

Natural Radioactivity of Soil Samples from the Abu Sakhir-Najaf (Iraq) by Using Gamma Spectroscopy

2nd Conference on Environment and Sustainable Development 28-29-Oct-2015

Dr. Khalid H. Mahdi

College of Education, Ibn Al-Haitham, Baghdad University, Baghdad, Iraq

Email: Khalid_61@yahoo.com

Soaad A. Eesa

College of Education, Al-Iraqia University, Baghdad, Iraq

Zina J. Rahim

College of Education, Al-Iraqia University, Baghdad, Iraq

Abstract

This work aims to measure the concentrations of radionuclides of natural radioactivity of the elements of uranium series (Bi-214 & Ra-226), thorium (Tl-208 and Pb-212), and Potassium-40 and industrial isotope Cesium-137 using gamma spectroscopy. High purity detector Germanium (HPGe) with efficiency (50 %) and the ability of the analysis (2.2 keV) for energy 1332 keV belong to ⁶⁰Co. This detector connected to ICS -PCI card as multi- channel analyzer. The results of the specific activity Ra-226 ranged between 89.46 -368.52 Bq/kg while Bi-214 had a range of 22.74 -48.65 Bq/kg. However, Tl-208 gave a range of 18.66 - 40.61 Bq/kg and Pb-212 values varied from 18.56 to 44.13 Bq/kg. In case of potassium-40, the values ranged between 181.59 - 926.58 Bq/kg. For the cesium-137 has ranged from 7.36 to 12.94 Bq/kg. In general, the results that have been obtained are within the allowable range but higher than those of the worldwide average for the concentration of uranium and close to worldwide average for other radionuclides, and this is due to the nature of the geological composition of the area.

Keyword: Natural radioactivity, Gamma spectroscopy, Iraq

قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لعينات تربة من منطقة ابو صخير-النجف الاشرف (العراق) باستعمال مطيافية اشعة كاما

الخلاصة

يهدف هذا البحث الى قياس تراكيز النويدات ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي لعناصر من سلسلة اليورانيوم (Bi-214 و Ra-226) وسلسلة الثوريوم (Tl-208 و Pb-212) ونظير البوتاسيوم-40 اضافة الى النشاط الصناعي لنظير السيزيوم-137 باستعمال تقنية مطيافية اشعة كاما المكونة من

كاشف الجرمانيوم العالي النقاوة (HPG) ذو كفاءة (50 %) وقدرة تحليل 2.2 كيلو إلكترون فولت (بالنسبة للطاقة 1332 كيلو إلكترون فولت للمصدر ^{60}Co) المتصل بـ (ICS-PCI card) كمحلل متعدد القنوات وكانت نتائج قياس الفعالية النوعية لنويدات Ra-226 تراوح ما بين (362.52-89,46) بكرل/كغم) ولنويدات Bi-214 (22.74-48.65 Bq/ kg) اما نتائج نويدة Tl-20 تراوحت بين (40.61-18.66 بكرل/كغم) ولنويدات Pb-212 (44.13-18.56 بكرل/كغم) كما ان نتائج نويدة K-40 تراوحت بين (181.59-926.58 بكرل/كغم) اما نتائج نويدة Cs-137 فقد تراوحت ما بين (12.94-7.36 بكرل/كغم) وان النتائج التي تم الحصول عليها اشرت لمستويات اعلى من المعدل العالمي بالنسبة لليورانيوم او مقارنة للمعدل بالنسبة للنويدات الاخرى وهذا يرجع لطبيعة التكوين الجيولوجي للمنطقة.

