LJEEST
ISSN 2710-5237
www.srcest.org.ly/jou

المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة

Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology(LJEEST)

DOI: https://doi.org/10.63359/cspkf949

قياس الخلفية الإشعاعية (*NORM*) والجرعة المؤثرة في بعض مناطق وادي الحياة

سمية محمدالمجدوب[1] محمد علي السعيدي[1،2]

ARTICLEINFO

Vol. No. 7 No 2 Aug, 2025

Pages (A17- 21)

Article history:

Received 30 April 2025
Accepted 14 June 2025

1.Enviromentat and natural resours fcalty.Envaronmental sci., department . Wadi Alshatii unv.
2.Libyan Center for Studies and Research in Environmental Science and Technology

Keywords:
Wadi-Alhayat, NORM, Radiation, Hazard Assessment, Radioactivity, Environment, Libya

© 2025
Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0.

الملخص

استهدفت هذه الدراسة قياس النشاط الإشعاعي الناتج عن سلاسل العناصر المشعة طبيعيًا NORMفي عينات التربة في بعض مناطق وادي الحياة باستخدام جهاز مطياف جاما المتصل بكاشف جرمانيوم عالي النقاوة .HPGe تم قياس تركيزات العناصر المشعة Ra-226، Th-232، K-40 في التربة في مناطق مختلفة من وادي الحياة. أظهرت النتائج أن تركيز الراديوم Ra-226 تراوح بين 11.03 و 18.473 Bq/kg، حيث سجلت أعلى قيمة في منطقة أوباري وأقل قيمة في منطقة الأبيض. كما تراوحت تركيزات الثوريوم Th-232 بين 7.84 و 16.13 Bq/kg، وسجلت أعلى قيمة في منطقة أوباري وأقل قيمة في منطقة بنت بية. بالنسبة للبوتاسيوم K-40، تراوحت التركيزات بين 97.77 Bq/kg في منطقة الأبيض و 238.7 Bq/kg في منطقة أوباري. تم مقارنة هذه القيم مع التراكيز العالمية المعتادة، حيث يبلغ متوسط تركيزات Ra-226 و Th-232 و K-40 عالميًا 35 Bq/kg و 30 Bq/kg و 400 Bq/kg على التوالي. كما تم حساب مكافئ تركيز الراديوم في التربة، والذي تراوحت قيمه بين 38.49 Bq/kg و 46.229 Bq/kgأما بالنسبة لمعاملات الخطورة، فقد تراوحت قيم المعامل الداخلي Hin 0.150 و 0.327، وكانت أعلى قيمة في منطقة أوباري. أما المعامل الخارجي Hex فتراوح بين 105.0 في منطقة بنت بية و 0.277 في منطقة أوباري. جميع هذه القيم كانت أقل من 1، مما يشير إلى أن المستويات الإشعاعية في هذه المناطق تقع ضمن الحدود الآمنة عالميًا. وتشير نتائج هذه الدراسة إلى أن مستويات النشاط الإشعاعي في عينات التربة من مناطق وادي الحياة تقع ضمن الحدود المقبولة وفقًا للمعايير الدولية، مما يشير إلى عدم وجود مخاطر إشعاعية كبيرة تهدد البيئة أو صحة الإنسان في هذه المناطق.

Background Radiation (*NORM*) and Effective Dose in Some Areas of *Wadi* Al-Haya

Somaia Mohamed Almagdoub Mohamed Ali Elssaidi

This study aimed to measure the radiological activity resulting from the naturally occurring radioactive materials in soil samples using a gamma spectrometer connected to a high-purity germanium (HPGe) detector. The results revealed that the radiological activity of the naturally occurring radioactive materials (Ra-226, Th-232, K-40) in the soil samples showed a radium concentration ranging between 11.03 - 18.473 Bq/kg, with the highest concentration found in the Ubari sample and the lowest concentration in the Al-Abyad sample. The thorium concentration ranged from 7.84 - 16.13 Bq/kg, with the highest concentration in the Obari sample and the lowest in the Bent Beya sample. Meanwhile, the potassium concentration ranged from 97.77 Bq/kg in the Al-Abyad region to 238.7 Bq/kg in the Ubari region. The global average concentrations are 35 Bq/kg for radium Ra-226, 30 Bq/kg for thorium Th-232, and 400 Bq/kg for potassium K-40. Additionally, the results indicated that the radium equivalent concentration ranged between 38.49 - 46.229 Bq/kg. The internal hazard index varied between 0.150 and 0.327, with the highest value observed in the Ubari region and the lowest in the Bent Beya region. For the external hazard index, the highest value was found in the Obari region (0.277), while the lowest value was recorded in the Bent Beya region (0.105). Since these values are all below 1, in accordance with Radiation Protection Report No. 112, it can be concluded that all results fall within the globally accepted limits.

