

دراسة النشاط الإشعاعي لنماذج من تربة مركز ناحية الحيرة في محافظة النجف الأشرف

علي خلف حسن - اخلاص حسن كاظم

قسم الفيزياء – كلية التربية للبنات / جامعة الكوفة

الخلاصة .:

إن التربة هي من أهم المصادر الإشعاع المؤين الطبيعية الذي يتعرض له الإنسان حيث ان النويدات المشعة الطبيعية مثل نويدات سلسلة أليورانيوم-238 وكذلك سلسلة الثوريوم-232 بالإضافة إلى النظير المشع البوتاسيوم-40، تتواجد بكثرة في التربة التي تؤثر بشكل أو بآخر على صحة الإنسان لذلك تم دراسة النشاط الإشعاعي في تربة مركز ناحية الحيرة في محافظة النجف الأشرف ، لكي نحدد تأثير الإشعاع على هذه التربة و بالتالي على صحة الإنسان. حيث تم إختيار (20) موقعاً لأخذ العينات من مركز ناحية الحيرة وجمعت من كل موقع عينتان الأولى من التربة السطحية (0-5) سم والثانية بعمق (5-20) سم ليكون عدد العينات التي تم فحصها (40) عينة وأجريت القياسات الطيفية بإستعمال منظومة كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) الذي أبعاده "3×3".

فقد وجد بأن النشاط الإشعاعي للبوتاسيوم ^{40}K واليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th في النماذج المدروسة يتراوح بين (13.12 ± 4.67) إلى (489.34 ± 8.14) بيكرل لكل كيلو غرام وبمعدل (275.76 ± 6.37) بيكرل لكل كيلو غرام، (0.52 ± 1.16) إلى (31.17 ± 2.26) بيكرل لكل كيلو غرام و بمعدل (13.44 ± 1.75) بيكرل لكل كيلو غرام و (3.19 ± 1.06) إلى (44.79 ± 1.74) بيكرل لكل كيلو غرام وبمعدل (15.17 ± 1.19) بيكرل لكل كيلو غرام، على التوالي، وأشارت هذه النتائج إلى إن النشاط الإشعاعي ضمن الحدود المسموح بها عالمياً. أما قيم مكافئ الراديوم والجرعة الممتصة ومعاملات الخطورة والجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية ومعامل تركيز الفعالية التي تم حسابها هي ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

The study of Radioactivity in soil samples from region AL-Heara in Al-Najaf Al-Ashraf Government

Ali K. H

Ikhlas H.K

Department of physics –College of Education for Girls/Univirsity of Kufa

Abstract:

The soil is one of the most important sources of ionizing radiation posed to natural rights as the natural radioactive nuclides , such as uranium-238 series nuclides as well as a series of thorium-232 in addition to the isotope potassium -40 , exist in abundance in the soil which in one way or another affect on human health so it was the study of radioactivity in soil center region AL-Heara in Al-Najaf Al-Ashraf Government , in order to determine the effect of radiation on this soil and thus on human health. has been selected (20) locations sampling center of region AL-Heara and collected from each site two samples of the first sample from surface soil (0-5)cm and The second in depth(5-20)cm to be number of samples which assayed(40)sample and The gamma rays spectral measurements were done for all samples by using Iodide Sodium activated by Thallium NaI(Tl),its dimension3"× 3".

It was found that the radioactivity of potassium ^{40}K , uranium ^{238}U and thorium ^{232}Th in the models studied between (13.12 ± 4.67) to (489.34 ± 8.14) Bq per kg and average (275.76 ± 6.37) Bq per kg , (0.52 ± 1.16) to (31.17 ± 2.26) Bq) per kg and average (13.44 ± 1.75) Bq per kg and (3.19 ± 1.06) to (44.79 ± 1.74) Bq per kg and average (15.17 ± 1.19) Bq per kg , respectively , and indicated these results to The radioactivity within the permissible limits globally. The values of the Radium equivalent , absorbed dose , risk coefficients and annual effective dose of internal and external effectiveness and concentration coefficient with which the was calculated is within the allowable limits globally .

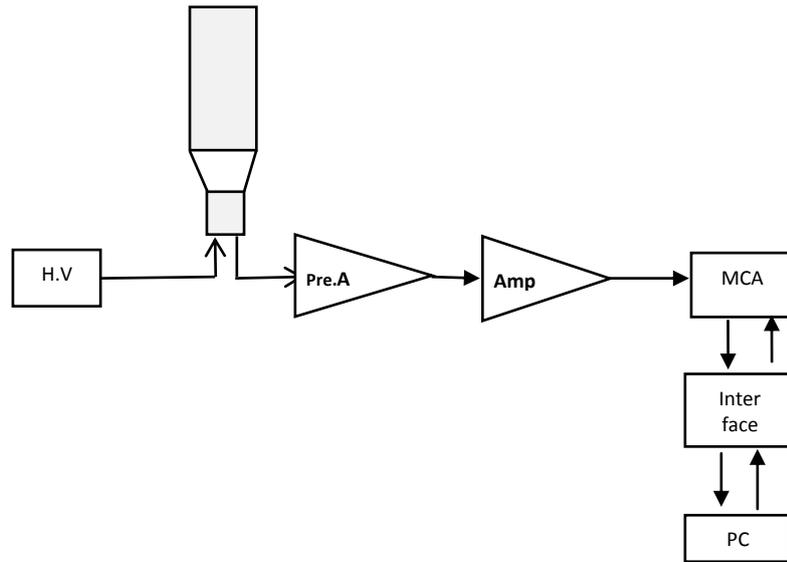
1- المقدمة Introduction

أكتشف النشاط الإشعاعي في عام 1896 م من قبل العالم هنري بكريل حيث وجد إن ملح اليورانيوم يبعث إشعاع قوي طول الوقت وحتى في الظلام. إن هذا الإشعاع اخترق أغلفة ورقية ورقاقات فضية سميكة وتأثرت الصفائح الفوتوغرافية به، عرفت هذه الظاهرة بظاهرة النشاط الإشعاعي [1,2]، وهي قدرة بعض النوى الذرية على الإنحلال تلقائياً أي تلك العملية التي تتحول من خلالها نوى أحد العناصر بإنبعاث الإشعاعات النووية. إن خاصية إنبعاث الإشعاع من دون أي تأثير خارجي بحيث تتحول ذرات العنصر أو النظير لذرات عنصر آخر أو نظير يمكن أن تجري في الذرات الطبيعية أو الذرات المحفزة صناعياً [3] إن النشاط الإشعاعي الطبيعي الموجود في التربة ناتج عن سلسلة اليورانيوم ^{238}U وسلسلة الثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K [4]، والنشاط الإشعاعي البيئي والتعرض الخارجي المصاحب له من خلال إشعاع كما يعتمد بصورة رئيسية على الشروط الجيولوجية والجغرافية ويظهر بمستويات مختلفة في التربة لكل منطقة من مناطق العالم [5]. إن التعرض الخارجي يعني أن التعرض يكون خارج الجسم أي ناتج من النويدات الطبيعية الموجودة في البيئة ولكن التعرض الداخلي وهو الذي يكون داخل الجسم ويدخل الجسم عن طريق التغذية والتنفس. يمكن اعتبار تلوث التربة الإشعاعي يتم بنطاقه الضيق والمحدود بالمقارنة مع التلوث الإشعاعي للهواء والماء إن إنتقال ومسار العناصر المشعة يتعلق بالدور البيولوجي الخاص بكل نوع كما يتعلق بالتبادل المستمر بين الأصناف النباتية والحيوانية [6].