الكلمات المرشدة: النشاط الإشعاعي الطبيعي، اشعة كاما، العراق

المقدمة

يعرف مقدار الإشعاع في بيئة الإنسان الطبيعية بالخلفية الإشعاعية (Radiation Background)، وهي تشمل الأشعة الكونية والإشعاع الصادر من العناصر الطبيعية المشعة، أو هي الإشعاع الناتج عن المصادر الصناعية. لذا يعد النشاط الإشعاعي الطبيعي أو ما يعرف بالخلفية الإشعاعية مهما جداً بالنسبة لحساب تعرض السكان للإشعاع ومخاطره [1]. ويعتمد النشاط الإشعاعي في التربة على النشاط الإشعاعي في الصخور التي كونت التربة (أصل التربة) وعلى الفعاليات الكلية التي حدثت لتكوين التربة ويمكن معرفة الخلفية الإشعاعية من خلال تحديد تراكيز اهم النويدات المشعة الموجودة في التربة المدروسة وان من اهم هذه النويدات والتي تعتبر مصدر طبيعي للإشعاع هي سلاسل (اليورانيوم-238، الثوريوم-232، واليورانيوم-235) بالإضافة الى البوتاسيوم-40 الذي يوجد بالطبيعة بصورة منفردة اما من اهم وأخطر المصادر الصناعية هو السيزيوم-137 [2].

تقع منطقة أبو صخير جنوب غرب مدينة النجف الاشرف وتبعد عنها حوالي 18 كم وبحدود 2 كم غرب ناحية الحيرة ضمن قضاء المشخاب في موقع محصور بين قريتي الزجري والصنين يدعى هور الجبسة والشكل رقم 1 يوضح خريطة العراق وتحديد منطقة الدراسة ان وخضعت لكثير من الدراسات والعمليات الاستكشافية لتتقرب عن اليورانيوم فقد درس العطية وآخرون عام 2005 اصل وظروف ونشوء ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير وتوصل الباحثون الى ان مصدر اليورانيوم في تلك الترسبات مشتق من وجوده في طبقة من الصخور الجيرية ضمن تشكيله تكوين الفرات (المايوسين الاسفل) تحتوي على تراكيز غير اعتيادية لليورانيوم يبلغ معدلها حوالي جزء بالمليون، لقد تعرضت الصخور الى الأكسدة بفعل انحسار مياه بحر المايوسين مما أدى الى خلب جزء من محتواها من عنصر اليورانيوم الذي انتقل ذائبا الى مياه ضحلة تغطي تلك الصخور [3]. وتعد منطقة أبو صخير من المناطق المهمة في زراعة السلب في محافظة النجف الاشرف وعليه كان لابد من ان تجري عدة دراسات لمعرفة تفاصيل أكثر عن هذه المنطقة وحساب النشاط الإشعاعي في تربتها التي حاليا مستثمرة في الزراعة والبقية يمكن ان تستثمر مستقبلا حيث ان انتقال النويدات المشعة الى سلسلة الغذاء تسبب مشاكل بيئية خطيرة في المنطقة.

الجانب العملي

جمع العينات: جمعت عشرة نماذج من الترب لمواقع مختلفة من منطقة أبو صخير والجدول 1 يبين مواقع النماذج المأخوذة بعد ان تم قشط التربة السطحية بعمق 5-10 سم ثم اخذ مقدار من التربة ووضعت في اكراس بلاستيكية مؤشر عليها رمز ورقم كل نموذج.

تحضير العينات: تم تجفيف النماذج بتعريضها لأشعة الشمس مدة 4-5 يوم للتخلص من الرطوبة وطحنت وغربلت بمنخل حجم 200 مايكروم للتخلص من الحصى وجذور النباتات، ثم أخذت كمية من التربة المجففة وضعت في وعاء مارنيلي لغرض القياس.

منظومة القياس: هي منظومة خاصة بقياسات أشعة كاما وتتكون من:

كاشف الجرمانيوم (HpGe): هو من كواشف المواد شبه الموصلة حجم بلورته 209 سم³ وقطره 66 سم³ يعمل بفولتية تشغيل 2500 فولت و كفاءة 50 % وقدرة تحليل (2,2 Resolution كيلو إلكترون فولت بالنسبة للطاقة 1332 كيلو إلكترون فولت للمصدر ⁶⁰Co). وقد اتخذت الإجراءات اللازمة لإحاطته بجدار من الرصاص بسبك 10 سم لتقليل الخلفية الإشعاعية حول الكاشف بالإضافة إلى عمل حاوية تحيط بالبلورة مكونة من ثلاث طبقات من الألمنيوم والكاديوم والحديد بسبك 1 ملم لكل طبقة [4]. يبرد الكاشف الى درجة حرارة 77 كلفن باستعمال النيتروجين السائل.

