

قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لنماذج من

تربة بعض مدارس محافظة القادسية

م.م. عامر موسى كاظم

aamer 7995@gmail.com

الخلاصة:

لقياس النشاط الإشعاعي لتربة بعض المدارس في محافظة القادسية اختير (٢٠) موقعاً لأخذ العينات من المدارس وأجريت القياسات الطيفية باستعمال منظومة كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) الذي أبعاده "3×3".

وجد أن الفعالية النوعية لكل من الثوريوم ^{232}Th ، اليورانيوم ^{238}U ، البوتاسيوم ^{40}K في النماذج المدروسة تتراوح بين Bq/Kg (11.235) الى Bq/Kg (27.365) وبمعدل Bq/Kg (17.957)، Bq/Kg (8.125) الى Bq/Kg (15.264) و بمعدل Bq/Kg (11.828)، Bq/Kg (180.246) الى Bq/Kg (378.246) و بمعدل Bq/Kg (302.769) على التوالي. كما حسب مكافئ الراديوم وكان يتراوح بين Bq/Kg (35.176) الى Bq/Kg (77.330) وبمعدل Bq/Kg (59.667)، ومعامل تركيز الفعالية (I_γ) فكان بين Bq/Kg (0.247) الى Bq/Kg (0.584) وبمعدل Bq/Kg (0.450)، واما معامل الخطورة الداخلي يتراوح بين Bq/Kg (0.136) الى Bq/Kg (0.242) وبمعدل Bq/Kg (0.193)، كما حسب معامل الخطورة الخارجي وكانت قيمته تتراوح بين Bq/Kg (0.095) الى Bq/Kg (0.209) وبمعدل Bq/Kg (0.161)، إما قيم الجرعة الممتصة في الهواء فقد تراوحت من nGy/h (16.110) الى nGy/h (37.002) وبمعدل nGy/h (28.617)، أما قيم الجرعة الفعالة السنوية الداخلية كانت بين mSv/y (0.474) الى mSv/y (1.089) وبمعدل mSv/y (0.842) والجرعة الفعالة السنوية الخارجية كانت بين mSv/y (0.119) الى mSv/y (0.272) و بمعدل mSv/y (0.211).

ومن خلال مقارنة النتائج عالميا وجد أن مستويات الإشعاع للنماذج المدروسة ضمن الحدود المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: نشاط اشعاعي، معاملات الخطورة الاشعاعية، اشعاع كاما، يوديد الصوديوم.

Abstract:

To measure the radioactivity of soil some schools in qadsiyah governorate, (٢٠) locations had been selected to take samples from this schools, The gamma rays spectral measurements were done for all samples by using Iodide Sodium activated by Thallium NaI(Tl), its dimension 3"× 3".

The quality activity for thorium ^{232}Th , uranium ^{238}U and potassium ^{40}K in the studied models is between (11.235)Bq/Kg to (27.365)Bq/Kg and average (17.957)Bq/Kg , (8.125)Bq/Kg to (15.264)Bq/Kg and average (11.828)Bq/Kg, (180.246)Bq/Kg to (378.246)Bq/Kg and average (302.769)Bq/Kg respectively. The equivalent radium was calculated and ranged between (35.176)Bq/Kg to (77.330)Bq/Kg and average (59.667)Bq/Kg, and the activity concentration index (I_γ) was to be between (0.247) Bq/Kg to (0.584) Bq/Kg and average (0.450) Bq/Kg, The internal risk coefficient ranged between (0.136) Bq/Kg to (0.242) Bq/Kg and average (0.193) Bq/Kg, External risk coefficient was calculated and its value ranged between (0.095) Bq/Kg to (0.209) Bq/Kg and average (0.161) Bq/Kg, The values of absorbed dose in air ranged from (16.110)nGy/h to (37.002) nGy/h and average (28.617)nGy/h, The values of effective annual internal dose was between (0.474)mSv/y to (1.089)mSv/y and average (0.842)mSv/y and the effective dose of the annual external dose was between (0.119)mSv/y to (0.272)mSv/y and average (0,٢11)mSv/y .

By comparing the results with internationally, It was found that the levels of radiation for samples studied within the permissible limits globally.

Key words: natural radioactivity , dangers radioactive indexes, gamma ray ,Sodium iodide.

١. المقدمة Introduction

الإشعاع هو سيل من الجسيمات كالإلكترونات أو البروتونات أو النيوترونات أو جسيمات ألفا أو فوتونات ذات طاقة عالية أو مزيج منها و الإشعاع يشمل الجسيمات المشحونة وغير المشحونة وهو ينبعث من المواد الموجودة في الأرض ويأتي مع الأشعة الكونية وينبعث أيضا من التجارب النووية والعلاج الطبي ويقسم الى نوعين احدهما طبيعي المنشأ والثاني صناعي وان الكثير من الكائنات الحية على سطح الارض تتعرض للإشعاع ، والنشاط الإشعاعي هو ظاهرة طبيعية والعناصر المشعة طبيعيا في البيئة ينبعث منها انواع مختلفة من الإشعاع المؤين واغلبية تلك العناصر تنتمي الى احدى سلاسل الانحلال الإشعاعي الطبيعي [2,1] العناصر المشعة موجودة منذ خلق الارض وهي تمتلك اعمار نصفية مقدرة بمئات الملايين من السنين وهذه تقارب عمر الارض [3] تحوي القشرة الأرضية كميات صغيرة من اليورانيوم والثوريوم والراديوم فضلاً عن العديد من النظائر المشعة الأخرى بضمنها البوتاسيوم، وتمثل المواد المشعة الطبيعية واحدة من أهم مصادر تعرض الإنسان للإشعاع وبالرغم من أن هذه المواد تحوي على مستويات واطئة من الخلفية الإشعاعية الطبيعية فان الجرعة التراكمية يمكن أن تكون عالية [4] إذ أن التعرض للإشعاع الذي يتسلمه الإنسان من المصادر الطبيعية هو اكبر بكثير من الجرعة الإشعاعية من المصادر الصناعية [٥]من خلال حساب الفعالية النوعية للنويدات المشعة في التربة كذلك يمكن حساب معاملات الخطورة وهناك وسائل

وطرق مختلفة ابتكرت لقياس التركيز النوعي لأشعة كاما حيث تحسب الكميات المتواجدة في التربة للعناصر المشعة ومنها كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم (Na(Tl) وهو أشهر الطرق المستخدمة بسبب كفاءته العالية [6,3].

