

The Study of Radioactivity in Soil Samples from AL-Haidriya City in Al-Najaf Al-Ashraf Governorate

دراسة النشاط الإشعاعي لنماذج من تربة مدينة الحيدرية في محافظة النجف الأشرف

أ.د. علي خلف حسن سجاد علي أمين
قسم الفيزياء، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة

بحث مستل

الخلاصة (Abstract)

لدراسة النشاط الإشعاعي لتربة مدينة الحيدرية في محافظة النجف الأشرف اختير (30) موقعاً لأخذ العينات من المدينة وجمع من كل موقعين الأول من التربة السطحية (0-10) cm والثانية بعمق (20-30) cm ليكون عدد العينات التي تم فحصها (60) عينة وأجريت القياسات الطيفية باستعمال منظومة كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) الذي أبعاده 3"×3".
وجد أن معدل الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم (^{238}U) والثوريوم (^{232}Th) والبوتاسيوم (^{40}K) في النماذج المدروسة هو $(10.00 \pm 2.17) \text{ Bq/Kg}$, $(8.73 \pm 2.29) \text{ Bq/Kg}$ و $(66.53 \pm 3.72) \text{ Bq/Kg}$ على التوالي. ومعدل قيم مكافئ الراديوم والجرعة الممتصة في الهواء والجرعة الفعالة السنوية الداخلية والجرعة الفعالة السنوية الخارجية ومعامل الخطورة الخارجي ومعامل الخطورة الداخلي ومعامل تركيز الفعالية كان $(26.42 \pm 5.68) \text{ Bq/Kg}$, $(12.65 \pm 2.57) \text{ nGr/h}$, $(0.0620 \pm 0.0126) \text{ mSv/yr}$, $(0.0154 \pm 0.0030) \text{ mSv/yr}$, (0.0729 ± 0.0153) , (0.0983 ± 0.0210) , (0.1944 ± 0.0394) على التوالي. ومن خلال مقارنة النتائج عالمياً وجد أن مستويات الإشعاع للنماذج المدروسة ضمن الحدود المسموح بها.

Abstract

To study the radioactivity for soil of AL-Haidriya city in AL-Najaf AL-Ashraf , Choosing (30) location to take samples from the city and two samples were collected from each site, the first from surface soil (0-10) cm , the second depth (20-30) cm , to reach (60) sample and The gamma rays spectral measurements were done for all samples by using Iodide Sodium activated by Thallium NaI(Tl), its dimension 3"×3".

Were found the average of the quality activity for of uranium ^{238}U , thorium ^{232}Th and potassium ^{40}K , in the studied models $(10.00 \pm 2.17) \text{ Bq/Kg}$, $(8.73 \pm 2.29) \text{ Bq/Kg}$ and $(66.53 \pm 3.72) \text{ Bq/Kg}$, respectively. The average values of the equivalent radium , The absorbed dose in air , The effective dose of annual internal , The effective dose of the annual external , external risk coefficient , internal risk coefficient and the activity concentration index (I_r) where $(26.42 \pm 5.68) \text{ Bq/Kg}$, $(12.65 \pm 2.57) \text{ nGr/h}$, $(0.0620 \pm 0.0126) \text{ mSv/yr}$, $(0.0154 \pm 0.0030) \text{ mSv/yr}$, (0.0729 ± 0.0153) , (0.0983 ± 0.0210)

and (0.1944 ± 0.0394) respectively. By comparing the results with worldwide, It was found that the levels of radiation for samples studied within the permissible limits globally.

المقدمة (Introduction)

ان النشاط الإشعاعي الطبيعي الموجود في التربة ناتج عن سلسلة اليورانيوم ^{238}U وسلسلة الثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K [1] والنشاط الإشعاعي البيئي والتعرض الخارجي المصاحب له من خلال اشعاع كما يعتمد بصورة رئيسية على الشروط الجيولوجية والجغرافية ويظهر بمستويات مختلفة في التربة لكل منطقة من مناطق العالم [2].
ان مستوى النشاط الإشعاعي الطبيعي الاساسي على سطح الارض قليل جدا وانه يتغير بشدة حسب الموقع. حيث يقل عند سطح المحيطات ويزداد في المناطق التي تحتوي صخورها على كمية كبيرة من المواد المشعة . كما ان المستوى الذي يتعرض له الانسان يتكون من ثلاثة اقسام. اشعاع كما الناتج من المواد المشعة في الارض. والاشعاع الناتج من آثار العناصر المشعة الموجودة في انسجة الانسان , والناتجة عن الاغذية التي نأكلها وكذلك الاشعة الكونية [3].

الجزء العملي (Experimental Part)

اختيرت مدينة الحيدرية في محافظة النجف الاشرف لدراسة النشاط الاشعاعي للتربة حيث تم اختيار (30) موقعا من هذه المدينة والجدول (1) يمثل المواقع المدروسة في ناحية الحيدرية , وتم دراسة عينتان لكل موقع باعماق مختلفة , العمق الاول للسطح 0-10 cm والعمق الثاني 20-30 cm وتم دراسة هذين العمقين لغرض معرفة ما اذا كان هناك اختلاف في النتائج المقاسة للنماذج في السطح عن العمق .

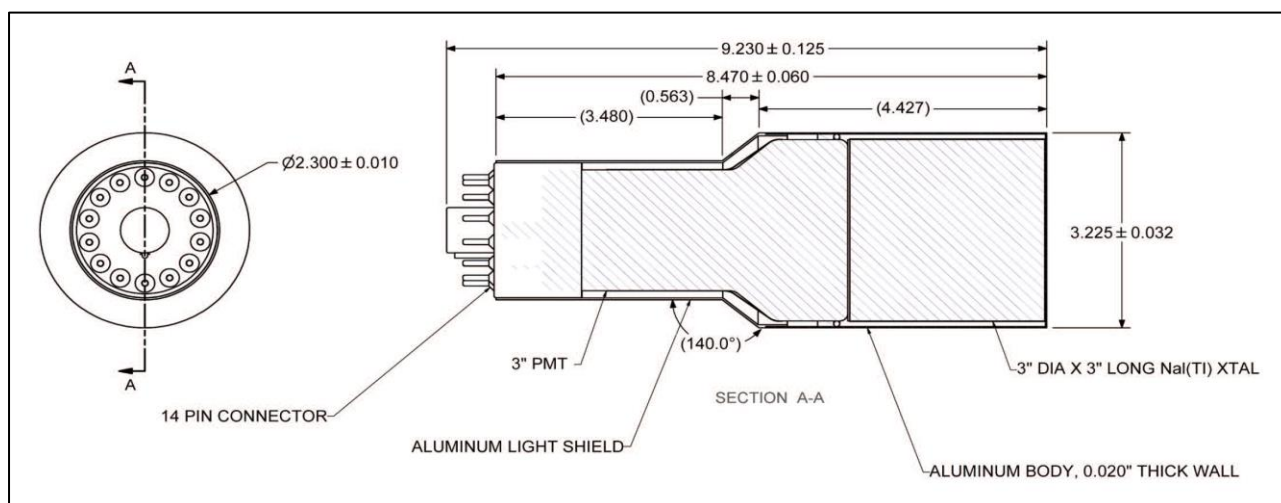
الجدول (1) يمثل مواقع النماذج المدروسة في مدينة الحيدرية