بطاقة مطياف الحاسبة التكاملية (ICS-PCI card): وهو بطاقة حاسبة شخصية مصنع من قبل شركة Spectrum techniques صممت هذه البطاقة للتطبيقات الطيفية وذلك للعمل أساسا مع الكواشف الومضية. حيث تحتوي هذه البطاقة على مضخم ابتدائي ومضخم رئيس ومجهز فولتية عالية ومحلل متعدد القنوات MCA ذي (4096 - 1024) قناة مع ذاكرة بيانات يسيطر عليها مباشرة من الحاسبة الشخصية [5].

طريقة العمل

أ. جرت معايرة منظومة القياس باستعمال مصدرين لأشعة كاما هما ¹⁷³Cs و ⁶⁰Co للطاقات الثلاث 662 كيلو إلكترون فولت و 1173 كيلو إلكترون فولت و 1332 كيلو إلكترون فولت والشكل رقم (2) يوضح طيف المصادر القياسية.

ب. تم حساب الخلفية الإشعاعية للطيف في منطقة عمل المنظومة. حيث وضع وعاء مارنيلي فارغ وتسجيل طيف اشعة كاما حيث سجلت المساحة تحت المنحني بين الذروات لغرض طرح هذا العدد من القراءات المسجلة للنماذج.

ت. جرت معايرة المنظومة بالنسبة الى الكفاءة باستعمال طيف المصدر القياسي (¹⁵²Eu) ومن ثم حساب المساحة تحت الذروة من طيف الاشعة لكل طاقة بعد طرح الخلفية الإشعاعية وحساب الكفاءة من المعادلة الآتية [5]:

$$\varepsilon = \frac{\text{Cps(yield)}}{(S.A \times I)} \times 100 \% \quad (1)$$

cps: يمثل العد لكل ثانية للطاقة المختارة على زمن القياس 1000 ثا، (I): تمثل الشدة النسبية لكل طاقة من طاقات المصدر المشع، S.A: يمثل النشاط الإشعاعي للمصدر القياسي عند القياس بعد أن تم تصحيحها والشكل (3) العلاقة بين الطاقة والكفاءة النسبية، والشكل 4 يوضح طيف للمصدر القياسي .

د. حساب الفعالية النوعية (S.A) للنماذج: بعد وضع النموذج في وعاء مارنيلي يتم تثبيته حول كاشف الجرمانيوم. ويسجل طيف اشعة كاما لمدة قياس 10000 ثا ، وتحسب الفعالية النوعية من خلال تطبيق المعادلة الآتية [6].

$$S.A = \frac{\text{Cps}}{(\varepsilon \times \omega \times I_{\gamma})} \quad (2)$$

حيث أن (cps): صافي مساحة الذروة للطاقة المختارة، (ε): كفاءة الكاشف للطاقة المختارة، (I_γ): الشدة النسبية لأشعة كاما الجدول (2)، (ω): وزن النموذج.

