

## دراسة التلوث الإشعاعي في ترب منتخبة في محافظة كركوك

فريد مجيد محمد \* شاكر محمود الجبوري \*\* سمين فاضل محمد \*

\*كلية العلوم - جامعة تكريت

\*\*كلية مدينة العلم الجامعة بغداد - المدرسة الخالصية

تاريخ الاستلام: ٢٠٠٩/٥/١٧ ، تاريخ القبول: ٢٠١٠/١/٢٥

### الخلاصة

تم جمع (18) نموذج للتربة من مواقع منتخبة من محافظة كركوك وحضرت النماذج لغرض القياس باستخدام منظومة تحليل طيف أشعة كاما والمتمثلة بكاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HpGe) ذي قابلية فصل طاقي (2.2 KeV) عند الطاقة 1332 KeV العائد إلى نظير  $^{60}\text{Co}$  ، ربطت المنظومة إلى حاسبة شخصية اذ تم تجميع الطيف وتحليله عن طريق برنامج PCA المتكامل للتحليلات الطيفية والكمية لأشعة كاما و حسب النشاط الإشعاعي النوعي للنويدات المشعة الناتجة عن سلسلة اليورانيوم - 238 واليورانيوم - 235 والبوتاسيوم - 40 والسيزيوم - 137 وتبين من خلال القياس وجود حالة التوازن الإشعاعي لسلسلة اليورانيوم - 238 إذ حسبت النسبة ( $^{234}\text{Th} / ^{226}\text{Ra}$ ) ووجدت إنها تتراوح بين (0.969-0.828) وكذلك النسبة ( $^{234}\text{Th} / ^{234\text{m}}\text{Pa}$ ) كانت تتراوح بين (0.954-0.805). حسبت قيمة (R) التي تمثل النسبة بين ( $^{235}\text{U} / ^{238}\text{U}$ ) وكانت هذه القيمة تتراوح بين (0.00602-0.00562) لنماذج الترب الملوثة و (0.0071-0.0064) لنماذج الترب غير الملوثة ، إذ إن التربة الملوثة باليورانيوم المنضب بنسبة (100%) تكون قيمة R فيها تساوي (0.00351). أثبتت الدراسة الحالية وجود تراكيز عالية للسيزيوم - 137 تجاوزت ( $11 \text{ Bq / Kg}$ ).

### المقدمة

يعتبر موضوع التلوث الإشعاعي من المواضيع المهمة التي تتعلق بصحة وحياة الإنسان وقد قام العديد من الباحثين بإجراء المسوحات والدراسات حول هذا الموضوع وقد نتج عن ذلك تقدم كبير في أساليب القياس وفكرة الدراسات والبحوث معظمها يتلخص بأخذ عينات من التربة والمياه وأحيانا الهواء (ألغرابي ، 2002; Mollah et al., 1986).

إن التلوث الإشعاعي البيئي Environmental Radiological Pollution يعني إطلاق النويدات المشعة إلى البيئة من مصادر مختلفة مثل الحوادث النووية، والتجارب النووية واستخدام الجيش للأسلحة النووية (نشوان، 2002) يتم تقسيم الإشعاعات إلى نوعين رئيسيين هما الإشعاعات المؤينة وهي الإشعاعات التي لها القدرة على إثارة ذرات الوسط التي تمر فيه

وإشعاعات غير مؤينة وهي الإشعاعات التي ليس لها القدرة على إحداث إثارة ذرات الوسط التي تمر فيه ، وعموماً تتوقف قدرة الإشعاع على التأين على طبيعة الإشعاع نفسه وعلى طاقة الإشعاع ( الخطيب، 1984). كما إن الإشعاعات المؤينة تنقسم بدورها إلى نوعين من الإشعاعات وهي إشعاعات كهرومغناطيسية Electromagnetic وهذه الإشعاعات تحدث تأيناً في ذرات الوسط الذي تمر فيه إذا زادت طاقة الشعاع فيها عن 100 eV كما إنها تتفاوت في طول موجتها تفاوتاً كبيراً إذ إنها تشمل على موجات راديوية وقصيرة وتحت الحمراء وموجات الضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية UV والأشعة السينية X - ray وأشعة كما  $\gamma$  - ray وغيرها. أما النوع الآخر من الإشعاعات فهي إشعاعات ذات صفات جسيمية مثل الأشعة الكونية التي تصل إلينا عن طريق الفضاء الخارجي وأيضاً الإشعاعات الناتجة من العناصر أو النظائر ذات النشاط الإشعاعي وان هذه الإشعاعات أما إن تكون مشحونة مثل أشعة ألفا ( $\alpha$ ) وبيتا ( $\beta$ ) أو متعادلة مثل النيوترونات N ( الكناني ، 1990 ، United Nations , 1996 ).

وان مصادر الإشعاعات تنقسم إلى مصدرين رئيسيين وهما مصادر طبيعية التي تنتج عنها الإشعاعات الطبيعية دون تدخل الإنسان في انبعاثها وتشمل الإشعاعات الواردة من الشمس أو الأشعة الكونية والإشعاعات التي تنتج من ذرات العناصر التي لها خاصية الإشعاع الذاتي ( الكناني ، 1990 ، Eisenbud , 1987 ) ومصادر صناعية التي يقوم الإنسان بتوليدها من مصادر مختلفة اويكون نشاط الإنسان سبباً في انبعاثها ومن هذه الإشعاعات الأشعة السينية - X ray والإشعاعات التي تنتج عن الانفجارات الذرية أو المفاعلات النووية أو الأشعة فوق البنفسجية أو أشعة الموجات القصيرة التي يقوم الإنسان بتوليدها بطرق وبمصادر مختلفة (United Nations , 1988). يعتبر اليورانيوم المنضب Depleted uranium من المصادر الصناعية الأساسية في التلوث البيئي ، حيث انه مادة سامة ومشعة وهي ناتج عرضي ينشأ عن عملية تخصيب اليورانيوم وهو نفايات نووية تسبب مشاكل بيئية خطيرة ، ونتيجة لعملية التخصيب التي جرت في دول العالم لاستخدام U-235 في السلاح النووي أو لإنتاج الطاقة في المفاعلات تكادست كميات كبيرة من اليورانيوم المنضب التي تشتمل على هذا اليورانيوم ذا عدد كتلي 238 ونواتج انحلاله إذ تبلغ نسبة الإشعاع في اليورانيوم المنضب % 60 من إشعاعات اليورانيوم الطبيعي والفرق بين اليورانيوم الطبيعي والمنضب يعود إلى نسبة تواجد U-238 التي تزداد نسبته 0.5 كحالة أولى ، 0.35 كحالة ثانية وتقليل نسبة U-235 بالمقدار نفسه (جاسم، 1989). ويستخدم اليورانيوم المنضب في الأغراض العسكرية إذ انه يدخل في صناعة