٢. الدراسات السابقة للنشاط الإشعاعي Previous Studies of Radioactivity

وفي عام ٢٠٠٠ درس (Abbady A.) وآخرون [٧] النشاط الإشعاعي الطبيعي لعينات من التربة لعشرة مناطق مختلفة في مصر، والتي تم تحديدها باستعمال كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم NaI(Tl) الذي أبعاده (3"×3") حيث تم جمع 50 نموذجاً وكان معدل تركيزات النويدات المشعة في التربة التي تم تحليلها تراوحت (7.9±2.8 الى 96.1±9.8 من ²²⁶Ra، 8±2.8 الى 19 ±4.4 من ²³²Th و 85.2±9.2 الى 302.5±17.4 من ⁴⁰K) بوحدة Bq.Kg⁻¹.

دراسة قام بها (Hamid) وآخرون في عام 2002 [8] وجد تركيز النويدات المشعة في عينات مأخوذة من ترب ثلاث مناطق شمال بنغلادش ووجد ان فعالية البوتاسيوم - 40 هي (360 Bq.Kg⁻¹) وفعالية الراديوم - 226 هي (24 Bq.Kg⁻¹).

وايضاً اجريت دراسة من قبل (Singh) وآخرون في الهند عام 2004 [9] وجد تراكيز النويدات المشعة لكل من (⁴⁰K , ²³²Th , ²²⁶Ra) باستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HpGe) وبتراكيز تتراوح (90.3 - 18.22, 124.68 - 34.8, 181.41 - 80.42) بوحدة Bq.Kg⁻¹ على التوالي .

واجريت دراسة في السعودية في عام 2008 من قبل (Alaamer) [10] تم فيها حساب تركيز الفعالية للراديوم ²²⁶Ra والثوريوم ²³²Th والبوتاسيوم ⁴⁰K في نماذج تربة وحساب مكافئ الراديوم والجرعة الممتصة والجرعة الفعالة السنوية ومعامل الخطورة الخارجي فكانت النتائج ضمن المسموح بها عالمياً .

وقام (Okeyode and Oluseye) في نيجيريا عام 2010 [11] بها تم فيها قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي في التربة والجرع الممتصة باستعمال كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالتاليوم NaI(Tl) وكانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

وفي العام نفسه قام (Yaprak and Aslani) [12] بدراسة في تركيا تم فيها قياس تركيز اليورانيوم ²³⁸U والثوريوم ²³²Th والبوتاسيوم ⁴⁰K في نماذج التربة، ورسم خارطة إشعاعية للمنطقة المدروسة وقياس الجرعة الممتصة والجرعة الفعالة السنوية باستعمال كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالتاليوم NaI(Tl) أبعاده (3"×3"). وكانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

كذلك أجريت دراسة قام بها (خالد و محمد) [13] تم فيها حساب تراكيز البزموت ^{214}Bi ، والرصاص ^{214}Pb ، الراديوم ^{226}Ra ، الثوريوم ^{234}Th والبزموت ^{212}Bi في نماذج تربة من محافظة الانبار فكانت النتائج ضمن المسموح بها عالمياً .

وايضا اجريت دراسة قام بها (Hussain and Abbas) [14] بقياس النويدات المشعة المتكونة طبيعياً في التربة وسط محافظة النجف الأشرف في العراق باستعمال كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) وكانت النتائج المقاسة تشير إلى أن مستويات الإشعاع ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

واجريت دراسة في العام 2012 من قبل (كوثر) [15] لـ (40) موقع من التربة للدوائر الرسمية لمركز محافظة القادسية والنواحي التابعة لها وباستعمال كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) وكانت الفعالية النوعية للـ (^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U) بالنسبة لمركز المحافظة هي $[(1.917 \pm 0.24), (20.55 \pm 1.28), (262.43 \pm 26)]$ بوحدات Bq.Kg^{-1} على التوالي . أما بالنسبة للنواحي التابعة لمركز المحافظة فكانت النتائج (29.84 ± 1.57) , (3.82 ± 0.2) , (421.15 ± 32) بوحدات Bq.Kg^{-1} على التوالي.

وفي عام 2014 قامت (Heiyam) وأخرون [16] بقياس النشاط الإشعاعي لمواقع تاريخية في محافظة النجف الاشرف باستعمال كاشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(Tl) ووجد أن مستويات الإشعاع للنماذج المدروسة ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

وفي السنة نفسها قام (خضير وصبر) [17] بقياس مستوى الإشعاع الطبيعي في التربة في محافظة البصرة بواسطة كاشف اشعة كاما من نوع يوديد الصوديوم NaI(Tl) وكانت مديات التركيز النوعي للراديوم ^{226}Ra من القيمة الصغرى 2.5 الى القيمة العظمى 147.4 بمعدل 47.3 ولليورانيوم ^{238}U من القيمة الصغرى الصفر الى القيمة العظمى 0.1 وبمعدل 11.9 وللثوريوم ^{232}Th من القيمة الصغرى 1 الى القيمة العظمى 83.9 وبمعدل 41.1 اما البوتاسيوم فقد وجد ان اقل قيمة هي 1 واعظم قيمة 1048.6 وبمعدل 499.2 وجميع المديات بوحدات Bq.Kg^{-1} وقد حسبت كذلك معدلات الراديوم والمخاطر الداخلية والخارجية و مقدار الجرعة المؤثرة الداخلية و الخارجية .

