حِساب مُعدّل الجُرّعة الـمُمتصة في الهواء وتركيز Th-232, U-238 والنشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي لعينات من التُرّبة الزراعية في الجمهورية اليمنية

محمد حمود الزهيري

أستاذ الفيزياء النووية المساعد ، كلية العلوم ، جامعة إب

mzuhairy2001@yahoo.com

عبدالعزيزعمريازهير

أستاذ الفيزياء النووية المشارك ، كلية العلوم ، جامعة حضرموت

Abdulazize_bazohair@yahoo.com

شاكر محمود الجبوري

أستاذ الفيزياء النووية ، جامعة المأمون الأهلية ، بغداد

الملخص

تعتبر هذه الدراسة أول دراسة من نوعها للتربة الزراعية في الجمهورية اليمنية وقد تم فيها تحديد النظائر المشعة :- U-238، Th-232، K-40، Cs-137 لخمسة عشر عيّنة تُرابية لبعض مناطق الجمهورية اليمنية وذلك باستخدام تقنية التحليل الطيفي لأشعة جاما.اُستِخدم كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة لقياس النشاط الإشعاعي النوعي (Bq/Kg) ، ومن الطيف الجامي وجد أن قيم النشاط الإشعاعي النوعي للنظائر المشعة في العينات تراوحت بين:

U-238 (36.6±1.6 — 80.2±6.2),
Th-232 (28.9±2.8— 82.3±1.4),
Cs-137 (4.4±1.2 — 30 ± 0.8),
K-40 (561±30 —1530± 27.4)
Bq/Kg.

وحُسِب أيضاً تركيز اليورانيوم (U-٢٣٨) والثوريوم (Th -٢٣٢) في عينات التربة بوحدة جزء لكل مليون جزء (ppm)وتراوحت القيم للنظيرين كما يأتي :-

U-238(0.5221±0.02 — 1.3102±0.05),
Th-232(1.7321±0.09 — 4.6893±0.20) ppm.

كذلك تم حِساب مُعدل الجُرّعة الممتصة في الهواء (D) للنويدات

K-40 , Th-232, U-238 في العينات التُرابية حيث تراوحت قيمها

بين : -

$(68.67\pm4.74 — 143.42\pm10.76)\ (n\ Gyh^{-1})$.

وتم أيضا حساب النِسب الآتية : -

$$\frac{K}{Th}\ ,\quad \frac{K}{U}\ ,\quad \frac{Th}{U}.$$

ومن النتائج التي تم الحصول عليها وُجد أن جميع التراكيز كانت ضمن الحدود المسموح به عالمياً. الدراسة الحالية أُجريت للحصول على فكرة عامة لطريقة قياس الإشعاع في التربة ولمعرفة درجة تأثير الإشعاع على صحة الإنسان ولأغراض بيئية أيضا.

المقدمة :

تعددت وتنوعت الدراسات والأبحاث البيئية مع نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحالي حيث شملت تلك الدراسات والأبحاث عناصر البيئة المختلفة الهواء والماء والغذاء والتربة والإشعاعات الطبيعية والصناعية ..... إلخ. ومع التقدم الصناعي والتكنولوجي والتزايد السكاني والبناء العشوائي في المدن أو ما يُسمى بأريفة المدينة وكذلك تزايد النفايات الإلكترونية والصلبة والمنتجات البلاستيكية ووجود المصانع المختلفة التي تؤدي إلى أخطار متعددة أهمها الأمطار الحمضية وكذا المخلفات الطبية واستخدام الديزل في الوقود وغسيل السيارات كل ذلك وغيره أدى إلى تفاقم الأخطار البيئية على الإنسان الذي هو هدف التنمية ووسيلتها ولمواجهه الأخطار التي تواجه البيئة عُقِدت العديد من المؤتمرات المحلية والإقليمية والدولية لمناقشة الأخطار التي تُهدد البيئة بمختلف جوانبها حيث كان آخرها مؤتمر قمة الدول الثمان الصناعية في كيوتو باليابان ٢٠٠٨/٥/٢٥ وذلك لمناقشة قضية الاحتباس الحراري وقضايا البيئة بصورة عامة ومن المتوقع أن تُعقّد العديد من المؤتمرات في المستقبل لمناقشة الأخطار التي تواجه البيئة.

يُعرّف تلّوث التربة بأنه عبارة عن أيّ تغيير في المواصفات الطبيعية لعناصر التربة الرئيسة على أثر تسرب مركبات كيماوية معقدة يصعب تحليلها في التربة من خلال حركة المياه أو تسرب مواد مشعة اصطناعية وطبيعية تقوم برفع المستوى الإشعاعي للإشعاع الطبيعي المتواجد في التربة من النظائر الثلاثة البوتاسيوم- ٤٠ وعائلة الثوريوم- ٢٣٢ وعائلة اليورانيوم- ٢٣٨ ، مما يؤدي إلى اضطراب التوازن الطبيعي في العلاقة بين سلامة الحياة للكائنات الحية ومحيطها البيئي الحيوي ، ومن المعلوم أيضا أن سطح الأرض يتلوث بالنظائر المشعة الصناعية الناتجة عن اختبارات الأسلحة النووية والحوادث النووية وأهم تلك الحوادث هي حادثة تشرنوبل عام ١٩٨٦ والمخلفات النووية والمبيدات والأسمدة الملوثة بالإشعاع

