

قياس نشاط الإشعاع الطبيعي لنماذج التربة وتقييم المخاطر الإشعاعية في منطقة إسبيرة

أ. أحمد محمد الزواوي
المعهد العالي لتقنيات السلامة والصحة المهنية

ahmedalzuawi@gmail.com

omarabuearqub@gmail.com

المخلص

تأولت هذه الدراسة قياس تركيز العناصر المشعة لعدد 10 عينات من التربة السطحية موزعة على الخارطة الإدارية في منطقة إسبيرة جنوب طرابلس باستخدام منظومة أشعة جاما المعتمدة على كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة، بينت النتائج أن الفاعلية الإشعاعية لسلسلة اليورانيوم -238 تتراوح بين 0.47 بكرل / كيلوجرام إلى 29.14 بكرل / كيلوجرام، أما سلسلة الثوريوم -232 فكانت تتراوح بين 0.02 بكرل / كيلوجرام إلى 8.69 بكرل / كيلوجرام، ولنويدة البوتاسيوم -40 فكانت تتراوح بين 5.32 بكرل / كيلوجرام إلى 11.22 بكرل / كيلوجرام، ومن نتائج هذه القياسات تبين أنها جميعها أقل من المعدل العالمي المسموح به، كما أظهرت نتائج القياس للكميات المرتبطة بتقييم المخاطر الإشعاعية وهي نشاط مكافئ الراديوم (Ra_{eq}) ومعدل الجرعة الممتصة (D) ومكافئ الجرعة الفعالة السنوية (AEDE) ومؤشرات الخطر الداخلي والخارجي (H_{ex}, H_{in}) وتبين أنها تقع جميعها ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

الكلمات الدلالية: منطقة إسبيرة - النشاط الإشعاعي - أشعة جاما - كاشف الجرمانيوم - المخاطر الإشعاعية.

Abstract

In this study, the concentration of radioactive elements was measured for 10 samples of surface soil based on the administrative map in the Asbea region using a gamma ray system based on a high-purity germanium detector. The results showed that the radioactivity of the uranium-238 series ranged from 0.47 Bq/kg to 29.14 Bq/kg.

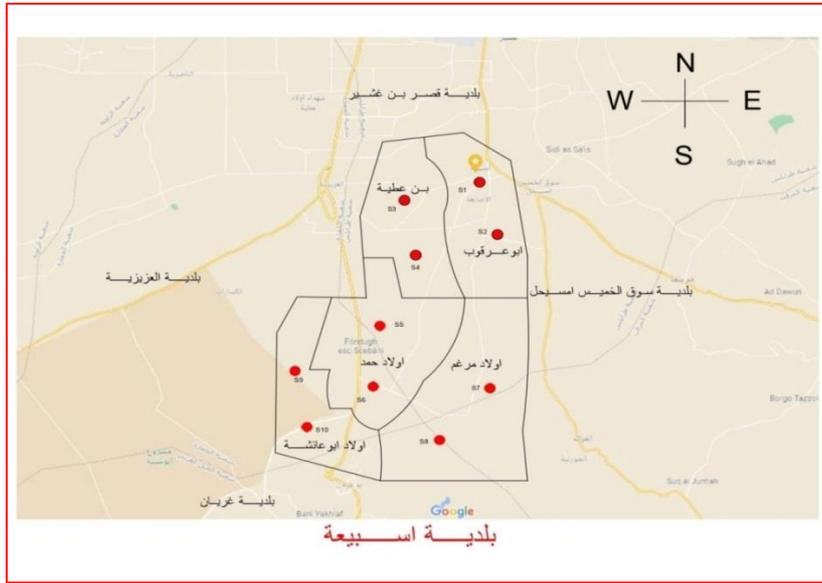
As for the thorium-232 series, it ranged from 0.02 Bq /kg to 8.69 Bq/kg, and for potassium nitrate-40, it ranged from 5.32 Bq/kg to 11.22 Bq/kg, and from these measurements it was found that they all fall within the internationally permissible limits ", as well as then measuring the quantities associated with the assessment of radiological risks, which is the activity of radium equivalent (Ra_{eq}), average absorbed dose (D), and annual effective dose equivalent (AEDE) And internal and external risk indicators (H_{in} , H_{ex}) and it was found that they all fall within the internationally permissible limits.