المقدمة

الاشعاع أحد المكونات الطبيعية الموجودة في البيئة ,ولقد تعايش الإنسان مع الإشعاع مند بدء الخليقة والاشعاع الطبيعي يصل الي الأرض من الفضاء الخارجي ويشع باستمرار من مكونات الأرض و الصخور والتربة والماء وهناك عدة مواد طبيعية وصناعية لها نشاط إشعاعي وهذه المواد تتركب من ذرات تنطلق منها جسيمات لها طاقة أو موجات لكي تنحل لتصل إلى حالة الاستقرار .درس العلماء هذه الظاهرة مند فترة طويلة , رغم إن هذه الاشعة غير مرئية ولكن يمكن الكشف عنها والتحكم فيها بواسطة أجهزة خاصة .وفي بداية القرن العشرين استطاع الانسان أن يسخر هذه الاشعة لخدمته في مجالات متعددة ,كما أستطاع ان يوظفها في العلاج والتشخيص وكذلك في انتاج الطاقة .ونستطيع القول إن معظم الاشعاع الذي يتعرض له الانسان هو من الاشعاع الطبيعي (حوالي82%) .وأكبر مصدر للإشعاع هو الرادون والذي ينتج من الراديوم الموجود بالقشرة الأرضية ,أما الأشعة الصناعية التي يتعرض لها الأنسان فمعظمها من الاستخدامات الطبية ,والمنتجات الاستهلاكية وهي حوالي 18% من التعرض الكلي لصناعات النووية فهي مسؤولة على نسبة أقل من1% (UNSCER1982) ومن أهم العناصر المشعة الطبيعية التي تساهم بشكل كبير في الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها الأنسان البوتاسيوم- 40 الذي يصدر اشعة بيتا وجاما واليورانيوم-238 الذي يصدر اشعة ألفا ويتولد عنه 13 عنصرا مشعا أخر، تطلق اشعاعات ألفا وبيتا وجاما كما هو موضح بالشكل (1) وكذلك الثوريوم-232 الذي يصدر اشعة ألفا وتتولد عنه 10 عناصر مشعة تصدر اشعاعات الفا وبيتا وجاما كما هو مبين في الشكل (2) (المز وغي وآخرون، 2018).

درس Mohsan and Aeneas(2021) النشاط الإشعاعي للنويدات المشعة الطبيعية (U238, Th232, k40) في 25 موقع من مدينة الجميل (ليبيا) بأ استخدام كاشف جرمانيوم عالي النقاوة وجد أن تركيز النويدات للراديوم تتراوح ما بين Bq/kg (5.01-23.35) والثوريوم تتراوح(Bq/kg 0.90-12.63)، بينما البوتاسيوم يتراوح ما بين (Bq/kg 61.42-251.4) وكما حسب معدل الجرعة الممتصة لأشعة جاما ومكافئ الراديوم ومعدل الخطورة الداخلي والخارجي جميع النتائج المتحصل عليها تقع ضمن الحدود المسموح بها عالميا .

قام الزواوي وأبو عروب (2022) بقياس النشاط الإشعاعي الطبيعي وتقييم المخاطر الإشعاعية للنويدات المشعة (U238,Th232,k40) في 10 عينات من التربة السطحية موزعة على الخارطة الإدارية في منطقة أسبيعة جنوب طرابلس ذلك باستخدام منظومة أشعة جاما المعتمدة على كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة بينت النتائج أن الفعالية الإشعاعية لسلسلة اليورانيوم - 238 تتراوح ما بين(29.41)(Bq/kg(-0.47) وسلسلة الثوريوم تتراوح ما بين (Bq/kg 8.69-0.02) ونظير البوتاسيوم (-11.22 5.32Bq/kg) كما أظهرت نتائج للكميات المرتبطة بتقييم المخاطر الإشعاعية ومكافئ الراديوم ومعدل الجرعة الممتصة ومكافئ الجرعة الفعالة السنوية ومعاملات الخطورة تقع جلها ضمن الحدود الموصي بهم من قبل (UNSCEAR 2000)