الذخيرة وفي رؤوس الصواريخ لزيادة فعاليتها وفي البحرية كما انه يتميز بمواصفات تحبذ استخدامه في القذائف الخارقة للدروع منها الكثافة العالية مما يعطيها زخماً عالياً يساعد على اختراق الدروع وخاصة الالتهاب فتساعد على انفجار الوقود والعتاد داخل الدروع مما يؤدي إلى تدميرها (WHO, 1996). كما إن لليورانيوم صفة غير مرغوبة وهي انه يحترق عند اصطدامه بسرعة كبيرة بأي شيء صلب فيخلف جزيئات مجهرية بالغة الصغر تتكون من اكاسيد اليورانيوم التي يمكن استنشاقها وابتلاعها بسهولة لهذا فهي خطيرة على صحة الإنسان وكحد تقريبي يمكن إن تنتقل جزيئات اليورانيوم مسافة (10 km) في الجو (Bertell, 1999).

وبسبب الصغر المتناهي لحجمها الذي يكون حوالي ( $2.5 \mu m$ ) فان جسيمات اوكسيد اليورانيوم المنضب والتي تنتشر في الجو يمكنها أن تدخل جسم الإنسان عن طريق الأنف إلى المجرى الهوائي للجهاز التنفسي ومنه إلى الرئة أو عن طريق الجروح والابتلاع. كما إن جزيئات اليورانيوم المنضب يمكنها الالتصاق بالرمل أو جسيمات الغبار على الأرض ثم يعاد تعلقها في الجو بواسطة الرياح وتقوم بتلوث النباتات مباشرة عند سقوطها على الأرض وتدخل إلى التربة حيث يتم امتصاصها من قبل النباتات بعد ذلك تقوم الحيوانات بتناول هذه النباتات الحاوية على هذه الجزيئات وتنتقل إلى الإنسان ، كما إن الخضراوات الملوثة يمكن إن تكون واسطة نقل مباشرة (Bertell, 1999). إن الآثار الصحية طويلة الأمد لليورانيوم المنضب غير معروفة حتى الآن بشكل كامل لكن اليورانيوم المنضب إذا دخل إلى الجسم فانه يعرضه لمضاعف صحية كثيرة. إذ إن جزيئاته المشعة إذا دخلت إلى الرئة عن طريق التنفس يؤدي إلى تهيج الخلايا والأنسجة فتحدث فيها السرطان (Uranium Radiation Properties 2000 ; مجموعة بحوث في الندوة العلمية, 1989). أما الدقائق القابلة للذوبان فإنها تنتقل مع الدم إلى الكليتين والعظام وقد تؤدي إلى فشل عمل الكلية أو توليد خلايا سرطانية. وكذلك فان اليورانيوم المنضب يؤثر على الغشاء المبطن للجنين للام الحامل ، ونتيجة لتأثيراته الصحية والإشعاعية يؤدي إلى تشوه الجنين ومن أهم تأثيرات اليورانيوم الصحية استحداث سرطان الدم اللوكيميا (IAEA , 1996) لقد تم تحديد تراكيز النويدات المشعة لسلسلة اليورانيوم- 238 و يورانيوم- 235 وكذلك إيجاد تراكيز السيزيوم - 137 في النماذج المنتخبة وتضمنت منطقة الدراسة نقاط منتخبة من محافظة كركوك. إذ تقع كركوك في الجزء الشمالي الشرقي من العراق.

## الجانب النظري

### أ - قابلية الفصل للكاشف

لقياس قابلية الفصل لكاشف الجرمانيوم النقي (HpGe) نستخدم المعادلة الآتية ( علي

وآخرون ، 1990 ) :-

$$\text{Resolution} = \frac{\Delta E}{\Delta ch} \times \text{F.W.H.M}$$

...(١)

حيث إن

$\Delta ch$  الفرق بين قيمتي الذروتين لخطي أشعة كما بوحددة (قناة )

$\Delta E$  فارق الطاقة بين الخطين بوحدات KeV

F.W.H.M عرض الخط الكامي عند منتصف ارتفاع ذروته

### ب - كفاءة الكاشف

تستخدم العلاقة الآتية لحساب كفاءة الكاشف ( Knoll , 1979 ) :-

$$\xi = \frac{\Sigma N / Tc}{A \cdot I\gamma} \quad \dots(2)$$

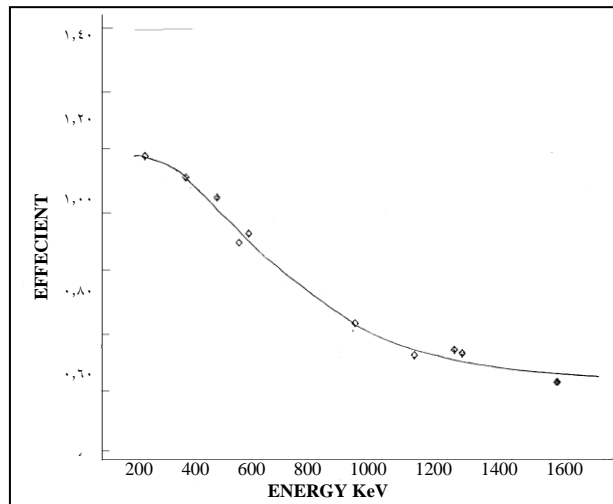
حيث إن

$\Sigma N$  :- مجموع القياس تحت القمة

Tc :- زمن القياس

I $\gamma$  :- الشدة النسبية لكل طاقة من طاقات المصدر المشع

A :- نشاط المصدر المشع عند إجراء القياس



شكل (1) : منحنى الكفاءة لكاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HpGe)

### ج - قياس الخلفية الإشعاعية

قياس الخلفية الإشعاعية للمنظومة يتم من خلال العلاقة الآتية ( IAEA , 1989 ) :-

$$Background(Bq) = \frac{Area}{I\gamma\% EFF \% Tc} \quad \dots(3)$$

حيث إن: Area :- المساحة الصافية تحت الذروة بوحدة count

I $\gamma$  % :- النسبة المئوية لشدة أشعة كما

EFF :- النسبة المئوية للكفاءة

Tc :- زمن العد بوحدة الثانية

#### د - قياس النشاط الإشعاعي النوعي للنماذج

يتم حساب النشاط الإشعاعي ( IAEA , 1990 ) :- من خلال المعادلة التالية:-

$$Specific Activity (Bq) = \frac{Area / Tc - B.G}{I\gamma\% EFF \% M} \quad \dots(4)$$

حيث إن Net Area مساحة الصافية تحت الذروة (counts) ، I $\gamma$ % النسبة المئوية لشدة

الطاقة المطلوبة EFF % النسبة المئوية لكفاءة الطاقة المطلوبة، Tc زمن العد بوحدة sec ،

كتلة النموذج بوحدة (كغم) ، B.G الخلفية الإشعاعية للنويدات المقاسة بوحدة Bq .