٣. الجزء النظري Theoretical Part

عند توازن اليورانيوم ^{238}U مع ولاتده المشعة وكذلك الثوريوم ^{232}Th وولاتده باعتبار إن فعالية جميع عناصر السلسلتين الإشعاعيتين في حالة توازن لذلك من الممكن أن يُحسب تركيز عنصر في أي سلسلة بدلالة تركيز عنصر آخر، إذ تتبع مجموعة من أشعة كاما يمكن تمييز عائدتها، فقد تم حساب تركيز الفعالية

لكل من ^{232}Th من خلال حساب تركيز الفعالية لنويدة الثاليوم ^{208}Tl المشعة بطاقة 2614.511 KeV و ^{238}U من خلال حساب تركيز الفعالية لنويدة البزموت ^{214}Bi بطاقة مقدارها 1764.539KeV وايضا يحسب تركيز نويدة البوتاسيوم ^{40}K المشعة بطاقة 1460.822KeV ويمكن حساب الفعالية النوعية من خلال المعادلة [11,16]:

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

اذ N_{net} صافي المساحة تحت منحنى القمة الضوئية (Area under peak)
 ε الكفاءة المحسوبة للخط الكامي عند طاقة معينة

I_{γ} معامل تركيز الفعالية ، m كتلة النموذج (Kg) ، t زمن القياس (sec).

١-٣ مكافئ الراديوم (Ra_{eq}) Radium Equivalent

قيمة مكافئ عنصر الراديوم (Ra_{eq}) الذي يستخدم لتقدير خطر التركيز المتسبب من فعالية ^{238}U و ^{232}Th و ^{40}K بوحدات $Bq \cdot Kg^{-1}$ يحسب من المعادلة الآتية [19,18]:

$$Ra_{eq} (Bq \cdot kg^{-1}) = A_U + 1.43A_{Th} + 0.077A_K \quad (2)$$

حيث ان A_U , A_{Th} , A_K تركيز الفعالية لليورانيوم وللثوريوم والبوتاسيوم على التوالي، وإن أعلى قيمة لـ Ra_{eq} يجب أن يكون أقل من الحد المسموح به عالمياً ($370 Bq \cdot Kg^{-1}$) [19].

٢-٣ معامل تركيز الفعالية (I_{γ}) Activity Concentration Index

وهو معامل يستخدم لحساب الخطورة الناشئة عن إشعاع كاما المقترن مع النويدات الطبيعية المشعة (^{238}U , ^{232}Th و ^{40}K) في العينة المدروسة ويحسب من المعادلة الآتية [21,20]:

$$I_{\gamma} = \frac{A_U}{150} + \frac{A_{Th}}{100} + \frac{A_K}{1500} \quad (3)$$

٣-٣ معامل الخطورة الخارجي (Hex) External Hazard Index

المخاطر الخارجية تمثل المخاطر المتأينة من اشعاع كاما الطبيعي والهدف من ذلك هو التأكد من عدم تجاوز الجرعة المؤثرة من هذه الاشعة الحدود المسموح بها ويحسب معامل الخطورة من المعادلة الآتية [22,20]:

$$H_{ex} = \frac{A_U}{370} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \quad (4)$$

٣-٤. معامل الخطورة الداخلي (H_{in}) Internal Hazard Index

ان استنشاق جسيمات الفا المنبعثة من النظائر القصيرة العمر مثل الرادون و الثورون التي تكون مصاحبة بأشعة كاما بطاقات مختلفة والذي يمكن التعبير عنه بدلالة معامل الخطورة الداخلي (H_{in}) ويحسب بالمعادلة الآتية [23] :

$$H_{in} = \frac{A_U}{185} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \quad (٥)$$

ومقدار المخاطر الداخلية يفضل أن يكون أقل من الواحد في البيئة المثالية للحصول على فرصة العمل السالم للأعضاء التنفسية ولمعيشة الأفراد.

٣-٥. نسبة الجرعة الممتصة في الهواء (AD) Absorbed Dose Rate in Air

يمكن حساب النسبة الكلية للجرعة الممتصة في الهواء بدلالة تراكيز النوى الأرضية من طريق المعادلة الآتية:

$$AD(nGy/h) = 0.462A_U + 0.621A_{Th} + 0.0417A_K \quad (6)$$

حيث ان ($٠,٤٦٢$ ، $٠,٦٢١$ و $٠,٠٤١٧$) هي عوامل التحويل عن النويدات المشعة التي تحدث بشكل طبيعي [20,16] .

٣-٦. الجرعة الفعالة السنوية The Annual Effective Dose

من اجل حساب الجرعة الفعالة السنوية يجب ان نأخذ بنظر الاعتبار (معامل التحويل من الجرعة الممتصة الى الجرعة الفعالة وعامل الانشغال الداخلي)، ولحساب الجرعة المؤثرة للعنصر الباعث لأشعة كاما في الهواء فأن UNSCER 2000 قد نشرت ثابت التحويل $0.7Sv/Gy$ كمعامل للتحويل من الجرعة الممتصة في الهواء إلى الجرعة الفعالة السنوية المستلمة من قبل البالغين واستخدم 0.80 وهو نسبة الوقت الذي يقضى في الداخل و 0.2٠ هو نسبة الوقت الذي يقضى في الخارج، ومن هذه البيانات وجد ان الجرعة الفعالة السنوية تحسب كالاتي [22,20] :

$$\text{Indoor}(mSv/y) = AD(nGy/h) \times 10^{-6} \times 8760h/y \times 0.80 \times 0.7Sv/Gy \quad (7)$$

$$\text{Outdoor}(mSv/y) = AD(nGy/h) \times 10^{-6} \times 8760h/y \times 0.20 \times 0.7Sv/Gy \quad (8)$$

حيث ان 8760 يشير الى عدد ساعات السنة .

٤. الجزء العملي Experimental Part

تم جمع (٢٠) نموذج من مدارس مديرية تربية الديوانية في محافظة القادسية موزعة على الاقضية والنواحي للمحافظة ، و ثبتت اسماء المدارس المختارة وعناوينها في الجدول رقم (١) والشكل رقم (١) يبين خارطة محافظة القادسية، يتم الحفر واستخراج العينة ووضعها في أكياس

من مادة البولي أنيلين بسعة (2Kg) ، وترقيمها حسب الموقع ثم تنقل الى مكان التهيئة والقياس في جامعة الكوفة كلية التربية للبنات قسم الفيزياء .