النتائج والمناقشة

1- نتائج التحليل النوعية

تم اختيار نظيرين تعود الى كل من سلسلتي اليورانيوم-238 والثوريوم-232 إضافة الى نظير البوتاسيوم المشع - 40 والسيزيوم -173 والجدول 2 يوضح النظائر المشعة ودلالاتها مع طاقاتها وشدتها، إضافة الى حد كشف منظومة القياس لها باستعمال المعادلة الآتية [7].

$$D.L. = (2.77 + 3.29\sqrt{B.G.}) \times \frac{S.A(\text{concentration})}{NetArea(A)} \quad (3)$$

نتائج التحليل الكمية

أظهرت النتائج المسجلة في الجدول 3 وجود نواتج انحلال لسلسلة اليورانيوم-238 والثوريوم-232 ونظير البوتاسيوم-40 المشع ونظير السيزيوم-137 ونلاحظ من خلال متابعتنا للجدول ان قيمة النشاط الإشعاعي للراديوم-226 العائد الى سلسلة اليورانيوم-238 تراوحت ما بين 89,46 الى 368,52 بكرل/كغم . إما قيمة النشاط الإشعاعي للبرزموت تتراوح ما بين 22,74 الى 46,85 بكرل/كغم . ونلاحظ ان النشاط الإشعاعي يتفاوت نسبيا ويعزى سبب ذلك الى طبيعة الصخور التي كونت المنطقة حيث ان هذا الصخور هي صخور جيرية تحتوي على تراكيز غير اعتيادية لليورانيوم بلغ معدلها 80 جزء بالمليون وقد تعرضت هذه الصخور المصدرية الى الأكسدة بفعل انحسار مياه بحر المايوسين مما أدى الى تجريد جزء من محتواها من عنصر اليورانيوم الذي انتقل ذائبا الى مياه ضحلة تغطي تلك الصخور [3].

اما النشاط الإشعاعي لنظائر سلسلة الثوريوم-232 للنماذج تراوح ما بين 18,66 الى 40,61 بكرل/كغم و لنظير الثاليوم-208، ما بين 18,56 و 44,13 بكرل/كغم للرصاص-212. كما ان نتائج نظير البوتاسيوم المشع تراوحت بين 181,59 و 926,58 بكرل/كغم، نلاحظ ارتفاع في النتائج وتفاوتها من منطقة الى اخرى ويعزى السبب الى ان تربة المنطقة من الترب الطينية وغنية بعنصر البوتاسيوم [8].

اما نتائج نظير السيزيوم المشع فقد تراوحت ما بين 6,36 و 12,94 بكرل/كغم وان النتائج التي تم الحصول عليها ضمن المدى المقبول به.

الاستنتاجات

1. بعد مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها وجد ان التراكيز العائدة الى سلسلة اليورانيوم -238 اعلى مما نشر عالميا 35 بكرل/كغم [9-11] و محليا [8,12,13] اما نتائج التراكيز العائدة لسلسلة الثوريوم-232 والبوتاسيوم والسيزيوم فقد كانت كمعدل مقارنة للدراسات العالمية (بكرل/كغم 30 للثوريوم) (بكرل/كغم 400 للبوتاسيوم) و (بكرل/كغم 14.8 للسيزيوم) على التوالي [11].
2. وجود تفاوت كبير بين النتائج المسجلة للمواقع المختلفة بالأخص نظائر ^{226}Ra و ^{40}K أوضحت النتائج ان التراكيز تختلف باختلاف موقعها ويعزى ذلك الى نوع التربة.
3. ارتفاع نسبة تراكيز نظائر سلسلة اليورانيوم-238 نسبة الى سلسلة الثوريوم-232 ونظائر السلاسل الاخرى كل ما تقدم نعتقد بان هذه الاختلافات تعود الى التكوين الطبيعي الجيولوجي للمنطقة اضافة كونه يحوي على تراكيز غير اعتيادية لليورانيوم وعلى شكل معدن اليورانيات (UO_2) الحبيبي الشكل وكما أكدته المصدر [3] الى ما تعرض له هذا التكوين من عمليات تفتت ونقل وذوبان مركبات اليورانيوم في المياه التي انتشرت في تلك المنطقة وانتقلت معها. لقد تطورت في المنطقة بيئة مستنقعية وفرت ظروف اختزالية أدت إلى ترسيب اليورانيوم المنقول من الصخور المصدرية [3].
4. ان النتائج المسجلة في هذا البحث على توافق مع ما قدمه المصدر [14] من نتائج حول المنطقة باستعمال كاشف CR-39 بالنسبة لمستويات اليورانيوم.

