



دراسة تراكيز النويدات المشعة في ترب تازة خورماتو - محافظة كركوك باستعمال

كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة

عصام سمين علي كاظم

قسم الفيزياء - كلية التربية / طوزخورماتو - جامعة تكريت

الخلاصة:

تضمنت الدراسة تقييم مستوى نشاط الإشعاع النوعي الطبيعي والصناعي نماذج من التربة باستعمال تقنية التحليل الطيفي لكاشف الجرمانيوم عالي النقاوة، حيث جمعت 10 نماذج من التربة على عمق 10cm من مدينة تازة خورماتو وضواحيها التابعة لمحافظة كركوك. وجد أن الفعالية النوعية التي تقاس بوحدة $Bq.kg^{-1}$ لكل من الثوريوم ^{234}Th و الراديوم ^{226}Ra و الرصاص ^{214}Pb و البروتكتينيوم ^{234}Pa و الرصاص ^{212}Pb و الاكتينيوم ^{228}Ac و السيزيوم ^{137}Cs و البوتاسيوم ^{40}K في النماذج المدروسة تتراوح بين (B.D.L - 65 ± 17.2) و بمعدل (7.46 ± 2.02) و (22.2 ± 3.9 - 41.8 ± 9.3) و بمعدل (28.88 ± 5.35) و (10.2 ± 0.9 - 14.6 ± 2.6) و بمعدل (12.24 ± 1.37) و (46.2 ± 4.5) و B.D.L و بمعدل (11.58 ± 1.26) و (5.7 ± 1.2 - 12.4 ± 1.2) و بمعدل (9.11 ± 0.88) و (8.2 ± 0.6 - 13 ± 1.6) و بمعدل (10.46 ± 1.81) و (B.D.L - 5.6 ± 1.2) و بمعدل (1.94 ± 0.34) و (160 ± 11.2 - 264.6 ± 14.4) و بمعدل (206.5 ± 17.65)، على التوالي. وهذه القيم جميعها مقبولة بها عالمياً ولا تؤثر في صحة الإنسان أو البيئة. فضلاً عن حساب كل من : مكافئ الراديوم - (74.72) $Bq.kg^{-1}$ ، معامل تركيز الفعالية ($0.534-0.336$) ، معامل الخطورة الداخلي ($0.312-0.184$) ، معامل الخطورة الخارجي ($0.201-0.124$) ، قيم الجرعة الممتصة في الهواء - (35.21) $nGy.kg^{-1}$ ، قيم الجرعة الفعالة السنوية الداخلية ($0.172-0.108$) $mSv.y^{-1}$ ، قيم الجرعة الفعالة السنوية الخارجية ($0.0431-0.027$) $mSv.y^{-1}$ ، زيادة مدة خطر الإصابة بالسرطان - (0.151) 10^{-3} ، الجرعة الفعالة السنوية الخارجية ($0.332-0.207$) $mSv.y^{-1}$. وبعد المقارنة بين النتائج التي حصلنا عليها والنتائج المحسوبة عالمياً وجدنا أن مستويات الإشعاع للنماذج المدروسة تقع ضمن الحدود المقبول بها.

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2017/9/23

تاريخ القبول: 2017/12/2

تاريخ النشر: 2018 / 11 / 27

DOI: 10.37652/juaps.2022.171668

الكلمات المفتاحية:

النويدات المشعة،
كاشف جرمانيوم عالي النقاوة ،
تازة خورماتو ،
راديوم.

1. المقدمة (Cosmic Rays) والأشعة الصادرة من العناصر المشعة بصورة

طبيعية، فالمواد المحيطة بنا كلها تقريباً تحتوي على نسبة ضئيلة من المواد المشعة، واعتماداً على هذا الأمر يتعرض الإنسان إلى مستوى منخفض من الخلفية الإشعاعية، وإن للإشعاع تأثيراً في البيئة قد يبقى أثره لسنواتٍ عديدة ليؤثر في التركيب الجيني للإنسان والحيوان فيؤدي إلى خملٍ وراثي يظهر أثره في الأجيال اللاحقة فضلاً عن ذلك فإن أثر

1. المقدمة Introduction

يتعرض الإنسان إلى الإشعاع بشكلٍ دائمٍ من مصدرين رئيسيين هما : المصادر الطبيعية والمصادر الصناعية، ويشكل تعرض الإنسان إلى المصادر الطبيعية النسبة الأساسية من التعرض مثل الأشعة الكونية

* Corresponding author at: college of education university of tikrit , Iraq
E-mail address: esam.ali@tu.edu.iq

بالراديوم ^{226}Ra والثوريوم ^{232}Th والپوتاسيوم ^{40}K وتقاس بوحدة (Bg.kg^{-1}) ويمكن حسابه من خلال القانون الآتي [7,6]:

$$Ra_{eq} (\text{Bq.kg}^{-1}) = A_{Ra} + 1.43 A_{Th} + 0.077 A_K \dots (2)$$

إذ إن A_{Ra} و A_{Th} و A_K هي الفعالية الإشعاعية للراديوم ^{226}Ra والثوريوم ^{232}Th والپوتاسيوم ^{40}K وتقاس بوحدة (Bg.kg^{-1}) (على التوالي). القيمة القصوى المقبول بها لفعالية الراديوم المكافئة هي $(370) \text{Bg.kg}^{-1}$ [8,7].