والأشعة الكونية، كذلك منذ نشأة الأرض فأنه يوجد نشاط إشعاعي طبيعي للقشرة الأرضية لسلاسل اليورانيوم، والثوريوم، ونظير البوتاسيوم (K-40) ، وكل من النشاط الإشعاعي الصناعي والطبيعي يؤثر بصورة أو بأخرى على الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وقد زاد النشاط الإشعاعي الصناعي خلال الحرب الباردة وبعد حادثة المفاعل النووي في مدينة تشرنوبل حيث تنطلق نظائر مشعة في الهواء مثل عنصر السيزيوم (Cs-137) الذي له عمر نصف ٣٠ سنة وهو يتركز في العضلات وعنصر السترونشيوم (Sr-90) الذي له عمر نصف٢٨سنة واليود(I-131) والذي له عمر نصف يقدر بثمانية أيام وهو يضمحل ببعث جسيمات بيتا والذي لا يمكن لكاشف الجرمانيوم الكشف عنها، وعندما يستنشق الإنسان أو الكائن الحي تلك النظائر المشعة أو يتناولها بصورة غير مباشرة عن طريق الغذاء أو الشراب أو يتعرض لها فإنها تؤثر بشكل سلبي على أنسجته وخلاياه إذا كانت ذات جرعة عالية وذلك بسبب ما تصدره من إشعاعات مؤينة تؤدي إلى حدوث أمراض مثل السرطانات المختلفة أو حدوث طفرات غير مرغوبة في الأجيال القادمة بسبب التلف الذي يحدث لخلايا الكائنات الحية وجيناتها وأثبتت الدراسات الحديثة أن هناك علاقة عكسية بين تلوث الهواء وعمر الإنسان.

أُجريت العديد من الدراسات لتقدير النشاط الإشعاعي الطبيعي والصناعي في التربة وكذلك حِساب الجُرّعة الممتصة في الهواء فوق متر واحد من سطح الأرض [١,٢,٣,٤,٥,٦,٧,٨,٩,١٥] . في هذا البحث سوف يُقاس النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي للنظائر٢٣٨- U ، Th-232 ، K-40و Cs -137 وكذلك سيتم حساب تركيز اليورانيوم- ٢٣٨ والثوريوم- ٢٣٢ بوحدة جزء لكل مليون جزء part per million(ppm) وحِساب الجُرّعة الممتصة في الهواء للنويدات K-40, Th-232, U-238 وحساب النِسب الآتية :-

$$\frac{K}{Th} \quad , \quad \frac{K}{U} \quad , \quad \frac{Th}{U} .$$

في التربة السطحية الزراعية لبعض مناطق الجمهورية اليمنية بواسطة مطياف أشعة جاما، وهذه الدراسة هي للأغراض البيئية ولمعرفة درجة تأثير الإشعاع على صحة الإنسان ولإعطاء فكرة عن إحدى الطرائق لقياس تركيز الإشعاع في واحد من مكونات البيئة وهي التربة.ولأهمية التربة حيث أنها تُعتبر واحدة من أشياء أُخرى في سرّ وجود الكائنات الحية على الأرض وهناك عدة وسائل لحمايتها من التلوث هي عدم رمي المخلفات الصلبة والمنتجات البلاستيكية والزيوت الحارقة واستخدام أسمدة ملوثة بالإشعاع فيها وعمل مصدات للرياح والتشجير.

١-الخطوات العملية :

أُخِذت عينات من التربة السطحية الزراعية من مناطق مختلفة في الجمهورية اليمنية الشكل(١)حيث أُخِذت العينات من مساحة نصف متر مربع تقريباً وبعمق تراوح بين(٠ــ ١٠) سم ووضعت تلك العينات في أوان

بلاستيكية منفصلة وكُتِب على كل أناء أسم المنطقة التي أُخِذت منها العينة ، أُحضرت العينات إلى مكان القياس ومن ثمّ نُظِفت من الشوائب والأحجار الكبيرة نسبياً وجُفِفت عند درجة حرارة الغرفة ثم طُحِنت ونُخِلت حتى تكون متجانسة الحبيبات ثم وضع نصف كيلوجرام من كل عينة في وعاء مارنيللي وغُطِي الوعاء بأحكام وخُزِّنت العينات لمدة ثلاثة أسابيع للسماح للنظائر المشعة الناتجة من السلاسل الإشعاعية الطبيعية المختلفة بالوصول إلى حالة التوازن[11] وأعطيت كل عينة رقم معين .