هـ - إيجاد النسبة بين  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$

إن النشاط الإشعاعي لكل 1mg من اليورانيوم - 238 يكون ( UNEP , 2000 ) .

$$A_c = \lambda N \quad \dots(5)$$

حيث إن:

$A_c$  : النشاط الإشعاعي Bq ،  $\lambda$  : (ثابت الانحلال) =  $\ln 2 / t_{1/2}$  ، N : (عدد الذرات) =  $N_0$

W/A

$$A_c = \ln 2 / t_{1/2} \times N_0 \times W / A \quad \dots (6)$$

حيث إن:

$t_{1/2}$ : نصف العمر لنظير المشع [U-238] ، No : عدد أفوكادور  $6.023 \times 10^{23} \text{ mole}^{-1}$  ،

W : كتلة النظير بوحدة gm .

A : العدد الكتلي للنظير المشع .بتعويض قيم الثوابت بالمعادلة (6) نحصل على:-

$$A_c = (0.694 / 3.15 \times 10^7) \times (6.025 \times 10^{23} \times 10^{-3} / 238)$$

$$= 4.175 \times 10^{20} / 3.377 \times 10^{19}$$

$$= 12.35 \text{ Bq}$$

لغرض تحويل النشاط الإشعاعي النوعي إلى كمية المادة من الكتلة الكليية (mg/kg) يتم تقسيم النشاط الإشعاعي النوعي لنماذج التربة على (12.35) بكرل. ومن قياسات الخلفية الإشعاعية لليورانيوم - 238 في تربة تلك المنطقة التي تساوي تركيز  $^{234}\text{Th}$  وطرحها من تركيز U-238 في أنموذج التربة نحصل على كمية من اليورانيوم المنضب [DU] الموجودة في نماذج التربة وللحصول على النسبة المئوية لليورانيوم المنضب [X%] تستخدم المعادلة الآتية (نشوان ، 2000).

$$X\% = DU (mg / kg) / Cs U - 238 (mg / kg) \times 100 \quad \dots(٧)$$

حيث إن: X% : النسبة المئوية لليورانيوم المنضب

DU : كمية اليورانيوم المنضب الموجودة في نماذج التربة mg/kg.

Cs U-238: تركيز اليورانيوم - 238 في أنموذج التربة mg/kg .

ولإيجاد النسبة بين  $^{235}\text{U} / ^{238}\text{U}$  لتربة تحتوي على اليورانيوم الطبيعي التي تتكون من U-238 بنسبة 99.2745% و U-235 بنسبة 0.72% و U-234 بنسبة 0.0054% واليورانيوم المنضب المتكون بزيادة نسبة U-238 بمقدار 0.35% وتقليل نسبة U-235 الكمية نفسها يمكن إيجادها بالشكل الآتي. نفرض أن كمية اليورانيوم في كتلة (M) مقاسة بـ (mg) والنتيجة عن نسبة من اليورانيوم المنضب [X] لذلك فإن الكمية الناتجة عن اليورانيوم الطبيعي تكون  $1-X$  ، والنسبة بين  $^{235}\text{U} / ^{238}\text{U}$  في كتلة m عندما تكون نسبة U-235 تقل بمقدار 0.35% من اليورانيوم المنضب تعطى بالعلاقة الآتية (نشوان ، 2000).

$$Ru = \frac{0.72 - 0.37X}{99.2745 + 0.3755X} \quad \dots(٨)$$

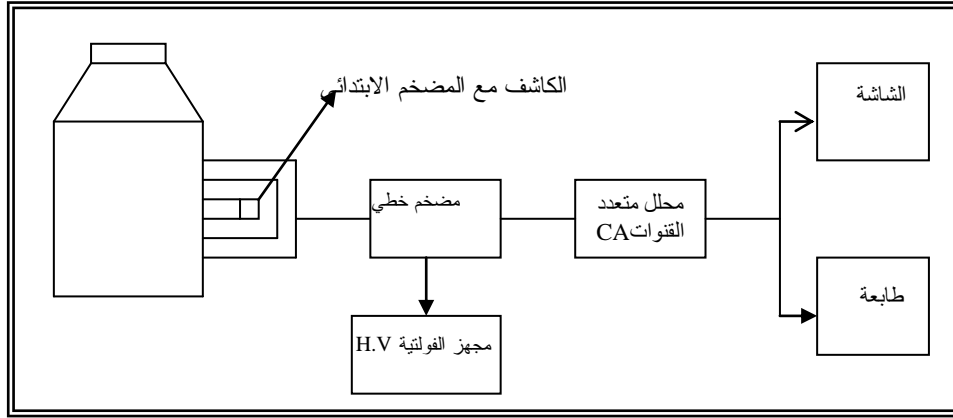
حيث إن:

Ru : النسبة بين U-235 و U-238

X : نسبة من اليورانيوم المنضب في نماذج التربة

### الجانب العملي

أ - منظومة قياس النشاط الإشعاعي كما في الشكل (2) والتي تتألف من



شكل (2): منظومة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة

#### ١ - كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة HpGe

الكاشف المستخدم هو من إنتاج شركة Canberra من نوع (GC-2520) حجم بلورته  $96\text{cm}^3$  وله قدرة تحليلية Energy Resolution مقدارها  $2.2\text{keV}$  عند الطاقة  $1332\text{keV}$  العائدة لنظير الكوبلت 60. يجهز الكاشف بفولتية تشغيل operation voltage موجبة مقدارها  $4000\text{V}$  من مجهز فولتية نوع (TENNELEC) يحتاج كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة إلى تبريد بدرجة حرارة  $77^\circ\text{K}$  بواسطة النيتروجين السائل أثناء التشغيل لتقليل نبضات الضوضاء الناتجة من تيار التسرب الذي يتولد في درجة حرارة الغرفة (Knoll , 1979).