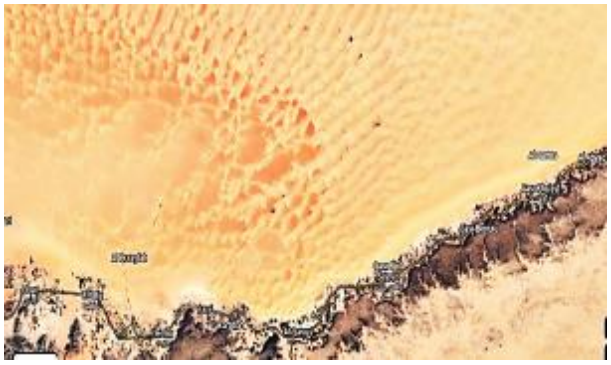
درس المزيني وآخرون (2022) النشاط الإشعاعي الطبيعي للعناصر المشعة (Ra226,Th232,k40) في رواسب شواطئ الساحل الشمالي الشرقي لليبيا باستعمال كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالثاليوم وحساب مكافئ تركيز الراديوم ومعدل الجرعة الممتصة والجرعة الفعالة السنوية ومعاملات الخطورة حيث أظهر النتائج أن جميعها تقع ضمن الحدود المسموح به عالميا

تضمنت دراسة شهوب (2024) قياس مستويات العناصر المشعة (الراديوم -226 ، الثوريوم – 232 ،البوتاسيوم -40) باستخدام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة وحساب معاملات الخطورة والجرعة الممتصة والجرعة الفعالة السنوية حيث أظهرت النتائج ان تراكيز العناصر المشعة في منطقة الشاطئ كان (27.25)،(40.63)،(776.63) على التوالي واما في منطقة الزاوية كان (26.50)،(5.50)،(196.50) على التوالي واما مكافئ الراديوم في منطقة الشاطئ كان (191) وفي الزاوية كان (47) واما الجرعة الممتصة في الشاطئ كانت(90.9) وفي الزاوية (22.52) بينما معامل الخطورة في منطقة وادي الشاطئ كان (1.410). ان جميع النتائج تقع ضمن الحدود باستثناء الجرعة الممتصة ومعامل الخطورة تجاوزت الحد المسموح به مرتين ونصف في منطقة وادي الشاطئ.

قام إبراهيم وأخرون (2024) بتحديد مستوى النشاط الإشعاعي للنويدات المشعة (U-238,Th-232,K-40) في ستة عشر عينة تربة في منطقة سيدي الصيد /ترهونة باستعمال كاشف جرمانيوم عالي النقاوة ،وقد تبين من خلال النتائج المتحصل عليها ان تركيز البوتاسيوم كان (164.2-1009.3) واليورانيوم (65.39-125.9) والثوريوم (11.49-62.57) ومكافئ تركيز الراديوم كان (124.4-237.6) أما بالنسبة لجرعة الفعالة السنوية كان تتراوح ما بين (0.072-0.138) وفي حين كان معامل الخطورة في كل العينات أقل من1

المواد والطرق

تعتبر منطقة فزان منطقة تاريخية في الجنوب الغربي من ليبيا ذات رقعة جغرافية كبيرة ومعظم مساحة صحراوية لكن تكثر بها الجبال الصخرية. المرتفعات والانهار الجافة والوديان المصدر الرئيس للمياه هي المياه جوفية حيت يبلغ المساحة 551,170 كم2 ويبلغ عدد سكانها حوالي 442090 نسمة تقريبا



صورة (1) تبين موقع الدراسة

جدول يبين إحداثيات مواقع جمع العينات (GPS)

اسم المنطقة	الإحداثيات	
	E	N
الأبيض	13 59 76.5	26 45 31.2
بنت بية	13 39 49.4	26 38 58.9
جرمة	13 04 18.7	26 31 51.1
أوباري	12 46 53.6	26 35 00.1