جُهِزت منظومة القياس الشكل(٢) والتي تتكون من كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HpGe) نوع Canberra وبلورة الكاشف لها قطر(١٥,٢٠cm) وطولها(٧,٥cm)و قدرة فصل قدرها ٢,١١ كيلوالكترون فولت عند الخط الجامي 1332KeV للنظير Co-60 والمتصل بمضخم ابتدائي ومصدر جهد ومُكبّر(مُضَخِم) خطي ومحلل قنوات نوع Ortec 6240B الذي له ١٠٢٤ قناة.حُصِنَ الكاشف بطبقة من الرصاص سمكها خمسه سنتيمترات من جميع الجهات لمنع وصول الخلفية الإشعاعية إلى الكاشف وبُطِنَت بطبقتين من شرائح الالمونيوم ثم شرائح الحديد وذلك لمنع وتقليل الأشعة السينية الواصلة إلى الكاشف.

تم معايرة منظومة القياس وذلك للتعرف على القمم الطيفية وما يقابلها من القنوات في أطياف العينات التُرابية المقاسة وقد أُستِخدم لعملية المعايرة طيف نظير عنصر اليوربيوم (Eu-152) المشع حيث كان نشاطه الإشعاعي عند أخذ القياسات هو(226 dis/sec) والذي له عمر نصف 13.5 سنة والموضوع في وعاء مارنيللي* المغلق بأحكام ولمعرفة الكفاءة النسبية للعدّ لمنظومة القياس Efficiency (ε)% أُستِخدمت المعادلة : -

$$\text{Relative Efficiency} = \frac{\text{Count} / t_c}{A \times I_\gamma} \times 100 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث : Count/t_c : النشاط الإشعاعي المقاس بالكاشف عند تاريخ القياس وهو يكافئ قيمة المساحة تحت القمة الضوئية Area under the peak مقسوما على زمن القياس.

A : نشاط المصدر (Eu-152) بوحدة البيكرل (Bq) عند زمن القياس.

I_γ : الشدة النسبية لأشعة جاما عند كل طاقة.

الشكل (3) يُوضّح منحنى الكفاءة النسبية لمنظومة القياس وقبل إجراء القياسات بصورة نهائية تم أخذ عينات عشوائية من العينات لمعرفة هل العينات لها نشاط عالٍ أم لا ؟وقد وجد أن العينات لها نشاط ضعيف

❖ علبة مارنيللي هي علبة بلاستيكية شكلها الهندسي مصمم بصورة رئيسية لتقريب مواد العينة قدر الإمكان من المنطقة الفعالة من الكاشف لكي تسمح بكفاءة عدّية عالية لأشعة جاما المنبعثة من النوى المشعة الموجودة في العينة .

وبسبب ذلك تم وضع كمية كبيرة نسبيا من عينات التربة (٥٠٠جرام) وزمن عدّ طويل نسبياً (١٢ساعة) لكل عينة.

٢-النتائج:

١- لحساب النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي Natural Specific Activity (S. A.) للعينات التُرابية والعينات المعيارية أُستخدمت المعادلة[10]:

$$S.A.(Bq/kg) = C/ t_c \varepsilon I_\gamma W \text{ ---------- } (2)$$

حيث:

C: صافي العد عند كل قمة ضوئية في طيف العينة.

t_c: الزمن الكلي للقياس بالثواني.

W: وزن عينة القياس بالكيلوجرام.

ε: كفاءة الكاشف النسبية عند كل طاقة.

أُختير النظير (Bi-214) عند الطاقة 906 KeV لحساب النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي لليورانيوم-٢٣٨ في العينات وأُختير النظير(Tl-208) عند الطاقة 583KeV لحساب النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي للثوريوم- ٢٣٢ في العينات وسبب ذلك الاختيار أن الشدة النسبية لأشعة جاما عند تلك الطاقات عالية[١٢] وكذلك عدم وجود تداخل لتلك الطاقات مع طاقات النظائر الأخرى.

الجدول(1)يُوضح النشاط الإشعاعي النوعي للنظائر U-238، Th-232، K-40 في العينات الترابية بالإضافة إلى النظير Cs-137 في عينات الدراسة.

٢- بطريقة التناسب بين العينات المعيارية والعينات الترابية قيد الدراسة تم حساب تركيز U-238 وTh-232 بوحدة part per million (ppm) عن طريق المعادلة:

$$(C)_{sample} = \frac{(S.A)_{sample}}{(S.A)_{standard}} (C)_{standard} \text{ ---------- } (3)$$

حيث أن: $(C)_{sample}$: تركيز العنصر المشع في العينة التُرابية قيد الدرس.

$(C)_{Standard}$: تركيز العنصر المشع في العينة التُرابية المعيارية.

$(S.A)_{Sample}$: النشاط الإشعاعي النوعي للعينة التُرابية قيد الدرس.

$(S.A)_{Standard}$: النشاط الإشعاعي النوعي للعينة التُرابية المعيارية.

الجدول (2) يوضح تركيز ٢٣٨- U، Th-232 بوحدة جزء لكل مليون جزء(ppm).