دليل الخطورة لأشعة كاما (I_γ) هو معامل إشعاعي تقدر من خلاله مستويات الخطورة لأشعة كاما المرتبطة بالنويدات المشعة في النماذج، ويمكن حسابه من خلال القانون الآتي [9,8]:

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

يعرف دليل الخطورة (H) بأنه معامل إشعاعي يستعمل لمعرفة مخاطر الإشعاع الخارجية والداخلية. ويمكن حساب دليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) ودليل الخطورة الداخلي (H_{in}) باستخدام المعادلات الآتية [11,10]:

$$H_{ex} = \frac{A_{Ra}}{370} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \leq 1 \dots (4)$$

$$H_{in} = \frac{A_{Ra}}{185} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \leq 1 \dots (5)$$

معدل الجرعة الممتصة لأشعة كاما في الهواء (D_γ) عند 1m فوق مستوى سطح الأرض يمكن حسابها باستعمال الفعالية النوعية للراديوم ^{226}Ra والثوريوم ^{232}Th والپوتاسيوم ^{40}K كما في المعادلة الآتية [12,6]:

$$D_\gamma = 0.462 A_{Ra} + 0.604 A_{Th} + 0.0417 A_K \dots (6)$$

D_γ : معدل الجرعة الممتصة وتقاس بوحدة nGy.h^{-1}

التلوث يصل إلى الماء والتربة ويدخل إلى السلسلة الغذائية للإنسان والحيوان على حدٍ سواء [1].

التربة أهم عناصر البيئة التي تمد الإنسان بمصادر الغذاء، ولأنها وسط ديناميكي فعندما تتلوث تصبح مصدراً طويل الأجل للتلوث البيئي المؤدي إلى تلوث الغذاء والماء والهواء. يتحقق تلوث التربة بشكل عام عند إضافة أو فقدان عناصرها التي تسبب خللاً يغير من خواصها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية ويؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في من يعيش فوق سطحها. وكان التقدم العلمي والتكنولوجي الهائل في صناعة المواد المشعة وتطبيقها في مجالات كثيرة من أهم الأخطار التي تهدد عناصر البيئة ومن ضمنها التربة، لذا أصبح من اللازم معرفة طبيعة هذه المواد وأخطارها وكيفية الحماية منها وتداولها بأمان [2]. إن أهم النويدات المشعة الموجودة في القشرة الأرضية هو ^{40}K و ^{87}Rb والنويدات المشعة الناتجة عن تفكك السلاسل ^{238}U و ^{232}Th و ^{235}U ، ويعد غاز الرادون المشع ونظائره أحد نواتج اضمحلال المواد المشعة الطبيعية [3].

2. الجانب النظري:

الفعالية النوعية A هي الفعالية الإشعاعية لوحدة الكتلة أو الحجم من المادة المشعة وتقاس بوحدة (Bq.kg^{-1}) أو (Bq.l^{-1}) . يُجرى حساب الفعالية النوعية باستخدام المعادلة الآتية [5,4]:

$$A = \frac{N}{\varepsilon I_\gamma m t} \dots (1)$$

N : صافي العد تحت القمة، ε : كفاءة كاشف أشعة كاما، t : زمن العد بوحدة الثانية m : كتلة الأنموذج بوحدة kg ، I_γ : النسبة المئوية لاحتمال انبعاث كاما من النويدات المشعة قيد الدراسة.

تعرف فعالية الراديوم المكافئة Ra_{eq} بأنها معامل إشعاعي يستخدم لضمان التوزيع الموحد للنويدات المشعة الطبيعية والمتمثلة

عشوائية، وتعتمد اللجنة الدولية (ICRP 60) القيمة (0.05) لتعرض الناس عامةً.

تم حساب الجرعة الفعالة السنوية الخارجية من خلال استخدام المعادلة التالية [16]:

$$EAD = (0.92A_U + 1.1A_{Th} + 0.08A_K) \times 10^{-9} \text{ Gy/h} \times 0.7 \text{ Sv/Gy} \times 8760 \text{ h/y} \times 0.8 \dots (11)$$

3. الجانب العملي :

تم جمع نماذج التربة وعددها 10 نموذجاً من مدينة تازة خورماتو - محافظة كركوك، وكما مثبت في الجدول (1) ومؤشر في خريطة مدينة تازة خورماتو الشكل (1)، وتجفيف هذه العينات، وغربلتها وطحنت طحناً ناعماً حتى أصبحت على شكل مسحوق دقيق ووزن (500g) من كل نموذج.

استعمل كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة وهو من كواشف المواد شبه الموصلية نوع (P-type) المصنوع من شركة كانبيرا (Canberra) ويحتاج الى فولتية التشغيل عالية (4000V). هذا النوع من الكواشف يبرد الى درجة (C° -196) عند التشغيل بواسطة النتروجين السائل. يحاط الكاشف بجدار من الرصاص ذي سمك (10cm) لتقليل الخلفية الإشعاعية، وهو مغلف من الداخل بطبقة رقيقة من الكاديوم والنحاس وذلك لتوهين الأشعة السينية الناتجة من تفاعل أشعة كاما مع مادة الرصاص [17]. يوضح الشكل (2) منظومة قياس أشعة كاما باستخدام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة موجود في مركز الوقاية من الإشعاع في وزارة البيئة العراقية الذي أجريته القياسات فيها، والقيم موضحة في الجدول (2)، والشكل (3) يوضح طيف اشعة كاما للنموذج (S₁) من التربة باستخدام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe).