2- الجانب العملي Practical Part

2-1: منظومة كاشف يوديد الصوديوم NaI (TI) Detector System

تم قياس النشاط الإشعاعي للنويدات الباعثة لأشعة كما بإستخدام منظومة العد والتحليل الإلكترونية المستخدمة في الكشف عن الأشعة النووية المتكونة من منظومة كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم (3"×3") NaI(TI) والمجهز من شركة (Alpha Spectra, Inc.-12I12/3) المزود بمحلل متعدد القنوات (MCA)(ORTEC -Digi Base) الذي يحتوي على (4096) قناة يربط بوحدة تسمى (ADC (Analog to Digital Converter) تساعد المحلل على تحويل النبضة القادمة الى أعداد رقمية، وإن القياسات النووية وتحليلها يتم بواسطة برنامج حاسوبي يسمى (MAESTRO-32) في داخل المختبر حيث يتم ربط أجزاء المنظومة كما في الشكل رقم (1)



شكل (1) منظومة كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم (3"×3") NaI(TI)

تم إختيار مركز ناحية الحيرة لدراسة النشاط الإشعاعي للتربة ورسم خارطة إشعاعية لهذه المنطقة. حيث تم إختيار (20) موقعاً ضمن مركز ناحية الحيرة تبعاً للتوزيع الجغرافي للمنطقة كما موضح بالجدول رقم (1) والشكل رقم (2)، وتم أخذ عينتين لكل موقع الأولى لسطح الموقع (0-5) cm والثانية بعمق (5-20) cm، وبعد تحديد الموقع يتم الحفر وإستخراج العينة ثم تجفف العينات بتعريضها لأشعة الشمس لمدة (72) ساعة تقريباً بحيث تصل الى وزن ثابت ويتم طحنها وغربلتها بإستخدام مشبك ذي ثقوب صغيرة جداً لإزالة الحصى وجذور النباتات العالقة بها للحصول على تربة متجانسة خالية من الشوائب ثم يتم أخذ وزن (1 kg) لكل عينة ووضعها في أكياس من مادة البولي أثيلين وترقيمها حسب الموقع الى أن يتم قياسها حيث توضع عند القياس في وعاء مارنيلي خاص بالجهاز بعد غسله بحامض الهيدروكلوريك المخفف ثم يغسل بعدها بالماء المقطر لتهيئتها للقياس .



شكل (2) خارطة للمنطقة موضح عليها المواقع المأخوذة منها العينات

الجدول (1) يبين مواقع النماذج المأخوذة من مركز ناحية الحيرة

رقم النموذج	موقع النموذج	رقم النموذج	موقع النموذج
1	دائرة زراعة الحيرة	11	مدرسة الحيرة الإبتدائية
2	سوق خضار الحيرة	12	مدرسة الشمال الإبتدائية
3	مدرسة السلوك القويم	13	مجزرة الحيرة
4	مركز شباب الحيرة	14	منتزه في حي الزهور
5	مرقد أولاد الكاظم (ع)	15	مدرسة جزيرة العرب
6	منتزه حي الكويت (مدخل الحيرة)	16	إعدادية الحيرة المركزية
7	مديرية بلدية الحيرة	17	جامع وحسينية الشهيد جعفر الطيار
8	حديقة الزهور	18	أحد بيوت حي الخضراء
9	دائرة إتصالات و بريد ناحية الحيرة	19	أحد بيوت حي الزهراء
10	المركز الصحي في حي النعمان	20	أحد بيوت حي الحسين - شارع النخيل

2-3: معايرة منظومة الكشف Calibration of Detection System

تم إجراء تعيرين لمنظومة الكشف الطيفي لأشعة كاما الأولى لكفاءة المنظومة والثاني للطاقة باستخدام مصادر مشعة قياسية معروفة الطاقة والشدة كما موضح بالجدول رقم (2)، حيث تم حساب كفاءة الكشف (ϵ) بالمعادلة الآتية [7]:

$$\epsilon = \frac{C}{A \cdot I_{\gamma} \cdot t} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

حيث إن :-

C :- العدد (المساحة تحت المنحني بعد طرح الأشعة الخلفية).

t :- زمن القياس بالثانية .

I_{γ} :- النسبة المئوية لشدة اشعة كاما المنبعثة من انحلال كل نويدة.

A :- النشاط الإشعاعي (الفعالية) النهائي بـ(Bq) للمصدر المشع عند الزمن (t) الذي يحسب من المعادلة الآتية [7]:

$$A = A_0 e^{-\lambda \Delta t} \dots \dots \dots (2)$$

حيث إن :-

A_0 :- النشاط الإشعاعي (الفعالية) الابتدائي بـ(Bq) للمصدر المشع عند زمن التصنيع (t_0) .

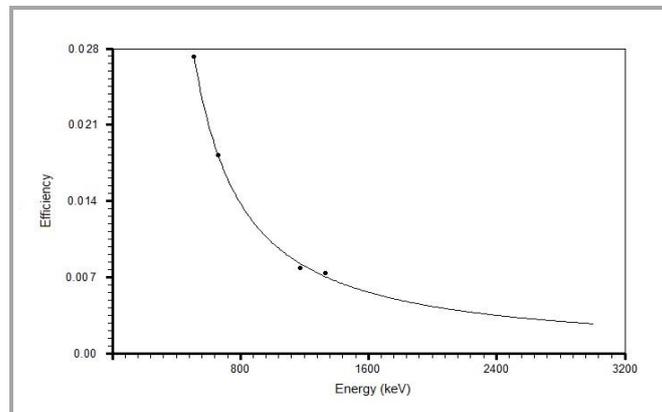
Δt :- المدة الزمنية المحصورة بين تأريخ صنع المصدر القياسي وتاريخ القياس.

λ :- ثابت الأنحلال .

جدول (2) يبين الطاقة والشدة للمصادر القياسية المستخدمة للمعايرة [8]

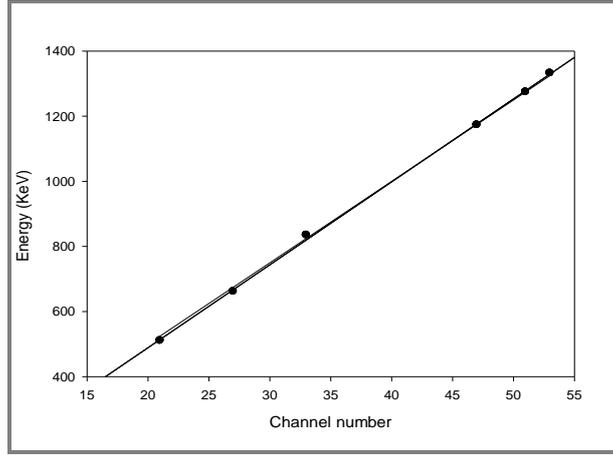
المصدر القياسي	الطاقة (KeV)	I_{γ} %
Na-22	511.006	100
Na-22	1274.537	99.94
Cs-137	661.657	85.1
Mn-54	834.838	100
Co-60	1173.228	99.9736
Co-60	1332.494	99.9856

أما العلاقة بين الكفاءة والطاقة للمصادر القياسية المستخدمة فيوضحها الشكل رقم (3) .



