



Scientific Events Gate

The International Innovations Journal of Applied Science

Journal homepage: <https://ijas.eventsgate.org/ijas>

ISSN: 3009-1853 (Online)



قياس نسبة تركيز الرادون في تربة بعض مدارس محافظة ميسان جنوب العراق باستخدام كاشف الأثر النووي CR-39

علي مهدي عبد الحسين⁽¹⁾ عدي علي صبيح⁽²⁾ – وسن عبد الستار جبار⁽³⁾

⁽¹⁾ قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة كربلاء، العراق
^(2,3) قسم العلوم، كلية التربية الأساسية، جامعة ميسان، العراق

المختص	البحث معلومات
في هذه الدراسة تم استخدام كاشف الأثر النووي (CR-39) وهو من الكواشف العضوية لدراسة التلوث البيئي الناتج عن الإشعاعات النووية في التربة لمواقع تمثل مدارس محافظة ميسان. وقد تم أخذ نماذج لـ (12) عينة من مناطق وهي (حي المعلمين الجديد، الكحلاء، عواشة، قلعة صالح، حي الحسين القديم، حي المعلمين القديم، دور النفط، الماجدية، مغربة، المشرح، العزيز، القادسية)، تم تحديد معدل تركيز غاز الرادون لنماذج التربة بالحسابات المعتمدة باستخدام كواشف الأثر النووي. وقد أظهرت النتائج التي حصلنا عليها أن أعلى معدل تركيز لغاز الرادون كان في منطقة مغربة (4.0792 Bq.m^{-3}) تليها منطقة الماجدية حيث بلغ معدل التركيز فيهم (2.5859 Bq.m^{-3}) ومن ثم منطقة (دور النفط، المشرح، العزيز) حيث بلغ معدل التركيز فيهم (2.3269 Bq.m^{-3}) ومن ثم منطقة (حي المعلمين الجديد، حي المعلمين القديم، حي الحسين القديم، قلعة صالح) حيث بلغ معدل التركيز فيهم (1.6359 Bq.m^{-3}) ومن ثم منطقة (الكحلاء، القادسية، عواشة) حيث بلغ معدل التركيز (0.6312 Bq.m^{-3}) ويتضح تلوث منطقة مغربة بغاز الرادون أكثر من بقية المناطق.	تاريخ المقال: تم الاستلام 12 أبريل 2025 تمت المراجعة في 1 يوليو 2025 تم القبول في 4 يوليو 2025 ، متاح على الإنترنت 15 سبتمبر 2025
	كلمات مفتاحية
	التربة
	غاز الرادون
	كاشف الأثر النووي
	كثافة الأثر
	عينات التربة

Measuring the concentration radon in the soil of some schools in Misan Governorate southern Iraq using unclear trace detector CR-39

Ali Mahdi Abdul Hussein^{1*} Uday Ali Sabeeh Al-Jarah² Wasan Abdul Sattar Jabbar³

¹ Department of Physics, Faculty of Education for Pure Sciences, University of Karbala, Iraq

^{2,3} Department of Science, Faculty of Basic Education, Maysan University, Iraq

ARTICLE INFO

Article history:

Received 12 Apr. 2025

Revised 1 Jul. 2025

Accepted 4 Jul. 2025,

Available online 15 Sep. 2025

Keywords:

Soil
Radon gas
Nuclear Impact Detector
Impact intensity
Soil Samples

ABSTRACT

The nuclear trace detector (CR-39) was used to study the environmental pollution resulting from nuclear radiation in the soil of sites representing schools in Misan Governorate. Samples were taken for (12) samples from the regions, which are (the new neighborhood of teachers, Al-Kahla, Awasha, Qalaat Saleh, the old Hussein neighborhood, the old teachers' neighborhood, Dur Al-Naft, Al-Majidiyah, Maghribeh, Al-Musharrah, Al-Uzair, Al-Qadisiyah). The gas concentration rate was determined. The results obtained showed that the highest concentration rate of radon gas was in the Maghrabi region (4.0792 Bq.m^{-3}), followed by the Majidiyah region, where the concentration rate was (2.5859 Bq.m^{-3}). Then the area (Dour Al-Naft, Al-Mushrah, Al-Uzair) where the concentration rate was (2.3269 Bq.m^{-3}) and then the area (New Al-Moallem District, Al-Moallem Al-Old District, Al-Hussein Al-Qadim District, Qalaat Saleh) where the average concentration was (1.6359 Bq.m^{-3}) and then (Al-Kahla, Al-Qadisiyah, Awasha) where the average concentration was (0.6312 Bq.m^{-3}). It is clear that the radon gas pollution in the Maghrabi region is more than the rest of the regions.