#### 2 - المضخم الابتدائي (Preamplifier)

#### 3 - المضخم الرئيسي (Main amplifier)

#### 4 - مجهز القدرة العالية (High Voltage Power Supply)

#### 5 - محلل الحاسبة الشخصية (Personal Computer Analyzer)

#### ب - جمع النماذج

جمعت النماذج بواسطة مجرفة صغيرة من مناطق منتخبة من محافظة كركوك تعدادها (18) أنموذجاً من التربة، مساحة كل نموذج  $90\text{ cm} \times 90\text{ cm}$  وبعمق  $5\text{ cm}$  وبعد الجمع تم تحضير النماذج كما يأتي:

تم تجفيف النماذج باستخدام فرن تجفيف حراري بدرجة  $80^\circ\text{C}$  لمدة ٢٤ ساعة للحصول على نماذج خالي من الرطوبة باستخدام مشبك Men flex ذي ثقب قطرها  $2\text{ mm}$  تتخل التربة

لإزالة الحصى وجذور النباتات العالقة بها ، ولجعل النشاط الإشعاعي للعينة مشتملاً على أكبر عدد من ذراتها و تم اخذ (1) كغم من التربة المجففة ووضعت في وعاء مار نيلى بعد غسله جيداً بحامض الهيدروكلوريك المخفف بالماء وبعدها خزنت النماذج لغرض القياس.

### ج - قابلية الفصل الطاقى للكشف

تم استخدام نظير كوبلت - 60 الذي يمتلك خطين (1173 keV, 1332 keV) كما موضحة بالشكل (3) واستخدم المعادلة (1) لحساب قدرة الفصل الطاقى لكاشف الجرمانيوم وبعد انتهاء فترة القياس وجد إن

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 1332.5 - 1173.2 = 159.3 \text{ keV}$$

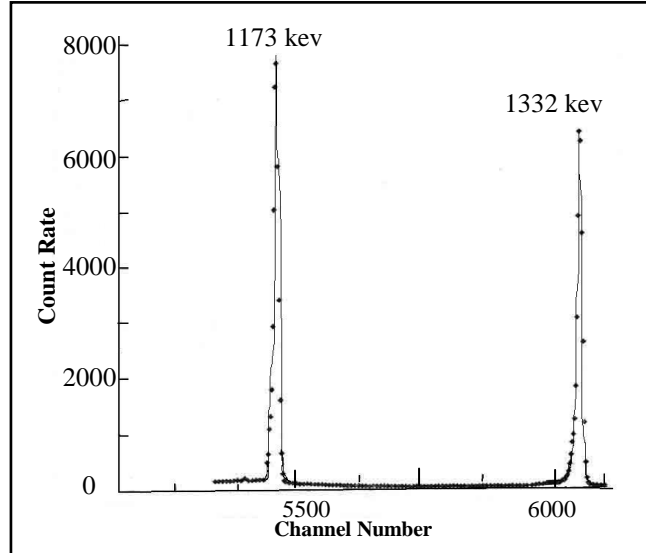
$$\Delta ch = ch_2 - ch_1 = 6195 - 5435 = 760 \text{ ch}$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta ch} = \frac{159.3 \text{ keV}}{760 \text{ ch}} = 0.399 \text{ keV/ch}$$

وبتطبيق معادلة (1) نحصل على:-

$$R = 0.399 \text{ keV/ch} \times 5.5 \text{ ch} = 2.2 \text{ keV}$$

هذه القيمة تمثل القدرة التحليلية الطاقية لكاشف الجرمانيوم النقي



شكل (3): يوضح طيف الطاقى الكوبلت - 60 ومقدار عرض منتصف الذروة

### للطاقة 1332 keV

### د - تحديد النويدات المشعة في نماذج التربة

- 1 - تم تحديد النويدات المشعة الناتجة من متسلسلة انحلال (اليورانيوم - 238) خلال: -  
نويده 234 - Th عن طريق الانبعاث الضوئى 92.6 keV



نويده	Pa - 234 <sub>m</sub>	عن طريق الانبعاث الضوئي	1001 keV
نويده	Ra - 226	عن طريق الانبعاث الضوئي	186.2 keV
نويده	Pb - 214	عن طريق الانبعاث الضوئي	351.9 keV
نويده	Bi - 214	عن طريق الانبعاث الضوئي	609.3 keV

- 2 - تم تحديد النويدات المشعة الناتجة من متسلسلة انحلال اليورانيوم - 235 خلال: - نويده U-235 عن طريق قيم الانبعاث الضوئي (185.7 keV - 205.3 keV).
- 3 - تم تحديد نويده (k-40) من خلال قمة الانبعاث الضوئي 1461.57 keV.
- 4 - تم تحديد نويده (Cs-137) من خلال قمة الانبعاث الضوئي 661.66 keV.

#### هـ - قياس النشاط الإشعاعي النوعي للنماذج

تم استخدام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة لقياس الطيف الكامي ، وكان هذا الكاشف معزولاً عن كل ما يحيط به بحيث لا يتعامل إلا مع الشعاع الكامي المراد قياسه والخارج من العينة تحت الدراسة فبعد وضع العينة في وعاء مار نيبي (1) لتر وضع كل واحد منهم على الكاشف ولفترة زمنية مقدارها (7200 see). وبوساطة استخدام البرامج الرياضية في الحاسوب (GDR. PCA) تم تعيين النويدات المطلوبة من خلال طاقتها ومن ثم حساب المساحة الصافية (Net Area) تحت المنحني لكل نويده المراد حساب النشاط الإشعاعي لها (Lin et al., 1990) حيث تم حساب النشاط الإشعاعي من خلال المعادلة (4).

$$Specific\ Activity\ (Bq) = \frac{Area / Tc - B.G}{I\gamma\% \text{ EFF}\% M} \dots(٤)$$

#### النتائج والمناقشة

حللت النماذج البيئية باستخدام منظومة تحليل أطياف كاما وجعل زمن التحليل ساعتين إذ تم حساب النشاط الإشعاعي النوعي للنماذج بالاعتماد على شدة وطاقت بعض النويدات المشعة لانحلال متسلسلة اليورانيوم - 238 والنويدات المشعة المتسلسلة اليورانيوم - 235 والنويده المشعة لسيزيوم - 137 وكذلك البوتاسيوم - 40 استخدمت المعادلة (4) لايجاد النشاط الإشعاعي النوعي لجميع النويدات المشعة ما عدا نويده الراديوم - 226 بسبب تداخل طاقتها مع طاقة 185.7 keV العائدة لنويده اليورانيوم - 235 ذو الشدة % 2.5. إذ إن فرق الطاقة بين الذروتين 0.5 keV حيث إن عداد الجرمانيوم عالي النقاوة لا يمكن إن يفصل بين هاتين الذروتين لأن قدرته التحليلية الطاقية Energy Resolution للكاشف اكبر من 0.5 keV