رقم النموذج	موقع النموذج	رقم النموذج	موقع النموذج	رقم النموذج	موقع النموذج
1	استشارية الحيدرية خط العرض: 32°18'44"شمال خط الطول: 44°16'24"شرق	11	دائرة مشروع ماء الحيدرية خط العرض: 32°19'12.07"شمال خط الطول: 44°16'25.45"شرق	21	محلات علاء خط العرض: 32°18'51.95"شمال خط الطول: 44°16'12.41"شرق
2	مدرسة الشموس الابتدائية خط العرض: 32°18'49.89"شمال خط الطول: 44°16'31.45"شرق	12	مدرسة فاطمة الكبرى خط العرض: 32°19'21.03"شمال خط الطول: 44°16'2.07"شرق	22	مقابل سوق الحيدرية خط العرض: 32°18'57.42"شمال خط الطول: 44°16'6.15"شرق
3	من منازل احد المواطنين خط العرض: 32°18'49.05"شمال خط الطول: 44°16'40.18"شرق	13	روضة الزنابق خط العرض: 32°19'16.71"شمال خط الطول: 44°16'18.16"شرق	23	العيسوي للمواد الانشائية خط العرض: 32°18'45.80"شمال خط الطول: 44°16'13.01"شرق
4	خان النص (الاثري) خط العرض: 32°18'57.72"شمال خط الطول: 44°16'26.71"شرق	14	جامع الامام الحسين (ع) خط العرض: 32°19'14.92"شمال خط الطول: 44°16'6.37"شرق	24	مقابل الاستشاري خط العرض: 32°18'41.72"شمال خط الطول: 44°16'15.39"شرق
5	من جامع وحسينية الحيدرية خط العرض: 32°19'3.75"شمال خط الطول: 44°16'28.49"شرق	15	حسينية السادة ابو فريحه خط العرض: 32°18'46.50"شمال خط الطول: 44°16'23.59"شرق	25	مجاور احد المنازل خط العرض: 32°18'41.72"شمال خط الطول: 44°15'53.84"شرق
6	مديرية بلدية الحيدرية خط العرض: 32°19'9.10"شمال خط الطول: 44°16'18.16"شرق	16	احد المحال التجارية خط العرض: 32°18'56.97"شمال خط الطول: 44°16'38.75"شرق	26	مجاور احد المنازل خط العرض: 32°19'3.78"شمال خط الطول: 44°16'37.29"شرق
7	مستشفى الحيدرية العام خط العرض: 32°19'1.62"شمال خط الطول: 44°16'16.87"شرق	17	محكمة الحيدرية خط العرض: 32°19'22.28"شمال خط الطول: 44°15'58.00"شرق	27	مركز شرطة الحيدرية خط العرض: 32°19'11.14"شمال خط الطول: 44°16'27.69"شرق
8	مدرسة الكاظمي خط العرض: 32°19'18.77"شمال خط الطول: 44°16'20.54"شرق	18	مديرية زراعة الحيدرية خط العرض: 32°19'21.87"شمال خط الطول: 44°15'51.99"شرق	28	من احد الجوامع خط العرض: 32°19'22.22"شمال خط الطول: 44°16'12.16"شرق
9	مدرسة الفاطميات خط العرض: 32°19'6.81"شمال خط الطول: 44°16'28.15"شرق	19	مقابل حسينية الزهراء (ع) خط العرض: 32°19'12.15"شمال خط الطول: 44°16'1.46"شرق	29	من حديقة حي الزهراء خط العرض: 32°18'46.04"شمال خط الطول: 44°16'29.92"شرق
10	منزل احد المواطنين خط العرض: 32°19'12.47"شمال خط الطول: 44°16'30.51"شرق	20	مدرسة كرماء العرب للبنين خط العرض: 32°19'7.26"شمال خط الطول: 44°16'0.78"شرق	30	من جامع الامام علي (ع) خط العرض: 32°19'24.35"شمال خط الطول: 44°16'5.43"شرق



الشكل (1) يمثل خارطة ناحية الحيدري موضحة عليها مواقع النماذج

وبعد تحديد الموقع والحفر واخذ العينات من الموقع يتم تجفيفها لمدى (30) يوماً تقريباً وذلك لكي تكون التربة خالية من الرطوبة , وبعد ذلك يتم طحنها وغربلتها باستخدام مشبك ذي ثقوب صغيرة جداً بحدود (1 mm) لازالة الحصى وجذور النباتات العالقة بها وللحصول على تربة خالية من الشوائب ومتجانسة ثم يتم وزنها بواسطة ميزان رقمي واخذ وزن (1 Kg) لكل عينة ووضعها في فرن بدرجة 80⁰ ثم توضع في اكياس النايلون ثم في وعاء مارنيلي الخاص بالجهاز ولتهيئتها للقياس والشكل (1) يبين خريطة ناحية الحيدرية موضحة عليها مواقع جمع العينات. ان الكاشف المستخدم في هذا البحث هو كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) الذي ابعاده 3"×3" والمزود بقاعدة رقمية متعددة القنوات [M(A)(ORTIC-DigiBase)] ويحتوي على 4046 قناة يربط بوحدة تسمى ADC (Analog to Digital Converter) تساعد المحلل على تحويل النبضة القادمة الى اعداد رقمية , وان القياسات النووية وتحليلها يتم بواسطة برنامج حاسوبي (MAESTRO-32) ويتكون الكاشف من جزئين رئيسيين هي المادة الوميضية التي تتميز بانتاج الفوتونات عند تعرضها لاشعة كما , وانبوب المضاعف الضوئي الذي يواجه البلورة [4], ويستخدم لمعايرة اشعة كما مصادر قياسية معروفة الطاقة وقد استخدمنا في بحثنا هذا مصادر قياسية هي ²²Na, ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs والشكل (2) يوضح شكل الكاشف الوميضي [5].



الشكل (2) يمثل تركيب الكاشف الوميضي

القياسات والنتائج (Measurments and Results)

تم قياس الفعالية النوعية لسلسلة اليورانيوم ^{238}U من خلال قياس الفعالية النوعية لنويدة البزموت ^{214}Bi بطاقة مقدارها 2614 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 ، ومن ثم قياس الفعالية النوعية لنويدة البوتاسيوم ^{40}K المشعة بطاقة 1460 KeV. والجدولين (2)، (3) توضح قيم الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K و مكافئ الراديوم (R_{eq}) الذي يعطى من المعادلة الآتية [2]:

$$Ra_{eq} \left(\frac{\text{Bq}}{\text{Kg}} \right) = A_U + 1.43A_{Th} + 0.077A_K \quad (1)$$

إذ إن A_K , A_{Th} , A_U هي الفعالية النوعية لسلسلة اليورانيوم وسلسلة الثوريوم والبوتاسيوم على التوالي، والجرعة الممتصة في الهواء والتي تعطى بالمعادلة الآتية [6]:

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

للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-10)cm وللنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (20-30)cm.