شكل (3) العلاقة بين الكفاءة والطاقة

كما تم معايرة المنظومة طاقياً من خلال إيجاد العلاقة بين سعة النبضة الخارجة من الكاشف وطاقة أشعة كما الساقطة من المصدر المشع على بلورته كما في الشكل رقم (4)



الشكل (4) يبين العلاقة بين الطاقة ورقم القناة

كما تم حساب قابلية الفصل الطاقى للكاشف (R) بإستخدام المعادلة [9]:

$$R = \frac{FWHM}{p.p} \times 100\%$$

حيث أن (F.W.H.M) هو عرض منتصف القمة الضوئية للخط الكامي (Full Half Width (Maximum) المقاس عند رقم القناة و (p.p) يمثل رقم القناة عند القمة الضوئية .

حيث وجد إن قابلية الفصل الطاقى هي (6.1 %) عند الطاقة (662) KeV بالنسبة للـ Cs-137.

3- الحسابات والنتائج Calculation and Results

لحساب النشاط الإشعاعي الصافي في النماذج المدروسة يجب أولاً تسجيل طيف للخلفية الإشعاعية وذلك بوضع وعاء مارنبلي فارغ سعة لتر واحد وهو نفس الوعاء المستخدم لقياس النشاط الإشعاعي للنماذج لفترة زمنية مقدارها (18000 Sec) وتجميع الطيف على شاشة الحاسبة وطرحه من طيف النماذج المدروسة.

ثم بعدها تم تحديد النويدات المشعة الناتجة عن متسلسلة إنحلال (اليورانيوم ^{238}U) ومتسلسلة إنحلال (الثوريوم ^{232}Th) ونويده (البوتاسيوم ^{40}K) المنفردة وحساب تراكيز الفعالية للنماذج المدروسة بزمن تجميع (18000 Sec)، بإستخدام المعادلة التالية [10]:

$$A = \frac{C}{I_{\gamma} \times \varepsilon \times M \times t} \dots\dots(3)$$

حيث إن: .:

C : المساحة تحت منحنى القمة الضوئية.

ε : الكفاءة المحسوبة للخط الكامي عند طاقة معينة.

M : كتلة النموذج (Kg).

t : زمن القياس

والجدول رقم (3) يبين تركيز الفعالية لكل من الراديوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-5) cm، والجدول رقم (4) يبين تركيز الفعالية لكل من اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K للنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (5-20)cm.

وبالاعتماد على تراكيز الفعالية لكل من اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K فقد تم حساب عدة معاملات للخطورة منها:

3-1: مكافئ الراديوم Radium Equivalent

يمكن حساب مكافئ الراديوم (R_{eq}) من المعادلة الآتية [5]:

$$Ra_{eq}(Bq/kg) = A_U + 1.43A_{Th} + 0.077A_K \dots (4)$$

حيث ان A_K , A_{Th} , A_U تركيز الفعالية لسلسلة اليورانيوم وسلسلة الثوريوم والبوتاسيوم على التوالي، في المعادلة (4) افترض ان $10Bq/Kg$ من اليورانيوم و $7Bq/Kg$ من الثوريوم و $130Bq/Kg$ من البوتاسيوم ينتج جرعة متساوية من الإشعاع [5]، وإن أعلى قيمة لـ Ra_{eq} يجب أن يكون أقل من الحد المسموح به عالمياً (370 Bq\Kg) [11]. والجدول رقم (3) يبين مكافئ الراديوم للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-5) cm، والجدول رقم (4) يبين مكافئ الراديوم للنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (5-20)cm.

3-2: نسبة الجرعة الممتصة في الهواء Absorbed Dose Rate in air(AD)

يمكن حساب النسبة الكلية للجرعة الممتصة في الهواء بدلالة تراكيز النوى الأرضية من خلال المعادلة الآتية [12]:

$$AD(nGy/h) = 0.462A_U + 0.621A_{Th} + 0.0417A_K \dots (5)$$

الجدول رقم (3) يبين قيم الجرعة الممتصة للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-5) cm، والجدول رقم (4) يبين قيم الجرعة الممتصة للنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (5-20)cm.

3-3: الجرعة الفعالة السنوية The Annual Effective Dose

من أجل حساب الجرعة الفعالة السنوية يجب ان نأخذ بنظر الاعتبار ما يأتي:

• معامل التحويل من الجرعة الممتصة الى الجرعة الفعالة.

• عامل الاحتلال الداخلي.

استخدم المعامل $0.7 Sv$ كعامل للتحويل من الجرعة الممتصة في الهواء إلى الجرعة الفعالة السنوية المستلمة من قبل البالغين واستخدم 0.8 كعامل الاحتلال الداخلي (وهو نسبة الوقت الذي يقضى في الداخل) و 0.2 هو نسبة الوقت الذي يقضى في الخارج، ومن هذه البيانات وجد ان الجرعة الفعالة السنوية تحسب كالآتي [12]:

$$Indoor(mSv) = AD(nGy/h) \times 8760h \times 0.8 \times 0.7 Sv/Gy \times 10^{-6} \dots (6)$$

$$Outdoor(mSv) = AD(nGy/h) \times 8760h \times 0.2 \times 0.7 Sv/Gy \times 10^{-6} \dots (7)$$

حيث ان 8760 يشير الى عدد ساعات السنة. ان المعدل العالمي للجرعة الفعالة السنوية هو $0.48 mSv$ [12]، والجدول رقم (5) يبين قيم الجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-5) cm، والجدول رقم (6) يبين قيم الجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية للنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (5-20)cm.

3-4:معامل الخطورة الخارجي External Hazard Index(H_{ex})

ان دليل الخطورة الخارجي هو تقييم لخطر إشعاع كما الطبيعي ، ويحسب من المعادلة الآتية [13]:

$$H_{ex} = \frac{A_U}{370} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \dots\dots(8)$$

حيث يجب ان يكون هذا المعامل اقل من واحد، فاذا كان مساويا الى الواحد او اكبر منه يدل على وجود خطر اشعاعي[14] .

3-5:معامل الخطورة الداخلي Internal Hazard Index(H_{in})

ان التعرض الداخلي يكون ناتج عن استنشاق غاز الرادون ووليداته والذي يمكن التعبير عنه بدلالة معامل الخطورة الداخلي[15] ، ويحسب بالمعادلة الآتية [16]:

$$H_{in} = \frac{A_U}{185} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \dots\dots(9)$$

ويجب ان يكون هذا المعامل اقل من الواحد ليكون ضمن الحدود المسموح بها عالمياً [19]، والجدول رقم (5) يبين قيم معامل الخطورة الخارجي والداخلي للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-5) cm، والجدول رقم (6) يبين قيم معامل الخطورة الخارجي والداخلي للنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (5-20)cm.