تعرف الجرعة الفعالة السنوية (AEDE) بأنها معامل إشعاعي يستخدم للحكم على مدى الآثار الصحية الناجمة عن الجرعة الممتصة وتقاس بوحدة (mSv.y⁻¹). تقدر الجرعة الفعالة السنوية باستعمال عامل التحويل (0.7 Sv.Gy⁻¹) والذي يحول الجرعة الممتصة في الهواء إلى جرعة الفعالة وكذلك باستعمال عامل الإشغال الداخلي (0.8) (indoor occupancy factor) وعامل الإشغال الخارجي (0.2) (outdoor occupancy factor) كما في المعادلتين الآتيتين [14,13]:

$$AEDE_{in} = D(nGy.h^{-1}) \times 10^{-6} \times 8760 \frac{h}{y} \times 0.7 Sv.Gy^{-1} \times 0.8 \dots (7)$$

$$AEDE_{out} = D(nGy.h^{-1}) \times 10^{-6} \times 8760 \frac{h}{y} \times 0.7 Sv.Gy^{-1} \times 0.2 \dots (8)$$

زيادة مدة خطر الإصابة بسرطان يعطي احتمال الإصابة بالسرطان مدى الحياة على مستوى تعرض معين، وهي قيمة تمثل عدداً من السرطانات الإضافية المتوقعة في عدد معين من الناس عند تعرضهم لمادة مسرطنة بجرعة معينة، و (ELCR) تحسب من المعادلة (9) إذا افترضنا أن معدل عمر الإنسان 70 عاماً [15].

$$ELCR = AEDE \times DL \times RF \dots (9)$$

حيث إن (AEDE): مكافئ الجرعة الفعالة السنوي والذي يحسب من معادلة (10).

$$AEDE = AD \times 1.23 \times 10^{-3} \dots (10)$$

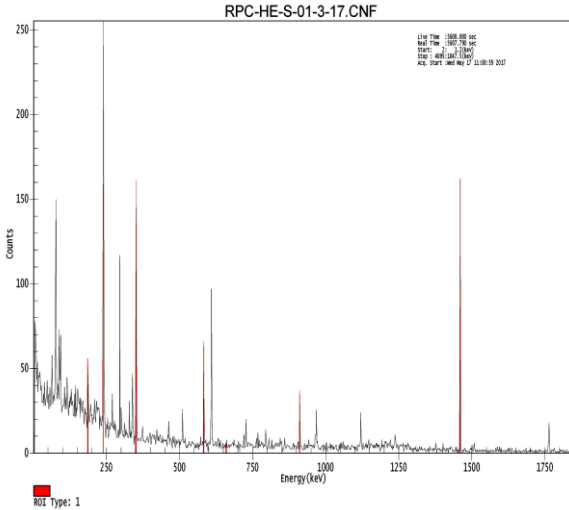
DL: متوسط عمر الإنسان (يقدر بـ 70 عاماً)

RF: عامل الخطر بوحدة (Sv⁻¹)، وخطر الإصابة بسرطان مميت لكل سيفرت، وإن الإشعاعات الخلفية ذات الجرعة المنخفضة تولد آثاراً

الجدول (1): رقم ورمز النموذج مع اسم المنطقة جمعت منها التراب

(ناحية تازة خورماتو - محافظة كركوك)

رقم ورمز النموذج	اسم المنطقة
S ₁₀	سيطرة تازة 1
S ₉	سيطرة تازة 2
S ₈	محلة العليا
S ₇	خرمان تبة
S ₆	مدخل بشير
S ₅	طريق تل احمد
S ₄	اوج تبة
S ₃	مدخل تازة
S ₂	سيطرة تازة الرئيسي
S ₁	صقركركوك



الشكل (3): طيف اشعة كاما للنموذج (S₁) من التربة

النتائج والمناقشة:

1.4 قياس الفعالية النوعية لنماذج التربة

Measurement of Specific Activity for Soil Sample

من خلال الجدول (2) نلاحظ أن أعلى قيمة للفعالية النوعية

للتوريوم ^{234}Th (65 ± 17.2) Bg.kg^{-1} في النموذج (S₆) وهذه القيمة

أعلى من قيمة المعدل العالمي للفعالية النوعية للتوريوم ^{234}Th البالغة

$(35) \text{Bg.kg}^{-1}$ ، والمعدل العام $(7.46 \pm 2.02) \text{Bg.kg}^{-1}$ ، وأقل قيمة

كانت (B.D.L) في نماذج (S₁₀, S₉, S₈, S₇, S₄, S₃, S₂) [18,5].

وبالنسبة للراديوم ^{226}Ra فإن أعلى قيمة للفعالية النوعية

$(41.8 \pm 9.3) \text{Bg.kg}^{-1}$ للنموذج (S₄) وهذه القيمة أعلى من قيمة

المعدل العالمي للراديوم ^{226}Ra البالغة $(35) \text{Bg.kg}^{-1}$. وأقل قيمة

$(22.2 \pm 3.9) \text{Bg.kg}^{-1}$ في النموذج (S₁)، والمعدل العام

$(28.88 \pm 5.35) \text{Bg.kg}^{-1}$ كما موضح في الشكل (4) [18,5].

