ATh + 0.077AK \quad .....(3)$$

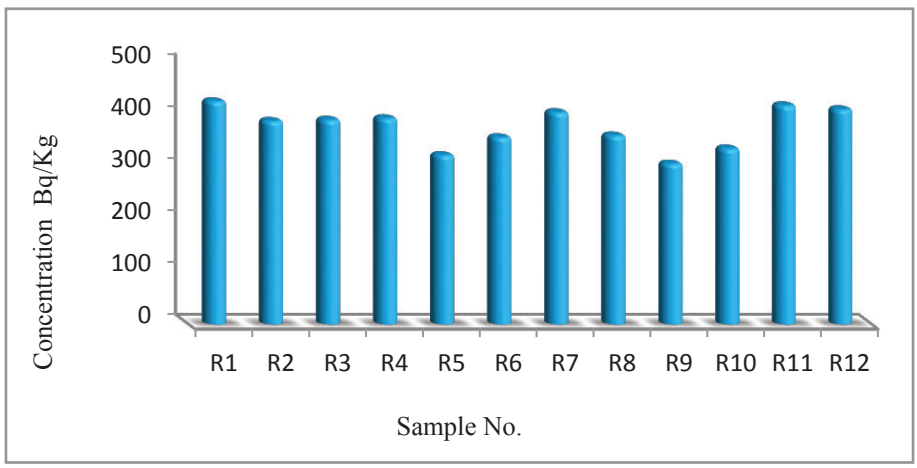
حيث ان A_k, A_{Th}, A_U تركيز الفعالية لسلسلة اليورانيوم وسلسلة الثوريوم والبوتاسيوم على التوالي، وإن أعلى قيمة لـ Ra_{eq} يجب أن يكون أقل من الحد المسموح به عالميا [9] (370 Bq\Kg) .

6. النتائج والمناقشة

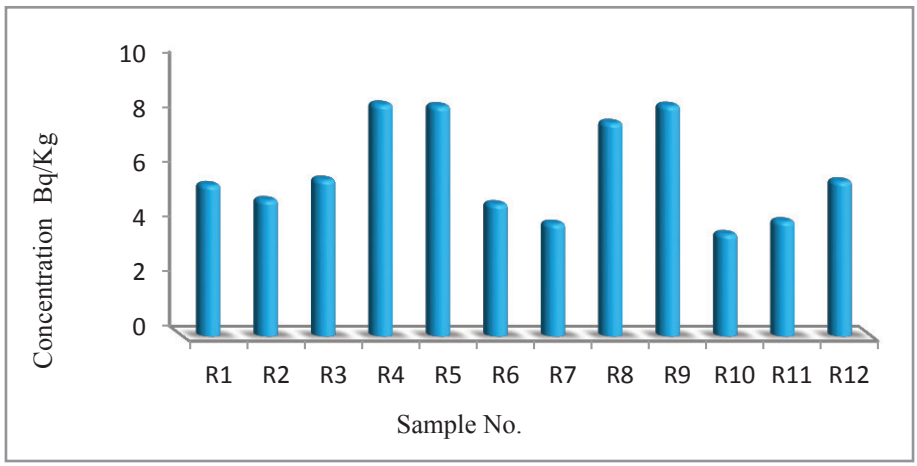
يوضح الجدول (1) قيم الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K ومكافئ الراديوم والجرعة الممتصة المحسوبة للعينات المأخوذة من ترسبات بحر النجف وكما مبين من الاشكال (3)، (4)، (5)، (6)، (7).

جدول (1): يوضح قيم الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم والبوتاسيوم والثوريوم ومكافئ الراديوم والجرعة الممتصة±نسبة الخطأ المحسوبة للعينات المأخوذة من ترسبات بحر النجف.