3- حساب مُعدّل الجُرعة الممتصة في الهواء The absorbed dose rate in air (D) عند متر واحد فوق سطح الأرض بوحدة (نانوجراي لكل ساعة) ($n\ Gy\ h^{-1}$) باستخدام معاملات التحويل

(Conversion Factors) حيث أُستخدمت المعادلة[18]

$$D=0.427(A.S.)_{U-238}+0.662(A.S.)_{K-40}+0.043(A.S.)_{Th-232} \quad \ldots\ldots (4)$$

٤- حساب النسب بين النظائر المشعة المقاسة

الجدول (٣) يوضح قيم معدل الجُرّعة الممتصة(D) مع النسب الآتية :

$$\frac{K}{Th}\ ,\quad \frac{K}{U}\ ,\quad \frac{Th}{U}.$$

٣-المناقشة والاستنتاج:

إن الإشعاعات الطبيعية الصادرة من كل من اليورانيوم- ٢٣٨ والثوريوم- ٢٣٢ والبوتاسيوم- ٤٠ انتقلت إلى التربة الزراعية بوساطة السيول المنجرفة عبر الوديان من السلاسل الجبلية المحيطة بالمناطق الزراعية خلال الأمطار الموسمية التي تهطل بغزارة على محافظات الجمهورية اليمنية ، أوانها قد انتقلت إلى التُربة عند استخدام بعض الأسمدة المـلَوَّثة بالإشعاع والتي تدخل إلى اليمن بطريقة غير مشروعة ، أما الإشعاع الصناعي وهو السيزيوم- ١٣٧ فيُعد من المتساقطات النووية الناتجة من الإنفجارات النووية وخاصة مفاعل تشرنوبل الروسي ، وهذا النظير المشع موجود في أجواء محافظات الجمهورية تنقلها الرياح من المحيطات ثم بعد ذلك تتساقط على التُربة بواسطة الأمطار. يتضح من الجدول(١) أن النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي لكل من اليورانيوم- ٢٣٨ والثوريوم- ٢٣٢والسيزيوم- ١٣٧و البوتاسيوم- ٤٠ في عينات الترب الزراعية حيث تراوحت قيم النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي لتلك النظائر كما يأتي :

U-238 (36.6±1.6 — 80.2±6.2),
Th-232 (28.9±2.8 — 82.3±1.4),
Cs-137 (4.4±1.2 — 30 ± 0.8),
K-40 (561±30.9 —1530± 27.4) Bq/Kg.

كذلك تراوحت تراكيز اليورانيوم-٢٣٨ والثوريوم- ٢٣٢ بوحدة جزء لكل مليون جزء (ppm) حَسَبْ القِيم الآتية :

U-238 (0.5221±0.02—1.3102±0.05),
Th-232(1.7321±0.09 — 4.6893±0.20) ppm.

الجدول(٢) يوضح قيم تراكيز اليورانيوم-٢٣٨ والثوريوم- ٢٣٢.

يُلاحظ من الجدول(١) أن أعلى نشاط نوعي اليورانيوم-٢٣٨ هو (80.2±٦,٢) Bq/Kg وكذلك للثوريوم- ٢٣٢هو (82.3±١,٤) Bq/Kg والبوتاسيوم- ٤٠ هو (1530±٢٧,٤)Bq/Kg وهذه القيم هي للعينات الترابية التي أُخِذت من محافظة الضالع من منطقة جُبَنْ

وهذه المنطقة تكثر فيها أمراض السرطان بين السكان وربما يُعزى سبب ذلك للنشاط الإشعاعي المرتفع لتلك النظائر.

عند مقارنة نتائج هذا البحث مع نتائج الأبحاث الأخرى في دول مختلفة فإننا نلاحظ أن قيم النشاط الإشعاعي النوعي للثوريوم- ٢٣٢والبوتاسيوم- ٤٠ قد فاقت نتائج بعض العينات في دراسات سابقة[١٦] و[٣,٧,٨,٩] وأقل في النشاط الإشعاعي النوعي ل K-40 في دراسات أخرى [١٤]. أما تركيز اليورانيوم- ٢٣٨ فكان اقل من تركيز بعض الدراسات في دول أخرى [٣,١٣,١٦] وأعلى من دراسات أخرى [١٤].أما نشاط السيزيوم- ١٣٧ النوعي فقد تراوح بين Bq/Kg(0.8±30—1.2±4.4)وهي اقل من دراسات سابقة في دول أخرى [15,7,8,9,13,14] أما في العينات رقم ١٠،٤ ، ١٥ فقد كان نشاطه دون حدّ الكشف أو القياس، الشكل (٤) يوضّح الطيف الطاقي للنظائر المشعة في إحدى العينات قيد الفحص والشكل(٥) يوضح النشاط النوعي الطبيعي لK-40, Th-232, U-238.

يتضح من الجدول(٣) أن أعلى قيمة لمُعدّل الجُرّعة الممتصة في الهواء(D) عند متر واحد فوق سطح الأرض لكل من: K-40, Th-232, U-238 كانت $nGyh^{-1}$ ١٤٣.٦٧ في العينة رقم ١١والتي أخذت من محافظة الضالع منطقة جُبَنْ. كذلك حُسِبت نِسَبْ Th/U, K/U, K/Th الجدول (٣)يوضح تلك القيم حيث تراوحت النِسَب كما يأتي:

Th/U (0.48—1.28), K/U (8.43—33.63), K/Th(8.54—33.16).