لقياس النشاط الإشعاعي للنماذج يجب أن تكون التربة خالية من الرطوبة لأن قياس الفعالية النوعية يعتمد على كتلة النموذج ، وللتخلص من هذه الرطوبة يجب ان تجفف النماذج بتعريضها لأشعة الشمس لمدة من ٢ الى ٤ يوم تقريباً بمنطقة مكشوفة بحيث تصل الى كتلة ثابتة وبعد ذلك طحنت العينات ثم غربلت باستخدام مشبك ذي ثقوب صغيرة جداً تقريباً (1mm) لإزالة الحصى وجذور النباتات العالقة بها للحصول على تربة متجانسة خالية من الشوائب ثم توضع في أكياس بلاستيكية ثم ترك العينة لمدة شهر لغرض الوصول الى حالة التوازن ، ثم أخذ (1Kg) لكل نموذج ونضعها داخل اسطوانة القياس Marinelli Beaker بعدها يتم القياس بوضع النموذج امام بلورة القياس المعايرة مسبقا والمحكمة العزل بواسطة درع رصاصي.

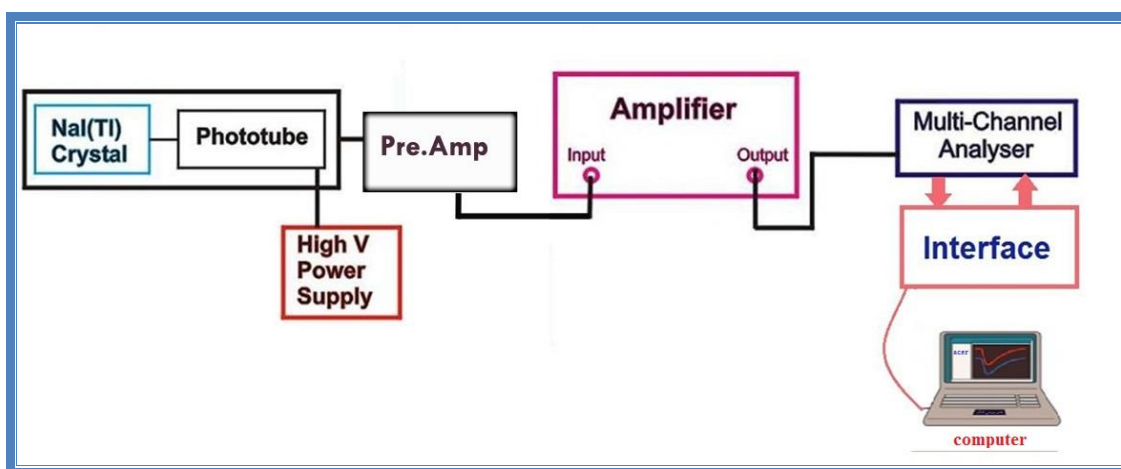
جدول (١) أسماء ومواقع المدارس للنماذج المختارة

رقم النموذج	أسم المدرسة	عنوان المدرسة
S١	ثانوية المتميزات	الديوانية /حي الفرات
S٢	ثانوية المتميزين	الديوانية / حي الجمهوري الغربي
S٣	ثانوية المختار الثقفي	ريف نفر / جمعية سيد علي
S٤	ثانوية نفر المسائية	ناحية نفر
S٥	ابتدائية العلامة المجلسي	ريف نفر / ال فضل الله
S٦	متوسطة بحر العلوم	عفك / قرية ال اسماعيل
S٧	ثانوية النورين	قضاء عفك
S٨	متوسطة السلام	قضاء الشامية
S٩	ابتدائية الابهال	الشنافية / قرية الزركة
S١٠	اعدادية الثقلين	الديوانية / حي السراي
S١١	متوسطة ابن سينا	الديوانية / حي الجمهوري الشرقي
S١٢	ثانوية الرسالة الاهلية	الديوانية / حي الوحدة
S١٣	ابتدائية مناهل العلم الاهلية	الديوانية / حي النهضة
S١٤	متوسطة الفراهيدي	قضاء الحمزة الشرقي
S١٥	ثانوية السبطين	ناحية السدير
S١٦	متوسطة الفيصل	سومر / قرية البركات
S١٧	ابتدائية ابراهيم الخليل	ناحية الشافعية
S١٨	متوسطة مكة المكرمة	ريف الديوانية/ ال حمد
S١٩	ابتدائية الجامعة	حي الجامعة
S٢٠	ابتدائية الظفر	الديوانية /حي الصدر ٣



شكل (١) خارطة محافظة القادسية

تم قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي للنويدات 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 بالتاليوم NaI(Tl) (3"×3") والمجهز من شركة (Alpha Spectra, Inc.-12I12/3) المزود بمحلل متعدد القنوات (ORTEC –Digi Base) (MCA) 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 إذ يتم ربط أجزاء المنظومة كما في الشكل (٢).



شكل (٢) منظومة كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم NaI(Tl) (3"×3")

قبل القياس يجب معايرة المنظومة ويقصد بالمعايرة إيجاد العلاقة الخطية بين سعة النبضة الخارجة من الكاشف وطاقة اشعة كاما الساقطة على بلورة الكاشف [24] ، ويستخدم لمعايرة طيف اشعة كاما مصادر قياسية معروفة الطاقة والشدة والغرض من تعدد المصادر هو الحصول على طيف لطاقات تستخدم في مجال البحث، وقد استخدمنا في بحثنا هذا مصادر قياسية و الجدول (٢) يبين طاقات هذه العناصر ورقم القناة المصاحبة لكل طاقة.

جدول (٢) الطاقة و رقم القناة المصاحبة لكل مصدر قياسي

Standard Source	Energy(Kev)	Channel Number
Na-22	٥١١	٤٣
Cs-137	٦٦١,٦١	٥٧
Mn-54	٨٣٤,٨٣٨	٧٠
Zn-65	١١١٥,٠٠٦	٩٢
Co-60	١١٧٣,٢٢	٩٦
Na-22	١٢٧٤,٥٣٧	١٠٥
Co-60	١٣٣٢,٤٩٤	١٠٩

وأيضاً يجب معايرة الكفاءة و تعرف كفاءة الكاشف (ε) بأنها النسبة بين عدد فوتونات أشعة كاما الساقطة عليه إلى عدد النبضات الخارجة منه [25] ، و تحسب من المعادلة :

$$\varepsilon = \frac{N}{A \cdot I_{\gamma} \cdot t} \times 100\% \quad (9)$$

حيث: N: صافي معدل العد (المساحة تحت القمة الضوئية بعد طرح الخلفية الإشعاعية).

t : زمن القياس بالثانية .

I_{γ} : النسبة المئوية لشدة اشعة كاما المنبعثة لكل طاقة من طاقات المصدر المشع.