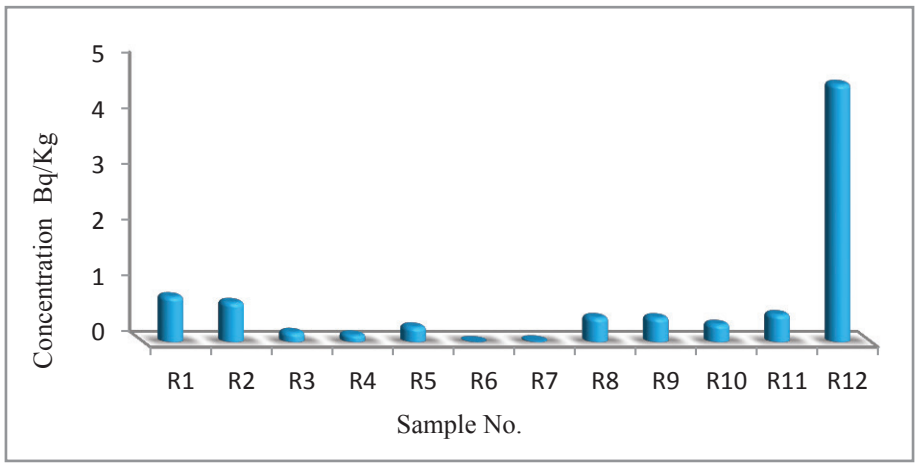
رقم النموذج	الفعالية النوعية (Bq/Kg)			مكافئ الراديوم (Bq/Kg)	الجرعة الممتصة بالهواء absorbed dose rate ($nGy.h^{-1}$)
	^{40}K	^{238}U	^{232}Th		
R1	427.806±4.827	5.519±0.289	0.810±0.0310	39.618±0.705	20.892±0.354
R2	390.222±4.610	4.973±0.274	0.707±0.029	36.031±0.670	19.008±0.336
R3	392.455±4.623	5.716±0.294	0.172±0.014	36.180±0.669	19.112±0.337
R4	395.396±4.640	8.446±0.357	0.126±0.0122	39.071±0.731	20.468±0.365
R5	324.858±4.623	8.385±0.356	0.270±0.017	33.785±0.736	17.588±0.367
R6	358.956±0.442	4.822±0.270	0.0059±0.002	32.470±0.307	17.199±0.144
R7	406.889±4.707	4.109±0.249	0.023±0.005	35.472±0.618	18.879±0.314
R8	362.442±4.443	7.779±0.343	0.438±0.022	36.313±0.716	18.979±0.357
R9	308.517±4.099	8.400±0.356	0.434±0.022	32.776±0.703	17.015±0.349
R10	337.658±4.288	3.730±0.237	0.317±0.019	30.182±0.594	16.000±0.300
R11	420.126±4.783	4.200±0.252	0.491±0.024	37.251±0.654	19.764±0.330
R12	412.609±4.740	5.656±0.292	4.609±0.264	44.017±1.034	22.681±0.496
المعدل	378.161±4.235	5.977±0.297	0.700±0.038	36.097±0.678	18.965±0.337
اعلى قيمة	427.806±4.827	8.446±0.357	4.609±0.264	44.017±1.034	22.681±0.496
ادنى قيمة	308.517±4.099	3.730±0.237	0.0059±0.002	30.182±0.594	16.000±0.300



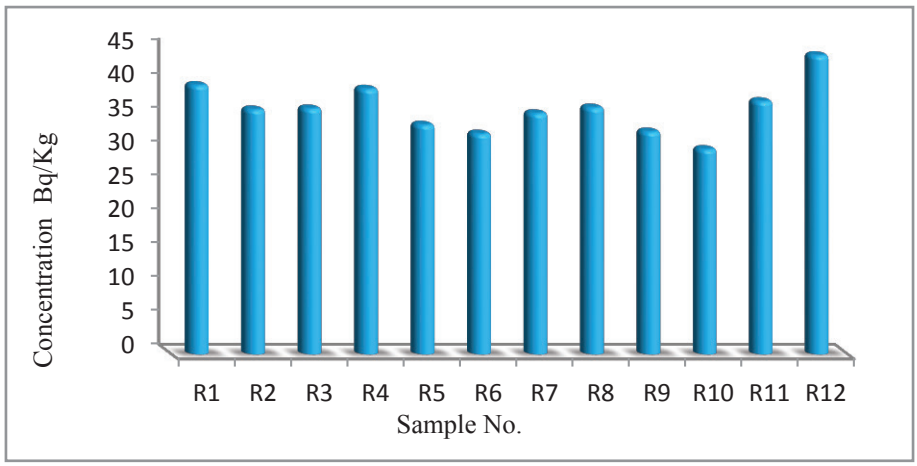
الشكل (3): يوضح معدلات تراكيز الفعالية النوعية للبوتاسيوم للنماذج الترسبات المأخوذة من مواقع الدراسة.