جدول (2) يمثل الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم والبوتاسيوم والثوريوم ومكافئ الراديوم والجرعة الممتصة للعينات المأخوذة من السطح (0-10)cm

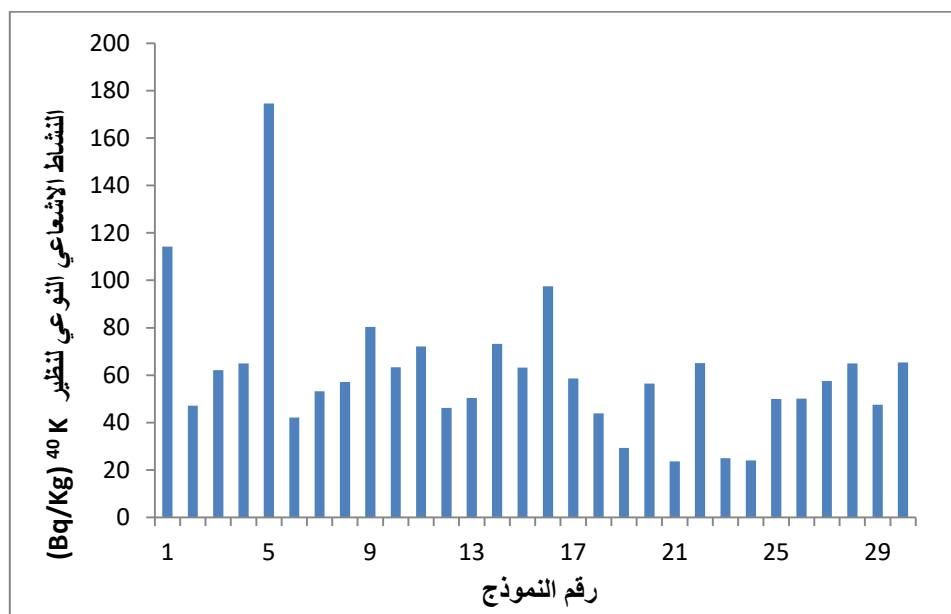
الجرعة الممتصة بالهواء absorbed dose rate (nGy.h ⁻¹)	مكافئ الراديوم (Bq/Kg)	الفعالية النوعية (Bq/Kg)			رقم النموذج
		^{232}Th	^{238}U	^{40}K	
26.98±4.01	58.09±8.87	19.84±3.62	20.92±3.3	114.22±4.98	1
9.32±2.29	20.08±5.07	5.29±1.87	8.89±2.15	47.12±3.19	2
10.14±2.34	21.16±5.10	9.25±2.47	3.13±1.28	62.1±3.67	3
9.88±2.23	21.13±4.94	3.96±1.62	10.46±2.33	64.92±3.75	4
28.30±3.91	60.30±8.63	15.21±3.17	25.11±3.62	174.58±6.15	5
25.77±4.07	55.94±8.94	28.43±4.33	12.03±2.5	42.12±3.02	6
6.89±1.84	14.17±4.01	5.95±1.98	1.56±0.9	53.2±3.39	7
16.77±3.22	36.09±7.08	15.21±3.17	9.94±2.28	57.11±3.52	8
10.07±2.26	20.97±4.97	5.45±1.98	6.27±1.81	80.34±4.17	9
6.25±1.68	12.75±3.68	3.3±1.47	3.13±1.28	63.40±3.71	10
15.31±2.80	33.52±6.24	5.29±1.87	20.4±3.26	72.09±3.95	11
4.87±1.42	10.16±3.15	1.32±0.93	4.7±1.56	46.25±3.16	12
8.58±2.16	18.34±4.78	4.62±1.74	7.84±2.02	50.37±3.30	13
9.50±2.13	19.49±4.62	8.59±2.38	25.63±3.66	73.17±3.98	14
12.22±2.63	26.25±5.81	7.27±2.19	22.49±3.43	63.19±3.7	15
9.03±1.98	18.21±4.31	5.29±1.87	3.13±1.28	97.50±4.6	16
8.45±2.10	17.53±4.58	7.27±2.19	2.61±1.16	58.63±3.56	17
6.97±1.91	14.90±4.23	3.3±1.47	6.8±1.88	43.86±3.08	18
5.46±1.75	11.69±3.87	2.64±1.32	4.7±1.56	29.31±2.52	19
6.18±1.72	12.73±3.76	3.96±1.62	3.66±1.38	56.45±3.5	20
7.84±2.21	16.93±4.88	7.27±2.19	4.7±1.56	23.66±2.26	21
5.67±1.51	11.51±3.31	1.98±1.14	3.66±1.38	65.14±3.76	22
7.91±2.21	17.23±4.90	5.95±1.98	6.8±1.88	24.97±2.32	23
9.18±2.41	19.90±5.32	8.59±2.38	5.75±1.73	24.1±2.28	24
8.53±2.19	18.01±4.81	6.61±2.09	4.7±1.56	49.94±3.29	25
7.47±1.95	15.91±4.32	3.3±1.47	7.32±1.95	50.16±3.3	26
13.32±2.76	28.96±6.12	7.27±2.19	14.12±2.71	57.54±3.53	27
6.33±1.66	12.96±3.66	2.64±1.32	4.18±1.47	64.92±3.75	28
8.89±2.24	19.07±4.94	5.29±1.87	7.84±2.02	47.55±3.21	29
7.01±1.81	14.47±3.97	3.3±1.47	6.27±1.81	65.36±3.76	30

4.87±1.42	10.16±3.15	1.32±0.93	1.56±0.9	23.66±2.26	أقل قيمة
28.30±3.91	60.30±8.63	28.43±4.33	25.63±3.66	174.58±6.15	أعلى قيمة
10.63±2.31	22.61±5.09	7.12±2.04	8.95±2.02	60.77±3.54	المعدل