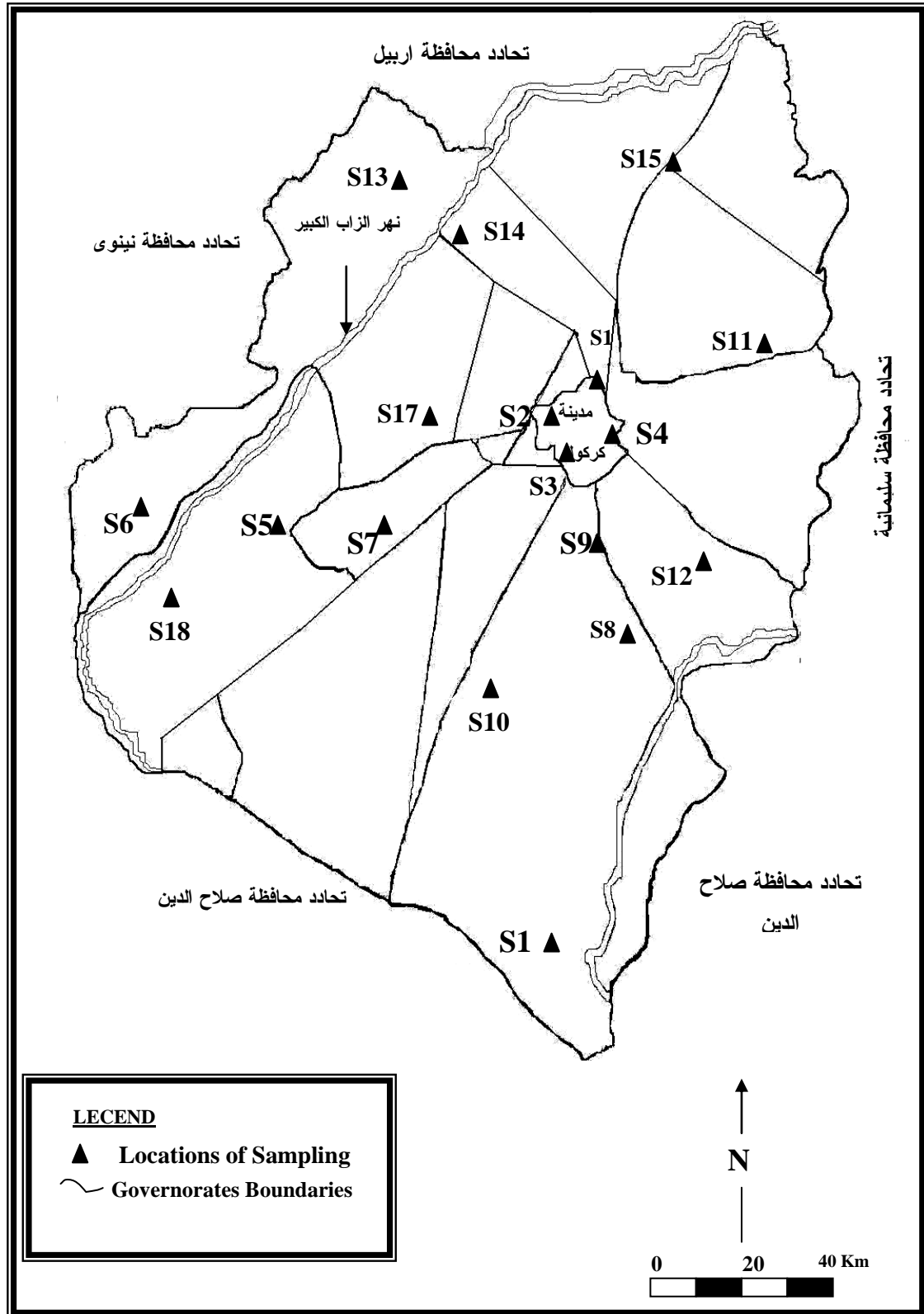
ولغرض حساب النشاط الإشعاعي لنويدة الراديوم - 226 الصافي تم طرح النشاط الإشعاعي لنويدة اليورانيوم - 235 من خلال الذرة 205.3 keV من النشاط الإشعاعي الكلي للراديوم - 226 ( Leung et al., 1990 ). وتم اختيار عدد من المواقع الموضحة في الشكل (4) والمدرجة تفاصيلها في الجداول من (1 - 10) إذ يتبين من هذه الجداول نتائج بعض الحسابات على النماذج التي تمت دراستها منها النسبة  $^{234}\text{Th}/^{226}\text{Ra}$  التي تتراوح بين (0.969 - 0.828) والنسبة  $^{234}\text{Th}/^{234\text{m}}\text{Pa}$  تتراوح بين (0.954 - 0.805) فهي قيم جيدة تمثل حالة التوازن الإشعاعي بين بداية نظائر متسلسلة اليورانيوم-238. أما بالنسبة لنظير البروتكتينيوم ( $\text{Pa}-234\text{m}$ ) فيظهر في بعض النماذج ولا يظهر في أخرى لعمر نصفه القصير. ويمكن اعتبار النشاط الإشعاعي العام لنويدة البوتاسيوم K-40 ضمن الحدود الطبيعية كما نلاحظ من خلال الجداول التركيز العالي للسيزيوم-137 إذ إن التراكيز محصورة بين ( $11.802 \text{ Bq/kg}$  -  $23.131 \text{ Bq/kg}$ ) فإن معدل هذه التراكيز هو ( $15.180 \text{ Bq/kg}$ ) بينما الخلفية الإشعاعية لسيزيوم - 137 هي ( $10 \text{ Bq/kg}$ ) ( Leung et al. , 1990 ) . إن هذه الزيادة في معدل تركيز السيزيوم - 137 أكثر من الخلفية الإشعاعية سببه هو احتمالية انتشار نظائر باتجاه منطقة الدراسة من المساحة الملوثة المحيطة بحادثة جير نوبل عام 1986 ، إذ أن توزيع تراكيز السيزيوم - 137 نتيجة حادثة جير نوبل اعتمدت على العوامل المناخية الرئيسة كاتجاه الريح وهطول الأمطار ( نشوان ، ٢٠٠٠ ) . ويوضح الجدول (11) النسبة المئوية لليورانيوم المنضب في كل أنموذج من نماذج التربة وكذلك النسبة بين  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  وهي التي تحدد إن كان اليورانيوم طبيعي أو يورانيوم منضب إذ أن نسبة اليورانيوم - 235 واليورانيوم - 238 تحدها الجدول (12) ( UNEP, 2000 ) إذ نلاحظ بأن النسبة الطبيعية تبلغ (0.0072)، وإذا كانت هذه النسبة تتراوح من 0.00351 إلى 0.00538 فإن تركيز اليورانيوم المنضب في الأنموذج تتراوح بين 50%-100% أما إذا كانت النسبة 0.00501-0.0072 فإن ذلك يعني أن تراكيز اليورانيوم المنضب تتراوح من 0%-40%. إذ أظهرت النتائج أن هذه النسبة تتراوح بين (0.00720-0.00562) أي أن نماذج التربة ( $S_{18}, S_{15}, S_{13}, S_{12}, S_{11}, S_{10}$ ) والتي تتراوح النسبة  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  فيها (0.0071-0.0064) فإنها غير ملوثة باليورانيوم المنضب واليورانيوم المقاس يمثل الخلفية الإشعاعية ، أما النماذج ( $S_8, S_7, S_2, S_1$ ) والتي تتراوح هذه النسبة فيها من (0.00602-0.00562) فإنها تحتوي على نسبة قليلة من اليورانيوم المنضب سببها احتمالية نقل الآليات المدمرة من مناطق ثبت تلوثها.