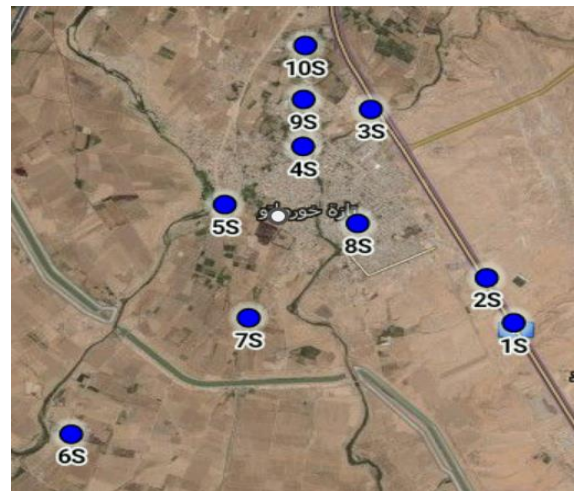
مستويات الفعالية النوعية للرصاص ^{214}Pb تقاس بوحدة Bg.kg^{-1}

¹ في التربة بأقل قيمة (10.2 ± 0.9) في النموذج (S₁) وبأعلى قيمة

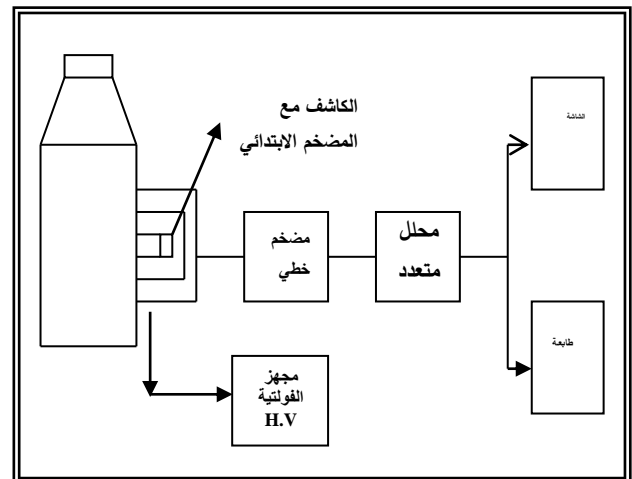
(14.6 ± 2.6) في النموذج (S₃)، والمعدل العام (12.24 ± 1.37)

وهذه القيمة أقل من المعدل العالمي للفعالية النوعية للرصاص البالغة

[18,5] (35)

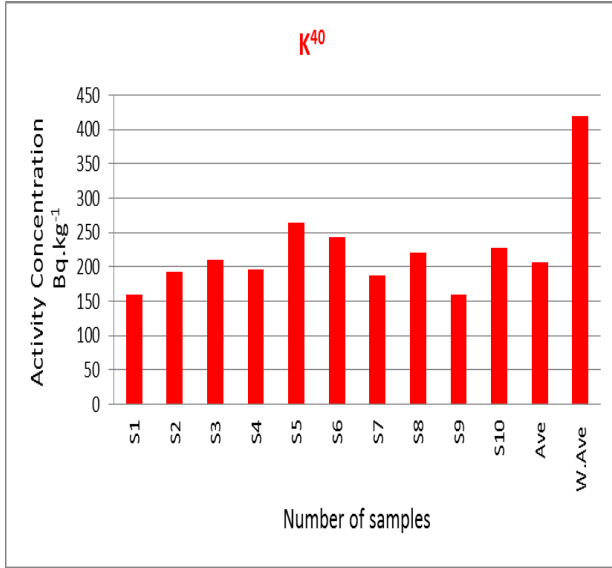


الشكل (1): خريطة توضح مناطق الدراسة



شكل (2): مخطط لمنظومة قياس النشاط الإشعاعي

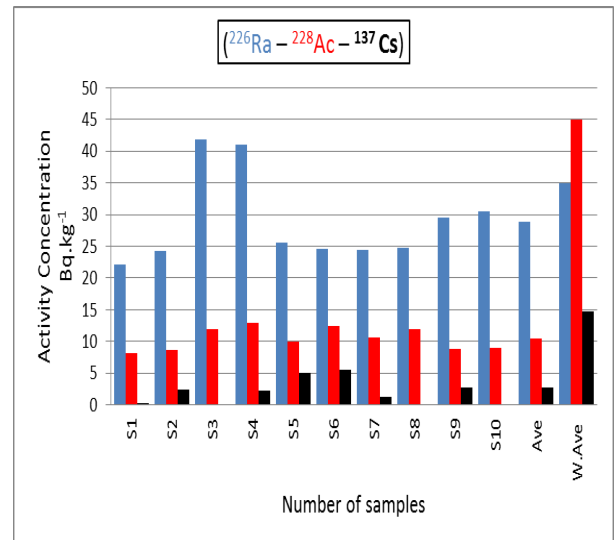
قيمة الفعالية النوعية للبتاسيوم $40K$ كانت تتراوح بين $(S5, S1)$ $(264.6 \pm 14.4 - 160 \pm 11.2)$ $Bg.kg^{-1}$ على التوالي، والمعدل العام (206.5 ± 17.65) $Bg.kg^{-1}$. النتائج الحالية تبين أن معدل فعالية النوعية للبتاسيوم يكون أقل من المعدل العالمي البالغ (420) $Bg.kg^{-1}$ كما موضح في الشكل (5) $[18,5]$.



الشكل (5): تركيز الفعالية النوعية للنويد المشعة (^{40}K)

أما أعلى قيمة للفعالية النوعية للبروتكتينيوم ^{234}Pa (46.2 ± 4.5) $Bg.kg^{-1}$ فكانت للنموذج (S_6) وهذه القيمة أعلى من الحد المسوح عالمياً والبالغ (35) $Bg.kg^{-1}$ وأقل قيمة $(B.D.L)$ للنماذج $(S_9, S_8, S_7, S_5, S_4, S_2)$ وبمعدل (11.58 ± 1.26) $Bg.kg^{-1}$ $[18,5]$. أعلى وأقل قيمة للفعالية النوعية لسلسلة الثوريوم ^{232}Th تقاس بوحدة $Bg.kg^{-1}$ $(^{228}Ac, ^{212}Pb)$ تتراوح $(12.4 \pm 1.2 - 5.7 \pm 1.2)$ للنماذج (S_6, S_3) و $(13 \pm 1.6 - 8.2 \pm 0.6)$ للنماذج (S_4, S_1) على التوالي، والمعدل العام لسلسلة الثوريوم $(^{228}Ac, ^{212}Pb)$ $(10.46 \pm 1.81 - 9.11 \pm 0.88)$ على التوالي. النتائج الحالية تبين أن أقل من معدل العالمي البالغ (30) كما موضح في الشكل (4) $[18,5]$.

كانت مستويات الفعالية النوعية للسيزيوم ^{137}Cs في التربة معظمها أقل من قيمة حد الكشف $(B.D.L)$ للنماذج (S_{10}, S_8, S_3) ، وأعلى قيمة (5.6 ± 1.2) $Bg.kg^{-1}$ للنموذج (S_6) ، والمعدل العام (1.94 ± 0.34) $Bg.kg^{-1}$. النتائج الحالية تبين أن معدل الفعالية النوعية للسيزيوم ^{137}Cs في النماذج يكون أقل من قيم المعدل العالمي للفعالية النوعية للسيزيوم ^{137}Cs البالغة (14.8) $Bg.kg^{-1}$ كما موضح في الشكل (4) $[18,5]$.



الشكل (4): تركيز الفعالية النوعية للنويدات المشعة $(^{226}Ra - ^{228}Ac - ^{137}Cs)$

الجدول (2) يوضح مستويات الفعالية النوعية للنويدات المختلفة في نماذج التربة في تازة خورماتو

Number of samples	Specific Activity Concentrations (Bq.kg ⁻¹)							
	²³⁸ U (Bq.kg ⁻¹)				²³² Th (Bq.kg ⁻¹)		¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	
	²³⁴ Th	²²⁶ Ra	²¹⁴ Pb	²³⁴ Pa	²¹² Pb	²²⁸ Ac	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
S ₁	7.2±1.8	22.2±3.9	10.2±0.9	22.2±1.3	8±0.6	8.2±0.6	0.2±0.1	160±11.2
S ₂	B.D.L	24.2±4	12.4±0.9	B.D.L	9.8±0.7	8.6±1.3	2.4±0.4	193.4±12.3
S ₃	B.D.L	41.8±9.3	14.6±2.6	22.4±5.1	5.7±1.2	12±2.1	B.D.L	210±17.6
S ₄	B.D.L	41±5.2	12.8±0.9	B.D.L	9.8±0.7	13±1.6	2.2±0.4	196.6±12.4
S ₅	2.4±1.1	25.6±4.1	12.4±0.9	B.D.L	10±0.7	10±1.4	5±0.6	264.6±14.4
S ₆	65±17.2	24.6±5.9	13.4±1.6	46.2±4.5	12.4±1.2	12.4±2.6	5.6±1.2	242.8±22.8
S ₇	B.D.L	24.4±4.1	11.4±0.9	B.D.L	8.4±0.6	10.6±1.4	1.2±0.3	187.6±24.3
S ₈	B.D.L	24.8±7.1	10.6±2.3	B.D.L	10.2±1.1	12±3.1	B.D.L	221.2±23.9
S ₉	B.D.L	29.6±5.9	12.8±0.9	B.D.L	8±0.6	8.8±1.3	2.8±0.4	160.4±11.4
S ₁₀	B.D.L	30.6±4.2	11.8±1.9	13.4±1.7	8.8±1.3	9±2.7	B.D.L	228.4±26.2
Max	65±17.2	41.8±9.3	14.6±2.6	46.2±4.5	12.4±1.2	13±1.6	5.6±1.2	264.6±14.4
Min	B.D.L	22.2±3.9	10.2±0.9	B.D.L	5.7±1.2	8.2±0.6	B.D.L	160±11.2
Ave	7.4±2.0	28.8±5.3	12.2±1.37	11.5±1.2	9.11±0.88	10.4±1.8	1.9±0.34	206.5±17.6
Global limit [18,5]	35				30		14.8	420

2.4. تقييم مؤثرات الخطورة الإشعاعية لنماذج التربة

Evaluation of Radiological Hazard Effects for Soil Samples

من خلال الجدول (3) وباستخدام المعادلة (2) يمكن ملاحظة

أن قيمة الفعالية للراديوم المكافئة (Ra_{eq}) في نماذج الترب تتراوح بين

74.728-46.246) Bq.kg⁻¹ للنموذجين (S₄-S₁) على التوالي،

والمعدل العام لفعالية الراديوم المكافئة (58.837)Bq.kg⁻¹. النتائج

الحالية تبين أن معدل فعالية الراديوم المكافئة في تازة خورماتو يكون أقل

من المعدل العالمي لفعالية الراديوم المكافئة البالغ (370) Bq.kg⁻¹

[8,7]. باستخدام المعادلة (3)، إن أقل وأعلى قيمة لدليل الخطورة لأشعة

كما (I_γ) في نماذج الترب (0.534-0.336) في نموذجين (S₄-S₁)

(S₁) على التوالي، والمعدل العام (0.428). النتائج الحالية تبين أن

معامل الخطورة لأشعة كما في مدينة تازة خورماتو يكون أقل من

المعدل العالمي البالغ (0.8) [18,5].