جدول (1). بين مواقع النماذج المختارة من تربة منطقة أبو صخير

رمز النموذج	الموقع
S1	المحجرة (خلف سيطرة مرور المناذرة) نزال عن الطريق العام نصف كيلو
S2	الصحوة (صحوة الخورنق) نزال عن الطريق العام نصف كيلو
S3	نزلة الحصينات نزال عن الطريق العام نصف كيلو
S4	مقابل مقبرة سيد حمزة نزال عن الطريق العام ثلاث ارباع كيلو
S5	طار البركات نزال عن الطريق العام نصف كيلو
S6	خلف قيادة القوات الحدود بساتين أبو صخير نزال عن الطريق العام نصف كيلو
S7	المنطقة الواقعة بين مفرق غماس ومرفد ابن الحمزة (ع) قرب الشارع العام
S8	المحاجر الغربية الطريق السياحي
S9	المحاجر الشرقية
S10	مركز المدينة مقابل المحكمة

الجدول (2). النظائر المشعة ودلالاتها مع طاقاتها التي تم تحسبها في نماذج التربة [7]

النظير ودلالته	الطاقة كيلو الكرون فولت	الشدة %
$^{214}\text{Bi} (^{238}\text{U})$	609	46.1,15
$^{226}\text{Ra} (^{238}\text{U})$	186	3.2
$^{208}\text{Tl} (^{232}\text{Th})$	583	86
$^{212}\text{Pb} (^{232}\text{Th})$	238	43.6,3.34
^{40}K	1463	10.6
^{137}Cs	661	85

جدول (3). تراكيز النظائر المشعة في نماذج من تربة منطقة أبو صخير – النجف الاشرف

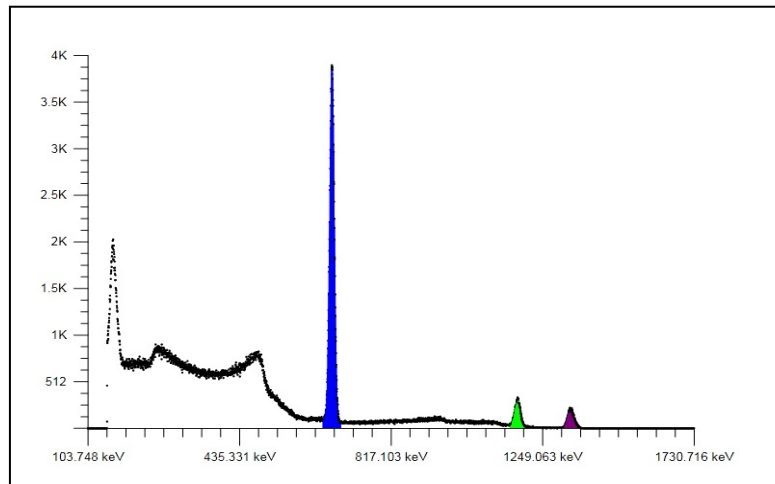
الفعالية النوعية بـ كـ/كـغم						رمز العينة
Cs -137	K-40	سلسلة Th-232		سلسلة U-238		
		Pb -212	Tl-208	Ra -226	Bi -214	
7.36	473.71	44.13	40.61	244.36	44.81	S1
B.D.L	293.06	40.82	36.78	368.52	48.65	S2
9.64	697.38	31.56	23.06	157.94	36.64	S3
B.D.L	434.07	39.66	34.10	124.75	29.80	S4
10.40	461.50	31.08	28.92	218.91	40.82	S5
11.35	779.51	38.62	35.74	130.76	37.88	S6
12.94	405.61	41.38	40.12	223.78	40.37	S7
10.07	786.98	34.75	20.35	146.52	36.55	S8
9.68	926.58	26.31	18.66	135.39	34.62	S9