جُمعت عينات الدراسة (تربة) من مناطق مختلفة من وادي الحياة عدد (4) عينات من مناطق (اوباري، الأبيض، جرمه، بنت بيه).طحنت العينات باستخدام المطحنة ومررت خلال منخل كهربائي ذو ثقوب قطرها (600 m) للحصول على عينة متجانسة وجففت العينات باستخدام (الفرن الكهربائي) عند درجه حرارة (105 ºC) لمدة 24 ساعة للحصول على عينة خالية من الرطوبة ،وتركت العينات لتبرد ثم أخذ 1 Kg من كل عينة حفظت العينات في وعاء Minerlli beaker خاص محكم الأغلاق ولصق على كل عينة نموذج مكتوب عليه أسم العينة ووزنها وتاريخ بداية ونهاية التخزين وخزنت العينات في مكان مناسب لمدة (90) يوم حتى يحدث الاتزان الإشعاعي بين النويدات المشعة ،حضرت العينات حسب الطريقة المعتمدة من (الوكالة الدولية لطاقة الذرية) بعد هذه المرحلة ثم أجراء القياسات ،وقد تم قياس النشاط الإشعاعي لهذه العينات باستخدام جهاز مطياف جاما عالي النقاوة (HGPe).

أولا تم حساب النشاط الإشعاعي لكل عينة حسب المعادلة الأتية

$$A=N/(t\times I\times \varepsilon\times M)$$

حيث

A : يمثل النشاط الإشعاعي
N : صافي معدل العد / ثانية
T : زمن القياس بالثانية
I : شدة أشعة جاما المنبعثة لكل طاقة من طاقات المصدر المشع
E : كفاءة الكاشف
M: كتلة العينة

ثانيا – حساب مكافئ الراديوم(Ra eq):

$$Ra_{eq}\ (Bq/kg) = A_Ra + 1.43A_Th + 0.077A\ k$$

ثالثا – معدل الجرعة الممتصة (Absorbed Dose rate)

الجرعة الممتصة لأشعة جاما ويمكن حسابها باستخدام الفعالية الإشعاعية للراديوم 226 والثوريوم 232 والبوتاسيوم 40 من خلال المعادلة التالية .

$$D(nGy/h) = 0.43A_{Ra} + 0.666A_{th} + 0.042A_{k}$$

رابعا– الجرعة المؤثرة السنوية الداخلية (The Annual Effective Dose)

$$AEDE\left(\frac{\mu Sv}{y}\right)_{out} = D\left(\frac{nGy}{h}\right) x8760\left(\frac{h}{y}\right) x\,0.2\,x\,0.7\left(\frac{Sv}{Gy}\right) x\,10^{-3} \ldots . (4.1)$$

$$AEDE\left(\frac{\mu Sv}{y}\right)_{in} = D\left(\frac{nGy}{h}\right) x8760\left(\frac{h}{y}\right) x\,0.8\,x\,0.7\left(\frac{Sv}{Gy}\right) x\,10^{-3} \ldots \ldots (4.2)$$

خامسا– معامل الخطورة الخارجي(External Hazard Index):

حسابه من المعادلة التالية.

$$Hex = (A_{Ra}/370) + (A_{Th}/259) + (A_{k}/4810) \leqslant 1$$

سادسا – معامل الخطورة الداخلي(Index Hazard Internal)

يحسب من المعادلة التالية.

$$Hin = (A_{Ra}/185) + (A_{Th}/259) + (A_{k}/4810) \leqslant 1$$

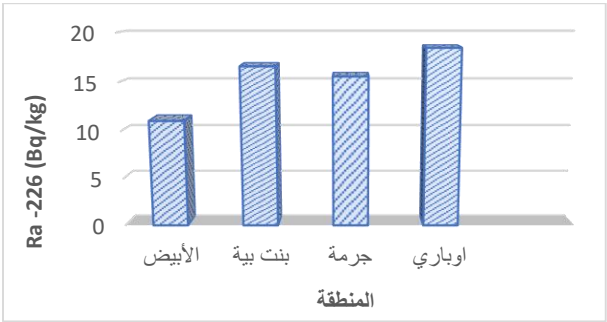
الجليحاوي (2015)

النتائج والمناقشة

أجريت هذه الدراسة بهدف التعرف على تراكيز العناصر المشعة الطبيعية لعينات التربة في منطقة وادي الحياة ومدى أثر ذلك على الانسان والصحة العامة لسكان القاطنين في هذه المناطق من خلال الجرعة الممتصة ومعامل الخطورة والجرعة الفعالة السنوية، يمكن مناقشة النتائج هذه الدراسة على النحو التالي:

1.النشاط الإشعاعي للراديوم (Ra^{226}):

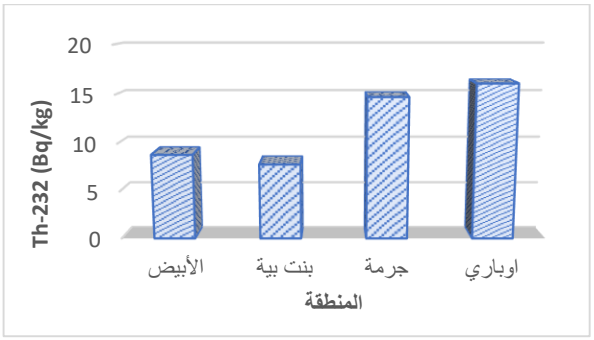
أظهرت النتائج المتحصل عليها تركيز الراديوم في العينات حيت تراوح ما بين (11.0ن32 –18.473) وكان أعلى تركيز في عينة أوباري وأقل تركيز في عينة الأبيض وعند مقارنتها بالمعدل العالمي 35 Bq/kg نجد انها تقع ضمن الحدود المسموح به عالميا تتوافق هذه النتائج مع ما وجده (Aoneas and Mohsan) في منطقة الجميل كان تركيز الراديوم يتراوح ما بين Bq/Kg (5.01-23.35) كما هو مبين في الشكل (1).



شكل (1): النشاط الإشعاعي للراديوم – 226 في تربة مناطق وادي الحياة

2. النشاط الإشعاعي للثوريوم (Th232):

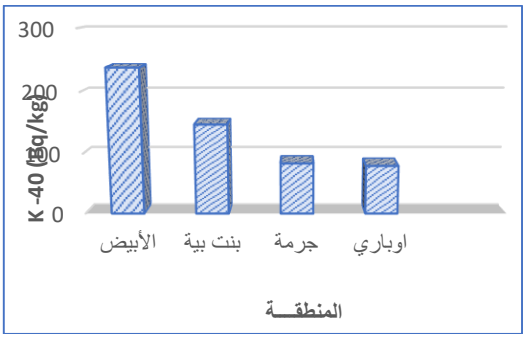
بينت النتائج المتحصل عليها تركيز الثوريوم في العينات حيت يتراوح ما بين (7.84-16.13) وكان أعلى تركيز في عينة أوباري واقل تركيز في عينة بنت بية وهي تقع ضمن المعدل المسموح به30Bq/ Kg تتوافق هذه النتائج مع ما وجده الزواوي وأبوعرقوب في منطقة إسبيعة جنوب طرابلس حيث كان تركيز الثوريوم 8.69بكرل /كيلوجرام تتوافق أيضاً مع ما وجدة إبراهيم وآخرون في منطقة سيدي الصيد كان تركيز الثوريوم 11.49-26.57 بكريل /كيلو جرام كما هو مبين في الشكل (2)



شكل (2): النشاط الإشعاعي للثوريوم –232 في عينات التربة مناطق وادي الحياة

3. النشاط الإشعاعي للبوتاسيوم:

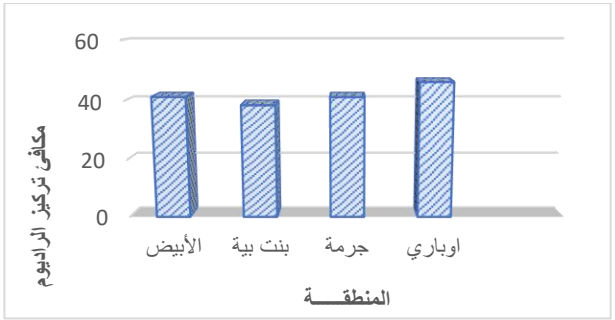
من خلال النتائج المتحصل عليها نلاحظ ان تركيز عنصر البوتاسيوم يتراوح ما بين Bq/Kg (97.77-238.7) وكان اعلى تركيز في منطقة الأبيض وقل تركيز في منطقة أوباري كلاهما تقع ضمن الحدود المسموح بها عالمياً وهو 400 Bq/Kg تتوافق هذه النتائج مع ما وجده (Aoneas and Mohsan) في منطقة الجميل كان تركيز البوتاسيوم يتراوح ما بين Bq/Kg (61.42-251.42) كما هو مبين في الشكل (3)