من النتائج السابقة يُلاحظ أن النشاط النوعي الطبيعي ل U-238 في معظم العينات كانت أعلى نوعا ما من النشاط النوعي الطبيعي ل Th-232 وخاصة في العينات التي أخذت من محافظة الضالع ومن المحتمل أن يكون في تلك المنطقة كميات من اليورانيوم يمكن الاستفادة منها تجاريا كذلك نُنبه الجهات المختصة وخاصة الجهات الصحية والإدارة المحلية بتوعية سكان المنطقة بعدم البناء بأحجار المنطقة وخاصة الأحجار التي لها كثافة عالية لاحتمال احتوائها على نشاط عال للنظائر المشعة.

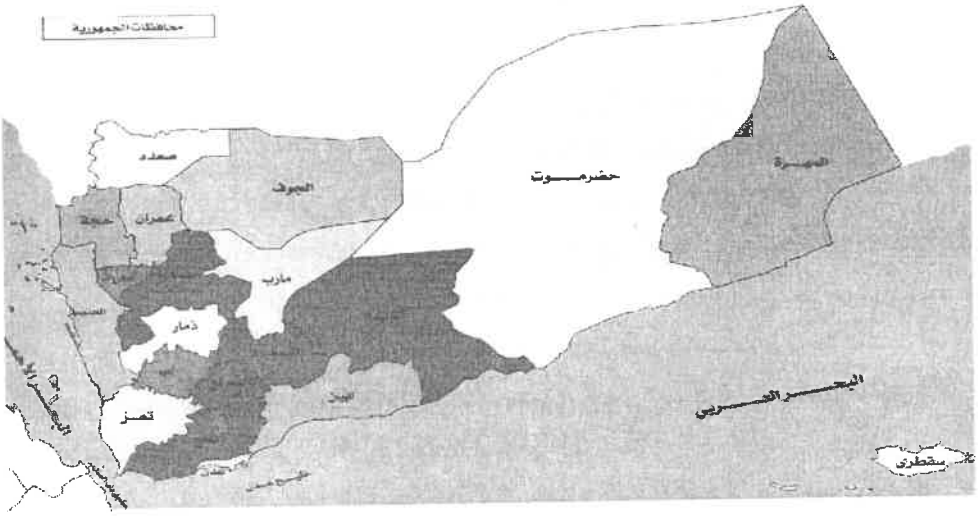
من خلال نتائج الدراسة الحالية يُلاحظ أن النشاط النوعي الطبيعي لكل من U-238,K-40,Th-232 ,Cs-137 هي ضمن الحدود المسموح بها عالمياً للتعرض للإشعاع حيث أن النشاط النوعي المسموح به عالميا[١٧] هو

$1*10^5$ Bq/Kg ل K-40 و $1*10^5$ Bq/Kg ل Cs-137 و

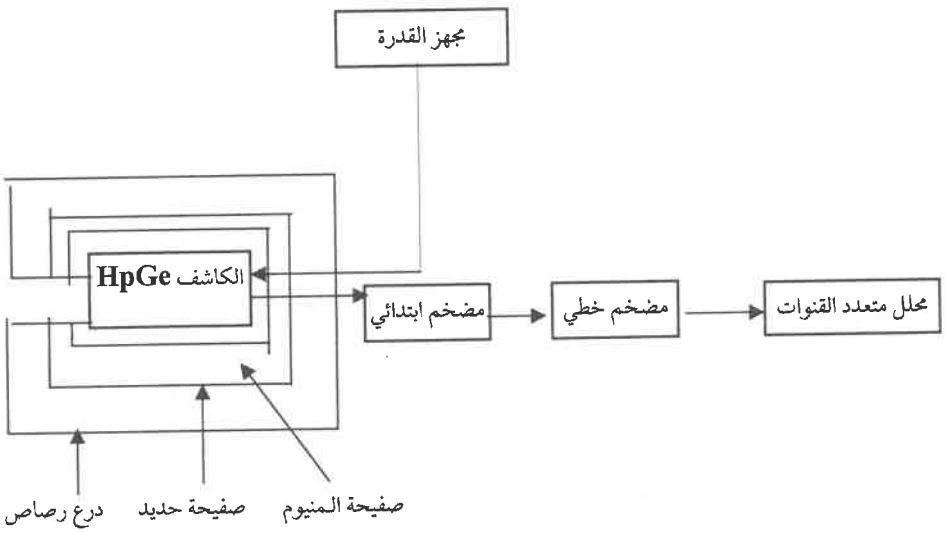
$1*10^4$ Bq/Kg. ل Th-232 و $1*10^4$ Bq/Kg ل U-238

٤-توصية:

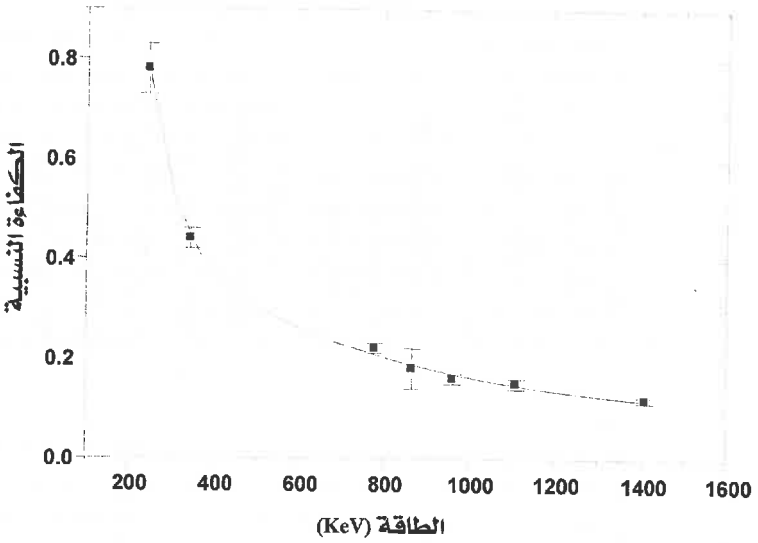
- من خلال نتائج الدراسة الحالية نوصي بإجراء مزيد من الدراسات في منطقة جُبَنْ في محافظة الضالع لقياس النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي للصخور والتربة وباستخدام تقنيات أخرى للمقارنة.
- دراسة مناطق أخرى إشعاعيا.