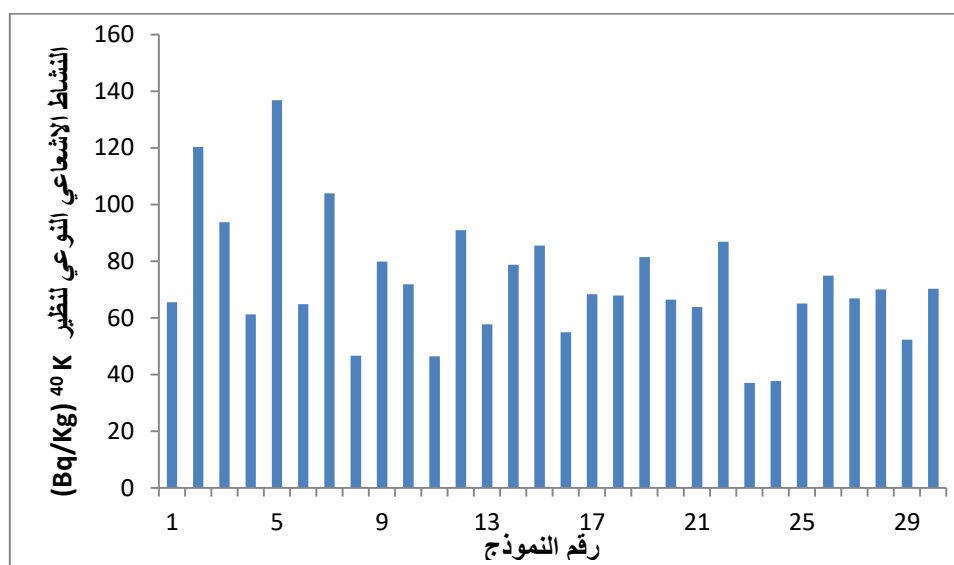
جدول (3) يمثل الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم واليوتاسيوم والثوريوم ومكافئ الراديوم والجرعة الممتصة للعينات المأخوذة من عمق (20-30)cm

الجرعة الممتصة بالهواء absorbed dose rate (nGy.h ⁻¹)	مكافئ الراديوم (Bq/Kg)	الفعالية النوعية (Bq/Kg)			رقم النموذج
		²³² Th	²³⁸ U	⁴⁰ K	
5.67±1.52	11.34±3.31	3.30±1.74	1.56±0.90	65.57±3.77	1
18.40±3.17	38.74±6.96	12.56±2.88	11.50±2.45	120.30±5.11	2
12.68±2.46	26.92±5.46	4.62±1.74	13.07±2.61	93.80±4.51	3
19.64±3.48	42.88±7.70	13.88±3.03	18.31±3.09	61.23±3.64	4
24.40±3.73	15.76±8.19	17.85±3.43	15.69±2.86	136.80±5.45	5
15.78±3.08	33.75±6.78	13.88±3.03	8.89±2.15	64.92±3.75	6
15.08±2.81	31.91±6.20	7.93±2.29	12.55±2.56	104.01±4.75	7
23.76±3.67	53.35±8.22	9.92±2.56	35.57±4.13	46.68±3.18	8
19.99±3.47	43.17±7.66	14.55±3.10	16.21±2.91	79.91±4.16	9
19.36±3.42	41.33±7.49	19.17±3.56	8.37±2.09	71.87±3.95	10
14.33±2.99	30.96±6.58	12.56±2.88	9.41±2.21	46.47±3.17	11
16.47±3.07	34.91±6.74	12.56±2.88	9.94±2.28	90.98±4.44	12
9.76±2.34	20.70±5.14	6.61±2.09	6.80±1.88	57.76±3.54	13
7.59±1.79	15.60±3.94	2.64±1.32	5.75±1.73	78.82±4.13	14
14.75±2.79	31.74±6.18	6.61±2.09	15.69±2.86	85.55±4.31	15
11.61±2.62	24.79±5.79	9.25±2.47	7.32±1.95	54.93±3.45	16
13.71±2.81	28.99±6.15	12.56±2.88	5.75±1.73	68.40±3.85	17
11.10±2.45	23.68±5.41	5.95±1.98	9.94±2.28	67.96±3.84	18
16.27±3.08	34.50±6.75	13.88±3.03	8.37±2.09	81.43±4.20	19
8.81±2.14	18.43±4.70	5.29±1.87	5.75±1.73	66.44±3.79	20
17.26±3.24	36.93±7.10	16.53±3.30	8.73±2.09	63.84±3.72	21
9.71±2.12	20.21±4.67	3.96±1.62	7.84±2.02	86.85±4.34	22
10.42±2.53	22.57±5.58	7.93±2.29	8.37±2.09	37.13±2.83	23
16.60±3.27	36.17±7.21	15.21±3.17	11.50±2.45	37.78±2.86	24
17.97±3.30	38.39±7.23	17.85±3.43	7.84±2.02	65.14±3.76	25
13.60±2.77	29.05±6.11	8.59±2.38	10.98±2.39	74.91±4.03	26
17.68±3.26	38.39±7.21	11.90±2.80	16.21±2.91	66.88±3.81	27
10.97±2.42	23.32±5.35	5.95±1.98	9.41±2.21	70.13±3.90	28
15.73±3.09	34.33±6.86	10.58±2.64	15.17±2.81	52.33±3.37	29
11.42±2.50	24.29±5.51	6.61±2.09	9.41±2.21	70.35±3.90	30
5.67±1.52	11.34±3.31	2.64±1.32	1.56±0.90	37.13±2.83	أقل قيمة
24.40±3.73	53.35±8.22	19.17±3.56	35.57±4.13	136.80±5.45	أعلى قيمة
14.68±2.84	30.23±6.27	10.35±2.55	11.06±2.32	72.30±3.91	المعدل

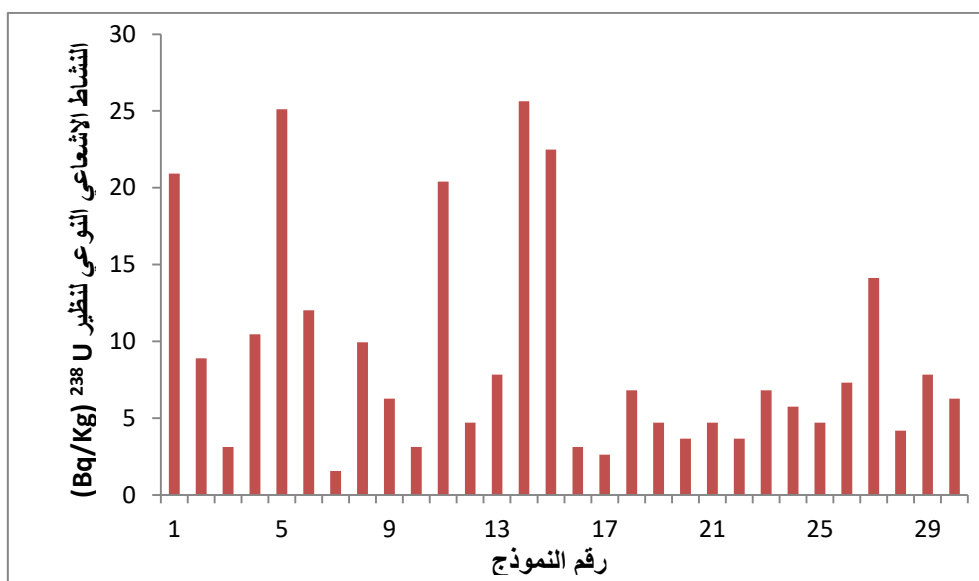
ولايجاد العلاقة بين قيم الفعالية النوعية لليوتاسيوم ⁴⁰K واليورانيوم ²³⁸U والثوريوم ²³²Th للنماذج المأخوذة من الاعماق (0-10)cm , (20-30)cm وبيان حالة التفاوت الحاصلة في قيم الفعالية النوعية للنويدات المشعة في مدينة الحيدرية في محافظة النجف الأشرف تم رسم العلاقة بين قيم الفعالية النوعية بوحدة (Bq/Kg) كما في الإشكال (8,7,6,5,4,3).