مقدمة

توجد العناصر المشعة على سطح الارض في التربة أو الصخور، ويعتمد تركيز النظائر المشعة إلى حد كبير على نوع وتركيب مكونات التربة ويعتمد النشاط الإشعاعي في التربة على النشاط الإشعاعي في الصخور التي كونت التربة. يتعرض ما هو موجود على سطح الأرض باستمرار لتأثير الإشعاعات المؤينة الناتجة من مصادر طبيعية والأتية من الأشعة الكونية، ومن العناصر المشعة الأرضية الأزلية وما يتولد منها، ولقد نشأت الحياة وتطورت في هذا المحيط رغم تعرضها لهذه الإشعاعات، التي بقي مستواها ثابتاً تقريباً منذ عصور سحيقة. توجد النظائر المشعة الطبيعية (المصادر الطبيعية) على سطح الأرض بتراكيز متفاوتة تختلف من منطقة إلى أخرى منذ أن تكونت الأرض، فقد تتركز هذه النظائر أو تنقل من موطنها إلى مواقع تعج فيها الحياة البشرية مرافقة لبعض الصناعات غير النووية مثل صناعة الأسمدة الفوسفاتية وصناعة النفط والغاز إضافة إلى صناعة الكهرباء التي تستخدم الفحم كوقود. من أهم العناصر الطبيعية التي تساهم بشكل كبير في الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها البشر (البوتاسيوم-40) الذي يصدر أشعة بيتا وجاما و(اليورانيوم 238) الذي يصدر أشعة ألفا ويتولد عنه 13 عنصراً مشعاً آخر تطلق إشعاعات ألفا وبيتا

جدول (1) يوضح رمز ومكان وتاريخ كشف العينات

تاريخ الكشف	مكان العينة	رمز العينة
يناير 2021	أبو عرقوب	S1
يناير 2021	أبو عرقوب	S2
يناير 2021	بن عطية	S3
يناير 2021	بن عطية	S4
يناير 2021	أولاد حمد	S5
يناير 2021	أولاد حمد	S6
يناير 2021	أولاد مرغم	S7
يناير 2021	أولاد مرغم	S8
يناير 2021	أولاد أبو عائشة	S9
فبراير 2021	أولاد أبو عائشة	S10

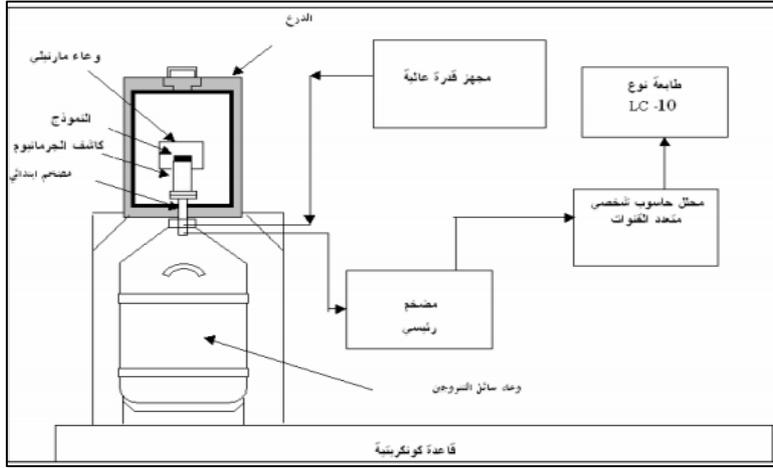


شكل (2) خريطة توضح أماكن جمع العينات

جمعت عينات التربة من المواقع على عمق 5 سم وأجريت عليها عمليات التحضير من تنظيف وتجفيف وتصفية وثم وزنها في أكياس بلاستيكية سعة واحد كيلوجرام باستخدام ميزان حساس.