رمز النموذج	الموقع	الكتلة (كغم)
-------------	--------	--------------

يبين مواقع  
اعتمدت في  
وعلى

١	مركز محافظة كركوك - عرفة	S1	1
٠,٩٨٩	مركز محافظة كركوك - مطار الحرية	S2	٢
١	مركز محافظة كركوك - القادسية	S3	٣
١	مركز محافظة كركوك - الشورجة	S4	٤
١	مركز قضاء الموصل	S5	٥
٠,٩٥١	قرية قرّة سالم	S6	٦
١	ناحية الرياض - المطار	S7	٧
١	جنوب ناحية داقوق	S8	٨
١	مركز ناحية تازة	S9	9
١	شمال ناحية الرشاد	S10	10
١	شرق ناحية الربيع	S11	11
١	جنوب ليلان	S12	12
١	قرية سركران	S13	13
١,٩٣١	شمال ناحية الدبس	S14	14
١	مركز ناحية شوان	S15	15
١	قرية كنعان	S16	16
١	قرية ملاعب الله	S17	17
١	غرب ناحية العباسي	S18	18

الجدول أدناه  
النماذج التي  
الدراسة  
عمق (5) سم



شكل (4) : خريطة المنطقة والمواقع التي جلب النماذج منه

جدول رقم (1) : النشاط الإشعاعي للتربة S1

النسبة $^{234m}\text{Pa} / ^{234}\text{Th}$	النسبة $^{226}\text{Ra} / ^{234}\text{Th}$	النشاط الإشعاعي بوحدات Bq/kg لأنموذج S1	الطاقة KeV	النظير
0.805	0.903	101.369	92.6	$^{234}\text{Th}$
		112.258	186.2	$^{226}\text{Ra}$
		39.69	205.3	$^{235}\text{U}$
		19.169	351.39	$^{214}\text{Pb}$
		22.960	609.3	$^{214}\text{Bi}$
		15.001	661.66	$^{137}\text{Cs}$
		125.881	1001	$^{234m}\text{Pa}$
		396.243	1461.57	$^{40}\text{K}$

جدول رقم (2) : النشاط الإشعاعي للتربة S2

النسبة $^{234m}\text{Pa} / ^{234}\text{Th}$	النسبة $^{226}\text{Ra} / ^{234}\text{Th}$	النشاط الإشعاعي بوحدات Bq/kg لأنموذج S2	الطاقة KeV	النظير
0.9547	0.9699	120.392	92.6	$^{234}\text{Th}$
		124.122	186.2	$^{226}\text{Ra}$
		9.406	205.3	$^{235}\text{U}$
		29.102	351.9	$^{214}\text{Pb}$
		31.982	609.3	$^{214}\text{Bi}$
		13.601	661.66	$^{137}\text{Cs}$
		126.102	1001	$^{234m}\text{Pa}$
		442.001	1461.57	$^{40}\text{K}$

جدول رقم (3) : النشاط الإشعاعي للتربة S7

النسبة $^{234m}\text{Pa} / ^{234}\text{Th}$	النسبة $^{226}\text{Ra} / ^{234}\text{Th}$	النشاط الإشعاعي بوحدات Bq/kg لأنموذج S7	الطاقة KeV	النظير
0.851	0.965	97.147	92.6	$^{234}\text{Th}$
		100.636	186.2	$^{226}\text{Ra}$
		42.999	205.3	$^{235}\text{U}$

		15.319	351.9	<sup>214</sup> Pb
		14.353	609.3	<sup>214</sup> Bi
		18.301	661.66	<sup>137</sup> Cs
		114.136	1001	<sup>234m</sup> Pa
		381.172	1461.57	<sup>40</sup> K

جدول رقم (4) : النشاط الإشعاعي للتربة S8

النسبة 234mPa / 234Th	النسبة 226Ra / 234Th	النشاط الإشعاعي بوحدات S8 لأنموذج Bq/kg	الطاقة KeV	النظير
0.931	0.828	96.04	92.6	<sup>234</sup> Th
		115.852	186.2	<sup>226</sup> Ra
		57.283	205.3	<sup>235</sup> U
		15.003	351.9	<sup>214</sup> Pb
		/	609.3	<sup>214</sup> Bi
		11.802	661.66	<sup>137</sup> Cs
		103.118	1001	<sup>234m</sup> Pa
		383.722	1461.57	<sup>40</sup> K

جدول رقم (5) : النشاط الإشعاعي للتربة S10

النسبة <sup>234m</sup> Pa / <sup>234</sup> Th	النسبة <sup>226</sup> Ra / <sup>234</sup> Th	النشاط الإشعاعي بوحدات S10 لأنموذج Bq/kg	الطاقة KeV	النظير
/	0.891	73.514	92.6	<sup>234</sup> Th
		82.505	186.2	<sup>226</sup> Ra
		/	205.3	<sup>235</sup> U
		10.308	351.9	<sup>214</sup> Pb
		/	609.3	<sup>214</sup> Bi
		17.502	661.66	<sup>137</sup> Cs
		/	1001	<sup>234m</sup> Pa
		530.405	1461.57	<sup>40</sup> K

جدول رقم (6) : النشاط الإشعاعي للتربة S11

النسبة <sup>234m</sup> Pa / <sup>234</sup> Th	النسبة <sup>226</sup> Ra / <sup>234</sup> Th	النشاط الإشعاعي بوحدات S11 لأنموذج Bq/kg	الطاقة KeV	النظير
/	0.833	87.781	92.6	<sup>234</sup> Th
		105.333	186.2	<sup>226</sup> Ra
		/	205.3	<sup>235</sup> U
		11.832	351.9	<sup>214</sup> Pb