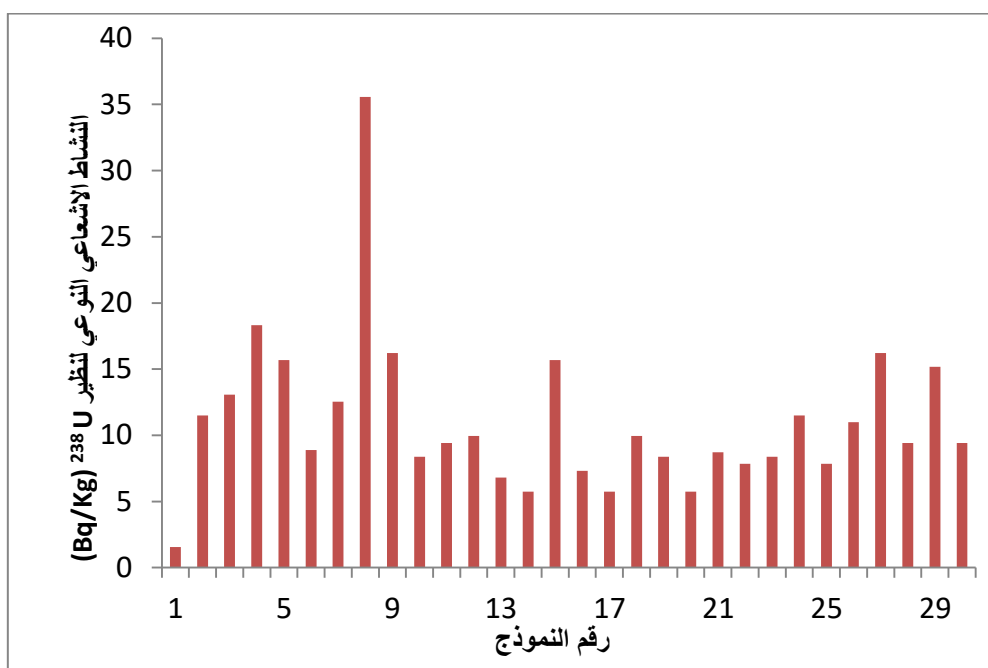
الشكل (3) الفعالية النوعية للبوتاسيوم ^{40}K في التربة السطحية cm (0-10)



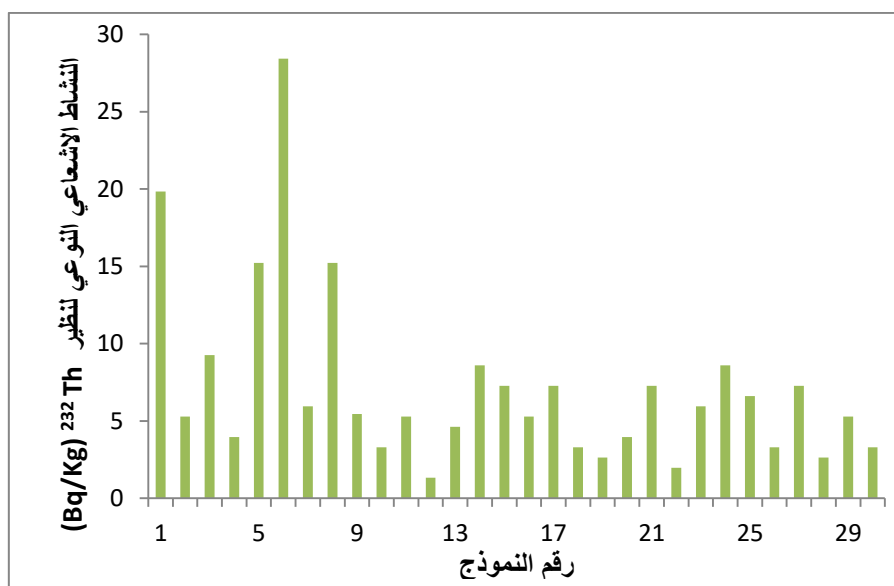
الشكل (4) الفعالية النوعية للبوتاسيوم ^{40}K لنماذج التربة بعمق cm (20-30)



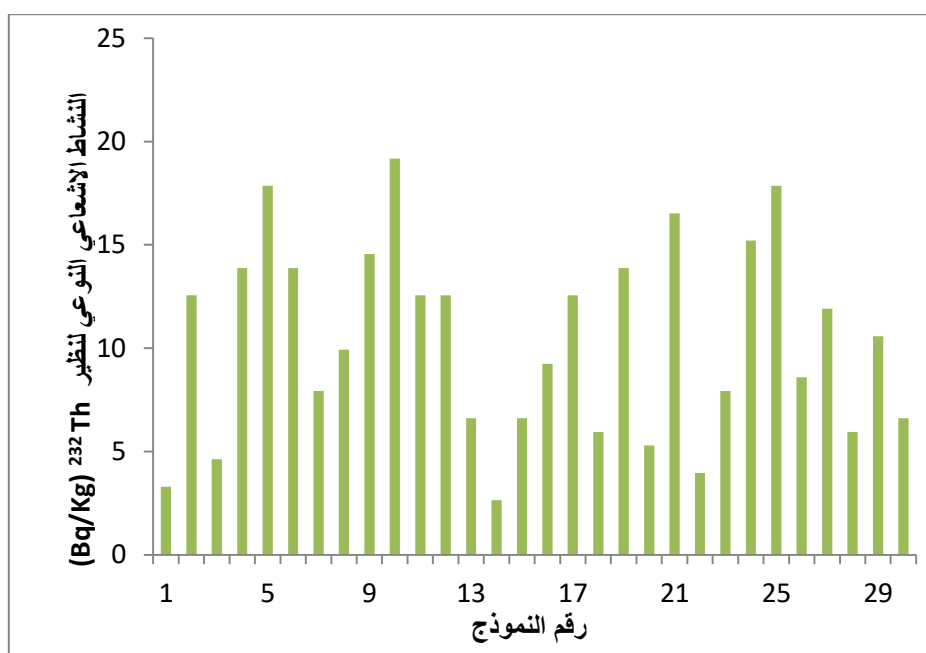
الشكل (5) الفعالية النوعية لليورانيوم ^{238}U في التربة السطحية cm(0-10)