4- المواد والأجهزة المستخدمة

أجريت القياسات باستخدام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) شكل (3) بقسم
الوقاية بمركز البحوث النووية - تاجوراء بوضع العينات بعد تحضيرها وبوزن 1)
كيلوجرام) في أوعية خاصة تعرف بأوعية مارنيلي (Marinelli Beaker) وخرنت لمدة
28 يوما لكي تصل إلى حالة الاتزان الإشعاعي بين النويدات الأم والنويدات الوليدة،
ومعايرة الكاشف بوضعية عمودية وقدرة فصل 1.89Kev



شكل (3) منظومة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe)

5- تقييم المخاطر الإشعاعية

1.5- النشاط الإشعاعي (The Activity Concentration-A) :

تم حساب النشاط الإشعاعي النوعي A (لكل كيلوجرام) باستخدام المعادلة (1) [2]

$$A = \frac{\text{net CPS samples}}{\text{Eff } I_{\gamma} W} \rightarrow (1)$$

حيث net CPS samples معدل العد الصافي لكل ثانية، Eff كفاءة الكاشف عند
الطاقة المحددة ، I_{γ} نسبة شدة إصدار جاما لهذه الطاقة و W وزن العينة بوحدة kg.

2.5- النشاط المكافئ للراديوم (Radium Equivalent Activity- Ra_{eq}): النشاط

المكافئ للراديوم (Ra_{eq}) بوحدة Bq/kg مؤشر خطر إشعاعي واسع الانتشار و يستخدم

لتقييم المخاطر المرتبطة بالمواد المحتوية على نويدات ^{226}Ra و ^{232}Th و ^{40}K ثم
حسابه على النحو الموضح في المعادلة (2)[3]

$$R_{\text{eq}} = A_U + (A_{\text{Th}} \times 1.43) + (A_K \times 0.077) \rightarrow (2)$$

، A_U ، A_{Th} ، A_K قيم النشاط الإشعاعي ل ^{238}U ، ^{232}Th و ^{40}K على التوالي بوحدة
. Bq/kg

3.5- الجرعة الممتصة (Absorbed Dose Rate in Air- D) : تحديد معدلات
الجرعة الممتصة (D) للعينات بوحدة nGy/ h من تركيز النشاط الإشعاعي النوعي،
بالإضافة إلى المخاطر الإشعاعية المصاحبة من الجرعة الممتصة عند 1 متر فوق
سطح الأرض موضح في المعادلة (3) [4]

$$D = (0.462 \times A_U) + (0.604 \times A_{\text{Th}}) + (0.0417 \times A_K) \rightarrow (3)$$

4.5- مكافئ الجرعة الفعالة السنوية (Annual Effective Dose Equivalent- AEDE)
(AEDE) يمكن قياس تركيز النويدات المشعة في البيئة بسبب إشعاع جاما الأرضي
الناتج من ^{238}U ، ^{232}Th ، ^{40}K من خلال المتوسط المكافئ السنوي الفعلي
للجرعة AEDE حيث:

$$AEDE = D \times 1.23 \times 10^{-3} \text{ mSv/y} \rightarrow (4)$$

، حيث D معدل الجرعة الممتصة (nGy/ h) [5].