3-6:معامل تركيز الفعالية Activity concentration index (I_γ)

وهو معامل يستخدم لحساب الخطورة الناشئة عن إشعاع كما المقترن مع النويدات الطبيعية المشعة (اليورانوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K) في المادة المدروسة ويعرف معامل تركيز الفعالية (I_γ) بالمعادلة [8] .:

$$I_\gamma = \frac{A_U}{150} + \frac{A_{Th}}{100} + \frac{A_k}{1500} \dots\dots(10)$$

إذا كانت قيمة معامل تركيز الفعالية (1) أو أقل ، فإن المواد المماثلة يمكن أن تستخدم ، أما إذا كانت القيمة تتجاوز الـ(1) فإن المواد المماثلة لا يمكن أن تستعمل في مواد البناء[18] والجدول رقم (5) يبين قيم معامل تركيز الفعالية للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-5) cm، والجدول رقم (6) يبين قيم معامل تركيز الفعالية للنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (5-20)cm.

جدول (3) تراكيز الفعالية لكل من اليورانيوم والبوتاسيوم والثوريوم ومكافئ الراديوم (Bq.Kg^{-1}) والجرعة الممتصة (nGy.h^{-1}) للعينات المأخوذة من السطح (0-5)cm

الجرعة الممتصة بالهواء Absorbed dose rate (nGy.h^{-1})	مكافئ الراديوم (Bq/Kg)	تركيز الفعالية (Bq/Kg)			رقم النموذج
		^{232}Th	^{238}U	^{40}K	
95.43±4.48	110.15±5.19	43.15±1.69	19.90±2.20	370.64±7.39	1
36.96±3.58	42.24±4.12	9.67±1.25	26.87±1.85	19.98±6.10	2
20.71±2.23	22.21±2.52	4.88±0.58	4.00±1.39	145.69±3.92	3
15.22±2.45	18.46±2.81	8.75±0.82	4.93±1.27	13.12±4.67	4
70.07±3.59	84.56±4.24	44.79±1.74	4.23±1.16	211.22±7.69	5
23.61±2.65	26.55±3.05	6.86±0.91	11.14±1.39	72.54±4.52	6
32.87±3.24	34.58±3.69	3.87±0.96	13.17±1.85	206.17±5.88	7
19.52±2.44	22.44±2.82	9.67±0.91	0.52±1.16	104.97±4.52	8
49.77±3.23	52.73±3.73	6.57±1.2	20.83±1.50	292.06±6.40	9
27.96±2.35	31.38±2.71	7.83±0.82	13.58±1.21	85.59±4.14	10
84.53±4.22	90.57±4.82	15.19±1.35	31.17±2.26	489.34±8.14	11
45.14±2.52	48.27±2.89	7.74±0.87	17.06±1.27	261.60±4.90	12
26.72±2.22	28.73±2.55	6.91±0.77	3.83±1.10	194.93±4.44	13
43.19±3.82	44.84±4.35	5.17±1.20	11.78±2.03	333.24±7.76	14
57.28±4.34	60.00±4.97	7.69±1.40	17.58±2.32	408.05±8.37	15
63.57±4.49	72.86±5.16	25.54±1.54	19.09±2.32	223.89±8.14	16
16.19±3.52	17.00±4.01	3.19±1.06	2.03±1.97	135.21±6.78	17
84.62±4.70	98.96±5.44	41.36±1.74	18.86±2.32	272.08±8.21	18
44.67±3.84	51.09±4.41	18.86±1.30	9.57±2.03	188.83±6.71	19
70.65±4.69	79.65±5.40	25.63±1.64	18.57±2.37	317.02±8.74	20
15.22±2.45	17.00±4.01	3.19±1.06	0.52±1.16	13.12±4.67	أقل قيمة
95.43±4.48	110.15±5.19	44.79±1.74	31.17±2.26	489.34±8.14	أعلى قيمة
46.43±3.43	51.86±3.94	15.17±1.19	13.44±1.75	275.76±6.37	المعدل

جدول (4) تراكيز الفعالية لكل من اليورانيوم والبوتاسيوم والثوريوم ومكافئ الراديوم (Bq.Kg^{-1})

والجرعة الممتصة (nGy.h^{-1}) للعينات المأخوذة من عمق (5-20)cm

الجرعة الممتصة بالهواء absorbed dose rate (nGy.h^{-1})	مكافئ الراديوم (Bq/Kg)	تركيز الفعالية (Bq/Kg)			رقم النموذج
		^{232}Th	^{238}U	^{40}K	
13.74±2.35	14.77±2070	3.24±0.77	3.01±1.27	92.52±4.14	1
79.15±3.98	88.79±4.55	26.36±1.35	24.61±1.91	343.87±9.12	2
43.89±3.36	46.72±3.82	8.32±0.96	12.07±1.97	295.46±6.03	3
66.61±4.13	69.32±4.71	6.28±1.30	25.07±2.20	457.89±8.37	4
30.83±2.07	33.49±2.40	7.64±0.77	8.53±0.98	182.19±3.99	5
15.41±1.99	16.90±2.31	4.54±0.82	3.30±0.81	92.07±4.29	6
42.81±2.62	46.39±3.00	9.86±0.87	13.29±1.39	246.59±4.82	7
38.08±2.57	42.84±2.97	15.52±0.91	3.65±1.33	220.50±4.22	8
38.31±3.06	41.38±3.50	10.01±0.96	6.90±1.68	261.75±5.65	9
31.29±2.23	34.02±2.57	9.62±0.82	2.84±1.04	226.15±4.60	10
86.03±4.66	98.45±5.38	35.70±1.69	20.83±2.32	344.93±8.29	11
79.45±4.47	92.82±5.16	37.92±1.59	19.79±2.32	244.10±7.23	12
79.39±4.42	91.38±5.10	34.25±1.59	19.67±2.20	295.23±7.99	13
46.41±2.77	51.81±3.20	12.67±1.01	21.24±1.39	161.60±4.67	14
48.75±3.33	58.99±3.92	28.05±1.45	14.45±1.56	57.38±3.69	15
91.83±4.78	105.49±5.52	36.71±1.74	30.29±2.37	294.63±8.44	16
60.87±3.65	68.13±4.20	19.73±1.25	19.32±1.91	267.25±6.33	17
76.33±4.69	88.79±5.43	35.84±1.74	17.58±2.32	259.03±8.06	18
24.64±2.76	27.33±3.14	9.43±0.82	1.04±1.62	166.28±4.52	19
61.23±4.50	65.87±5.15	10.40±1.45	26.87±2.43	313.33±8.37	20
13.74±2.35	14.77±2070	3.24±0.77	1.04±1.62	57.38±3.69	أقل قيمة
91.83±4.78	105.49±5.52	37.92±1.59	30.29±2.37	457.89±8.37	أعلى قيمة
52.75±3.42	59.18±3.94	18.10±1.19	14.72±1.75	241.14±6.14	المعدل