A : النشاط الإشعاعي (الفعالية) النهائي بالـ(Bq) للمصدر المشع عند الزمن (t) .

لمعايرة كفاءة منظومة كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالثاليوم NaI (Tl) تم استخدام مصادر قياسية لها طاقات معلومة، كما تم قياس النشاط الإشعاعي المسجل أيضاً من قبل الكاشف لكل طاقة من طاقات المصادر المشعة يلي ذلك حساب الكفاءة (% ϵ).

٥. النتائج Results

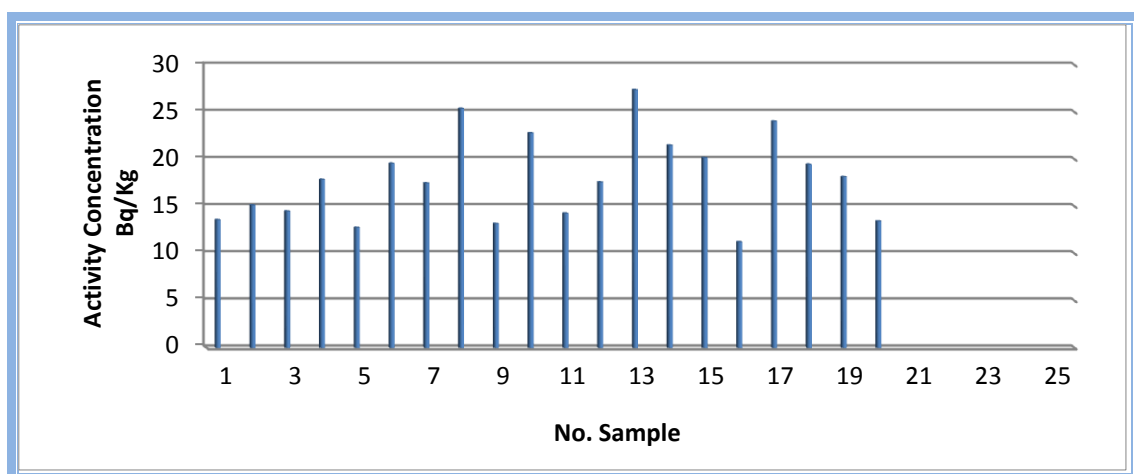
يوضح الجدول رقم (٣) الفعالية النوعية للنويدات المشعة في التربة السطحية باستخدام معادلة (١) بعد معايرة المنظومة مسبقاً باستخدام عناصر قياسية لذلك وإيجاد الكفاءة لكل عنصر من خلال منحنى الكفاءة، والجدول رقم (٤) يبين نتائج معاملات الخطورة المقاسة في هذا البحث للنماذج المدروس بالاعتماد على المعادلات من معادلة رقم (٢) الى معادلة رقم (٨) كما تم مقارنة النتائج المتحصل عليها مع المعدل العالمي (Worldwide Average) المسموح به، والأشكال من (٣) الى (٥) توضح التفاوت بالقيم المتحصل عليها لتركيز الفعالية النوعية للنويدات المشعة.

جدول (٣) الفعالية النوعية (^{40}K ، ^{238}U ، ^{232}Th)

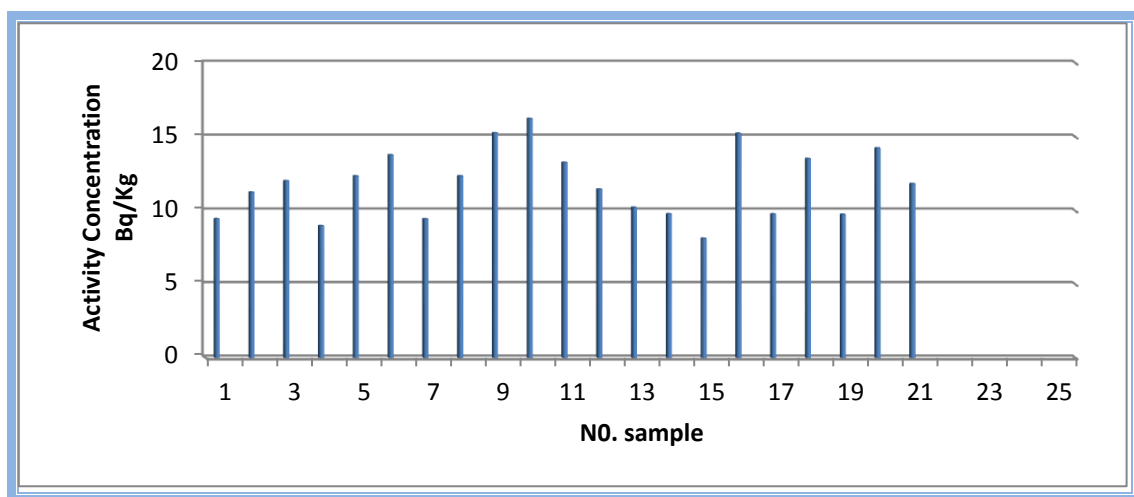
No. Sample	Specific Activity Concentrations (Bq.Kg^{-1})		
	^{232}Th	^{238}U	^{40}K
S١	13.563	9.452	٣٠٢,٥٤٢
S٢	15.125	11.254	٢٥١,٢٣٤
S٣	14.485	12.024	٢٤٥,٣٤٧
S٤	17.845	8.982	٣٦٠,٤٧٢
S٥	12.746	12.356	٣٧٨,٢٤٦
S٦	19.548	13.782	٣٦٥,٤٨٩
S٧	17.459	9.451	٣٥٢,١٤٥
S٨	25.378	12.358	٣٧٢,٤٨٢
S٩	13.157	15.264	280.264
S١٠	22.785	16.235	192.765
S١١	14.256	13.267	236.465
S١٢	17.563	11.462	٣٢٠,٤٦٢
S١٣	27.365	10.236	٣٦٠,٢٣٨
S١٤	21.478	9.781	٢٧٠,٣٢٤
S١٥	20.152	8.125	١٨٠,٢٤٦
S١٦	11.235	15.237	٥٠,٢١٦
S١٧	24.019	9.782	٣١٢,٧٥٦
S١٨	19.451	13.524	٣٤٥,١٦٥
S١٩	18.124	9.752	٣٦٧,٢٦٤
S٢٠	13.425	14.245	٢١١,٣٦٨
Max.	27.365	15.264	٣٧٨,٢٤٦
Min.	١١,٢٣٥	8.125	١٨٠,٢٤٦
Ave.	١٧,٩٥٧	١١,٨٢٨	٣٠٢,٧٦٩
W.Ave.	٤٥	٣٣	٤٢٠

جدول (٤) قيم معاملات الخطورة لكل من تركيز مكافئ الراديوم (Ra_{eq}) ومعامل تركيز الفعالية (I_γ) ومعامل الخطورة الداخلي (H_{in}) و الخارجي (H_{ex}) و قيم كل من الجرعة الممتصة في الهواء والجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية.