شكل (3): النشاط الإشعاعي للبوتاسيوم في عينات التربة مناطق وادي الحياة

4. مكافئ تركيز الراديوم (Raeq):

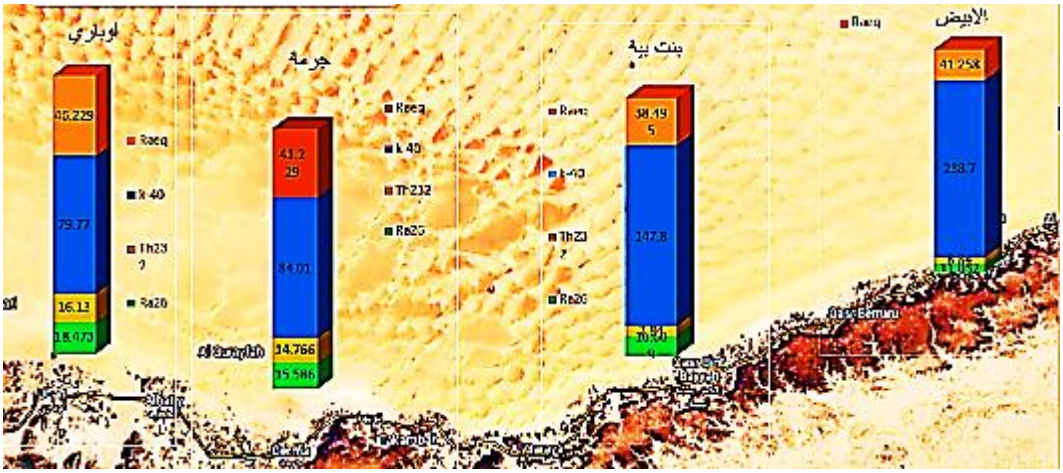
تبين النتائج المتحصل عليها مكافئ تركيز الراديوم حيث يتراوح ما بين (38.49-46.229) في منطقة بنت بية ومنطقة أوباري على التوالي



شكل (4): مكافئ تركيز الراديوم في عينات التربة مناطق وادي الحياة

وكانت أقل من الحدود المسموح بها Bq/kg (370) التي اعتمدتها (OCED).

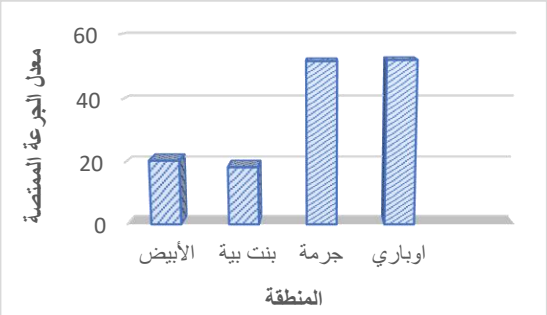
تتوافق هذه النتائج مع ما وجده كاظم وأخرون في رواسب الأرضي الرطبة في بحر النجف العراق حيث كان تركيز الراديوم يتراوح ما بين Bq/Kg (30.18-44.017)بينما لم يتوافق هذه النتائج مع ما وجده إبراهيم وأخرون كان مكافئ تركيز الراديوم في منطقة سيدي الصيد 142.49-237.67بكريل /كيلو جرام كما هو موضح في الشكل(4).



صورة رقم (**2**) تبين النشاط الإشعاعي في مناطق الدراسة

الجرعة الممتصة

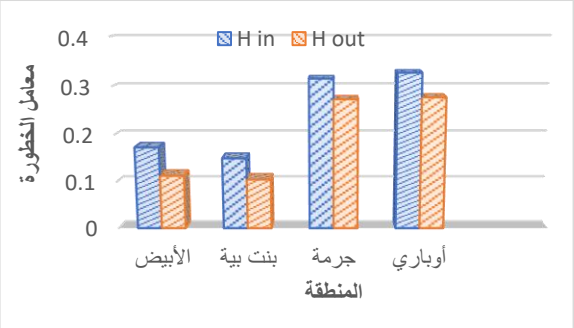
تم حساب معدل الجرعة الممتصة باستخدام المعادلة (3) وبناءً على تقرير اللجنة العلمية للأمم المتحدة المسؤولة عن أثار الاشعاع الذري (UNSCEAR)فإن القيمة المتوسطة العالمية للجرعة الممتصة تتراوح ما بين nGy/h (18 – 93)من خلال الشكل (5) نلاحظ أن معدل الجرعة الممتصة يتراوح ما بين nGy/h (18.571-52.188) كان أعلى قيمة في منطقة أوباري وأقل قيمة في منطقة بنت بية وهي تقع في ضمن المعدل العالمي الموصي به من قبل (UNSCEAR).