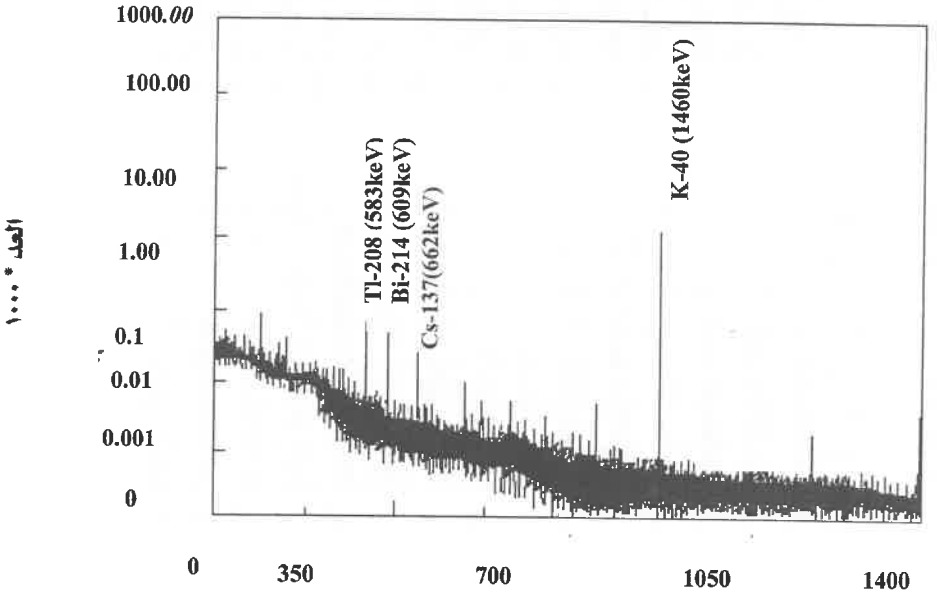
الشكل(١): خارطة الجمهورية اليمنية



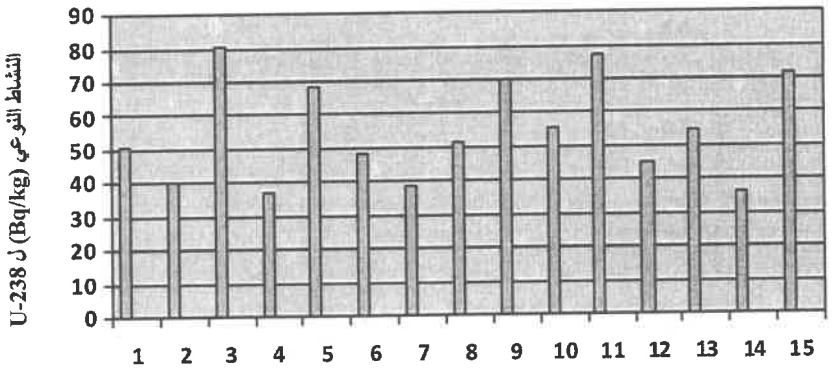
الشكل (٢) : منظومة قياس طيف أشعة جاما

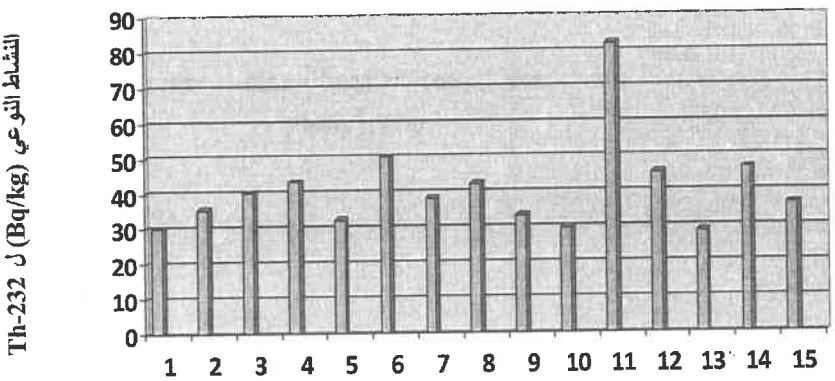


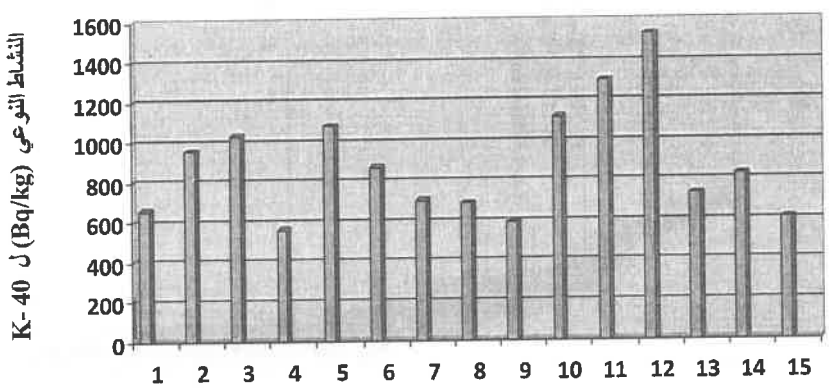
الشكل(٣): كفاءة الكاشف النسبية وطاقات أشعة جاما للمصدر المشع Eu-152



الشكل (٤): الطيف الطاقي للعناصر المشعة في إحدى العينات


النشاط النوعي (Bq/kg) ل U-238
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15


النشاط النوعي (Bq/kg) ل Th-232
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15


النشاط النوعي (Bq/kg) ل K- 40
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

الشكل (٥): النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي (Bq/Kg) لكل من
K-40, Th-232, U-238 في العينات التُرابية

الجدول(١) النشاط الإشعاعي النوعي الطبيعي في العينات التُرابية للنظائر
K-40، Th-232, Cs-137، U-238 بوحدة Bq/Kg

العينة	U-238at 609KeV	Th-232at 583KeV	Cs-137at 662KeV	k-40at 1460KeV
1	50.7 ± 5.2	30.2 ± 2.6	4.4 ± 1.2	660 ± 22.2
2	40.3 ± 2.2	35.3 ± 2.1	13 ± 1.1	953 ± 24.3
3	80.2 ± 6.2	40.2 ± 1.8	14.3 ± 1.0	1032 ± 27.4
4	37.2 ± 0.8	43.3 ± 0.8	——	561 ± 30.9
5	68.4 ± 3.1	32.5 ± 3.4	5.8 ± 1.0	1077.8 ± 24.1
6	48.3 ± 0.8	50.3 ± 1.1	23 ± 0.9	871.8 ± 24.5
7	38.3 ± 1.8	38.5 ± 2.1	21 ± 0.9	703.4 ± 23.7
8	51.5 ± 2.8	42.6 ± 0.9	20 ± 1.2	690.8 ± 20.3
9	70.4 ± 2.2	33.5 ± 2.2	16.3 ± 0.9	593.4 ± 15.1
10	55.4 ± 2.0	29.8 ± 2.8	——	1120.3 ± 30.4
11	77.3 ± 2.8	82.3 ± 1.4	8.5 ± 1.5	1300.8± 22.1
12	45.5± 2.7	45.5 ± 1.5	6.6 ± 1.3	1530 ± 27.4
13	54.4 ± 2.2	28.9 ± 2.8	15.7 ± 1.1	732.3 ± 23.5
14	36.6 ± 1.6	46.7 ± 0.8	30 ± 0.8	830.8 ± 24.3
15	71.3 ± 2.2	36.7 ± 1.8	——	608.7 ±22.1

الجدول (2) تركيز العنصرين (Th-232 ، U-238) في العينات التُرابية بوحدة جزء لكل مليون جزء (ppm)

Th-232	U-238	العينة	Th-232	U-238	العينة
2.0980 ± 0.09	1.1938 ± 0.04	9	1.9815 ± 0.08	0.7943 ± 0.03	1
1.8109 ± 0.09	0.8823 ± 0.03	10	2.1643 ± 0.09	0.7213 ± 0.03	2
4.6893 ± 0.20	1.3011 ± 0.02	11	2.4020 ± 0.06	1.3102± 0.05	3
2.7142 ± 0.11	0.7662 ± 0.03	12	2.5765 ± 0.11	0.6279 ± 0.02	4
1.7321 ± 0.09	0.8264 ± 0.03	13	2.0815 ± 0.8	0.9871 ± 0.03	5
2.8213 ± 0.14	0.5831 ± 0.02	14	2.9643 ± 0.12	0.7820 ± 0.03	6
2.1971 ± 0.06	1.2056 ± 0.04	15	2.340 ± 0.09	0.6478 ± 0.02	7
———	———	———	2.4765 ± 0.11	0.8094 ± 0.03	8