الشكل (6) الفعالية النوعية لليورانيوم ^{238}U لنماذج التربة بعمق cm(20-30)



الشكل (7) الفعالية النوعية للثوريوم²³²Th في التربة السطحية (0-10)cm



الشكل (8) الفعالية النوعية للثوريوم²³²Th لنماذج التربة بعمق (20-30)cm

قياس معاملات الخطورة :

الجرعة الفعالة السنوية (The Annual Effective Dose)

تم قياس الجرعة الفعالة السنوية باستخدام المعادلتين التاليتين [7]:

$$\text{Indoor (mSv/y)} = A D (\text{nGy/h}) \times 8760 \text{ h} \times 0.8 \times 0.7 \text{ Sv/Gy} \times 10^{-6} \quad (3)$$

$$\text{Outdoor (mSv/y)} = A D (\text{nGy/h}) \times 8760 \text{ h} \times 0.2 \times 0.7 \text{ Sv/Gy} \times 10^{-6} \quad (4)$$

حيث ان (0.7 Sv/Gy): عامل التحويل من الجرعة الممتصة في الهواء إلى الجرعة الفعالة السنوية المستلمة من قبل البالغين (0.8): وهو نسبة الوقت الذي يقضى في الداخل, (0.2): نسبة الوقت الذي يقضى في الخارج .

و ان الرقم (8760) يشير الى عدد ساعات السنة، وإن المعدل العالمي للجرعة الفعالة السنوية هو [7](0.48 mSv)، والجدولين (4)، (5) توضح قيم الجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-10)cm وللنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (20-30)cm على التوالي.

معامل الخطورة الخارجي (H_{ex}) (External Hazard Index)

يمكن تقييم خطر اشعاع كاما الطبيعي من خلال معامل الخطورة الخارجي ، ويحسب من المعادلة الآتية [8].

$$H_{ex} = \frac{A_U}{370} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \quad (5)$$

إذ يجب ان يكون هذا المعامل اقل من واحد، فاذا كان مساويا الى الواحد او اكبر منه يدل على وجود خطر اشعاعي[9] .

معامل الخطورة الداخلي (H_{in}) (Internal Hazard Index)

ان التعرض الداخلي يكون ناتجاً عن استنشاق غاز الرادون ووليداته والذي يمكن التعبير عنه بدلالة معامل الخطورة الداخلي [10] ، ويحسب بالمعادلة الآتية [11]:

$$H_{in} = \frac{A_U}{185} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \quad (6)$$

ويجب ان يكون هذا المعامل اقل من الواحد ليكون ضمن الحدود المسموح بها عالمياً [12]، والجدولين (4)، (5) توضح قيم معامل الخطورة الخارجي والداخلي للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-10)cm وللنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (20-30)cm على التوالي.

معامل تركيز الفعالية (I_γ) (Activity Concentration Index)

وهو معامل يستخدم لقياس الخطورة الناشئة عن إشعاع كاما المقترن مع النويدات الطبيعية المشعة (اليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th والبوتاسيوم ^{40}K) في المادة المدروسة ويعرف معامل تركيز الفعالية (I_γ) بالمعادلة [13]:

$$I_\gamma = \frac{A_U}{150} + \frac{A_{Th}}{100} + \frac{A_K}{1500} \quad (7)$$

الجدولين (4)، (5) توضح قيم معامل تركيز الفعالية للنماذج المأخوذة من الطبقة السطحية للمنطقة (0-10)cm وللنماذج المأخوذة من المنطقة بعمق (20-30)cm على التوالي.

جدول (4) الجرعة الفعالة السنوية ومعامل الخطورة الداخلي والخارجي ومعامل تركيز الفعالية للعينات المأخوذة من السطح (0-10)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})	الخارجي External (H_{ex})	الداخلية (Indoor)	الخارجية (Outdoor)	
0.4140±0.0616	0.2134±0.0329	0.1569±0.0239	0.1323±0.0197	0.0330±0.0049	1
0.1436±0.0352	0.0783±0.0195	0.0542±0.0137	0.0457±0.0112	0.0114±0.0028	2
0.1549±0.0357	0.0656±0.0172	0.0571±0.0137	0.0497±0.0114	0.0124±0.0028	3
0.1527±0.0343	0.0853±0.0196	0.0570±0.0133	0.0485±0.0109	0.0121±0.0027	4
0.4359±0.0599	0.2307±0.0331	0.1629±0.0233	0.1388±0.0191	0.0347±0.0047	5
0.3926±0.0621	0.1836±0.0309	0.1510±0.0241	0.1264±0.0199	0.0316±0.0049	6
0.1054±0.0281	0.0425±0.0132	0.0382±0.0108	0.0338±0.0090	0.0084±0.0022	7
0.2564±0.0492	0.1243±0.0253	0.0974±0.0191	0.0822±0.0158	0.0205±0.0039	8
0.1549±0.0347	0.0736±0.0183	0.0566±0.0134	0.0494±0.0111	0.0123±0.0027	9
0.0962±0.0258	0.0429±0.0134	0.0344±0.0099	0.0306±0.0082	0.0076±0.0020	10
0.2369±0.0431	0.1457±0.0257	0.0905±0.0168	0.0751±0.0137	0.0187±0.0034	11

0.0754±0.0219	0.0401±0.0127	0.0274±0.0085	0.0239±0.0069	0.0059±0.0017	12
0.1321±0.0332	0.0707±0.0183	0.0495±0.0129	0.0420±0.0106	0.0105±0.0026	13
0.1452±0.0325	0.0568±0.0149	0.0526±0.0124	0.0466±0.0104	0.0116±0.0026	14
0.1881±0.0403	0.1006±0.0221	0.0709±0.0157	0.0599±0.0129	0.0149±0.0032	15
0.1388±0.0303	0.0576±0.0151	0.0491±0.0116	0.0443±0.0097	0.0110±0.0024	16
0.1292±0.0321	0.0544±0.0155	0.0473±0.0123	0.0414±0.0103	0.0103±0.0025	17
0.1076±0.0294	0.0586±0.0165	0.0402±0.0114	0.0342±0.0094	0.0085±0.0023	18
0.0840±0.0269	0.0443±0.0147	0.0315±0.0104	0.0267±0.0086	0.0066±0.0021	19
0.0951±0.0263	0.0443±0.0139	0.0344±0.0101	0.0303±0.0084	0.0075±0.0021	20
0.1199±0.0339	0.0584±0.0174	0.0457±0.0131	0.0384±0.0108	0.0096±0.0027	21
0.0876±0.0231	0.0410±0.0126	0.0311±0.0089	0.0278±0.0074	0.0069±0.0018	22
0.1215±0.0339	0.0649±0.0183	0.0465±0.0132	0.0388±0.0108	0.0097±0.0027	23
0.1404±0.0369	0.0693±0.0190	0.0537±0.0143	0.0450±0.0118	0.0112±0.0029	24
0.1308±0.0335	0.0613±0.0172	0.0486±0.0130	0.0418±0.0107	0.0104±0.0026	25
0.1153±0.0300	0.0627±0.0169	0.0429±0.0116	0.0366±0.0095	0.0091±0.0023	26
0.2052±0.0424	0.1164±0.0238	0.0782±0.0165	0.0653±0.0135	0.0163±0.0033	27
0.0976±0.0255	0.0463±0.0138	0.0350±0.0098	0.0310±0.0081	0.0077±0.0020	28
0.1369±0.0343	0.0727±0.0188	0.0515±0.0133	0.0436±0.0109	0.0109±0.0027	29
0.1080±0.0277	0.0518±0.0149	0.0390±0.0107	0.0343±0.0088	0.0085±0.0022	30
0.0754±0.0219	0.0401±0.0127	0.0274±0.0085	0.0239±0.0069	0.0059±0.0017	أقل قيمة
0.4359±0.0599	0.2307±0.0331	0.1629±0.0233	0.1388±0.0191	0.0347±0.0047	أعلى قيمة
0.1634±0.0354	0.0819±0.0188	0.0610±0.0137	0.0521±0.0113	0.0129±0.0027	المعدل