		/	609.3	<sup>214</sup> Bi
		19.912	661.66	<sup>137</sup> Cs
		/	1001	<sup>234m</sup> Pa
		263.009	1461.57	<sup>40</sup> K

جدول رقم (7) : النشاط الإشعاعي للتربة S12

النسبة <sup>234m</sup> Pa / <sup>234</sup> Th	النسبة <sup>226</sup> Ra / <sup>234</sup> Th	النشاط الإشعاعي بوحدات Bq/kg لأنموذج S12	الطاقة KeV	النظير
/	0.935	69.221	92.6	<sup>234</sup> Th
		74.001	186.2	<sup>226</sup> Ra
		/	205.3	<sup>235</sup> U
		29.64	351.9	<sup>214</sup> Pb
		23.031	609.3	<sup>214</sup> Bi
		/	661.66	<sup>137</sup> Cs
		/	1001	<sup>234m</sup> Pa
		498.117	1461.57	<sup>40</sup> K

جدول رقم (8) : النشاط الإشعاعي للتربة S13

النسبة <sup>234m</sup> Pa / <sup>234</sup> Th	النسبة <sup>226</sup> Ra / <sup>234</sup> Th	النشاط الإشعاعي بوحدات Bq/kg لأنموذج S13	الطاقة KeV	النظير
/	/	/	92.6	<sup>234</sup> Th
		/	186.2	<sup>226</sup> Ra
		/	205.3	<sup>235</sup> U
		18.021	351.9	<sup>214</sup> Pb
		11.513	609.3	<sup>214</sup> Bi
		20.410	661.66	<sup>137</sup> Cs
		/	1001	<sup>234m</sup> Pa
		223.081	1461.57	<sup>40</sup> K

جدول رقم (9) : النشاط الإشعاعي للتربة S15

النسبة <sup>234m</sup> Pa / <sup>234</sup> Th	النسبة <sup>226</sup> Ra / <sup>234</sup> Th	النشاط الإشعاعي بوحدات Bq/kg لأنموذج S15	الطاقة KeV	النظير
/	0.890	69.555	92.6	<sup>234</sup> Th
		78.091	186.2	<sup>226</sup> Ra
		/	205.3	<sup>235</sup> U
		/	351.9	<sup>214</sup> Pb

		/	609.3	<sup>214</sup> Bi
		23.131	661.66	<sup>137</sup> Cs
		/	1001	<sup>234m</sup> Pa
		511.836	1461.57	<sup>40</sup> K

جدول رقم (9) : النشاط الإشعاعي للتربة S15

النسبة <sup>234m</sup> Pa / <sup>234</sup> Th	النسبة / <sup>234</sup> Th <sup>226</sup> Ra	النشاط الإشعاعي بوحدهات S18 لأنموذج Bq/kg	الطاقة KeV	النظير
/	0.873	77.734	92.6	<sup>234</sup> Th
		89.009	186.2	<sup>226</sup> Ra
		/	205.3	<sup>235</sup> U
		13.572	351.9	<sup>214</sup> Pb
		/	609.3	<sup>214</sup> Bi
		12.141	661.66	<sup>137</sup> Cs
		/	1001	<sup>234m</sup> Pa
		296.03	1461.57	<sup>40</sup> K

جدول رقم (10) : النشاط الإشعاعي للتربة S18

النسبة <sup>234m</sup> Pa / <sup>234</sup> Th	النسبة <sup>226</sup> Ra / <sup>234</sup> Th	النشاط الإشعاعي بوحدهات S18 لأنموذج Bq/kg	الطاقة KeV	النظير
/	0.873	77.734	92.6	<sup>234</sup> Th
		89.009	186.2	<sup>226</sup> Ra
		/	205.3	<sup>235</sup> U
		13.572	351.9	<sup>214</sup> Pb
		/	609.3	<sup>214</sup> Bi
		12.141	661.66	<sup>137</sup> Cs
		/	1001	<sup>234m</sup> Pa
		296.03	1461.57	<sup>40</sup> K



جدول (11) : نتائج حسابات النسبة المئوية لليورانيوم والنسبة بين  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$  معدل الخلفية الإشعاعية لليورانيوم - 238 في تربة كركوك =  $68 \text{ Bq} / \text{Kg} = 5.506 \text{ mg} / \text{kg}$

1/Ru	$\text{Ru} = \frac{^{235}\text{U}}{^{238}\text{U}}$	كمية اليورانيوم الطبيعي 1-X	النسبة المئوية لليورانيوم المنضب X%	نسبة اليورانيوم م المنضب (Du) mg/kg	تركيز اليورانيوم - 238 mg/kg	رمز الأتمودج
165.939	0.00602	0.6708	32.919	2.702	8.208	SS1
177.935	0.00562	0.5648	43.516	4.242	9.748	SS2
163.398	0.00612	0.6999	30.004	2.360	7.86	SS7
162.601	0.00615	0.7088	29.172	2.267	7.773	SS8
143.472	0.00679	0.9250	7.493	0.446	5.952	SS10
156.252	0.00640	0.7746	22.537	1.601	7.107	SS11
151.174	0.00659	0.8923	1.765	0.0989	5.604	SS12
/	/	/	/	/	/	SS13
139.664	0.00716	0.9480	2.219	0.125	5.631	SS15
147.492	0.00678	0.8748	12.519	0.788	6.294	SS18

جدول (12) : يبين العلاقة بين نسبة اليورانيوم المنضب واليورانيوم الطبيعي في نماذج التربة  $\text{R} = \frac{^{235}\text{U}}{^{238}\text{U}}$

X	1-X	$\text{R} = \frac{^{235}\text{U}}{^{238}\text{U}}$ In the sample	1/R
0.0	1.0	0.00720	139
0.1	0.9	0.00688	145
0.2	0.8	0.00650	154
0.3	0.7	0.00613	163
0.4	0.6	0.00575	174
0.5	0.5	0.00538	186
0.6	0.4	0.00501	200
0.7	0.3	0.00463	216
0.8	0.2	0.00426	235
0.9	0.1	0.00389	257