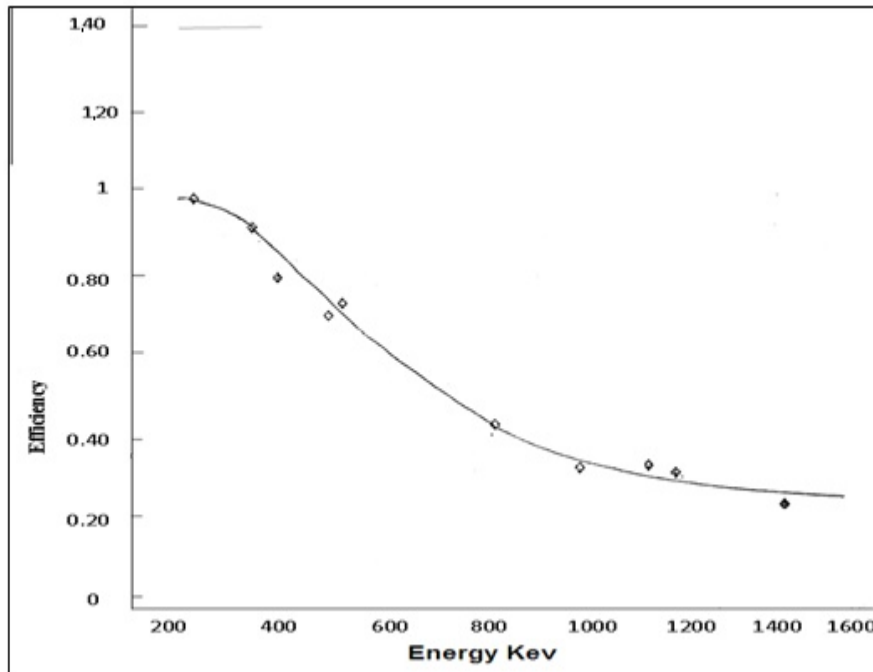
8.96	181.59	18.56	B.D.L	89.46	22.74	S10
10.053± 1.641	543.999± 240.76	34.687± 7.92	30.926± 8.473	184.038± 81.801	37.288± 7.33	المعدل ± معدل الانحراف النسبي
14.8	400		30	370	35	المعدل العالمي

B.D.L: Blow Detection Limit

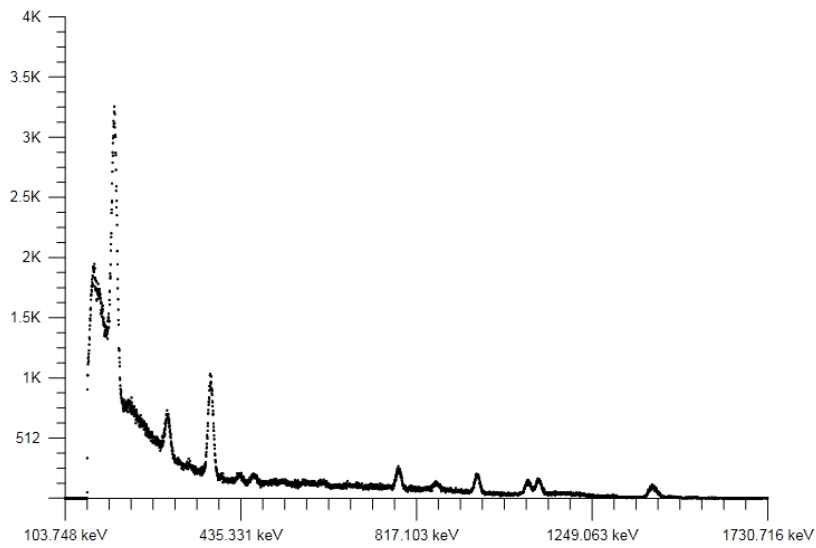


الشكل (1). خريطة منطقة أبو صخير والمواقع المختارة

الشكل رقم (2). طيف المصادر القياسية المستعملة في معايرة منظومة قياس أشعة كاما
لنظيري ^{60}Co و ^{137}Cs