الشكل (**5**): معدل الجرعة الممتصة

معامل الخطورة الداخلي والخارجي

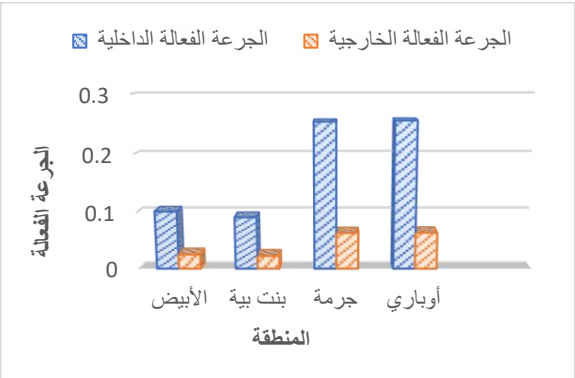
يوضح الشكل (6) قيم معامل الخطورة الداخلي حيث يتراوح ما بين (0.150-0.327) وكان أعلى قيمة في منطقة أوباري وأقل قيمة في منطقة بنت بية ويوضح أيضاً في نفس الشكل قيم معامل الخطورة الخارجي وجد أن أعلى قيمة له كانت في منطقة أوباري (0.277) وأقل قيمة له كانت (0.105) في منطقة بنت بية، بما أن هذه القيم أقل من 1، عليه وفقا لتقرير الحماية من الإشعاع رقم 112 فأن تربة هذه المناطق أمنة.



الشكل (**6**): قيم معامل الخطورة الداخلي والخارجي

الجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية (AEDE)

قد اوصت اللجنة الدولية للحماية من الاشعاع (ICRP) بحد الجرعة الفعالة السنوية المكافئة وهو 1 ملي سيفرت لكل سنة (1mSv/year) لعامة الناس و20 ملي سيفرت لكل سنة (20 mSv/year) للعاملين في مجال الاشعاع. تبين النتائج المتحصل عليها قيم الجرعة الفعالية السنوية الداخلية والخارجية في مناطق وادي الحياة تراوحت الجرعة الفعالة السنوية الداخلية ما بين mSv/year (0.091 – 0.255) وكانت أعلى قيمة في منطقة أوباري وأقل قيمة في منطقة بنت بية وبمتوسط 0.189 وقيم الجرعة الفعالة السنوية الخارجية تراوحت ما بين mSv/year (0.06408-0.0227) وكانت أعلى قيمة في منطقة أوباري وأقل قيمة في منطقة بنت بية وبمتوسط 0.047 بناء على ما اوصت به اللجنة الدولية للحماية من الاشعاع فأن معدل الجرعة الفعالة السنوية الداخلي والخارجي في منطقة وادي الحياة لم يتجاوز الحدود الذي أوصت (1 mSv/year) كما هو موضح في الشكل (7).



شكل (**7**): قيم الجرعة الفعالة السنوية الداخلية والخارجية

الخلاصة

خلصت هذه الدراسة أن مستويات النشاط الإشعاعي في عينات التربة من مناطق وادي الحياة للعناصر (Ra^{226}-Th^{232}-K^{40}) تقع ضمن الحدود المقبولة وفقًا للمعايير الدولية، مما يشير إلى عدم وجود مخاطر إشعاعية كبيرة تهدد البيئة أو صحة الإنسان في هذه المناطق.