1* Corresponding author.

E-mail address: ali.abdulhussien@uokerbala.edu.iq



المقدمة:

(Ahmad, M. F., 2007). ويعد النشاط الإشعاعي ظاهرة

طبيعية، وأن العناصر المشعة في البيئة تبعث أنواعا مختلفة من الإشعاع المؤين منها جسيمات ألفا وبيتا وكاما

(Darby .et, 2005) . وتوجد المواد المشعة الطبيعية على سطح الأرض بتركيز متفاوت يختلف من منطقة إلى أخرى منذ تكوين الأرض، وبصورة عامة فإن الصخور والتربة تحتوي على كميات مختلفة من النويدات المشعة الطبيعية، وبشكل رئيسي هي تلك العناصر التي تنتمي إلى إحدى سلاسل الانحلال الإشعاعي الطبيعي وهي سلسلة اليورانيوم - 235 وسلسلة الثوريوم - 232 وسلسلة الاكتينيوم - 253 وتكون تلك الإشعاعات مرافقه لانحلال نظير البوتاسيوم - 40 (Tzortzis, 2004).

وينبعث الإشعاع في التجارب النووية والعلاج الطبي ويقسم إلى نوعين أحدهما: طبيعي المنشأ ويدعى (NORM) Naturally Occurring Radioactive Material وثانيهما : من الصناعات التكنولوجية التي يستخدمها الإنسان ويدعى TENORM (Iqbal, 2000) . والعناصر المشعة الطبيعية موجودة منذ خلق الأرض تمتلك أعمار نصفية مقدرة بمئات الملايين من السنين وهذا تقارب عمر الأرض (World Health Organization, 2008)، وعلى هذا الأساس (يعرف الإشعاع النووي بأنه ظاهرة فيزيائية تحدث في الذرات غير المستقرة للعناصر، وفيه تفقد النواة الذرية بعض جسيماتها وتتحول ذرة العنصر إلى عنصر آخر أو نظير آخر من العنصر ذاته) (Al-Sa'd, A. A. R., 1999).

إن زيادة كمية المواد المشعة المترسبة إلى الماء والتربة والهواء زاد مخاطر تعرض السكان إلى خطر ذلك الإشعاع. ومن الجدير بالذكر أن الخلفية الإشعاعية في العراق كانت لا تتجاوز (7.5 ppm) قبل الحرب (1991)، إلا أنها ارتفعت إلى أكثر من ذلك بعد أحداث عامي (1991-2003). وعلى هذا الأساس أصبح التلوث الإشعاعي في العراق من أخطر أنواع التلوث البيئي وأكثرها فتكا بالإنسان والحيوان، فهو أشبه بالموت الصامت الذي يتسلل بهدوء وبطء، ويتدرج مستوى

تعد البيئة من أهم العوامل التي تؤثر على صحة وحياة الإنسان وتعتبر التربة واحدة من أهم العناصر البيئية والتي تمد الإنسان بمصدر الغذاء، ولأنها وسط حيوي فعندما تتلوث تصيح مصدراً طويلاً الأمد للتلوث البيئي الذي يؤدي إلى تلوث الغذاء والماء والهواء ويعتبر التلوث الإشعاعي من أخطر الملوثات. وبما إن مصادر الإشعاع في التربة تعتبر من أكبر المساهمين في التعرض للإشعاع فمن الضروري معرفة تركيز العناصر المشعة في التربة. ولأن المدارس هي من الأماكن المهمة التي تستقبل عددا كبيرا من الطلاب كل سنة لذلك كان من الضروري معرفة مستويات النشاط الإشعاعي للتأكد من وجود أو عدم وجود تركيز عالي للنشاط الإشعاعي قد تضر بصحة المتواجدين فيها (Ahmad, M. F., 2007).

إن دراسة النشاط الإشعاعي الطبيعي للتربة (الخلفية الإشعاعية) يعتبر من أهم المواضيع التي تدرس من قبل الباحثين، لما يحتوي هذا الموضوع من أهمية بيئية تؤثر في صحة الإنسان خاصة إذا علمنا بوجود مناطق تحتوي على تركيز عالي من النظائر المشعة الطبيعية بسبب التكوين الجيولوجي لهذا المنطقة. أما في القرون الحديثة ونتيجة للحروب واستخدام الأسلحة النووية ونتائجها المخلفات الحربية أدى لزيادة الإشعاع، لذلك من المهم دراسة النشاط الإشعاعي للتربة خاصة في المناطق التي يتركز فيها وجود الناس، وفي بحثنا هذا سوف نتناول دراسة قياس نسبة تركيز الإشعاع في تربة بعض مدراس محافظة ميسان باستخدام كاشف الأثر النووي (CR-39)