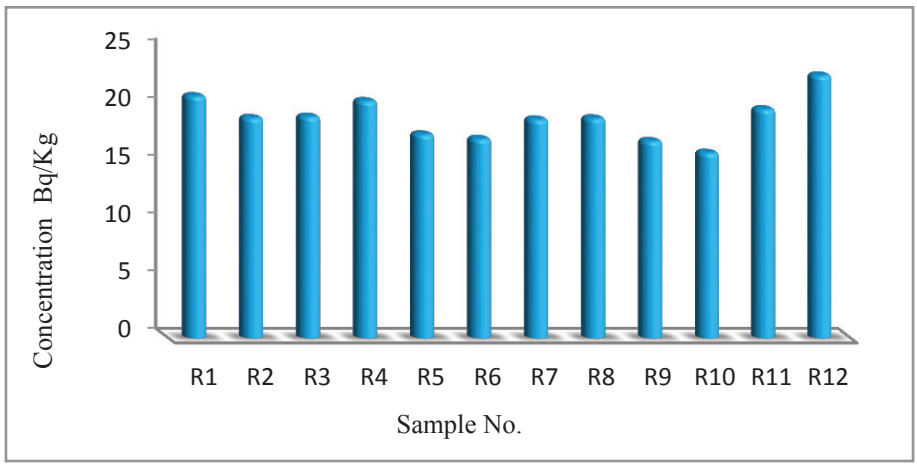
الشكل (4): يوضح معدلات تراكيز الفعالية النوعية لليورانيوم للنماذج الترسبات المأخوذة من مواقع الدراسة.



الشكل (5): يوضح معدلات تراكيز الفعالية النوعية للثوريوم للنماذج الترسبات المأخوذة من مواقع الدراسة.



الشكل (6): يوضح تراكيز مكافئ الراديوم للنماذج الترسبات المأخوذة من مواقع الدراسة.



الشكل (7): يوضح تراكيز الجرعة المتصة للهواء للنماذج الترسبات من مواقع الدراسة.

من الجدول (1) يتضح أن أعلى قيمة للفعالية النوعية للبوتاسيوم ^{40}K كانت (427.806±4.827) Bq/Kg في النموذج رقم (R1) والذي يكون قريب من بحر الملح، بينما كانت أقل قيمة لها (308.517±0.442) Bq/Kg في النموذج رقم (R9)، وقد وجد أن معدل هذه القيم (Bq/ Kg. (378.161±4.235 أما اليورانيوم ^{238}U فقد كانت أعلى قيمة للفعالية النوعية (8.446±0.357) Bq/Kg في النموذج رقم (R4)، وأقل قيمة (3.730±0.237) Bq/Kg في النموذج رقم (R10)، وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (5.977±0.297)، وكانت (4.609±0.264) Bq/Kg أعلى قيمة للفعالية النوعية للثوريوم ^{232}Th في النموذج رقم (R12) بينما كانت أقل قيمة لها (0.005±0.002) Bq/Kg في النموذج (6)، وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (0.700±0.038)، وكذلك وجد أن أعلى قيمة لمكافئ الراديوم هي (44.017±1.034) $nGy.h^{-1}$ في النموذج رقم (R12)، واقل قيمة كانت (30.182±0.594) $nGy.h^{-1}$ في النموذج رقم (R10)، أما معدل هذه القيم فكان بحدود (36.097±0.678) $nGy.h^{-1}$.

اوضحت الدراسة إن أعلى قيمة للجرعة المتصة في الهواء هي(22.681±0.496) $nGy.h^{-1}$ في النموذج رقم (R12) واقل قيمة للجرعة المتصة كانت (16.000±0.300) $nGy.h^{-1}$ في النموذج رقم (R10)، أما معدل الجرعة المتصة فقد كان (18.965±0.337) $nGy.h^{-1}$.

مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة (الجدول 2)

الجدول (2): يبين الفعالية النوعية لسلسلة اليورانيوم – 238 وسلسلة الثوريوم – 232 والبوتاسيوم – 40 بوحدات (Bq/Kg) لبعض الدراسات السابقة

الدولة	معدل الفعالية النوعية (Bq/Kg)			المصدر
	^{40}K	^{238}U	^{232}Th	
امريكا	370	35	35	[10]
هونغ كونغ	817	77	92	[11]
اليابان	111	13	15	[12]
البرازيل	131	44	58	[13]
الصين	429	119	224	[14]
نيجيريا	173.15	17.6	43.8	[4]
الهند	143	57	87	[15]
قبرص	104.6	7.1	5	[16]
بنغلادش	19.6	62.6	51.8	[17]
مصر	320	37	18	[10]
الجزائر	370	30	25	[10]
الاردن	138	22	21	[18]
النجف الاشرف منطقة مظلوم	142	17.53	7.32	[19]
النجف الاشرف منطقة الرهبان	126.3	47.93	5.03	[20]
العراق مدينة الديوانية	127.16	22.62	24.66	[6]
المعدل العالمي	420	33	45	[21]
بحر النجف	378.161	5.977	0.700	الدراسة الحالية

7. الاستنتاجات

من النتائج المستخلصة من البحث، ومقارنتها بالحدود العليا لمستوى الإشعاع الطبيعي يتضح ان قيم الفعالية النوعية لليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th توزعت على نسب متفاوتة بالنسبة لجميع النماذج المقاسة حيث كانت اعلى قيمة هي تفوق الحد المسموح به عالمياً الذي هو(35) Bq/Kg [22]. بالنسبة لليورانيوم و(30) Bq/Kg بالنسبة للثوريوم [23] ويعود السبب في ذلك إلى الطبيعة الجيولوجية المكونة للتربة في تلك المنطقة، وان الفعالية النوعية للبوتاسيوم ^{40}K يأخذ قيما متفاوتة بين منطقة وأخرى، لقد لوحظ إن هناك ارتفاعاً في تركيز نويدة البوتاسيوم في بعض المناطق يعود السبب إلى وجود الأراضي الزراعية الحاوية على الأسمدة الفوسفاتية التي يزداد فيها تركيز نظير البوتاسيوم (^{40}K) لكن جميع النتائج كانت ضمن الحدود المسموح بها عالمياً [9].(400) Bq/Kg، واثبتت الدراسة ان جميع نتائج الجرع الممتصة والجرع الفعالة للنماذج البيئية كانت ضمن الحد المسموح به عالمياً، وبالرغم من ارتفاع قيم الفعالية النوعية في بعض النماذج كانت جميعها ضمن الحد المسموح به عالميا ومحليا لذا فهي لا تشكل خطراً على الكائنات الحية.

8. التوصيات

للتوسيع في هذه الدراسة نوصي بما يأتي:

1. استعمال تقنيات مختلفة لقياس تركيز العناصر المشعة للمناطق نفسها، ومقارنتها بالدراسة الحالية كاستعمال تقنية التحليل الطيفي لأشعة كاما باستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة.
2. تعميم هذه الدراسة على محافظات العراق جميعها، لرسم خارطة إشعاعية للعراق.
3. اجراء عمليات المسح الإشعاعي بصورة دورية لملاحظة ومتابعة التغيرات الإشعاعية في المحافظة ومن أيَّ نوعٍ كانتْ.
4. العمل على تزويد المؤسسات العلمية، والبحثية بمنظومات حديثة، وكافية لإجراء الدراسات البيئية الخاصة بالنشاط الإشعاعي.

المصادر

[1] موسى جعفر العطية، «أصل وتطور نشوء بحر النجف»، مجلة بين النهرين، العدد 30، ص 119 – 120 ،(2002).

[2] محمد ابراهيم الجار الله ود. عادل عبدالله «الاشعاع والمياه» الطبعة الاولى، (1983).

[3] Alsadi, M.SC. Physics, University of Babylon,M.A. [3] ,(2010).

[4] نبيل عبد عبدالرضا، رحيم عبد جبر، حسن عيسى داوود، مرتضى شاكر اسود،" قياس النشاط الإشعاعي لنماذج (ماء-رواسب) لمحافظة القادسية باستخدام تقنية تحليل أطياف أشعة كاما "مجلة القادسية للعلوم الصرفة، المجلد 15، العدد 4، ص 1-6، (2010).