المراجع

إبـراهيم، سـعد صـالح، إبمحمـد، إبـراهيم علـي فـرج ،المـبروك، عـادل أبولقاسـم احمـد(2024):"تحديـد تركيـز مسـتوى النشـاط الاشـعاعي النـاتج عـن السلاسـل الإشـعاعية الطبيعيـة في منطقـة سـيدي الصـيد /ترهونـة" المـؤتمر السـنوي العاشـر حـول نظـريات وتطبيقـات العلـوم الأساسـية والبيولوجيـة .جامعة مصراتة

الجليحـاوي، كـوثر حسـن (2015): "قيـاس ودراسـة النشـاط الاشـعاعي الطبيعـي لنمـاذج من التربة للدوائر الرسمية في محافظة القادسية"، جامعة الكوفة، كلية التربية للبنات قسم الفيزياء

المزوغي، ندى عيسى، السعيدي محمد علي، المثناني عبد السلام محمد (2017):" تراكيز المواد المشعة (Ra226,Th232,k40) في المياه الجوفية بمناطق فزان "المؤتمر الوطني الأول للثلوث البحري والمياه الجوفية.طرابلس

المزوغي، ندى عيسى، السعيدي محمد علي، المثناني عبد السلام (2018):"تراكيز المواد المشعة طبيعيا(NORM) في مواد البناء المتداولة في مناطق فزان ،ليبيا" المؤتمر السنوي الثاني حول نظريات العلوم الأساسية والحيوية جامعة مصراتة

المزيني، احمد سعدي. باسل، صالح. يوسف صالحة. هزاوي، أريج (2022):"قياس النشاط الاشعاعي في رواسب شواطئ الساحل الشمالي، مجلة العلوم، العدد الرابع والعشرون

شهوب، مصطفى (2024):" تقييم مستويات النشاط الإشعاعي ومعامل الخطورة في عينات التربة من مدينتي وادي الشاطئ والزاوية " جامعة الزاوية، المجلد الثاني عشر والعدد التاسع والثلاثون.

الزواوي، احمد محمد. أبوعرقوب، عمر خليفة (2022):"قياس النشاط الاشعاعي الطبيعي لنمـاذج التربـة وتقييم المخـاطر الاشـعاعية، مجلـة الدوليـة للعلـوم والتقنية، العدد الثامن والعشرون

Ahmad, N., Nasir, T., Rafique, M., & Rizwan, S. (2020). Natural radioactivity and associated radiological hazards in limestone used as raw material in cement of Lucky Cement Factory, Pezu, Pakistan. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 100(11), 1287-1298. https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1651303

Ahmed, Nour Khalifa (2004): "Natural Radioactivity of Ground and Drinking Water in Some Areas of Upper Egypt". Turkish J. Eng. Env. Sci 28, PP 345-354. https://doi.org/10.9790/4861-0901011721

Akozcan, S., Kalachi, F., Günay, O., & Özden, S. (2021). Radiological risk from activity concentrations of natural radionuclides: Cumulative Hazard Index. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 327, 105-122. https://doi.org/10.1007/s10967-020-07474-1

Cetin.E., N. Altinsoy and y. _rgun, (2012): "Natural Radon Activity Levels of Granites Used in Turkey", Radiat. Prot. Dosim., 151(2): PP 299-305. https://doi.org/10.1093/rpd/ncs007

Constantinescu, B.F. and Dusoiu, Pascovici, G., (1996): "Determination of Radioactivity Levels in Phosphate Containing Fitilizers, Copper and Gold Ores by Direct Gamma-Ray spectroscopy, Romanian Reports in Physics", 48(1-2): PP31-38. https://doi.org/10.1016/s0969-806x(97)00222-3

Dyson, N. A., (1981): "Nuclear Physics with Applications in Medicine and -Biology", Ellis Horwood Limited, 162 P.

Hayumbu P., Zaman M.B., Luhaba N.C.H., Munsanje S.S., Nuleya D, (1995): "Natural radioactivity in Zambian building materials collected from Lusaka", J. Radioanal.Nucl Chem. 199,PP 229–238. https://doi.org/10.1007/bf02162371

ICRP 68, International commission on Radiological Protectionco . " Dose co efficient for intake https://doi.org/10.1163/1570-6664_iyb_sim_org_38963

UNSCEAR, (1993): "Sources and effects of ionizing radiation. Report to General assembly", with Scientific annexes, United Natious, New York.

UNSCEAR Ionisiing Radiation Sources and Biological Effects, New York ; United Nations(1982)

Weihai, Z., Takao, I. and Xiaotang, Y., (2001): "Occurrence of Rn-222, Ra-226, Ra-228 and U in Ground water in Fujian Province", China", J. Environ. Radio., (53): 111-120.

WHO "Guidelines for Drinking water Quality", Recommendations. World Health organization Geneva, 1993 https://doi.org/10.1002/aheh.19840120217