يتعرض الإنسان لمصادر إشعاع طبيعي منها الأشعة الكونية والجرعة التي يتعرض لها الإنسان من الأشعة الكونية تعتمد على خطوط الطول والعرض والارتفاع عن سطح الأرض كذلك يتعرض الإنسان للإشعاع الطبيعي الناتج من العناصر المشعة الموجودة في القشرة الأرضية، فضلا عن ذلك يتم التعرض للإشعاع من المصادر الصناعية نتيجة تجارب نووية سابقة أو حوادث إشعاعية أو أنشطة صناعية تكنولوجية

الرئة، بينما بينت دراسة (Tzortzis, 2004) التباين الكبير في مستويات النشاط الإشعاعي الطبيعي للتربة باختلاف الطبيعة الجيولوجية. كما تناولت أبحاث (Iqbal, 2000) و (World Health Organization, 2004) خطورة تراكم النظائر المشعة في البيئة وأثرها الممتد على الماء والتربة والهواء.

أما على الصعيد المحلي، فقد قام (Karim, 2004) و (Ibrahim, 2007) بقياس تراكيز الرادون في تربة بعض مناطق بغداد، وأظهرت النتائج وجود مستويات إشعاعية متباينة تُعزى إلى طبيعة التربة وتأثير الحروب. كذلك تناولت دراسة (Abass, 2015) قياس غاز الرادون في مناطق مختلفة من العراق باستخدام كاشف الأثر النووي (CR-39) وأكدت على تباين التراكيز بين منطقة وأخرى. كما بينت نتائج (Khudhair & Sabr, 2014) ارتفاع معدلات النشاط الإشعاعي الطبيعي في بعض مناطق البصرة، في حين أشار (Almayahi, 2013; Almayahi, 2014) إلى إمكانية ربط قياسات الرادون بالظروف المناخية والعوامل البيئية.

وتجمع هذه الدراسات على أن مستويات الرادون في التربة ليست ثابتة بل تتأثر بالتركيب الجيولوجي للمنطقة والأنشطة البشرية، مما يجعل من الضروري إجراء دراسات ميدانية متكررة في البيئات الحيوية مثل المدارس لضمان سلامة الطلبة والعاملين فيها.

جمع وتحضير العينات

تم أخذ مجموعة من العينات التي تمثل التربة لبعض مدارس ميسان والبالغ عددها الكلي (12) عينة موضحة مواقعها في الجدول التالي. وتم التعامل معها مختبرياً عبر تجفيفها باستخدام جهاز الفرن الكهربائي (oven) ثم طحنها باستخدام الطاحونة الكهربائية لكي تصبح بشكل مسحوق ناعم، ثم وضعها في أكياس نايلون. إن الهدف من الدراسة هو معرفة مقدار التلوث في تربة المدارس نتيجة الأثار المترتبة من استعمال الأسلحة المختلفة في الحروب التي تعرض لها العراق خلال السنوات السابقة، لكون المدارس بيئة تجمع فئة

التأثير الإشعاع باختلاف الجرعة الإشعاعية من حيث نسبة التركيز ومدته التعرض التي كلما زادت زاد معها الأثر والضرر، وتتراوح شدة هذا التأثير من الوفاة السريعة إلى تلف الخلايا بمختلف أشكالها، أما أثارها فمنها السرطانات والعقم والتشوهات (Ibrahim, N., 2007)

الدراسات السابقة

إن التقدم العلمي في مجال الأبحاث النووية منذ اكتشاف النشاط الإشعاعي على يد العالم (بيكرل) عام 1896 في خام اليورانيوم وحتى الآن، وتنافس الدول الكبرى على امتلاك وتطوير القدرات النووية لاستخدامها في الأغراض السلمية والحربية أدى في النهاية إلى تلوث البيئة بأحد أخطر أنواع التلوث الذي عرفه الإنسان وهو التلوث الإشعاعي (Karim, 2004, M. S., 2004), ولكثره الاهتمام بهذا الموضوع علمياً تم التركيز على الأبحاث المنجزة خلال الفترة الزمنية المحصورة (2005) والمنجزة أغلبها محلياً بكون لها صلة مباشرة بموضوع بحثنا. وتوجد العديد من الدراسات العالمية في هذا المجال سواء كانت في الدول العربية أو الغربية (Karim, 2004, M. S., 2008) (Yusuf, R., 2008) (Ali, Q. R., 2009) (Khudhair, M., Al-Masri, M., 2009) (Abass, 2014) (Ali, 2015) (Aswad, M., 2016) (AL-bedr, Mohammed Baker) (Khalid H., 2015) (H., Husam A. Arar & W. O. Hameed., 2014) (AL-bedr, Mohammed Baker H., Husam A.) (Almayahi, B.,) (Arar & W. O. Hameed., 2014) (Almayahi, B.,) (Tajuddin, A., Jaafar, M., 2013) (Burgehele, B.,) (Tajuddin A., Jaafar M. 2014) (Cosma, C., 2012).