جدول (5) الجرعة الفعالة السنوية ومعامل الخطورة الداخلي والخارجي
للعينات المأخوذة من السطح (0-5)cm

معامل تركيز الفعالية Activity concentration index (I_{γ})	معامل الخطورة Hazard Index		الجرعة الفعالة السنوية Effective dose rate $mSv.yr^{-1}$		رقم النموذج
	الداخلي Internal ($H_{in} \leq 1$)	الخارجي External ($H_{ex} \leq 1$)	الداخلية (Indoor)	الخارجية (Outdoor)	
0.8113±0.0365	0.3512±0.0199	0.2974±0.0140	0.4681±0.0219	0.1170±0.0054	1
0.2892±0.0290	0.1867±0.0161	0.1141±0.0111	0.1813±0.0175	0.0453±0.0043	2
0.1726±0.0177	0.0708±0.0105	0.0599±0.0068	0.1016±0.0109	0.0254±0.0027	3
0.1292±0.0198	0.0632±0.0110	0.0498±0.0075	0.0746±0.0120	0.0186±0.0030	4
0.6170±0.0302	0.2397±0.0145	0.2283±0.0114	0.3437±0.0176	0.0859±0.0044	5
0.1913±0.0214	0.1018±0.0120	0.0717±0.0082	0.1158±0.0130	0.0289±0.0032	6
0.2639±0.0259	0.1290±0.0149	0.0934±0.0099	0.1612±0.0159	0.0403±0.0039	7
0.1702±0.0199	0.0620±0.0107	0.0605±0.0076	0.0957±0.0119	0.0239±0.0029	8
0.3994±0.0264	0.1987±0.0141	0.1424±0.0100	0.2441±0.0158	0.0610±0.0039	9
0.2259±0.0191	0.1214±0.0106	0.0847±0.0073	0.1371±0.0115	0.0342±0.0028	10
0.6859±0.0340	0.3288±0.0191	0.2446±0.0130	0.4146±0.0207	0.1036±0.0051	11
0.3655±0.0204	0.1765±0.0112	0.1303±0.0078	0.2214±0.0123	0.0553±0.0030	12
0.2246±0.0180	0.0879±0.0098	0.0775±0.0068	0.1311±0.0109	0.0327±0.0027	13
0.3524±0.0308	0.1529±0.0172	0.1211±0.0117	0.2118±0.0187	0.0529±0.0046	14
0.4662±0.0350	0.2096±0.0197	0.1620±0.0134	0.2810±0.0213	0.0702±0.0053	15
0.5320±0.0363	0.2483±0.0202	0.1967±0.0139	0.3118±0.0220	0.0779±0.0055	16
0.1356±0.0283	0.0514±0.0161	0.0459±0.0108	0.0794±0.0173	0.0198±0.0043	17
0.7207±0.0383	0.3182±0.0209	0.2672±0.0147	0.4151±0.0231	0.1037±0.0057	18
0.3784±0.0310	0.1638±0.0174	0.1379±0.0119	0.2191±0.0188	0.0547±0.0047	19
0.5915±0.0381	0.2653±0.0210	0.2151±0.0146	0.3466±0.0230	0.0866±0.0057	20
0.1292±0.0198	0.0514±0.0161	0.0459±0.0108	0.0746±0.0120	0.0186±0.0030	أقل قيمة
0.9968±0.0380	0.4092±0.0206	0.3447±0.0145	0.4681±0.0219	0.1170±0.0054	أعلى قيمة
0.3861±0.0278	0.1764±0.0154	0.1400±0.0106	0.2278±0.0168	0.0569±0.0042	المعدل

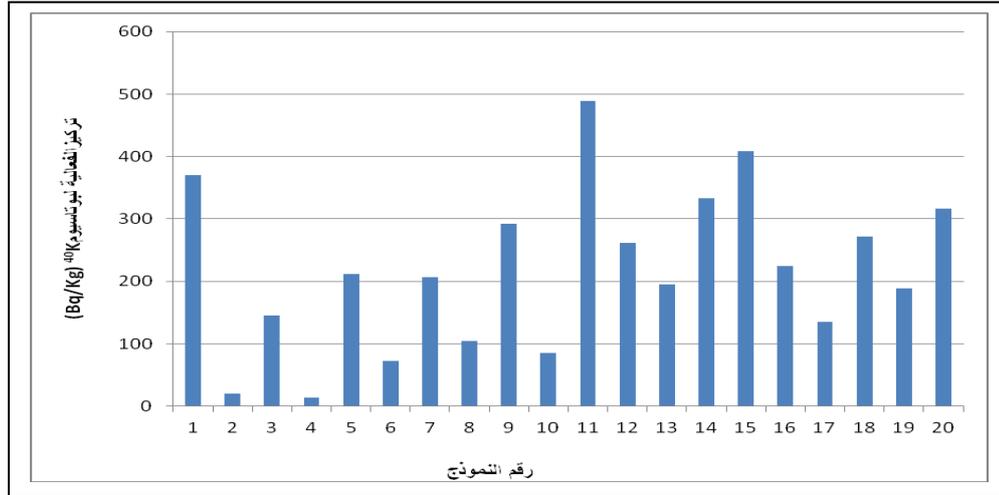
جدول (6) الجرعة الفعالة السنوية ومعامل الخطورة الداخلي والخارجي
للعينات المأخوذة من عمق (5-20)cm