جدول (5) الجرعة الفعالة السنوية ومعامل الخطورة الداخلي والخارجي ومعامل تركيز الفعالية للعينات المأخوذة من عمق (20-30)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})	الخارجي External (H_{ex})	الداخلية (Indoor)	الخارجية (Outdoor)	
0.0872±0.0233	0.0348±0.0113	0.0306±0.0089	0.0278±0.0074	0.0069±0.0018	1
0.2825±0.0485	0.1357±0.0254	0.1046±0.0188	0.0902±0.0155	0.0225±0.0038	2
0.1960±0.0379	0.1080±0.0218	0.0727±0.0147	0.0622±0.0121	0.0155±0.0030	3
0.3017±0.0533	0.1653±0.0291	0.1158±0.0208	0.0963±0.0170	0.0240±0.0042	4
0.3744±0.0571	0.1822±0.0298	0.1398±0.0221	0.1197±0.0183	0.0299±0.0045	5
0.2414±0.0471	0.1151±0.0241	0.0911±0.0183	0.0774±0.0151	0.0193±0.0037	6
0.2325±0.0431	0.1201±0.0236	0.0862±0.0167	0.0740±0.0138	0.0185±0.0034	7
0.3675±0.0564	0.2403±0.0338	0.1441±0.0222	0.1165±0.0180	0.0291±0.0045	8
0.3068±0.0532	0.1604±0.0285	0.1166±0.0207	0.0980±0.0170	0.0245±0.0042	9
0.2955±0.0522	0.1342±0.0258	0.1116±0.0202	0.0949±0.0167	0.0237±0.0041	10
0.2194±0.0457	0.1090±0.0237	0.0836±0.0177	0.0703±0.0146	0.0175±0.0036	11
0.2525±0.0469	0.1211±0.0243	0.0942±0.0182	0.0808±0.0150	0.0202±0.0037	12
0.1499±0.0358	0.0743±0.0190	0.0559±0.0139	0.0479±0.0114	0.0119±0.0028	13
0.1173±0.0275	0.0577±0.0153	0.0421±0.0106	0.0372±0.0088	0.0093±0.0022	14
0.2278±0.0428	0.1281±0.0244	0.0857±0.0167	0.0724±0.0137	0.0181±0.0034	15
0.1780±0.0400	0.0867±0.0208	0.0669±0.0155	0.0570±0.0128	0.0142±0.0032	16
0.2096±0.0429	0.0938±0.0213	0.0782±0.0166	0.0672±0.0138	0.0168±0.0034	17
0.1711±0.0376	0.0908±0.0207	0.0639±0.0146	0.0544±0.0120	0.0136±0.0030	18
0.2489±0.0470	0.1158±0.0238	0.0931±0.0182	0.0798±0.0151	0.0199±0.0037	19
0.1355±0.0328	0.0653±0.0173	0.0497±0.0127	0.0432±0.0105	0.0108±0.0026	20

0.2637±0.0495	0.1223±0.0248	0.0997±0.0191	0.0846±0.0159	0.0211±0.0039	21
0.1499±0.0326	0.0757±0.0181	0.0545±0.0126	0.0476±0.0104	0.0119±0.0026	22
0.1599±0.0387	0.0836±0.0207	0.0609±0.0150	0.0511±0.0124	0.0127±0.0031	23
0.2540±0.0499	0.1288±0.0261	0.0976±0.0194	0.0814±0.0160	0.0203±0.0040	24
0.2743±0.0503	0.1249±0.0250	0.1036±0.0195	0.0881±0.0161	0.0220±0.0040	25
0.2091±0.0425	0.1081±0.0230	0.0784±0.0165	0.0667±0.0136	0.0166±0.0034	26
0.2717±0.0500	0.1475±0.0273	0.1037±0.0194	0.0867±0.0160	0.0216±0.0040	27
0.1690±0.0372	0.0884±0.0204	0.0630±0.0144	0.0538±0.0119	0.0134±0.0029	28
0.2418±0.0474	0.1337±0.0261	0.0927±0.0185	0.0771±0.0152	0.0192±0.0038	29
0.1758±0.0383	0.0910±0.0208	0.0656±0.0148	0.0560±0.0122	0.0140±0.0030	30
0.0872±0.0233	0.0348±0.0113	0.0306±0.0089	0.0278±0.0074	0.0069±0.0018	أقل قيمة
0.3744±0.0571	0.2403±0.0338	0.1441±0.0222	0.1197±0.0183	0.0299±0.0045	أعلى قيمة
0.2254±0.0435	0.1147±0.0232	0.0848±0.0169	0.0720±0.0139	0.0179±0.0034	المعدل