تشير العديد من الدراسات العالمية والمحلية إلى أهمية رصد مستويات النشاط الإشعاعي في التربة ومراقبة انبعاثات غاز الرادون لما لها من تأثير مباشر على صحة الإنسان. فقد أوضح (Darby, 2005) العلاقة الوثيقة بين ارتفاع تركيز غاز الرادون في المنازل وزيادة خطر الإصابة بسرطان

مهمة في المجتمع وتمثل الطلبة ذوي الأعمار المختلفة بالمرحلة الابتدائية والثانوية.



شكل (1) يوضح خريطة لمواقع المدارس تحت الدراسة.

طريقة العمل:

حرارة (60 °C) في جهاز الحمام المائي لمدة (5 ساعات) في المختبر.

وبعد انتهاء هذه العملية تم غسل تلك الكواشف بالماء المقطر، وبعد ذلك تم حساب عدد الآثار الموجودة على كل قطعة كاشف لكل نموذج من التربة، وذلك من خلال وضع الكاشف تحت المجهر الضوئي، حيث تم استخدام عدسة شبيئية بقوة تكبير مقدارها (40.10x) لقياس كثافة الآثار النووية، علما بأن العينات تمت في شهري أيلول وتشرين الأول من العام 2019.

الحسابات والنتائج:

يتم في هذه المرحلة الكشف عن الآثار وذلك باستخدام المجهر الضوئي، وبعدها يتم حساب عدد الآثار لوحدة المساحة باستعمال عدسة خاصة مقسمة على عدة مربعات لحساب معدل عدد الآثار، وكانت مساحة مجال الرؤية تساوي (cm²) 1.6×10^{-3} للحصول على عدد الآثار الكلي (N_{av}) بوحدة

بعد تحضير العينات مختبرياً، تم أخذ مقدار ثابت من كتلة العينات وهو (100 gm) من كل عينة باستخدام ميزان حساس، ثم وضعها داخل علب اسطوانية الشكل ذات ارتفاع (11 cm) وقطر (7 cm) حيث تكون هذه الأبعاد مناسبة لمسار جسيمات ألفا خلال عملية التثبيغ، وبعدها تم توزيع كواشف الأثر النووي (CR-39) على العينات بمساحة (2×2cm²) و تم تثبيتها أسفل غطاء كل علبه من الداخل بواسطة لاصق لضمان تسجيل جسيمات ألفا على الكاشف والمنبعثة من خلال غاز الرادون المنبعث من عينات التربة داخل العلب البلاستيكية، وتم إغلاق العلب بإحكام؛ لتلافيا لتبادل غاز الرادون والمحيط الخارجي، وبعدها تركت هذه العينات لمدة (60 يوم). وبعد هذه المدة رفعت كواشف الأثر النووي (CR-39) من العينات بعد عملية التثبيغ وتم إجراء عملية القشط الكيميائي عليها باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم وبعيارية مناسبة بتركيز (6.25N) وبدرجة

إذا يمثل E_A : معدل الرادون المتبخر بدلالة المساحة بوحدة $(\text{Bq.h}^{-1}\text{-m}^{-2})$.

λ_{Rn} ثابت الانحلال الرادون ويساوي $(2.06 \times 10^{-6} \text{ sec}^{-1})$,
 V حجم الوعاء الاسطواني الشكل بوحدة (cm^3) ويساوي
 $(V = \pi r^2 h)$ حيث π النسبة الثابتة وتساوي (3.14) و r^2
 نصف قطر الوعاء و h ارتفاع الوعاء بوحدة (cm).
 A مساحة العينة تساوي (πr^2) بوحدة cm^2 و k ثابت الانتشار.