الشكل (3). العلاقة بين الطاقة والكفاءة النسبية



الشكل (4). يمثل طيف اشعة كاما للمصدر القياسي اليورانيوم-152 المقاس باستعمال كاشف
الجرمانيوم عالي النقاوة

المصادر

- [1] معروف، بهاء الدين. "النشاط الإشعاعي الطبيعي في العراق"، دراسات وأبحاث مختارة من المؤتمر العلمي عن آثار استعمال أسلحة اليورانيوم المنضب على الإنسان والبيئة في العراق، 26-27 آذار (2002)، بغداد-العراق، إصدار وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، ص129.
- [2] شمشك، أميد. "الانفجار الكبير، مولد الكون (Big Bang)"، ترجمة أورخان محمد علي، مطبعة الشعب، الطبعة الأولى، بغداد (1986)، ص97.
- [3] العطية، موسى جعفر و مهدي، محمد عبد الأمير، "اصل وظروف نشوء ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير – وسط العراق"، مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية، مجلد 1، العدد 1، ص 15-27، (2005).
- [4] Delaune, R.D., Jones, G.L. & Smith C.J., "Radionuclide concentrations in Louisianas soils and sediments", Health Physics, Vol. 51, No. 2, 239-244, 1986.
- [5] العبيدي خالد هادي "توصيف وقياس الملوثات الاشعاعية والصناعية في نماذج بيئة مدينة بغداد باستعمال مطيافية اشعة كاما وتقنية كاشف الاثر النووي في الحالة الصلبة (CR-39)", رسالة دكتوراه، جامعة بغداد، كلية التربية (ابن الهيثم)، (2006).
- [6] Aharmim B., Marah, H. & Sabir, A., *Proc. Of the 20th International Conference on SSNTDS*. Slovenia, p.111, (2000).
- [7] Kernfors Chung Sanlage Julich, Technical reports series No.295, "M. of Radionuclides in food and the Environment", IAEA, (1989).
- [8] محمد، كريم خلف و حسون، سماح عودة، "قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لعينات تربة من منطقة الرهبان في مدينة النجف الاشرف – العراق"، مجلة الكوفة للفيزياء، مجلد 3، العدد 1، 2011.
- [9] Abd El-Mageed A.I., El-Kamel A.H., Abbady A., Harb S., Youssef A.M. and Saleh I.I., "Assessment of natural and anthropogenic radioactivity levels in rocks and soils in the environs of Juban town in Yemen", Tenth Radiation Physics & Protection Conference, Nasr City-Cairo, Egypt, 27-30 November 2010.
- [10] Myrick, T.E., Berven, B.A., and Haywood, F.F., "Determination of Concentration of Selected Radio Nuclides in Surface Soil in the U.S.", *Health Physics*, Vol. 45, No. 3 (1983), 631-642.
- [11] (UNSCEAR) "United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation, Report to the General Assembly. Annex B: Exposures from Natural Radiation Sources", New York, 2000.
- [12] حسن، علي خلف و مهدي، مسار عماد، "قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لنماذج من تربة الدوائر الرسمية بجانب الرصافة من مدينة بغداد"، مجلة جامعة النهرين للعلوم، مجلد 16، العدد 3، ص 14-19، ايلول 2013.
- [13] Marouf B.A., "The distribution of some global radioactive fallout in Babylon Governorate", *J. Babylon University*, Vol. 2, No. 4, p. 36, 2000.
- [14] حيدر، لينا مجيد و عيسى، سعاد عمران و رحيم، زينة جميل، "قياس تراكيز غاز الرادون في تربة أبو صخير-النجف الاشرف باستعمال كاشف الاثر النووي CR-39"، وقائع المؤتمر العلمي التخصصي الحادي والعشرين للفترة 2015/4/23-22 (مقبول للنشر-شؤون علمية رقم 24 في 2015/4/19).