معامل تركيز الفعالية Activity concentration index (I_γ)	معامل الخطورة Hazard Index		الجرعة الفعالة السنوية Effective dose rate $mSv.yr^{-1}$		رقم النموذج
	الداخلي Internal ($H_{in} \leq 1$)	الخارجي External ($H_{ex} \leq 1$)	الداخلية Indoor	الخارجية Outdoor	
0.1142±0.0190	0.0480±0.0107	0.0399±0.0073	0.0674±0.0115	0.0168±0.0028	1
0.6569±0.0323	0.3063±0.0174	0.2398±0.0123	0.3882±0.0195	0.0970±0.0048	2
0.3606±0.0268	0.1588±0.0156	0.1261±0.0103	0.2153±0.0164	0.0538±0.0041	3
0.5353±0.0333	0.2550±0.0187	0.1872±0.0127	0.3268±0.0202	0.0817±0.0050	4
0.2547±0.0169	0.1135±0.0091	0.0904±0.0064	0.1512±0.0101	0.0378±0.0025	5
0.1289±0.0165	0.0545±0.0084	0.0456±0.0062	0.0756±0.0097	0.0189±0.0024	6
0.3517±0.0212	0.1612±0.0118	0.1252±0.0081	0.2100±0.0128	0.0525±0.0032	7
0.3266±0.0209	0.1255±0.0116	0.1156±0.0080	0.1868±0.0126	0.0467±0.0031	8
0.3206±0.0246	0.1304±0.0140	0.1117±0.0094	0.1879±0.0150	0.0469±0.0037	9
0.2660±0.0182	0.0995±0.0097	0.0918±0.0069	0.1535±0.0109	0.0383±0.0027	10
0.7258±0.0379	0.3221±0.0208	0.2658±0.0145	0.4220±0.0228	0.1055±0.0057	11
0.6739±0.0362	0.3041±0.0202	0.2506±0.0139	0.3897±0.0219	0.0974±0.0054	12
0.6705±0.0359	0.2999±0.0197	0.2468±0.0137	0.3894±0.0217	0.0973±0.0054	13
0.3761±0.0225	0.1973±0.0124	0.1399±0.0086	0.2276±0.0136	0.0569±0.0034	14
0.4151±0.0274	0.1983±0.0148	0.1593±0.0106	0.2391±0.0163	0.0597±0.0040	15
0.7655±0.0389	0.3668±0.0213	0.2849±0.0149	0.4505±0.0234	0.1126±0.0058	16
0.5044±0.0295	0.2362±0.0165	0.1840±0.0113	0.2986±0.0179	0.0746±0.0044	17
0.6484±0.0382	0.2873±0.0209	0.2397±0.0146	0.3744±0.0230	0.0936±0.0057	18
0.2121±0.0220	0.0766±0.0129	0.0738±0.0085	0.1208±0.0135	0.0302±0.0033	19
0.4920±0.0363	0.2505±0.0205	0.1779±0.0139	0.3003±0.0221	0.0750±0.0055	20
0.1142±0.0190	0.0480±0.0107	0.0399±0.0073	0.0674±0.0115	0.0168±0.0028	أقل قيمة
0.7655±0.0389	0.3668±0.0213	0.2849±0.0149	0.4505±0.0234	0.1126±0.0058	أعلى قيمة
0.4400±0.0277	0.1996±0.0153	0.1598±0.0106	0.2588±0.0167	0.0647±0.0041	المعدل

4-1: النتائج المقاسة للتربة السطحية (0-5)cm

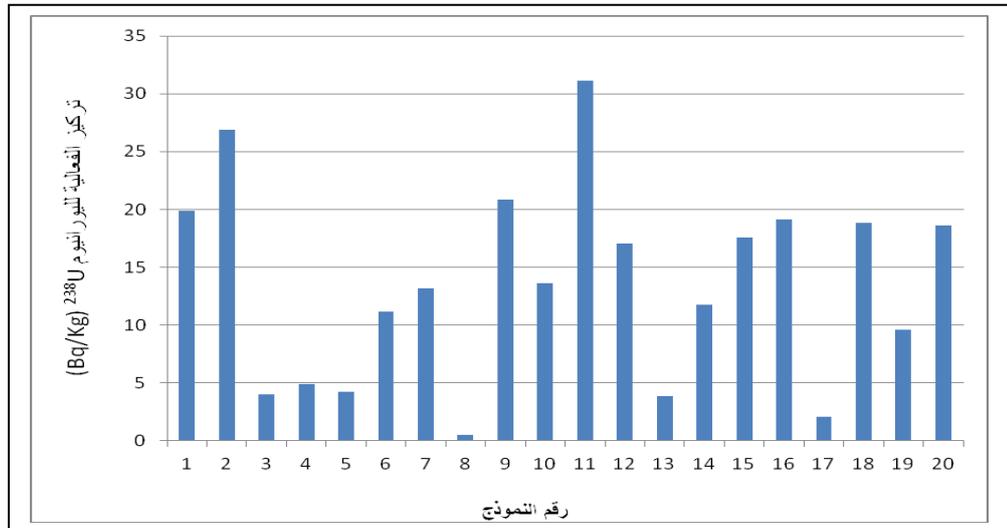
تم الحصول على نتائج قياسات تراكيز الفعالية للنويدات المشعة في نماذج التربة السطحية لناعية الحيرة في محافظة النجف الأشرف وعمل جدول بنتائج هذه الدراسة ،حيث تم حساب مكافئ الراديم والجرعة الممتصة في الهواء والجرعة الفعالة السنوية ومعاملات الخطورة و معامل تراكيز الفعالية ،وبعد دراسة الجداول (3) و (5) وجد إن :

1- أعلى قيمة لتراكيز الفعالية للبتواسيوم ^{40}K كانت (489.34 ± 8.14) Bq/Kg في النموذج رقم (11) بينما كانت أقل قيمة لها (13.12 ± 4.67) Bq/Kg في النموذج رقم (4) والشكل (5) يوضح التفاوت الحاصل في القيم ، وقد وجد أن معدل هذه القيم (275.76 ± 6.37) Bq/Kg .



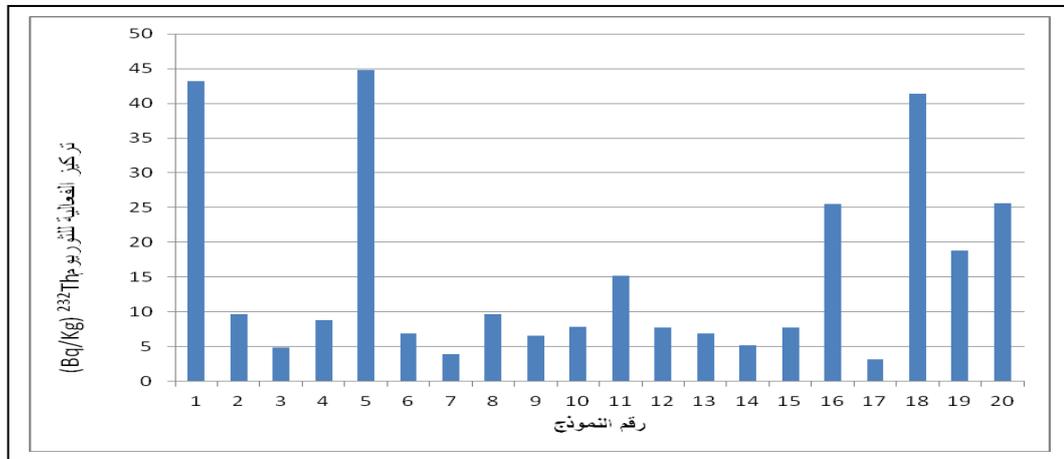
الشكل(5)تركيز البوتاسيوم ^{40}K في التربة السطحية (0-5)cm

2- أما بالنسبة لليورانيوم ^{238}U فقد كانت أعلى قيمة لتراكيز الفعالية (31.17 ± 2.26) Bq/Kg في النموذج رقم (11) وأقل قيمة (0.52 ± 1.16) Bq/Kg في النموذج رقم (8) ،والشكل (6) يوضح التفاوت الحاصل في القيم ، وكان معدل هذه القيم (13.44 ± 1.75) Bq/Kg .



الشكل(6)تركيز اليورانيوم ^{238}U في التربة السطحية(0-5)cm

3- وكانت 44.79 ± 1.74 Bq/Kg أعلى قيمة لتركيز الفعالية للثوريوم ^{232}Th في النموذج رقم (5) بينما كانت أقل قيمة لها 3.19 ± 1.06 Bq/Kg في النموذج رقم (11) ، والشكل (7) يوضح التفاوت الحاصل في القيم ، وكان معدل هذه القيم 15.17 ± 1.19 Bq/Kg .