T_{eff} الزمن الفعال بوحدة (day) ويساوي (59.27 day)
 وهو أقل من الزمن الكلي للفحص T (زمن التشعيع) بوحدة
 (day) ويساوي (60 day) حيث تم حسابه وفق العلاقة
 الآتية:

$$T_{eff} = T - \frac{1}{\lambda_{Rn}} (1 - e^{-\lambda_{Rn} T}) \quad (6)$$

كما تم حساب معدل الرادون المتبخر بدلالة الكتلة للعينات
 وفق المعادلة الآتية:

$$E_M = \frac{\rho \lambda_{Rn} V}{KM T_{eff}} \quad (7)$$

إذا يمثل E_M : معدل الرادون المتبخر بدلالة الكتلة للعينات
 بوحدة $(\text{Bq.h}^{-1}.\text{kg}^{-1})$, M كتلة العينات بوحدة (gm) وكما
 تم حساب تأثير محتوى الرادون الكلي عينة بوحدة (Bq-kg^{-1})
 وفق العلاقة الآتية:

$$C_{Rn} = \frac{P A h}{K M T_{eff}} \quad (8)$$

إن الحسابات المتحصلة من العلاقات أعلاه تتمثل في الجدول
 رقم (1) والأشكال (1-6) لتوزيع الرادون في العينات
 المدروسة في البحث. إن أعلى تركيز كان في العينة رقم (9)
 بينما سجل أقل تركيز في العينة ثم (2) وهذا يعود إلى طبيعة
 التربة الموجودة في تلك المواقع.

وبقسمتها على مساحة المجال (A_D) بوحدة
 (cm^2) لنحصل على كثافة الآثار النووية (ρ) بوحدة
 (Track.cm^{-2}) وفق العلاقات الآتيتين:-

$$\rho = \frac{N_{av.}}{A_D} \quad (1)$$

$$N_{av.} = \frac{N_{total}}{N_D} \quad (2)$$

حيث إن:

N_{total} هو مجموع عدد الآثار لكل عينة N_D هو عدد
 المجالات. ولقياس مستوى تركيز الرادون في العينات لابد
 من تحديد ثابت انتشار المنظومة (K) وهو يختلف من
 منظومة إلى أخرى، حيث يعتمد على إبعاد المنظومة وشكلها
 الهندسي. وأن ثابت الانتشار (K) المستعمل في هذه البحث
 يساوي $(0.3432 \text{ Track.cm}^{-2}.\text{d}/\text{Bq/m}^3)$ حسب الأبعاد
 المعتمدة. ويتم إيجاد تركيز غاز الرادون في الحيز الهوائي
 للحجرة المحصورة بين سطح العينة و سطح الكاشف بوحدات
 (Bq.m^{-3}) باستعمال المعادلة الآتية:

$$\rho = k \times C_{av.} \times T \quad (3)$$

إذا يمثل ρ كثافة آثار بوحدة (Tr.cm^{-2}) و k ثابت الانتشار
 ومقداره $(0.3432 \text{ Track.cm}^{-2}.\text{d}/\text{Bq.m}^{-3})$ و $C_{av.}$
 تركيز الرادون في الحيز الهوائي بوحدة (Bq.m^{-3}) و T
 زمن التشعيع بالأيام (زمن التعريض النماذج مع الكاشف).
 ومن خلال المعادلة رقم (4) وترتيبها يمكن حساب تركيز
 الرادون في العينات وفق العلاقة الآتية:

ولحساب معدل الرادون المختبر بدلالة مساحة الكاشف
 النووي للعينات نستعمل العلاقة الآتية:

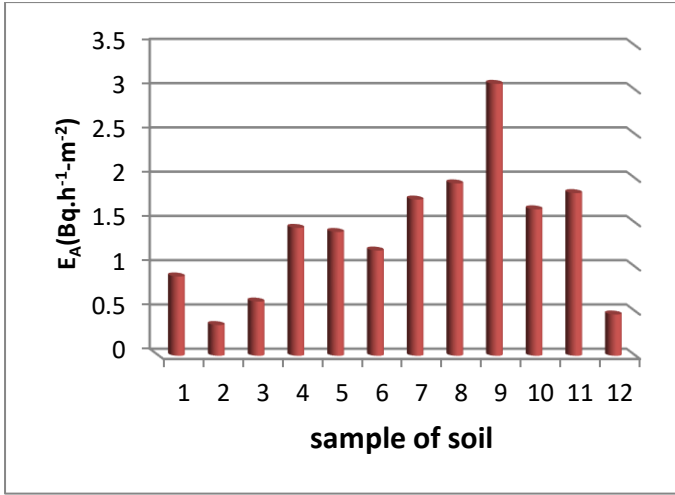
$$E_A = \frac{\rho \lambda_{Rn} V}{K A T_{eff}} \quad (5)$$