المناقشة والاستنتاجات Discussion and Conclusions

من خلال دراسة الجداول (2)،(3)،(4)،(5) وجد ان اعلى قيمة للفعالية النوعية للبتاسيوم ^{40}K كانت Bq/Kg (174.58±6.15) في النموذج رقم (5) للتربة السطحية الذي يمثل جامع وحسينية الحيدرية وتمتاز هذه التربة بانها تربة طينية , واقل قيمة كانت Bq/Kg (23.66±2.26) في النموذج رقم (21) للتربة السطحية الذي يمثل محلات علاء وهي منطقة رملية بالقرب من الشارع الحولي وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (60.77±3.54) وبالنسبة لليورانيوم ^{238}U فان اعلى قيمة للفعالية النوعية كانت Bq/Kg (35.57±4.13) في النموذج رقم (8) للتربة من العمق الذي يمثل مدرسة الكاظميواقل قيمة كانت Bq/Kg (1.56±0.9) في النموذج رقم (7) للتربة السطحية الذي يمثل مستشفى الحيدرية العام وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (11.06±2.32) , اما الثوريوم ^{232}Th فكانت اعلى قيمة للفعالية النوعية Bq/Kg (28.43±4.33) في النموذج رقم (6) للتربة السطحية الذي يمثل مديرية بلدية الحيدرية , واقل قيمة كانت Bq/Kg (1.32±0.93) في النموذج رقم (12) للتربة السطحية الذي يمثل مدرسة فاطمة الكبرى الابتدائية للبنات وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (7.12±2.04) , وان اعلى قيمة لمكافئ الراديوم كانت Bq/Kg (60.30±8.63) في النموذج رقم (5) للتربة السطحية الذي يمثل جامع وحسينية الحيدرية , واقل قيمة كانت Bq/Kg (10.16±3.15) في النموذج رقم (12) للتربة السطحية الذي يمثل مدرسة فاطمة الكبرى الابتدائية للبنات وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (22.61±5.09) , وان اعلى قيمة لمكافئ الراديوم كانت Bq/Kg (60.30±8.63) في النموذج رقم (5) للتربة السطحية الذي يمثل جامع وحسينية الحيدرية , واقل قيمة كانت Bq/Kg (10.16±3.15) في النموذج رقم (12) للتربة السطحية الذي يمثل مدرسة فاطمة الكبرى الابتدائية للبنات وكان معدل هذه القيم Bq/Kg (22.61±5.09) , وكانت اعلى قيمة للجرعة الفعالة السنوية الداخلية هي mSv/yr (0.1388±0.0191) في النموذج رقم (5) للتربة السطحية الذي يمثل جامع وحسينية الحيدرية , واقل قيمة كانت mSv/yr (0.0239±0.0069) في النموذج رقم (12) للتربة السطحية الذي يمثل مدرسة فاطمة الكبرى الابتدائية للبنات وكان معدل هذه القيم mSv/yr (0.0521±0.0113) , اما الجرعة الفعالة السنوية الخارجية فأعلى قيمة كانت mSv/yr (0.0347±0.0047) في النموذج رقم (5) للتربة السطحية الذي يمثل جامع وحسينية الحيدرية , واقل قيمة كانت mSv/yr (0.0059±0.0017) في النموذج رقم (12) للتربة السطحية الذي يمثل مدرسة فاطمة الكبرى الابتدائية للبنات وكان معدل هذه القيم mSv/yr (0.0129±0.0027) , كما وجد ان اعلى قيمة لمعامل الخطورة الخارجي كانت (0.1629±0.0233) في النموذج رقم (5) للتربة السطحية الذي يمثل جامع وحسينية الحيدرية , واقل قيمة كانت (0.0274±0.0085) في النموذج رقم (12) للتربة السطحية الذي يمثل مدرسة فاطمة الكبرى الابتدائية للبنات وكان معدل هذه القيم (0.0610±0.0137) , واعلى قيمة لمعامل الخطورة الداخلي كانت (0.2403±0.0338) في النموذج رقم (8) للتربة من العمق الذي يمثل مدرسة الكاظمي , واقل قيمة كانت (0.0348±0.0113) في النموذج رقم (1) للتربة من العمق الذي يمثل استشارية الحيدرية وكان معدل هذه القيم (0.1147±0.0232) , اما بالنسبة لمعامل تركيز الفعالية , فكانت اعلى قيمة له (0.4359±0.0599) للتربة السطحية في النموذج رقم (5) الذي يمثل جامع وحسينية الحيدرية , واقل قيمة كانت (0.0754±0.0219) في النموذج رقم (12) للتربة السطحية الذي يمثل مدرسة فاطمة الكبرى الابتدائية للبنات وكان معدل هذه القيم (0.1634±0.0354).

الاستنتاجات

بعد الحصول على النتائج ومقارنتها مع المستوى العالمي [14] ومع بعض الدراسات العالمية (مصر [15] , اليابان [16] , بنغلادش [17] , نيجيريا [18] , البرازيل [19] , قطر [20] , السعودية [21] , الهند [22] , قبرص [23]) وجد ان مستويات النشاط الاشعاعي هي ضمن المستوى المسموح به عالميا. كما وجد ان معاملات الخطورة هي اقل من الواحد كما مسموح به عالميا [14].

المصادر (References)

- [1] 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).
- [2] H. M. Diab, "Evaluation of Natural Radioactivity in a Cultivated Area Around A Fertilizer Factory", **Nuclear and Radiation Physics**, Vol. (3), No. (1), P: 53-62, (2008).
- [3] د. محمد ابراهيم الجار الله , د. عادل عبد الله "الاشعاع والمياه " الطبعة الاولى, (1983).
- [4] Wikibooks , " Basic Physics of Nuclear Medicine / Scintillation Detectors", Text is Available Under the Creative Commons Attribution –Share Alike License , August (2011).
- [5] www.ortic-online.com
- [6] K.M. Thabayneh and M.M. Jazar , " Natural Radioactivity Levels and Estimation of Radiation Exposure in Environmental Soil Samples from Tulkarem Province – Palestine ", University of Hebron , Palestine , (2012).
- [7] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation "Sources and Effects of Ionizing Radiation"; New York; (1996).
- [8] 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), P: 697-702, (2010) .
- [9] 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).
- [10] 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", *J. Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. (284), P: 43–47, (2010).
- [11] 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).
- [12] 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 Siwaliks and Punjab, India using gamma-ray spectrometry", *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. (100), P: 94-94 , (2009).
- [13] 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).
- [14] UNSCEAR, " Exposure from natural sources of radiation", Report of the General Assembly, United Nations, New York (1993).
- [15] M.I. Yousef and Abu El-Ela, "Natural Radioactivity Levels in Surface Soil of Kitchener Drain in the Nile Delta of Egypt", **Nuclear and Radiation Physics**, Vol. (2), No. (1), P: 61-68, (2007).
- [16] 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).
- [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] A.M. Arogunjo , "Terrestrial Gamma Radiation and the radiological Implication in South Western Nigeria" Federal University of technology, Akure , Nigeria , (2007) .
- [19] 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).

- [20] T.Naser,H.AL-Sulaiti and H.Regan,"assessment of radioactivity in some soil samples of Qatar by gamma ray spectroscopy and the derived dose rates"Phys.sci.Vol.(55),No.(3),P: 128-134,(2012).
- [21] A.El-Aydarous, "Gamma Radioactivity Levels and Their Corresponding External Exposure of Some Soil from Taif Governorate, Saudi Arabia", Global Journal of Environmental Research, Vol(1),No.(2),P:49-53, (2007).
- [22] S.Singh , A.Rani and R.K.Mahajan , " ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K Analysis in Soil Samples from Some Areas of Punjab and Himachal Pradesh ,India Using Gamma Ray Spectrometry " , University of Guru Nanak Dev , India , (2004) .
- [23] 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) .