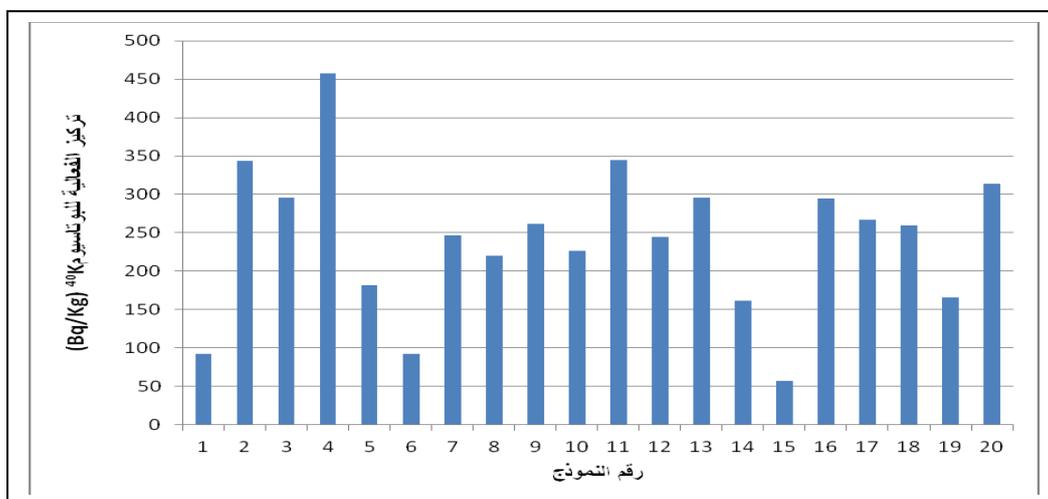
الشكل (7) تركيز الثوريوم ^{232}Th في التربة السطحية cm(0-5)

4- أما قيم مكافئ الراديوم والجرعة الممتصة ومعاملات الخطورة والجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية ومعامل تركيز الفعالية هي ضمن الحدود المسموح بها عالمياً [19] .

4-2: النتائج المقاسة لنماذج التربة المأخوذة بعمق cm(5-20)

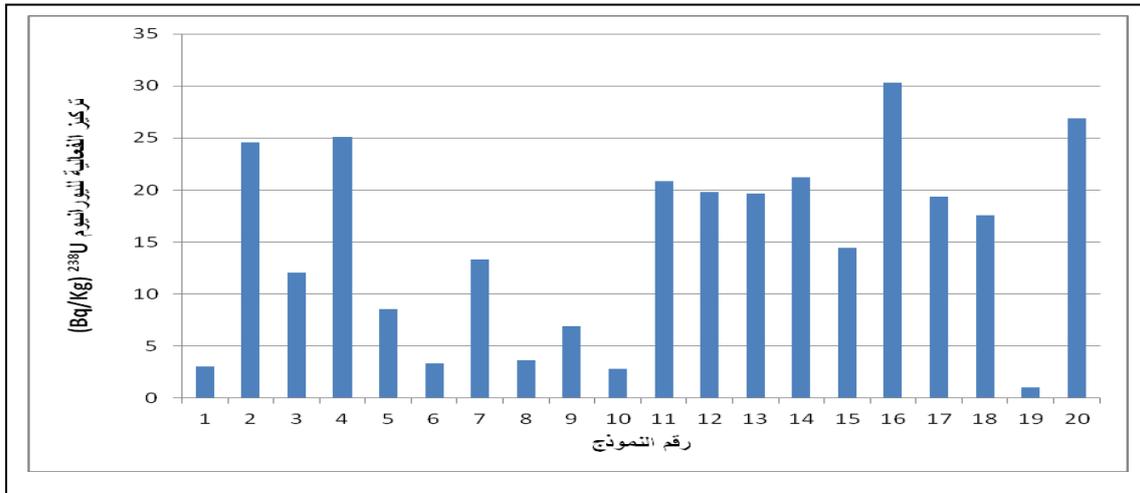
تم الحصول على نتائج قياسات تراكيز الفعالية للنويدات المشعة لنماذج التربة المأخوذة بعمق cm(5-20) لناحية الحيرة في محافظة النجف الأشرف وعمل جدول بنتائج هذه الدراسة ، حيث تم حساب مكافئ الراديوم والجرعة الممتصة في الهواء والجرعة الفعالة السنوية ومعاملات الخطورة ومعامل تراكيز الفعالية ، وبعد دراسة الجداول (4) و (6) وجد إن:

1- أعلى قيمة لتركيز الفعالية للبتواسيوم ^{40}K كانت 457.89 ± 8.37 Bq/Kg في النموذج رقم (4) بينما كانت أقل قيمة لها 57.38 ± 3.69 Bq/Kg في النموذج رقم (15) والشكل (8) يوضح التفاوت الحاصل في القيم ، وقد وجد أن معدل هذه القيم 241.14 ± 6.14 Bq/Kg .



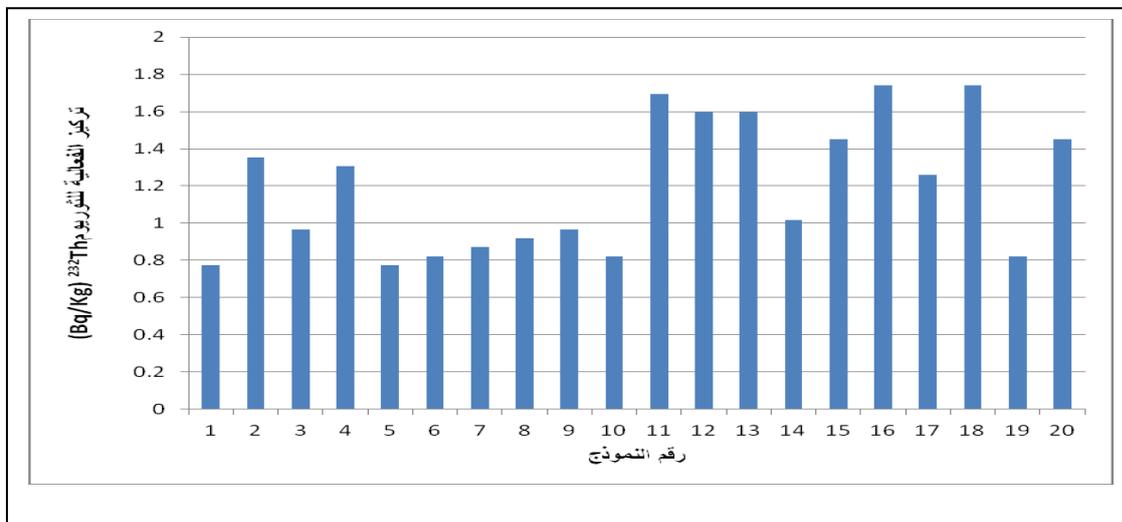
الشكل (8) تركيز البوتاسيوم ^{40}K لنماذج التربة المأخوذة بعمق cm(5-20)

2- أما بالنسبة لليورانيوم ^{238}U فقد كانت أعلى قيمة لتركيز الفعالية Bq/Kg (30.29 ± 2.37) في النموذج رقم (16) وأقل قيمة Bq/Kg (1.04 ± 1.62) في النموذج رقم (19) ، والشكل (9) يوضح التفاوت الحاصل في القيم، وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (13.85 ± 1.74) .