ت	Sample of soil	$\rho(\text{Track.cm}^{-2})$	$C_{\text{avg}} \text{Bq.m}^{-3}$	$E_A * 10^{-10} \text{ mBq.m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$	$E_M \text{ mBq.kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} * 10^{-12}$	$C_{\text{Ra}} \text{ Bq.kg}^{-1} * 10^{-3}$
1	حي المعلمين الجديد	24.5	1.1897	0.8959	3.4463	6.0227
2	الكحلاء	9.5	0.4613	0.3474	1.3363	2.3353
3	عواشة	16.75	0.8134	0.6125	2.3561	4.1175
4	قلعة صالح	39.5	1.9187	1.4445	5.5563	9.7101
5	حي الحسين القديم	38.25	1.8575	1.3987	5.3804	9.4028
6	حي المعلمين القديم	32.5	1.5782	1.1885	4.5716	7.9893
7	دور النفط	48.25	2.3431	1.7644	6.7871	11.8610
8	الماجدية	53.25	2.5859	1.9473	7.4904	13.0902
9	مغربة	84	4.0792	3.0718	11.8159	20.6493
10	المشراح	45.25	2.1974	1.6547	6.3651	11.1236
11	العزير	50.25	2.4402	1.8376	7.0684	12.3527
12	القادسية	12.75	0.6191	0.4662	1.7934	3.1342

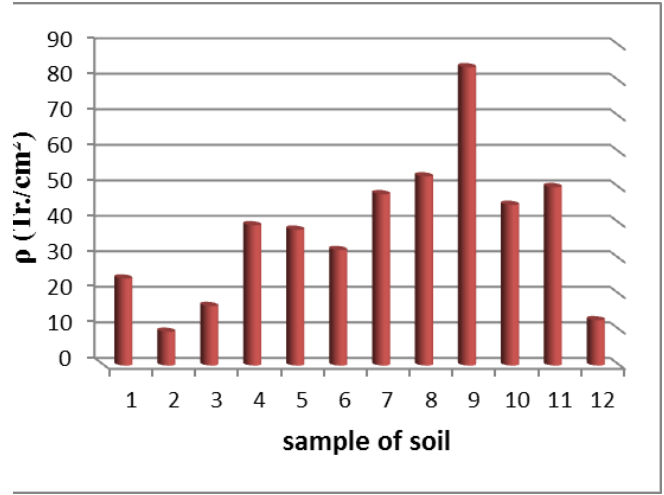
6* Corresponding author.

E-mail address: ali.abdulahussien@uokerbala.edu.iq

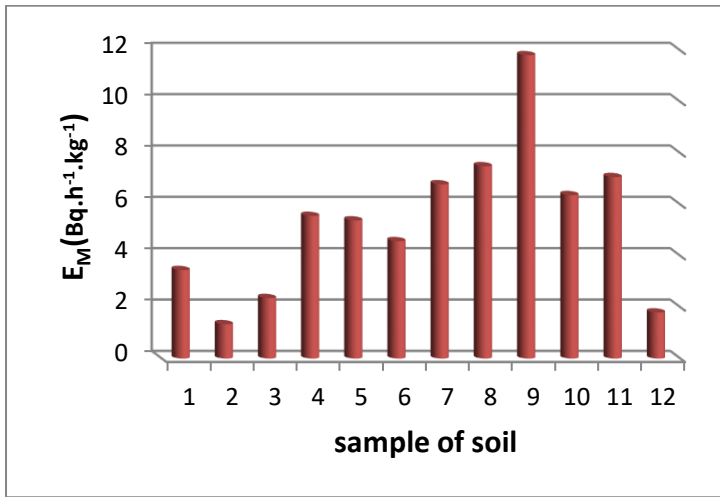




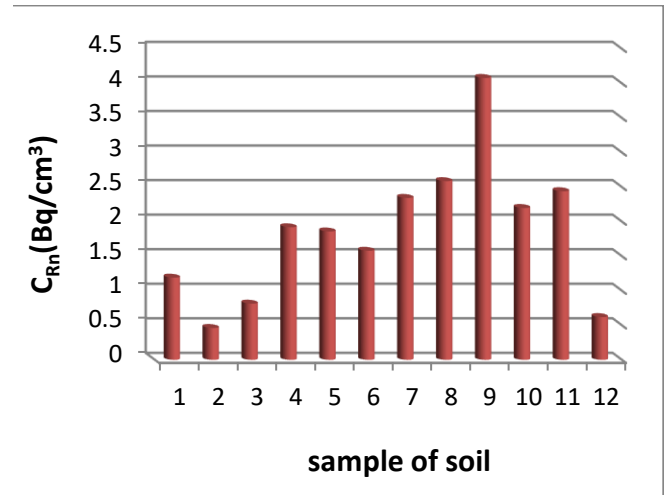
الشكل رقم (4) يوضح توزيع معدل تركيز الرادون المتبخر بدلالة المساحة



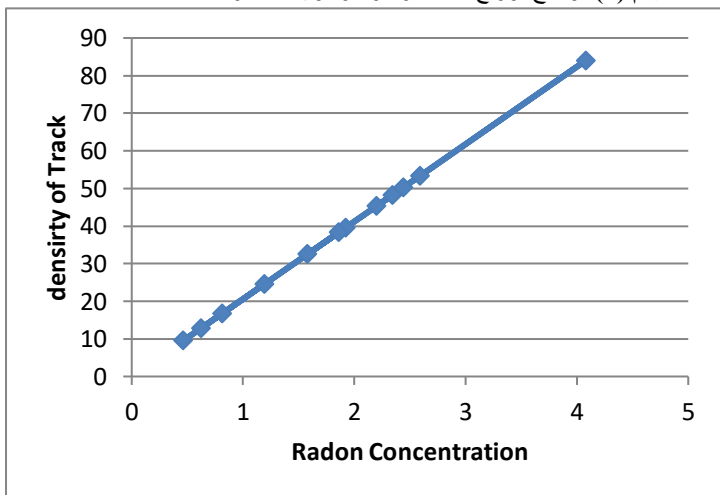
الشكل رقم (2) يوضح توزيع تركيز الأثار النووية في العينات.



الشكل رقم (5) يوضح توزيع معدل تركيز الرادون المتبخر بدلالة الكتلة.



الشكل رقم (3) يوضح توزيع تركيز الرادون في عينات التربة.



الشكل رقم (6) يوضح العلاقة بين معدل كثافة الأثار ومعدل تركيز الرادون.

detector CR-39. International Letters of
Chemistry, Physics and Astronomy, 53, 90–94.

مناقشة النتائج:

Ahmad, M. F., & Ahmad, I. M. (2007). Mabadi' al-
ishi'a'at al-mu'ayinah wal-wiqayah minha al-
lajnah al-da'imah wal-wiqayah min al-ishi'a'at.

Ali, A., et al. (2015). Hisab tarakiz al-sizium 137 fi
'aynat turb wal-hawa al-mustanshiq fi madinat
al-Ramadi wa ma hawlaha. Al-Majallah al-
'Iraqiyah lil-'Ulum, 56(3), 2321–2328.

Ali, Q. R. (2009). Dirasah wa qiyas tarkiz al-yuraniyum
fi 'aynat min al-turbah limanatiq gharb
Baghdad bi-istikdam kashif al-athar al-nawawi
(CR-39). Majallat Jami'at al-Nahrain, 12(3), 9–
15.

Al-Bedr, M. B. H., Arar, H. A., & Hameed, W. O.
(2014). Determination of natural radioactivity
levels in surface soils of old phosphate mine at
Russaifa of Jordan. International Journal of
Physics and Research, 4(3), 31–38.

Al-Gharabi, M., & Al-Hamzawi, A. (2020).
Measurement of radon concentrations and
surface exhalation rates using CR-39 detector in
soil samples of Al-Diwaniyah Governorate,
Iraq. Iranian Journal of Medical Physics, 17(4),
220–224.

Al-Masri, M., et al. (2009). Hay'at al-Taqaq al-
Dharriyah qism al-wiqayah wal-aman, Suriya.

Almayahi, B., Tajuddin, A., & Jaafar, M. (2013). In situ
soil ^{222}Rn and ^{220}Rn and their relationship
with meteorological parameters in tropical
Northern Peninsular Malaysia. Radiation
Physics and Chemistry, 90, 11–20.
[https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.04.
028](https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.04.028)

وقد تبين عبر الدراسة الحالية وفي ضوء النتائج التي تم
الحصول عليها خلال عملية الفحص، وذلك من خلال استعمال
كاشف الأثر النووي (CR-39) لمجموعة من عينات التربة،
أن نسبة الرادون موجود في العينات ولكن بنسب متفاوتة، إذ
كان أعلى تركيز لرادون في عينة التربة (مغربة) الذي بلغ
تركيزه (4.0792 Bq.m^{-3}) أما أقل تركيز كان في عينات
(عواشة - القادسية - الكلاء) حيث بلغ معدل التركيز فيها
(0.6312 Bq.m^{-3}) وهي نسبة منخفضة جدا مقارنة بالعينات
السابقة.

ومن خلال النتائج ظهر أن جميع عينات التربة البالغ عددها
(12) عينة تحتوي على نسبة من تركيز الرادون الذي تم
فحصه بواسطة كاشف الأثر النووي (CR-39) وأن جميع
التركيزات الناتجة لم تتجاوز الحدود المسموح بها والتي وضعتها
منظمة الصحة العالمية (400 Bq .m^{-3}) بل كانت أقل منها
(World Health Organization، 2008)

الاستنتاج:

هذه الدراسة أظهرت أن نسبة انبعاث غاز الرادون المشع من
العينات المقاسة في المناطق المختارة موجودة بمقادير متغيرة،
ولكنها ضمن النسب المعتادة في هذا المجال، وهذا طبيعي
ضمن النسب المقررة، وأن هذه النسبة لها تأثير على صحة
المتواجدين في تلك المدارس من الطلبة والعاملين فيها، خاصة
إذا لم تُتخذ الإجراءات الكفيلة لحمايتهم من الآثار المترتبة
وهي تجهيزهم بالمواد الضرورية ذات الحماية العالية،
وإجراء عملية الفحص الدوري للطلبة وقياس نسب الغاز،
وأبضا عدم التلامس المباشر مع المخلفات إن وجدت في تلك
المناطق.

References:

Abass, K. H., Mohammed, B. Y., Rehem, A. N., &
Olewi, D. J. (2015). Measurement of soil-gas
radon in some areas of Iraq using nuclear track

- Karim, M. S. (2004). Ijad tarkiz al-radun fi turb limanatiq janub sharq Baghdad bi-istikhdam kashif al-athar al-nawawi (CR-39). Al-Jami'ah al-Mustansiriyah, Kulliyat al-Tarbiyah.
- Khudhair, M., & Sabr, A. R. (2014). Qiyas mustawa al-isha'a al-tabi'i fi al-turbah al-sathihyah fi manatiq muntakhabah min muhafazat al-Basrah. Majallat Abhath al-Basrah, 40(3), 88–96.
- World Health Organization. (1993). Guidelines for drinking-water quality (Vol. 1). Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2004). Guidelines for drinking-water quality (3rd ed., Vol. 1). Geneva: WHO.
- Yusuf, R., et al. (2008). Tahdid al-fa'aliyah al-naw'iyah lil-sizium Cs-137 wal-butasiyum K-40 fi bi'at muhafazat Ninawa. Majallat 'Ulum al-Rafidayn, 19(2), 205–220.
- Almayahi, B., Tajuddin, A., & Jaafar, M. (2014). Calibration technique for a CR-39 detector for soil and water radon exhalation rate measurements. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 301, 133–140.
<https://doi.org/10.1007/s10967-014-3146-6>
- Al-Sa'd, A. A. R. (1999). Al-radun: Makhatiruh wa manafi'uh. Nashrat al-Dharrah wal-Tanmiyah, 11(2), 38–41.
- Aswad, M. (2016). Qiyas al-nashat al-ishi'i linazir al-radium-226 linamadhij turbah fi muhafazat al-Qadisiyah bi-istikhdam taqniyat al-tahlil al-tayfi. Majallat Jami'at Babil lil-'Ulum al-Sarfah wal-Tatbiqiyah, 24(4), 893–899.
- Burghelle, B., & Cosma, C. (2012). Thoron and radon measurements in Romanian schools. Radiation Protection Dosimetry, 152(1–3), 38–41.
<https://doi.org/10.1093/rpd/ncs143>
- Darby, S., Hill, D., Auvinen, A., Barros-Dios, J. M., Baysson, H., Bochicchio, F., ... Doll, R. (2005). Radon in houses and risk of lung cancer: Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. British Medical Journal, 330(7485), 223.
<https://doi.org/10.1136/bmj.38308.477650.63>
- Ibrahim, N. (2007). Al-talawwuth al-ishi'i fi mintaqat Baghdad wa itharat al-biy'iyah lil-muddat min 1981–2003. Kulliyat al-Adab, Jami'at Baghdad, Qism al-Jughrafiya.
- Iqbal, M., Tufail, M., & Mirza, S. (2000). Measurement of natural radioactivity in marble found in Pakistan using a NaI(Tl) gamma-ray spectrometer. Journal of Environmental Radioactivity, 51(2), 255–265.
[https://doi.org/10.1016/S0265-931X\(00\)00077-1](https://doi.org/10.1016/S0265-931X(00)00077-1)