1.0	0.0	0.00351	285
-----	-----	---------	-----

### الاستنتاجات

- 1- وجد ان نسبة  $^{235}\text{U} / ^{238}\text{U}$  في قياساتنا لنماذج التربة (S8, S7, S2, S1) بحدود 0.00602-0.00562 التي تدل على وجود نسبة متفاوتة من التلوث باليورانيوم المنضب اما النماذج من (S10, S11, S12, S13, S15, S18) فهي غير ملوثة باليورانيوم المنضب .
- 2- وجد أن نسبة  $^{234}\text{Th} / ^{226}\text{Ra}$  تكون بحدود 0.969-0.828 و النسبة  $^{234}\text{Th} / ^{234\text{m}}\text{Pa}$  بحدود (0.954-0.805) التي تدل على التوازن الإشعاعي ولكن لم يلحظ هذا التوازن ما بعد الراديوم بسبب نفوذ الرادون  $^{222}\text{Rn}$  من الوعاء البلاستيكي (المارنييلي) .
- 3- أكدت النتائج زيادة في تراكيز السيزيوم - 137 إذ وجد بأن معدل هذه التراكيز بحدود 15.180 Bq/Kg وهي أعلى من الخلفية الإشعاعية للمنطقة التي هي بحدود 10 Bq/Kg ، هذه الزيادة تبرهن أن منطقة الدراسة أصبحت ملوثة من حادثة جيرنوبل 1986 .
- 4- وجد أن البروتكتينيوم ( $\text{Pa-234m}$ ) يظهر في بعض نماذج ولا يظهر في نماذج أخرى لعمر نصفه القصير .

### References

- Eisenbud, M., (1987): Environmental Radioactivity, 3<sup>rd</sup>, Academic Press Inc, 110p.

- IAEA, (1996): International Atomic Energy Agency, Safety Series; vol.1, 135p.
- IAEA, (1990): The Environmental Behavior of Radium, vol.2, 147p.
- IAEA, (1989): International Atomic Energy, Measurement of Radionuclides in food and Environment, Vienna, vol.3, 180p.
- Knoll, G., (1979): Radiation Detection and Measurement, John Wiley, U.S.A, 92p.
- Leung, K.C., Lau, S.Y., Poon, C.B., (1990): Gamma Radiation Dose From Radionuclides in Hong Kong Soil, J. Environ Radioactivity, vol.11, PP. 279-285; Elsevier Science Publishers Ltd.
- Lin, Y., Lin, P., Chen C., Huang, C., (1990): Measurements of terrestrial & radiation in taiwan, republic of china, Health Physics, Vol.52, pp.805-811, Health Physics Society, (JUNE).
- Mollah, A.S., Rahman, M.M., Husain, S.R., June, (1986): Distribution of  $\gamma$  - emitting Radio nuclides in Soil at the Atomic Energy Research Establishment, Saver, Bangladesh, Health Physics, Vol.50, pp.235-238. Health Physics Society.
- R.Bertell, (1999): Gulf war Veterans and Depleted Uranium, Hagne peace conference, May, 71p.
- UNEP, (2000): Scientific Mission to Kosovo Depleted Uranium in Kosovo, vol.32, pp.139-142, Post - Conflict Environment Assessment .
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, (1996): Sources and Effects of Ionizing Radiation, vol.22, 90p., New York .
- United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, (1988): Sources Risks and Effects of Ionizing Radiation, vol.15, 155p, United Nations.
- Uranium Radiation Properties, (2000): Last Updated , 1 Sep. [From Internet], vol.18, 160 p.
- WHO., (1996): (World Health Organization), Health Consequences of the Chernobyl Accident, Scientific Report , Geneva . 45p.

#### المصادر

- الغرابي، سعاد جاسم (2002): التلوث الناتج عن استخدام دول العدوان لليورانيوم المنضب في جنوب العراق بعد عشر سنوات ، مقررات المؤتمر العلمي عن تأثير استعمال اليورانيوم المنضب في الانسان والبيئة في العراق ، الجزء الأول ، آذار، ٦٩ ص .
- الكناني، عذاب طاهر (2001): التحري عن اليورانيوم المنضب في تربة مواقع مختلفة من محافظة البصرة ) ، مجلة الرياضيات والفيزياء ، المجلد ١٦ .

- الكناني، عذاب طاهر (1990) : أكتشف عن الإشعاعات المؤينة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، هيئة المعاهد الفنية ١٥٠ ص .
- الخطيب، غسان هاشم، ( 1984 ) : الطاقة الذرية واستخداماتها السلمية، الطبعة الثانية ، منظمة الطاقة الذرية، ٥٧ ص.
- جاسم، جاسم زبون، الحارثي، رشيد أبو غيدا (1989): اليورانيوم المنضب معدن العار ، ٩٢ ص .
- علي، عطية عبد الله ، شذى الدركزي ، مازن عمانويل (1990): الفيزياء النووية التجريبية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد، ٨٧ ص.
- مجموعة بحوث في الندوة العلمية حول استخدام الاسلحة الحربية لليورانيوم المنضب في المنطقة الجنوبية من العراق عام (1998).
- نشوان، شوكت علي (2000) : التلوث الإشعاعي البيئي ومصادره في محافظة نينوى ، رسالة ماجستير - هندسة البيئة / جامعة بغداد، ١٢٠ ص.

## Study The Radiatory Pollution in Selected Soils of Kirkuk Governorate

Farid M. Mohammed\* Shaker M. AL-Jobori\*\*

Sameen F. Mohammed\*

\*College of education – University of Tikrit

\*\* College of the Madinat Al-Elim Al-Jameaa / Baghdad / Al-Khalisa school

Received: 17/5/2009, Accepted: 25/1/2010

### Abstract

18 samples of soil were collected from selected places in Al-Tamim governorate and these samples were measured by using Gamma ray spectrum system represented by Germanium high purity (HPGe) with energy resolution 2.2 KeV at the energy 1332 KeV of Co<sup>60</sup>. The system was attached to the computer where the spectrum was collected and analyzed by the PCA program which is a comprehensive program for spectral and quantity analysis of Gamma ray. The radiatory activity of radiating nuclides resulting from the chain of U<sup>238</sup>, U<sup>235</sup>, K<sup>40</sup> and Cs<sup>137</sup> were calculated .

The ratios Th<sup>234</sup> /Ra<sup>226</sup>, was found (0.828 – 0.969), Th<sup>234</sup> /Pa<sup>234m</sup>, was found to be (0.805 – 0.954).The value of R which represents U<sup>235</sup> / U<sup>238</sup> was counted and it ranged between (0.00562-0.00602) for the samples of polluted soils and (0.0064-0.0071) for

the unpolluted soil. The value of R in the soil 100% polluted with the depleted Uranium Equals 0.00351. The present study proves the existence of high concentrations of Cs<sup>-137</sup> exceeding (11 Bq/Kg).