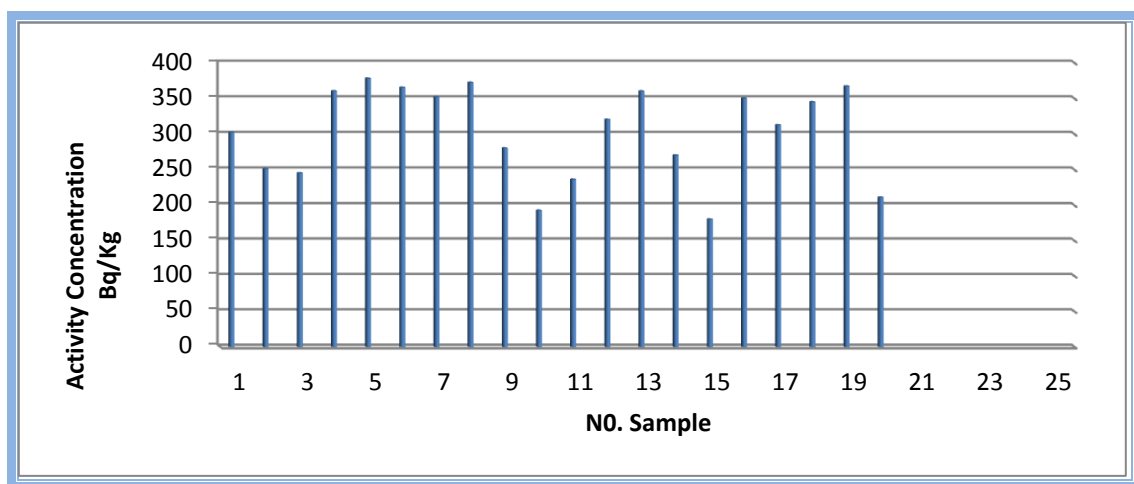
No. Sample	Ra_{eq} (Bq.Kg ⁻¹)	I_γ (Bq.Kg ⁻¹)	Hazard Index (Bq.Kg ⁻¹)		Absorbed Dose Rate (nGy/h)	Annual Effective Dose(mSv/y)	
			H_{in}	H_{ex}		Indoor	Outdoor
S ^١	52.143	0.400	0.166	0.141	25.405	0.748	0.187
S ^٢	52.228	0.394	0.171	0.141	25.068	0.738	0.184
S ^٣	51.629	0.389	0.172	0.139	24.781	0.729	0.182
S ^٤	62.257	0.479	0.192	0.168	30.263	0.891	0.223
S ^٥	59.708	0.462	0.195	0.161	29.397	0.865	0.216
S ^٦	69.878	0.531	0.226	0.189	33.747	0.993	0.248
S ^٧	61.533	0.472	0.192	0.166	29.893	0.880	0.220
S ^٨	77.330	0.584	0.242	0.209	37.002	1.089	0.272
S ^٩	55.659	0.420	0.192	0.150	26.909	0.792	0.198
S ^{١٠}	63.660	0.465	0.216	0.172	29.688	0.874	0.218
S ^{١١}	51.861	0.389	0.176	0.140	24.843	0.731	0.183
S ^{١٢}	61.253	0.466	0.196	0.165	29.565	0.870	0.218
S ^{١٣}	77.106	0.582	0.236	0.208	36.745	1.082	0.270
S ^{١٤}	61.309	0.460	0.192	0.166	29.129	0.857	0.214
S ^{١٥}	50.821	0.376	0.159	0.137	23.784	0.700	0.175
S ^{١٦}	35.176	0.247	0.136	0.095	16.110	0.474	0.119
S ^{١٧}	68.211	0.514	0.211	0.184	32.477	0.956	0.239
S ^{١٨}	67.917	0.515	0.220	0.183	32.721	0.963	0.241
S ^{١٩}	63.949	0.491	0.199	0.173	31.075	0.915	0.229
S ^{٢٠}	49.718	0.370	0.173	0.134	23.732	0.699	0.175
Max.	77.330	0.584	0.242	0.209	37.002	1.089	0.272
Min.	35.176	0.247	0.136	0.095	16.110	0.474	0.119
Ave.	59.667	0.450	0.193	0.161	28.617	0.842	0.211
W.Ave.	370	1	1	1	51	1	1



شكل (٣) الفعالية النوعية ^{232}Th



شكل (٤) الفعالية النوعية ^{238}U



شكل (٥) الفعالية النوعية ^{40}K

٦: مناقشة النتائج Result Discussion

من طريق دراسة الجدولين (٣ و ٤) والحصول على نتائج الفعالية النوعية للنويدات المشعة وأيضاً مكافئ الراديوم و معامل تركيز الفعالية ومعاملات الخطورة الداخلية والخارجية والجرعة الممتصة في الهواء والجرعة الفعالة السنوية لنماذج التربة المدروسة لبعض المدارس في محافظة القادسية إذ وجد ان التفاوت الحاصل في جميع النتائج يعود سببه الى الطبيعة الجيولوجية المكونة للتربة التي اخذ منها النموذج المقاس وكما يأتي:

١. أعلى قيمة للفعالية النوعية للثوريوم ^{232}Th كانت Bq.Kg^{-1} (٢٧,٣٦٥) في نموذج رقم (S13) ، وأقل قيمة كانت Bq.Kg^{-1} (١١,٢٣٥) في نموذج رقم (S16) وكان معدل هذه القيم Bq.Kg^{-1} (17.957).