كما أن أقل قيمة لدليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) في نماذج

الترب (0.124) للنموذج (S₁)، وأعلى قيمة (0.201) للنموذج (S₄).

والمعدل العام (0.158) باستخدام المعادلة (4). النتائج الحالية تبين أن

معدل معامل الخطورة الخارجي في مدينة تازة خورماتو يكون أقل من

المعدل العالمي البالغ (1) [18,5].

وباستخدام المعادلة (5)، إن أقل قيمة لدليل الخطورة الداخلي

(H_{in}) في نماذج الترب (0.184) في النموذج (S₁)، وأعلى قيمة

(0.312) في النموذج (S₄)، والمعدل العام (0.236). النتائج

الحالية تبين أن معدل معامل الخطورة الداخلي في مدينة تازة خورماتو

يكون أقل من المعدل العالمي البالغ (1) [18,5].

وباستخدام المعادلة (6) لحساب معدل الجرعة الممتصة في

الهواء في نماذج الترب كانت تتراوح بين (35.213 -

22.021)nGy.h⁻¹ في النموذجين (S₄-S₁) على التوالي، والمعدل

العام (28.058) nGy.h⁻¹. النتائج الحالية تبين أن معدل الجرعة

الجدول (3): قيم معاملات الخطورة لكل من تركيز مكافئ الراديوم (Ra_{eq}) ومعامل تركيز الفعالية (I_γ) ومعامل الخطورة الداخلي (H_{in}) والخارجي (H_{ex}) وقيم كل من الجرعة الممتصة في الهواء (D_v) والجرعة الفعالة السنوية الداخلية ($AEDE_{indoor}$) والخارجية ($AEDE_{outdoor}$) وزيادة معدل الإصابة بالسرطان (ELCD).

Number of samples	Ra_{eq} (Bq.kg ⁻¹)	I_γ	Hazard Index		Absorbed Dose Rate (nGy.h ⁻¹)	Annual Effective Dose (mSv.y ⁻¹)		ELCD *10 ⁻³	EAD (mSv/y)
			H_{ex}	H_{in}		$AEDE_{in}$	$AEDE_{out}$		
S ₁	46.246	0.33667	0.1249	0.1849	22.021	0.1080	0.0270	0.0948	0.207
S ₂	51.390	0.37627	0.1388	0.2042	24.586	0.1206	0.0301	0.1058	0.232
S ₃	66.121	0.47567	0.1786	0.2916	31.608	0.1550	0.0387	0.1361	0.302
S ₄	74.728	0.53440	0.2018	0.3126	35.213	0.1727	0.0431	0.1516	0.332
S ₅	60.274	0.44707	0.1628	0.2320	29.071	0.1426	0.0356	0.1252	0.273
S ₆	61.028	0.44987	0.1648	0.2313	29.190	0.1432	0.0358	0.1257	0.273
S ₇	54.003	0.39373	0.1458	0.2118	25.678	0.1259	0.0314	0.1105	0.241
S ₈	58.992	0.43280	0.1593	0.2263	28.134	0.1380	0.0345	0.1211	0.263
S ₉	54.535	0.39227	0.1473	0.2273	25.829	0.1267	0.0316	0.1112	0.244
S ₁₀	61.057	0.44627	0.1649	0.2476	29.250	0.1434	0.0358	0.1259	0.276
Max	74.728	0.53440	0.2018	0.3126	35.213	0.1727	0.0431	0.1516	0.332
Min	46.246	0.33667	0.1249	0.1849	22.021	0.1080	0.02701	0.0948	0.207
Ave	58.837	0.42850	0.1589	0.2269	28.058	0.1376	0.0344	0.1208	0.264
Global limit [18,5]	370	0.8	1	1	55	0.45	0.07	0.2900	1.5

المتصلة في الهواء في مدينة تازة خورماتو يكون أقل من المعدل العالمي البالغ 55 nGy.h^{-1} [18,5].

كما أن قيم معدل الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الداخلي ($AEDE_{in}$) تقاس بوحدة (nGy.h^{-1}) في نماذج الترب تتراوح بين (0.172-0.108) في النموذجين (4S-1S) على التوالي، والمعدل العام (0.137)، باستخدام معادلة (7). النتائج الحالية تبين أن معدل الجرعة الفعالة السنوية الداخلي في مدينة تازة خورماتو يكون أقل من المعدل العالمي البالغ (0.45) [18,5].

كما أن حسب من خلال المعادلة (8) المعدل الجرعة الفعالة السنوية للتعرض الخارجي ($AEDE_{out}$) في نماذج الترب 0.027 mSv.y^{-1} ، وأعلى قيمة 0.043 mSv.y^{-1} ، وبمعدل 0.034 mSv.y^{-1} . النتائج الحالية تبين أن معدل الجرعة الفعالة السنوية الخارجي في تازة خورماتو يكون أقل من المعدل العالمي والبالغة 0.07 mSv.y^{-1} [18,5].