5.5- مؤشر الخطر الداخلي (Internal Hazard Index- H_{int}) : مقياس يشير إلى
التعرض الداخلي بسبب الرادون ^{222}Rn ويجب أن يكون المؤشر أقل من الواحد ليكون
ضمن عتبة السلامة ، ويحسب كما بالمعادلة (5) [6].

$$H_{\text{int}} = \left(\frac{A_U}{185} + \frac{A_{\text{Th}}}{259} + \frac{A_K}{4810} \right) \leq 1 \rightarrow (5)$$

6.5- مؤشر الخطر الخارجي (External Hazard Index- H_{ext}) : يستعمل مؤشر
 H_{ext} لتقييم التعرض للإشعاع الخارجي من المواد المحتوية على الراديوم. تمثل قيمة
 $H_{\text{ext}}=1$ القيمة القصوى المسموح بها المكافئة لنشاط مكافئ الراديوم مقداره 370 Bq
/ kg المعادلة (6) [6]

$$H_{\text{ext}} = \left(\frac{A_U}{370} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \right) \leq 1 \rightarrow (6)$$

7.5- مؤشر مخاطر الإشعاع (Radiation Hazard Index- I_γ): تم تقدير مستويات الخطورة لإشعاع جاما في العينات استناداً إلى مؤشر مخاطر الإشعاع I_γ الموضح في المعادلة (7) [7].

$$I_\gamma = \left(\frac{A_U}{150} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{1500} \right) \rightarrow (7)$$

6- النتائج والحسابات

1.6- النشاط الإشعاعي للعينات

ثم تشخيص ثمانية نظائر مشعة تعود إلى سلسلتي اليورانيوم -238 ، والثوريوم -232 ونظير البوتاسيوم المشع -40، وبيين الجدول رقم(2) النظائر المشعة مع طاقاتها والتي ثم تحسسها في نماذج التربة .
جدول (2) النظائر المشعة التي تم تحسسها مع طاقاتها

النظائر	الطاقة (KeV)
الرصاص -212	238.63
الاكتينيوم -228	1587.9 ، 968.9 ، 911.07 ، 338.4
الثاليوم - 208	2614.47 ، 583.14 ، 510.72
البزموت -212	727.17
الراديوم- 226	185.99
البزموت-214	1407.28 ، 1373.65 ، 1120.28 ، 609.32 ، 379.5 2204.12 ، 1764.51
الرصاص-214	351.99
البوتاسيوم- 40	1460.75

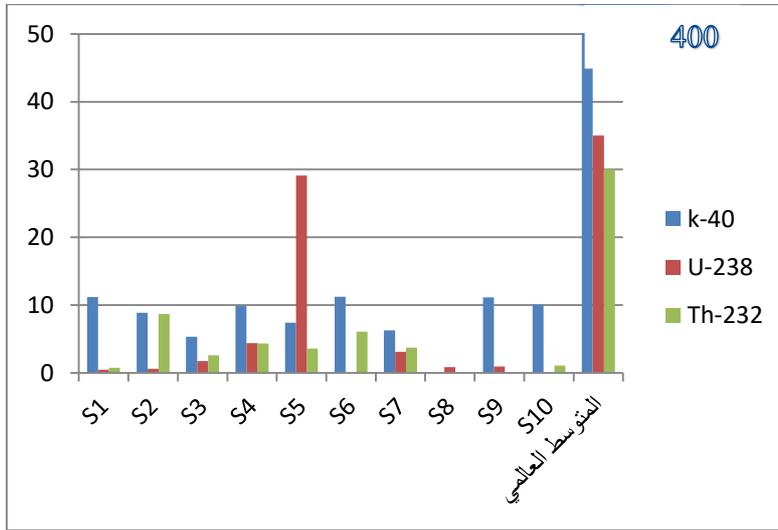
بينت النتائج للقياسات إن النشاط الإشعاعي لنظائر سلسلة انحلال الثوريوم 232- للعينات المقاسة كانت لنظير الرصاص -212 تتراوح بين (1.58 بكرل/كيلوجرام) في محلة أولاد أبو عائشة و(10.41 بكرل/كيلوجرام) كقيمة عليا في محلة أولاد أحمد، أما النشاط الإشعاعي لنظير