الشكل (9) تركيز اليورانيوم ^{238}U لنماذج التربة المأخوذة بعمق cm (5-20)

3- وكانت Bq/Kg (3.24 ± 0.77) أعلى قيمة لتركيز الفعالية للثوريوم ^{232}Th في النموذج رقم (1) بينما كانت أقل قيمة لها Bq/Kg (42.71 ± 1.74) في النموذج رقم (33) ، والشكل (10) يوضح التفاوت الحاصل في القيم، وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (14.72 ± 1.75) .



الشكل (8) تركيز البوتاسيوم ^{40}K لنماذج التربة المأخوذة بعمق cm (5-20)

4- أما قيم مكافئ الراديوم والجرعة الممتصة ومعاملات الخطورة والجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية ومعامل تركيز الفعالية هي ضمن الحدود المسموح بها عالمياً [19] .

5-الاستنتاجات Conclusion

من النتائج المستخلصة من البحث ومقارنتها مع الحدود العليا لمستوى الإشعاع الطبيعي يمكن استنتاج ما يلي:

- 1- وجد إن قيم تراكيز الفعالية لليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th توزعت على نسب متفاوتة بالنسبة لجميع النماذج المقاسة ويعود السبب في ذلك إلى الطبيعة الجيولوجية المكونة للتربة في تلك المنطقة .
- 2- وجد إن تركيز الفعالية للبتاسيوم ^{40}K يأخذ قيمة متفاوتة بين منطقة وأخرى ، لقد لوحظ إن هناك ارتفاع في تركيز نويدة البوتاسيوم في بعض المناطق ويعود السبب إلى وجود الأراضي الزراعية والمناطق الحاوية على الأسمدة الفوسفاتية التي يزداد فيها تركيز نظير البوتاسيوم (^{40}K) .
- 3- إن جميع نتائج الجرع الممتصة والجرع الفعالة للنماذج البيئية كانت ضمن الحد المسموح به عالميا .
- 4- إن قيم معامل الخطورة الداخلي والخارجي للنماذج كانت جميعها ضمن الحدود المسموح بها عالميا .
- 5- جميع قيم النشاط الإشعاعي كانت ضمن الحد المسموح بها عالميا وبذلك فهي لا تشكل خطرا على السكان والعاملين في هذه المواقع أو بالقرب منها .
- 6- إن ناحية الحيرة في محافظة النجف الأشرف خالية من التلوثات الإشعاعية أي يمكن تصنيفها ضمن المناطق التي يكون فيها النشاط الإشعاعي منخفض وذلك اعتمادا على هذه النتائج .

References -6 المصادر

- [1] سعدي جعفر حسن وسعيد سلمان كمون ، "مبادئ الفيزياء النووية " ، مطبعة دار الشؤون الثقافية ، الطبعة الأولى ، (1989) .
- [2] E.B.Podgoorsak, "Radiation physics for medical physicist", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, (2006) .
- [3] موسى الجنابي ، سعد حمادي القرشي و رياض شريف كامل، "مبادئ العلوم النووية " ، دار الشؤون العامة، (1990) .
- [4] M.Abusini, K.Al-ayasreh and J.Al-Jundi, " Determination of Uranium, Thorium and Potassium Activity Concentrations in Soil Cores in Araba Valley, Jordan", Radiation Protection Dosimetry, Vol. 128, No. 2, P: 213–216, (2008).
- [5] H. M.Diab, S.A.Nouh, A.Hamdy and S. A.EL-Fiki, "Evaluation of Natural Radioactivity in a Cultivated Area Around A Fertilizer Factory", Nuclear and Radiation Physics, Vol.3, No. 1, P: 53-62, (2008).
- [6] عبد الحسين مدفون أبو رحيل و عبد الصاحب ناجي البغدادي، "تلوث البيئة الإشعاعي"، مجلة البحوث الجغرافية - كلية التربية للبنات - جامعة الكوفة، العدد (4)، (2002).
- [7] T.Santawamaitre, "An Evaluation of the Level of Naturally Occurring Radioactive Materials in Soil samples along the Chao Phraya River Basin", Ph.D. Thesis, Department of Physics, Faculty of Engineering and Physical Sciences, University of Surrey, (2011).
- [8] G.F.Knoll, "Radiation Detection and Measurement", John Willy Sons, New York, 3rd ed., (2000).
- [9] R.L.Heath, "Scintillation Spectrometry, Gamma-Ray Spectrum Catalog", 1 and 2, Report No. IDO-16880. Available from the National Technical Information Center, U. S. Dept. of Commerce, Springfield, Virginia, (1997).
- [10] S.Harb, A.H.El-Kamel, A.I.Abd El-Mageed, A.Abbady and R.Wafaa, "Concentration of U-238, U-235, Ra226, Th-232 and K-40 for Some Granite Samples in Eastern Desert of Egypt", Proceedings of the 3rd Environmental Physics Conference, Aswan, Egypt, P:109-117, (2008).
- [11] (OECD), Organization for Economic Cooperation and Development, "Exposure to radiation from the natural radioactivity in building materials", Report by a group of experts of the OECD Nuclear Energy Agency, Paris, France, (1979).
- [12] (EC), European Commission, "Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials", Radiation protection, No.112, (1999).
- [13] A. EL-Taher and S.Makhluf, " Natural radioactivity levels in phosphate fertilizer and its environmental implication in Assuit governorate, Upper Egypt ", Indian Journal of Pure & Applied Physics, Vol.48 pp.697-702, (2010) .

- [14] (UNSCEAR), United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation", New York, United Nations, (2000).
- [15] A.K. Mahur, K. Rajesh, M. Mishra, S. A. Ali, R. G. Sonkawade, B. P. Singh, V. N. Bhardwaj and R. Prasad, "Study of radon exhalation rate and natural radioactivity in soil samples collected from East Singhbhum Shear Zone in Jaduguda U - Mines Area, Jharkhand, India and its radiological implications", Indian Journal of Pure & Applied Physics, Vol. 48, P:486-492, (2010).
- [16] H. H. Hussain, R. O. Hussain, R. M. Yousef and Q. Shamkhi, "Natural radioactivity of some local building materials in the middle Euphrates of Iraq", Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 284, P:43-47, (2010).
- [17] P. Michael, M. Leo and L. Nollet, "Radionuclide Concentrations in Food and the Environment", Taylor & Francis group, 1st edition, Boca Raton London New York, (2007).
- [18] J. Singh, H. Singh, S. Singh, B.S. Bajwa and R.G. Sonkawade, "Comparative study of natural radioactivity levels in soil samples from the Upper Siwalik and Punjab, India using gamma-ray spectrometry", Journal of Environmental Radioactivity, 100:94, (2009).
- [19] (UNSCEAR), United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "Sources and Effects of Ionizing Radiation", United Nations, No.E.10.XI.3, (2008).