حساب معدل الإصابة بسرطان الرئة (ELCR) في نماذج الترب والذي حسب باستخدام المعادلة (9) وتراوحت قيمته بين اقل قيمة (0.094) في النموذج (1S)، وأعلى قيمة (0.151) في النموذج (4S)، والمعدل العام (0.12). النتائج الحالية تبين أن زيادة معدل الإصابة بسرطان الرئة في تازة خورماتو يكون أقل من المعدل العالمي والبالغ (0.29) [18,5].

حساب الجرعة الفعالة السنوية الخارجية (EAD) في نماذج الترب من خلال استخدام المعادلة (11) وتراوحت قيمتها بين اقل قيمة 0.207 mSv.y^{-1} في النموذج (S₁)، وأعلى قيمة 0.332 mSv.y^{-1} في النموذج (S₄)، والمعدل العام 0.264 mSv.y^{-1} . النتائج الحالية تبين أن معدل الجرعة الفعالة السنوية الخارجية في تازة خورماتو أقل من المعدل العام والبالغة 1.5 mSv.y^{-1} [18,5].

- [4] Harb S., El-Kamel A. H., El-Mageed A. I. Abd., Abbady A., and Wafaa R., "Concentration of U-238, U-235, Ra226, Th-232 and K-40 for Some Granite Samples in Eastern Desert of Egypt", *Proceedings of the 3rd Environmental Physics Conference*, Aswan, Egypt, P:109-117, 2008.
- [5] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "Sources and Effects of Ionizing Radiation", *General Assembly*, New York, Vol.1, 2000.
- [6] Ramola R. C., Choubey V. M., Prasad G., Gusain G. S., and Toshevaand, Kies, Z. A., "Radionuclide analysis in the soil of Kumaun Himalaya, India, using gamma ray spectrometry", *Current Science*, Vol. 100, No. 6, pp:906-914, 2011.
- [7] AL.Ahmed A., and Hussein M. I., "Natural Radioactivity. Mcasuemnts of Basalt Rocks in Sidakan District Northeastern of Kurdistan". *Engineering and Technology, World Academy of Science*, p: 74. 2011.
- [8] Avwiri G. O., Osimobi J. C., and Agbalagba E. O. "Evaluation of Radiation Hazard Indices and Excess Lifetime Cancer Risk Due to Natural Radioactivity in soil profile of Udi and Ezeagu Local Government Areas of Enugu State, Nigeria". Department of Physics, Faculty of Science, University of Port Harcourt Choba. Department of Physics, Federal University of Petroleum Resources, Effurun, Nigeria, *Journal of Environmental and Earth Sciences Col.1(1)*, pp:1-10, Nov. 2012.
- [9] Hossain M. K., Hossain S. M., Azim R., and Meaze, A. M., "Assessment of Radiological Contamination of Soils Due to Shipbreaking Using HPGe Digital Gamma-Ray Spectrometry System", *Journal of Environmental Protection*, Vol.1, PP: 10-14, 2010.

5-الاستنتاجات The Conclusions

أجرى هذه الدراسة لقياس النشاط الإشعاعي الطبيعي والصناعي في نماذج التربة التي جمعت من مواقع مختلفة في مدينة نازة خورماتو- محافظة كركوك باستعمال مطيافية أشعة كاما وكاشف الجرمانيوم عالي النقاوة.

وقد بينت نتائج الدراسة الحالية باستعمال مطيافية أشعة كاما أن معدلات الفعالية النوعية للنويدات المشعة (^{40}K , ^{137}Cs , ^{228}Ac , ^{212}Pb , ^{234}Pa , ^{214}Pb , ^{226}Ra , ^{234}Th) في نماذج تربة مدينة نازة خورماتو كانت 1.94 ± 0.34 , 206.5 ± 17.65 , 10.46 ± 1.81 , 9.11 ± 0.88 , 11.58 ± 1.26 , 12.24 ± 1.37 , 28.88 ± 5.35 , 7.46 ± 2.02 Bq.kg⁻¹ على التوالي، وهي أقل من الحد المقبول به عالمياً [18,5]، ونظراً أن عدم وجود مستويات عالية يرجع إلى التكوين الجيولوجي للمنطقة أولاً وعدم وجود نشاطات تسهم في رفع مستوى الخلفية الإشعاعية للمنطقة كالفعلات الحربية - مثلاً- التي تستعمل المواد المشعة كاليورانيوم المنضب ثانياً. علماً أن المنطقة تعرضت في عام 2015 إلى هجوم كيميائي من قبل تنظيم داعش.

النتائج المتحصلة في البحث تبين أن معدلات مؤثرات الخطورة الإشعاعية المتمثلة بفعالية الراديوم المكافئة (58.837) Bq.kg⁻¹ (R_{eq})¹، ودليل الخطورة لأشعة كاما (I_{γ}) كان (0.428)، ودليل الخطورة الخارجي (H_{ex}) والداخلي (H_{in}) (0.158) ، (0.236) على التوالي ومعدل الجرعة الممتصة في الهواء (D_v) (28.058) nGy.h⁻¹، والجرعة الفعالة السنوية للتعرض الخارجي ($AEDE_{out}$) (0.034) mSv.y⁻¹، والجرعة الفعالة السنوية للتعرض الداخلي ($AEDE_{in}$) (0.137) mSv.y⁻¹، وزيادة مدة خطر الإصابة بالسرطان (ELCR) (0.00012)، والجرعة الفعالة السنوية الخارجية (EAD) (0.264) mSv.y⁻¹، في نماذج الترب في مدينة نازة خورماتو، هي أقل من الحد المقبول به عالمياً [18,5].