الجدول(٣) مُعدّل الجُرّعة الممتصة في الهواء(D) ونسب كل من K/Th, K/U, Th/U

$\frac{K}{Th}$	$\frac{K}{U}$	$\frac{Th}{U}$	D (n Gy h^{-1})	العينة
21.83	13.00	0.60	70.00 ± 3.5	1
27.00	23.65	0.80	81.55 ± 5.71	2
25.67	12.87	0.50	105.23±8.42	3
12.96	15.08	1.16	68.67 ± 4.74	4
33.16	15.76	0.48	97.07 ± 8.06	5
17.33	18.05	1.04	91.40 ± 8.50	6
18.27	18.37	1.00	72.09 ± 4.11	7
16.22	13.41	0.83	80.00 ± 6.08	8
17.71	8.43	0.48	77.80 ± 5.38	9
37.59	20.22	0.54	91.56 ± 7.69	10
15.80	16.83	1.07	143.42 ± 10.76	11
33.63	33.63	1.00	115.34 ± 8.10	12
25.33	13.46	0.53	73.85 ± 6.65	13
17.79	23.00	1.28	82.27 ± 5.59	14
8.54	8.54	0.51	80.91 ± 6.70	15

References

1-Tzortiz M., Svoukis E., Tsertos H., Radiat. Prot.Dosi. Vol.109, pp. 217-224 , (2004).

2- Shenber M. A.,Applied Radiation and Isotopes,Vol.48, Issue 1 pp.147-148,January(1997).

3- Tahir S. N. A., Jamil, K., Zaidi J. H., Arif M., Nasir Ahmad, and Syed Arif, Radiation Protection Dosimetry, Vol.113, No.4,pp.421-427(2005)

4- Fatima I., Zaidi, J. H., Arif M., Daud M. , Ahmad S. A. and Tahir S. N. A., Radiation Protection Dosimetry, Vol.128, No.2, pp.206- 212, (2008).

5- Rahman S., Matiullah, Mujahid S.A.and Hussain S.,Radiation Protection Dosimetry,Vol.128,No.2,pp.191- 197,(2008).

6- Zikovsky, L;& Blagoeva, R; Radioactivity and Radiochem; vol.5, No.5, pp.22,(1994).

7-Yordanova I., Staneva D., Bineva T.Z.,Journal of central European Agriculture,Vol.6, No.1, PP.85-90, (2005).

8- Obed R.I., Farai I.P., and Jibiri N.N., Journal of Radiological protection,Vol.25 , PP.305-312,(2005).

9- El-Ghossaim M.O., and Abu Saleh R.M.,The Islamic University Journal (series of Natural studies and Engineering),Vol.15, PP.23- 37, (2007).

10- Measurement of Radionuclides in food and the Environment, IAEA, TSR 295, (1989).

11-HASL-300 Procedures Mannual.EML, New York, (1983).

12-Die γ-Linien der Radionuklide, Band 2,3, Tabelle 11: γ-Linien der Radionuklide geordnetnach der Energie Teil 0.0-8 MeV.

13-Nikolic S.M., Vockic N.D., Journal of Environmental and Radioact. Vol.79, pp.169-172,(2007).

14 -F.A. Awni, et. al., Ibn Al-Haitham journal for pure and Applied Science, University of Baghdad, Ibn Al-Haitham college ,Vol.14,No.4A, pp.17-29,(2001).

15- Jabbar T., Khan K. , Subhani M. S., Akhter P. and Jabbar A, RadiationProtection Dosimetr,Vol.132, No.1,pp. 88-93, (2008).

16-Ferdoes s. and Al-Berzan B., Journal of nuclear and Radiation Physics, Vol.2, No.1, pp.25-36, (2007).

17-Safety Series, International Basic Safety Standards for protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources No.115, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY,VIENNA ,1996.

18 - V. Ramasamy, et. al, Radiation Protection Dosimetry,Vol.111,No2 pp.229-235,(2004).

Abstract:

In this study the natural and artificial radio nuclides are determined in a agricultural soil like (U-238, Th-232, K-40 and Cs-137). Fifteen samples were collected from some different regions of Yemen republic have been determined using gamma-ray spectrometry technique, (HpGe) detector was used for measurement specific activity in (Bq/kg). From the measured gamma-ray spectra, specific activity was determined in soil samples ranged as:
U-238 (36.6±1.6 — 80.2±6.2),
Th-232 (28.9±2.8 — 82.3±1.4
Cs-137 (4.4±1.2 — 30 ± 0.8),and
K-40 (561±30.9 —1530± 27.4) Bq/Kg.

Concentrations (ppm) for U-238andTh-232 were determined also by the comparison with standard samples ranged as:

U-238 (0.5221±0.02—1.3102±0.05),

and Th-232 (1.7321±0.09 – 4.6893±0.20) ppm.

The average gamma absorbed dose rate in air for all samples were estimated for U-238, Th-232 and K-40 nuclides ranged between (68.67± 4.74) and (143.42± 10.76) (n Gyh^{-1}).

The activity ratios for Th/U, K/U and K/Th were determined ranged between Th/U (0.48 and 1.28), K/U (8.43 and 33.63) and K/Th (8.54 and 33.16).

All these concentrations are within permissible, but there are some concentrations for thorium and potassium, in this study are higher than some other studies in different countries. The aim of this study was to make a picture of the radio ecological status of the soils in some regions in Yemen Republic. This study considered the first one for agricultural soils in Yemen.