٢. وبالنسبة لليورانيوم ^{238}U فإن أعلى قيمة للفعالية النوعية Bq.Kg^{-1} (15.264) كانت في نموذج رقم (S9)، وأقل قيمة كانت Bq.Kg^{-1} (٨,١٢٥) في نموذج رقم (S15) وكان معدل هذه القيم Bq.Kg^{-1} (11.828)^١.

٣. أما أعلى قيمة للفعالية النوعية للبتواسيوم ^{40}K كانت Bq.Kg^{-1} (378.246) في نموذج رقم (S5)، وأقل قيمة كانت Bq.Kg^{-1} (180.246) في نموذج رقم (S15) وكان معدل هذه القيم Bq.Kg^{-1} (302.769).

٤. وأن أعلى قيمة لمكافئ الراديوم Ra_{eq} كانت Bq.Kg^{-1} (٧٧,٣٣٠) في نموذج رقم (S8) ، وأقل قيمة كانت Bq.Kg^{-1} (35.176) في نموذج رقم (S16) وكان معدل هذه القيم Bq.Kg^{-1} (59.667).
٥. بالنسبة لمعامل تركيز الفعالية I_{γ} فكانت أعلى قيمة له Bq.Kg^{-1} (0.584) في نموذج رقم (S8) وأقل قيمة كانت Bq.Kg^{-1} (٠,٢٤٧) في نموذج رقم (S16) وكان معدل هذه القيم Bq.Kg^{-1} (٠,٤٥٠).

٦. وأعلى قيمة لمعامل الخطورة الداخلي H_{in} كانت Bq.Kg^{-1} (٠,٢٤٢) في نموذج رقم (S8)، وأقل قيمة كانت Bq.Kg^{-1} (٠,١٣٦) في نموذج رقم (S16) وكان معدل هذه القيم Bq.Kg^{-1} (٠,١٩٣).
٧. كما وجدت أعلى قيمة لمعامل الخطورة الخارجي H_{ex} كانت Bq.Kg^{-1} (٠,٢٠٩) في نموذج رقم (S8) وأقل قيمة كانت Bq.Kg^{-1} (0.095) في نموذج رقم (S16) وكان معدل هذه القيم Bq.Kg^{-1} (٠,١٦١).

٨. كما وجدت أعلى قيمة للجرعة الممتصة في الهواء كانت nGy/h (37.002) في نموذج رقم (S8)، وأقل قيمة كانت nGy/h (16.110) في نموذج رقم (S16) وكان معدل هذه القيم nGy/h (28.617).

٩. وكانت أعلى قيمة للجرعة الفعالة السنوية الداخلية هي $(1.089)\text{mSv/yr}$ في نموذج رقم (S8)، وأقل قيمة كانت $(0.474)\text{mSv/yr}$ في نموذج رقم (S16) وكان معدل هذه القيم $(0.842)\text{mSv/yr}$.
١٠. أما الجرعة الفعالة السنوية الخارجية كانت أعلى قيمة $(0.272)\text{mSv/yr}$ في نموذج رقم (S8)، وأقل قيمة كانت $(0.199)\text{mSv/yr}$ في نموذج رقم (S16) وكان معدل هذه القيم $(0.211)\text{mSv/yr}$.

٧: مقارنة النتائج مع دراسات سابقة:

يوضح الجدول (5) معدل بعض الدراسات المحلية والعربية والعالمية ومقارنتها بالدراسة الحالية، إذ أجريت في السنوات السابقة مجموعة من الدراسات لحساب النشاط الإشعاعي الطبيعي للنويدات المشعة طبيعياً في التربة من طريق حساب تركيز الفعالية النوعية لليورانيوم - 238 وللثوريوم - 232 والبوتاسيوم - 40

الجدول (٥) معدل تركيز الفعالية النوعية للثوريوم- 232، لليورانيوم- 238 و للبوتاسيوم- 40 لبعض الدراسات السابقة

ت	موقع الدراسة	معدل تركيز الفعالية النوعية (Bq.Kg^{-1})			المصدر
		^{232}Th	^{238}U	^{40}K	
١	كوستاريكا	١١	٤٦	١٤٠	[5]
٢	تايلاند	٥١	١١٤	٢٣٠	
٣	نيجيريا	٢٥	٣٠	٣٧٠	
٤	كازخستان	٦٠	٣٧	٣٠٠	
٥	ماليزيا	٨٢	٦٦	٣١٠	
٦	بنغلادش	١٩	٢٤	٣٦٠	[8]
٧	الهند	٨٧	٥٧	١٤٣	[9]
٨	مصر	١٣,٥	٥٢	١٩٣,٨٥	[٧]
٩	البصرة	٤١,١	١١,٩	٤٩٩,٢	[17]
١٠	النفج الاشرف	١٢,١٠	٢٣,٥٩	٦٠,٦٨	[16]
١١	مركز محافظة القادسية	٢٠,٥٥	١,٩١٧	262.43	[15]
١٢	نواحي محافظة القادسية	٢٩,٨٤	٣,٨٢	421.15	
١٣	المدى العالمي	(7-50)	(15-50)	(100-700)	[5]
١٤	بعض مدارس القادسية	١٧,٩٥٧	١١,٨٢٨	٣٠٢,٧٦٩	الدراسة

					الحالية
--	--	--	--	--	---------

٨. الاستنتاجات Conclusions

وجد إن قيم النشاط الإشعاعي النوعي العائد لنظير الثوريوم ^{232}Th ونظير اليورانيوم ^{238}U ونظير البوتاسيوم ^{40}K توزعت على نسب متفاوتة بالنسبة للنماذج المقاسة وهي ضمن المدى المسموح به عالمياً. وإن أغلب نتائج معاملات الخطورة الإشعاعية لكل من مكافئ الراديوم ومعامل تركيز الفعالية و معامل الخطورة الداخلي والخارجي والجرعة الممتصة والجرعة الفعالة للنماذج التربة كانت ضمن الحد المسموح به عالمياً، يمكن تصنيف هذه المدارس في محافظة القادسية ضمن المناطق التي يكون فيها النشاط الإشعاعي الطبيعي ضمن الحدود المسموح بها وذلك اعتماداً على هذه النتائج ولا تشكل خطر على البشر (الموظفين والطلاب) و الساكنين بالقرب من هذه المدارس حسب هذه القياسات للعام الدراسي (٢٠١٦-٢٠١٧).