المصادر

- [1] الجنابي، موسى، " الكون الذري "، منشورات الطاقة الذرية العراقية، 1987.
- [2] كاظم، زينب جواد، " التلوث الإشعاعي باليورانيوم وغاز الرادون و تراكيز بعض العناصر الثقيلة في تربة مدينة الناصرية "، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية العلوم للبنات، 2012.
- [3] حسن، سفيان حواس، "دراسة تركيز اليورانيوم المنضب والتلوث الإشعاعي في ترب منتخبة من محافظة صلاح الدين"، رسالة ماجستير جامعة تكريت، كلية التربية، 2004.

- [15] Taskin H., Karavus M., Ay P., Topuzoglu A., Hindiroglu S., and Karahan G., "Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to the gamma radioactivity in Kırklareli, Turkey". *Journal of Environmental Radioactivity*. 100: 49-53. 2009.
- [16] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation "Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiations": *United Nations Publication, UNSCEAR. Report*, New York, 1993.
- [17] IAEA, "Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear or Radiological Emergency", *IAEA-TECDOC-1092*, 2000.
- [18] Cottens E., "Proceeding of the Symposium on SRBII", *Journee Radon , Royal Society of Engineers and Industrials of Belgium*, 17 January, Brussels, 1990.
- [10] EL-Taher A., and Makhluf S., "Natural radioactivity levels in phosphate fertilizer and its environmental implication in Assuit governorate, Upper Egypt ", *Indian Journal of Pure & Applied Physics*, Vol.48pp.697-702, 2010.
- [11] Hussain H. H., Hussain R. O., Yousef R. M., and Shamkhi Q., "Natural radioactivity of some local building materials in the middle Euphrates of Iraq", *Radio analytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 284, P:43–47, 2010.
- [12] 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, PP.461-470, 2009.
- [13] Veiga R., Sanches N., Anjos R. M., Macario K., Bastos J., Iguatemy M., Aguiar J. G., Santos A. M., Mosquera B., Carvalho C et al. "Measurement of natural radioactivity in Brazilian beach sands". *Rad Meas*; 41: 189:196. 2006.
- [14] Mehra R., Singh S., and Singh K., "Analysis of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in soil samples for the assessment of the average effective dose", *Indian Journal of Physics*, vol. 83, No. 7, pp: 1031-1037, 2009.

Studying Concentrations of Radionuclides in the Soil of Taza Khurmato - Kirkuk Governorate Using High Purity Germanium Detector

ESAM SEMEEN ALI

E-mail: esam.ali@tu.edu.iq

Abstract

The study included the evaluation of the level of normal and industrial natural radiation activity of soil samples using the spectroscopy technique of the high purity germanium detector. 10 soil samples were collected at a depth of 10 cm from the city of Taza Khurmato and its suburbs of Kirkuk Governorate. It was found that the Specific Activity Concentration which is measured by $Bq.kg^{-1}$ for Thorium ^{234}T , Radium ^{226}Ra , Lead ^{214}Pb , Protactinium ^{234}Pa , Lead ^{212}Pb , Actinium ^{228}Ac , Cesium ^{137}C and Potassium ^{40}K in the studied models ranged between (B.D.L - 65 ± 17.2) at a rate of (7.46 ± 2.02), (22.2 ± 3.9 - 41.8 ± 9.3) at a rate of (28.88 ± 5.35), (10.2 ± 0.9 - 14.6 ± 2.6) at a rate of (12.24 ± 1.37), (B.D.L - 46.2 ± 4.5) at a rate of (11.58 ± 1.26), (5.7 ± 1.2 - 12.4 ± 1.2) at a rate of (9.11 ± 0.88), (8.2 ± 0.6 - 13 ± 1.6) at a rate of (10.46 ± 1.81), (B.D.L - 5.6 ± 1.2) at a rate of (1.94 ± 0.34), (160 ± 11.2 - 264.6 ± 14.4) at a rate of (206.5 ± 17.65). respectively. All these values are globally admissible and do not affect human health or the environment. As well as calculating the Radium Equivalent ($74.728 - 46.246$) $Bq.kg^{-1}$, the Activity Concentration Index ($0.534-0.336$), the Internal Hazard Indices ($0.312-0.184$), the External Hazard Indices ($0.201-0.124$), the values of Absorbed Dose Rate in Air ($35.21-22.02$) $nGy.kg^{-1}$, the values of Internal Annual Effective Dose Equivalent ($0.172-0.108$) $mSv.y^{-1}$, the values of External Annual Effective Dose Equivalent ($0.0431-0.027$) $mSv.y^{-1}$, Excess Lifetime Cancer Risk ($0.151-0.094$) $\times 10^{-3}$, External Annual Effective Dose ($0.332-0.207$) $mSv.y^{-1}$. After balancing the results obtained with the global results, we found that the levels of radiation for samples studied were lower than their corresponding allowed limits.