الأكتينسيوم -228 تتراوح بين (0.57 بكرل/كيلوجرام) في محلة بن عطية و(0.74 بكرل/ كيلوجرام) كقيمة عليا في محلة أولاد مرغم، أما النشاط الإشعاعي لنظير الثاليوم - 208 تتراوح بين (0.02 بكرل/ كيلوجرام) في محلة أولاد أبو عائشة و(2.03 بكرل/كيلوجرام) كقيمة عليا في محلة بن عطية بينما النشاط الإشعاعي لنظير البزموت -212 كانت (1.07 بكرل/كيلوجرام) في أولاد مرغم. أما النشاط الإشعاعي لنظائر سلسلة انحلال اليورانيوم -238 للنماذج المقاسة كانت للراديوم -226 تتراوح بين (4.85 بكرل/كيلوجرام) في محلة بن عطية و(29.14 بكرل/كيلوجرام) كقيمة عليا في محلة أولاد حمد، بينما لنظير البزموت -214 تتراوح بين (0.06-1.77 بكرل/ كيلوجرام) في محلة بن عطية، بينما كانت القياسات لنظير الرصاص -214 تتراوح بين(0.32 بكرل/كيلوجرام) في محلة بن عطية و(0.44 بكرل/كيلوجرام) كقيمة عليا في محلة أبو عرقوب. أما النشاط الإشعاعي لنظير البوتاسيوم -40 فقد أظهرت النتائج للقياسات أن القيمة تتراوح بين (5.32 بكرل/كيلوجرام) في محلة بن عطية و(11.22 بكرل/كيلوجرام) كقيمة عليا في محلة أولاد أحمد. أظهرت النتائج للقياسات المستويات الإشعاعية لسلسلة الثوريوم-232 وسلسلة اليورانيوم-238 ونظير البوتاسيوم المشع -40 أنها أقل من القيم للمتوسط العالمي المسموح به [8]. وكما هو مبين بالجدول رقم (3)

جدول (3) المستويات الإشعاعية للعينات

العينة	Th^{232} (Bq/kg)	U^{238} (Bq/kg)	k^{40} (Bq/kg)
S1	0.74	0.47	11.19
S2	8.69	0.63	8.88
S3	2.59	1.74	5.32
S4	4.35	4.41	9.87
S5	3.58	29.14	7.39
S6	6.07	0	11.22
S7	3.71	3.12	6.28

0	0.86	0	S8
0.02	0.96	11.14	S9
1.10	0	10.05	S10
3.09	4.13	8.13	Ave
30	35	400	المتوسط العالمي



شكل (4) المستويات الإشعاعية للعينات بوحدة (Bq/kg)

2.6 - تقييم المخاطر الإشعاعية

ثم قياس الكميات المرتبطة بتقييم المخاطر الإشعاعية وهي نشاط مكافئ الراديوم

$$(Ra_{eq})$$

ومعدل الجرعة الممتصة (D) في الهواء عند 1m فوق سطح الأرض ومكافئ الجرعة

الفعالة السنوية (AEDE) ومؤشرات الخطر (الداخلي H_{int} والخارجي H_{ext} والنشاط

$$(I_{\gamma} \text{ الإشعاعي})$$

وسجلت في الجدول (4) مقارنة مع متوسط المعدل العالمي للقيم السطحية [8].

جدول (4) قيم تقييم المخاطر الإشعاعية (MW.w المتوسط العالمي)
النشاط المكافئ للراديويم ، الجرعة الممتصة ، مكافئ الجرعة الفعالة السنوية ، مؤشر مخاطر
الإشعاع ، مؤشر الخطر الداخلي ، مؤشر الخطر الخارجي