[5] A.M.Arogunjo, «Terrestrial Gamma Radiation and the radiological Implication in South Western Nigeria» Federal University of technology, Akure, Nigeria, (2007).

[6] عامر عبدالزهرة صالح" قياس الفعالية الإشعاعية والخواص الفيزيوكيميائية لـترب منتخبة من مدينة الديوانية "رسالة ماجستير، جامعة الكوفة،(2014)

[7] Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), «Exposure to radiationfrom the natural radioactivity in building materials», Report by a group of experts of the OECD Nuclear Energy Agency, Paris, France, (1979).

[8] Radiation Protection, U.S. Environmental protection Agency, Radioactive Equilibrium, [on line], Available from: http//:www.epa.gov/rpdweb00/understand/equilibrium.html#transient [Accessed date 7 September 2008]

[9] K.M.Thabayneh and M.M Jazzar, «Natural Radioactivity Levels and Estimation of Radiation Exposure in Environmental Soil Samples from Tulkarem Province - Palestine», University of Hebron, Palestine, (2012).

[10] S.Harb, A.H.El-Kamel and A. I. Abd El-Mageed, «Natural Radioactivity Measurements in Soil and Phosphate Samples from El-Sabaea, Aswan, Egypt», IX Radiation Physics & Protection Conference،15-19 November (2008), Nasr City-Cairo, Egypt, (2008).

[11] T.E. Myrikk, B.A. Berven, F. F. Haywood, « Health Physics», 3, 631, (1983).

[12] H.Ryuta and S.Kiyoshi, «Environmental Assessment of Natural Radioactivity in Soil Samples from the LUSI Mud Volcano, Indonesia», Environment Asia, Vol. (2), P:45-49, (2009).

[13] De Moraes and Daltro «Environmental Gamma Radiation and Natural Radioactivity in Soils in Centro Experimental Aramar (CTMSP-Brazil) and Region», Radiation Protection Dosimetry, Vol. (87), No. (3), P: 207-211, (2000).

[14] H. Semat and j. R. Albright ,«Introduction to Atomic and Nuclear Physics», Printed in Great Britain by

Fdetcher & Son Ltd., Norwich, (1972).

[15] S.Singh, A.Rani and R.K.Mahajan ،«226 Ra, 232Th and 40 K Analysis in Soil Samples from Some Areas of Punjab and Himachal Pradesh ،India Using Gamma Ray Spectrometry», Radiation Measurements, Vol. (39), No.(4), P: 431-439, (2004).

[16] M.Tzortzis, E.Svoukis and H.Tsertos, «A comprehensive study of natural gamma radioactivity levels and associated dose rates from surface soil in Cyprus» University of Cyprus, p.o.Box 20537, Cyprus, (2004).

[17] A.S.Mollah, G.V. Ahmed, S.R. Husain and M.M.Rahman, «The Natural Radioactivity of Some Building Materials Used in Bangladesh», Health Physics, Vol. (50), No.(6), P: 849-851, (1986).

[18] J.Al-Jundyi, B. A.Al-Bataina, Y.Abu-Rukan and H.H.Shehadah, «Natural radioactivity concentrations in soil sample along the Amman Aqaba Highway Jordan», Radiation measurement, No.(36), P:555-560, (2003).

[19] عمار موسى "قياس ودراسة مستويات النشاط الإشعاعي الطبيعي للتربة في منطقة مظلوم في محافظة النجف الأشرف" رسالة ماجستير، جامعة الكوفة،(2011).

[20] K.Kareem Mohammad, » Measurement of the natural radioactivity in AL-Rohban soil samples from AL-Najaf AL-Ashraf-Iraq», Journal of Kufa - physics, Vol. (3), No.(1), P: 37-43, (2011).

[21] United Nation Scientific Committee on the Effects of AtomicRadiation,« Sources and Effectes of Ionizing Radiation», United Nationas, No.E.10.XI.3, (2008).

[22] European Commission. "Radiation Protection 112" Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials", Brussels, European Commission, (1999).

[23] International Commission on Radiological Protection, ICRP publication 65, Annals of the ICRP. Pergamon Press, Oxford, No.2, Vol.23, (1993).