٩. المصادر References

- [1] M. Tzortzis, E. Svoukis and H. Tsetos, "Comprehensive Study of Natural Gamma Radioactivity Levels and Associated Dose Rates from Surface Soils in Cyprus", Radiation Protection Dosimetry, Vol.(109), No.(3), P.P. 217-224, (2004).
- [2] M. Iqbal, M. Tufail and S. Mirza, "Measurement of Natural Radioactivity in Marble Found in Pakistan Using a NaI(Tl) Gamma-Ray Spectrometer ", Journal of Environmental Radioactivity, Vol.(51), No.(2), P.P.255-265, (2000).
- [3] غلن فريدريك نول ، "كشف وقياس الإشعاعات" ، ترجمة مريم مختار عتيق ، دار الكتب الوطنية ، ليبيا ، (2006).
- [4] Maher O. G. and Abu Saleh R. M. , " radiation measurements in soil in the middle of Gaza-strip using nuclear track detectors CR-39 " , Journal Al-Aqsa University , Vol.10 , p.p. 273-280, (2006).
- [5] United Nations Scientific Committee on the Effects of Ionizing Radiation Report, "Sources and Effects of Ionizing Radiation", United Nations , New York, (2000).
- [٦] Gilmore G. and Heminngway J., "Practical gamma-ray spectrometry", 1st Edition , John Wiley & Sons, New York, (1995).
- [٧] Abbady A., El-Arabi A. M., Adel G. E., and Taha S., "Gamma-ray measurements of natural radioactivity in cultivated and reclaimed soil, upper Egypt", Journal of Nuclear and Radiation Physics, Vol. 2, No. 4, P.P. 35-39, (2000).

- [8] Hamid B. N., Chowdhry I. and Islam M. N. , "Study of the nature radionuclides concentration in area of elevated radiation protection and dosimetry" , Journal of Radiation Protection Dosimetry, Vol.98, No. 2, P.P. 227-230, (2002).
- [9] Singh S. , Rani A. and Mahajan R. K. , "226 Ra , 232Th and 40 K Analysis in Soil Samples from Some Areas of Punjab and Himachal Pradesh ,India Using Gamma Ray Spectrometry " , Journal of Radiation Measurements , Vol. 39 ,No.4 ,P.P. 431-439, (2004) .
- [10] Alaamer A. S., "Assessment of Human Exposures to Natural Sources of Radiation in Soil of Riyadh, Saudi Arabia", Turkish Journal of Engineering Environmental Science, Vol. 32, N.9, P.P.229-234, (2008).
- [11] I.C. Okeyode and A. M. Oluseye , "Studies of the Terrestrial outdoor Gamma Dose Rate Levels in Ogun-Osun River Basins Development Authority Headquarters, Abeokuta, Nigeria " , Journal of Physics International, Vol. 6, No. 1, P.P.1-8, (2010) .
- [12] Yaprak G. and Aslani M. , "External dose-rates for natural gamma emitters in soils from an agricultural land in West Anatolia " , Journal of Radioanal Nucl. Chem., Vol.283, P.P.279-287, (2010) .
- [13] خالد حسين هاتف و محمد عبد الكاظم ، "دراسة الخلفية الإشعاعية لترب منتخبة من محافظة الأنبار"، مجلة الكوفة للفيزياء، عدد خاص لمؤتمر الكوفة الأول للفيزياء من ٦-٧ تشرين الاول ، ص 245-253، (2010).
- [14] Hussain R. O. and Abbas E. K. , "Measurement of Natural Occurring Radio nuclides (NORM) in Soil using Gamma- ray Spectrometry", Journal of Kufa- Physics , Vol. 2, No.2, P.P.15-22, (2010).
- [15] كوثر حسن عبيس ، " قياس ودراسة النشاط الاشعاعي الطبيعي لنماذج من التربة للدوائر الرسمية في محافظة القادسية"، رسالة ماجستير ، جامعة الكوفة ، (2012) .
- [16] H.N.majeed, A.K.Hasan and H.J.Hamed, " Measurement Natural Radioactivity in Soil Samples from Important historical locals in Alnajaf Alashraf city, Iraq", Journal of Advances in Chemistry, Vol.(8) , No.(1) , P.P.1472-1478 , (2014).
- [17] محمد قاسم خضير و عبد الرضا حسين صبر ، "قياس مستوى الاشعاع الطبيعي في التربة السطحية في مناطق منتخبة من محافظة البصرة"، مجلة ابحاث البصرة- العلميات ، العدد 40، الجزء 3 ، ص 88-96، (2014).
- [18] Vosniakos F., Zavalaris K. and Papaligas T., "Indoor concentration of natural radioactivity and the impact to human health", Journal of Environ. Protect. Ecol., Vol. 4, No. 3, P.P. 733-737 (2003).

- [19] Beretka J. and Mathew P.J., "Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products", Journal of Health Physics, Vol. 4 No. 8, P.P. 87-95 (1985).
- [20] Mirjana B. and Scepan S., "Radioactivity of sand from several renowned public beaches and assessment of the corresponding environmental risks ", Journal of the Serbian Chemical Society, Vol. 74, No. 4, P.P. 461-470, (2009).
- [21] Papadopoulos A., Christofides G., Koroneos A., Papadopoulou L., Papastefanou C. and Stoulos S., " Natural radioactivity and radiation index of the major plutonic bodies in Greece", Journal of Environmental Radioactivity, Vol. 12, No. 4, P.P. 227-238, (2013).
- [22] Jose A., Jorge J., Cleomacio M., Sueldo V. and Romilton D. S., "Analysis of the K-40 levels in soil using gamma spectrometry", Brazilian archives of biology and technology, Vol. 48, P.P. 221-228 (2005).
- [23] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "Sources and Effects of Ionizing Radiation", Report to General Assembly, United Nations, New York, (1993).
- [24] Santawamaitre T. , " An Evaluation of the Level of Naturally Materials in Soil Samples Along the Chao Phraya River Basin", Ph. D. Thesis , Surrey University, (2011) .
- [25] Knoll G.F. , " Radiation Detection and Measurement" ,3rd Edition , John Willy & Sons , New York,(2000).