H_{ext}	H_{int}	I_s	AEDE (mSv/y)	D (nGy/h)	Ra_{eq} (Bq /kg)	العينة
0.01	0.01	0.01	1.39	1.13	2.39	S1
0.04	0.04	0.04	7.27	5.91	13.74	S2
0.02	0.02	0.03	3.19	2.59	4.74	S3
0.03	0.04	0.05	6.24	5.08	11.39	S4
0.09	0.18	0.21	19.59	15.93	34.82	S5
0.03	0.003	0.03	5.09	4.13	9.54	S6
0.02	0.03	0.04	4.85	3.94	8.91	S7
0.002	0.01	0.01	0.49	0.40	0.86	S8
0.01	0.01	0.01	1.13	0.92	1.84	S9
0.01	0.01	0.01	1.33	1.08	2.34	S10
0.09	0.18	0.21	19.59	15.93	34.82	Max
0.002	0.003	0.01	0.49	0.40	0.86	Min
0.03	0.03	0.05	5.06	4.11	9.06	Ave
>1	>1	>1	70	57	370	Mw. w

من النتائج تبين أن قيم النشاط المكافئ للراديويم تتراوح بين (0.86 بكرل/كيلوجرام) في
محلة أولاد مرغم و(34.82 بكرل/كيلوجرام) كقيمة عليا في محلة أولاد حمد وأن المتوسط
للقيم كانت

(9.06 بكرل/كيلوجرام) وهي أقل من المعدل العالمي [8]، بينما معدل الجرعة الممتصة
في الهواء تتراوح (0.40 نانوجراي/ساعة) في محلة أولاد مرغم و(15.93
نانوجراي/ساعة) كقيمة عليا في محلة أولاد حمد، حيث أن المعدل المتوسط (4.11
نانوجراي/ساعة) وهي أقل من المعدل العالمي، وكانت نتائج مخاطر الإشعاع ومؤشرات
الخطر الداخلي والخارجي أقل بكثير من المعدل العالمي [8].

الاستنتاجات

من خلال النتائج لنماذج التربة في المنطقة وجد أنها تحتوي على نظائر مشعة طبيعية تعود إلى سلسلتي اليورانيوم -238 والثوريوم -232 ونويدة البوتاسيوم - 40 بنسب ضئيلة ومتفاوتة من موقع إلى آخر ويعتمد ذلك على الطبيعة الجيولوجية لمكونات التربة. وأثبتت الفحوصات للتربة أن النشاط الإشعاعي ونتائج تقييم المخاطر الإشعاعية ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

الشكر

كل الشكر والتقدير والاحترام للعاملين بقسم الوقاية بمركز البحوث النووية - تاجوراء على مساندهم لنا في هذه الدراسة نسأل الله لهم التوفيق والسداد.

المراجع

- [1] رياض شويكاني وغسان رجا: النشاط الاشعاعي الطبيعي في مياه الشرب في مدينة حمص، هيئة الطاقة الذرية السورية، 2008
- [2] عزالدين أحميدة والهادي الشامس: تقدير المواد المشعة الطبيعية على أعماق آبار المياه السطحية في بعض ضواحي غرب وجنوب غرب العاصمة الليبية طرابلس، المؤتمر العلمي الأول لكلية هندسة النفط والغاز الزاوية، 2021
- [3] UNSCEAR Report. Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (1988). (Report to the General Assembly, with Annexes).124-156.
- [4] Beretka, J., & Mathew, P. J. Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by products. (1985) Health Physics, 48, 87-95.
- [5] UNSCEAR Report. (2000). Sources, effects and risks of ionizing radiation, United Nations Scientific Committee on the

- Effects of Atomic Radiation (Report to the General Assembly, with Annexes), 98-103.
- [6] Svoukis, E., & Tsertos, H. Indoor and outdoor in situ higher resolution gamma radiation measurements in urban areas of Cyprus. (2007). Radiation Protection Dosimetry, 123(3), 384-390.
- [7] OECD-Organization for Economic Cooperation and Development. (1979). Exposure to radiation from the natural radioactivity in building materials (Report by a group of experts). Paris, France, Nuclear Energy Agency
- [8] UNSCEAR Report.(2008).Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic