

قياس تراكيز الرادون في المياه السطحية والجوفية لذراع دجلة والثرثار وحساب الجرعة المؤثرة السنوية باستعمال كاشف الأثر النووي CR-39

خالد هادي مهدي*، ندى فاضل توفيق** و لينا مجيد حيدر*
 *قسم الفيزياء، قسم الفيزياء، كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد، بغداد-العراق.
 **كلية العلوم، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة النهرين، بغداد-العراق.
 E-mail: nadafathil@yahoo.com.

الخلاصة

يهدف البحث الى دراسة قياس تركيز الرادون في نماذج المياه السطحية والجوفية في مواقع مختارة حول نهر دجلة والثرثار لسنة 2005 باستخدام كاشف الأثر النووي CR-39 وكانت المنطقة المختارة هي منطقة زراعية وتعتبر المصدر الرئيسي للخضراوات والفاكهة المستهلكة في مدينة بغداد، لذا تم اختيار مناطق الفحص للمياه السطحية من بداية ذراع دجلة وما حولها من المياه الجوفية.

تم قياس تركيز الرادون باستخدام التعرض الطبيعي لكاشف CR-39 ولمدة شهرين. وتشير النتائج الى ان مدى تركيز الرادون في نماذج المياه السطحية كان بحدود $(4.06 \pm 1.05 - 1.41 \pm 0.40) \text{Bq/l}$ وهذا يؤكد ان معدل مستويات التركيز في نماذج المياه السطحية أعلى من قيم معدل المياه الجوفية، وأن معدل الجرعة المؤثرة في المعدة تتراوح ($25.5-5.6 \text{ mSv/yr}$)، وفي الرئة ($18.8-2.9 \text{ mSv/yr}$) وفي عموم الجسم ($54.5-8.4 \text{ mSv/yr}$) في المياه السطحية ، اما بالنسبة للمياه الجوفية فأن معدل الجرعة المؤثرة في المعدة تتراوح ($21.3-14.1 \text{ mSv/yr}$) وفي الرئة ($11.1-7.1 \text{ mSv/yr}$) وفي عموم الجسم ($32.1-20.5 \text{ mSv/yr}$).

المقدمة

1. النظائر المشعة الطبيعية الناتجة من سلسلة تحلل اليورانيوم والثوريوم.
 2. التلوث البيئي الناتج عن استخدام المصادر المشعة والفضلات المشعة التي تنتج عنها تلوث البيئة.
 تعتمد كمية الرادون في الماء بشكل رئيس على عاملين: الأول هو الموصفات الجيولوجية المحلية، والثاني نوع الماء. فمن أجل العامل الأول أن كمية الرادون تعتمد على نوع و موصفات الصخور الموجودة. أما نوع الماء المستخدم فهو عامل مهم جداً، إذ وجد أن الرادون الناتج عن الماء يشكل مشكلة في البيوت التي تستخدم مياه الآبار بشكل مباشر، بينما لا تكون مشكلة بحد ذاتها في البيوت التي تعتمد على شبكة المياه العامة. وذلك لأنه غالباً ما يتم حفظ مياه الشبكة العامة من أجل المعالجة ومن ثم التخزين وبعد ذلك التوزيع، وخلال هذه المدة يتفكك غاز الرادون ونواتج تفككه المنحلة في الماء قبل أن يصل البيوت.

الرادون هو غاز مشع نبيل كالهيليوم غير مرئي عديم الطعم والرائحة، أثقل من الهواء بسبع مرات ونصف، ناتج من تحلل سلسلة اليورانيوم -238 ذو نصف عمر (3.8d) وهو باعث لجسيمات ألفا بطاقة مقدارها (5.49MeV)، ويعتبر الرادون من الغازات ذوات النشاط الإشعاعي الطبيعي وتتواجد في الصخور والتربة والأنفاق والمانجم وفي المياه الجوفية [1]. تخمن اللجنة العلمية لتأثيرات الأشعة التابعة للأمم المتحدة (UNSCEAR) The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. أن الرادون يساهم (مع النويدات الوليدة المشعة الناتجة عن انحلاله) بحوالي ثلاثة أرباع مكافئات الجرعة المؤثرة السنوية التي يتسلمها الإنسان من المصادر الطبيعية الأرضية [2] النظائر المشعة في الماء تأتي من مصدرين أساسيين وهما [3].

الماء كما في الشكل (2) وأغلقت الكواشف بصوره محكمة لمنع تسرب غاز الرادون المنبعث عن نماذج المياه وتركت لفترة شهرين وبعدها اخذت الكواشف واجريت عليها عملية القشط الكيميائي باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بعيارية 6.25N وبدرجة حرارة 60C° ولمدة اربع ساعات ثم غسلت الكواشف وجففت وحسبت كثافة الاثار باستعمال المجهر الضوئي بتكبير 400X وحسبت تراكيز الرادون باستعمال المعادلة الآتية:

$$C_x = (C_s / \rho_s) \times \rho_x = \rho_x / \text{Slope} \dots\dots\dots (1)$$

حيث أن:

(ρ_x) و (ρ_s) كثافة الاثار للنماذج القياسية والمجهولة على التوالي ، C_x و C_s تراكيز الرادون في النماذج القياسية والمجهولة على التوالي.

النتائج والمناقشة

تم حساب تراكيز غاز الرادون في نماذج المياه السطحية والجوفية باستخدام تقنية عد أثار جسيمات الفا المنبعثة من غاز الرادون باستخدام كاشف الأثر النووي (CR-39)، بعد أن تم تحديد منحنى المعايرة والمتمثلة بالعلاقة بين كثافة اثار جسيمات الفا معلومة التراكيز لغاز الرادون في العينات القياسية وكانت العلاقة خطية كما في الشكل (3) ومن ميل الرسم البياني تم حساب تراكيز غاز الرادون للعينات المجهولة من العلاقة (1).

تم حساب الجرعة المؤثرة Annual effective dose(mSv/yr) ولأعضاء الجسم المختلفة من العلاقة الآتية:

$$\text{Annual Effectivedose (mSv/ yr.)} = A(\text{Bq/l}) \times V \times CF(\text{mSv/Bq})$$

حيث أن

A: النشاط الإشعاعي النوعي (Bq/l)

V: حجم الماء (l/yr)

CF: معامل النوعية

إذ أن معامل النوعية للمعدة = 000073

معامل النوعية للرئة = 000038

معامل النوعية لعموم الجسم = 00011

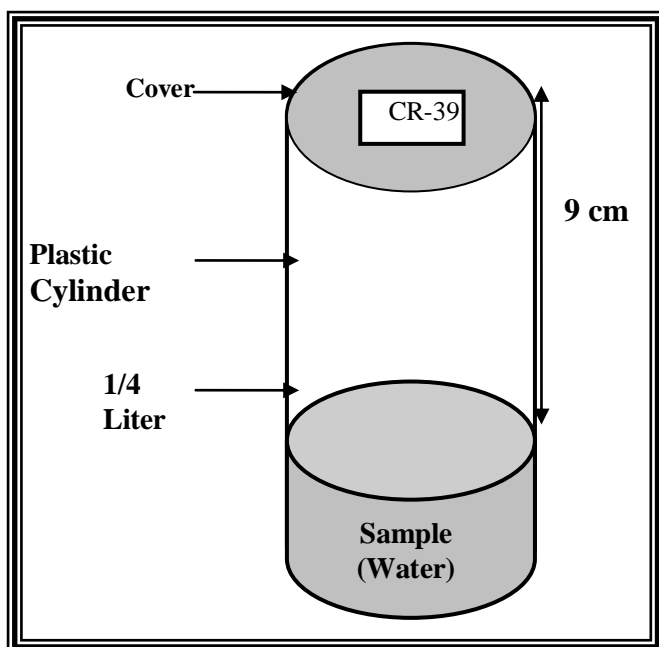
يتم فقدان الرادون بسرعة من المياه السطحية إلى الجو بواسطة الانتشار ولذلك تشارك المحيطات بحوالي (1 %) من كمية الرادون الصادرة إلى الوسط الخارجي ويعودُ السبب في ذلك إلى أن محتوى ماء البحر من اليورانيوم و الراديوم أقل بكثير من محتوى التربة والصخور. وأما في المياه الجوفية فيعزى وجود الرادون إلى تفكك الراديوم الموجود في الصخور والتربة الذي انحل في هذه المياه وإلى الرادون المنحل والناتج من تفكك الراديوم الموجود في تماسٍ مع هذه المياه [4]. وتعتبر الأسمدة الفوسفاتية ومناجم اليورانيوم المصدر الرئيسي لتلوث المياه السطحية بالنظائر المشعة [5].

أظهرت الدراسات السابقة في عدة دول بان تراكيز النظائر المشعة في المياه الجوفية يزيد بأثنا عشر مرة مرة بالنسبة للمياه السطحية [6].

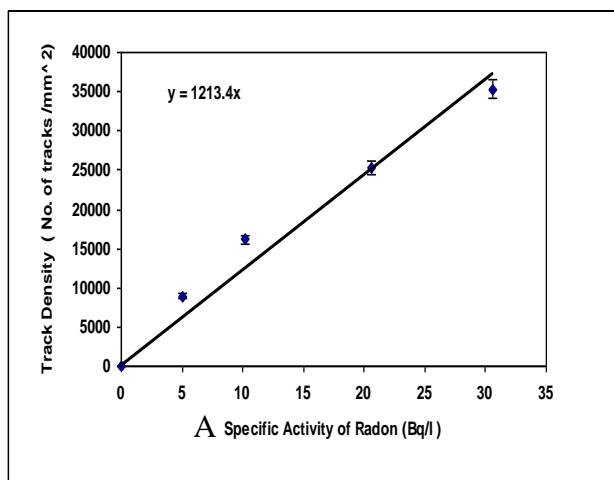
إن أبسط طريقة لقياس التراكيز الرادون في المياه هي استعمال كواشف الحالة الصلبة للأثر النووي (SSNTD) ولمدة قياس طويلة لتسجيل مسارات الضرر الناتجة عن جسيمات α المنبعثة من تحلل الرادون والنوى الوليدة عنه. وتسجل هذه الكواشف جسيمات α المنبعثة عن الرادون (Rn-222) والثورون (Rn-220)، ولغرض الفصل بينهما نستعمل أسلوب التأخير لهما باستعمال أغشية مسامية مناسبة (فلتر/ مرشح) حيث أن الثورون ذا العمر القصير ينحل في الغالب في الوقت الذي يدخل فيه الرادون الحيز الهوائي لفتح الكشف، وتم استعمال كاشف الاثر انووي CR-39 بسبب كفاءة الكشف العالية وكذلك حساسيته العالية للتراكيز الواطئة لهذه الجسيمات. [7]

الطرق العملية

تم جمع نماذج المياه السطحية من مناطق مختلفة على طول ذراع دجلة-الثرثار كما تم جمع نماذج من المياه الجوفية في النقاط المقابلة للمياه السطحية وعلى مسافة مناسبة والشكل (1) خريطة توضح المواقع التي تم دراستها، واخذ حجم نصف لتر من كل نموذج ووضعت داخل حاويات بلاستيكية اسطوانية خاصة، تم وضع كاشف الأثر CR-39 وبأبعاد (2×2 cm²) في سقف الحاوية وعلى مسافة (9cm) فوق نموذج



الشكل (2) شكل الحاوية الخاصة بتعريض كاشف CR-39 لنماذج المياه.



الشكل (3) علاقة عدد الآثار بالفعالية النوعية للرادون في نماذج المياه القياسية.

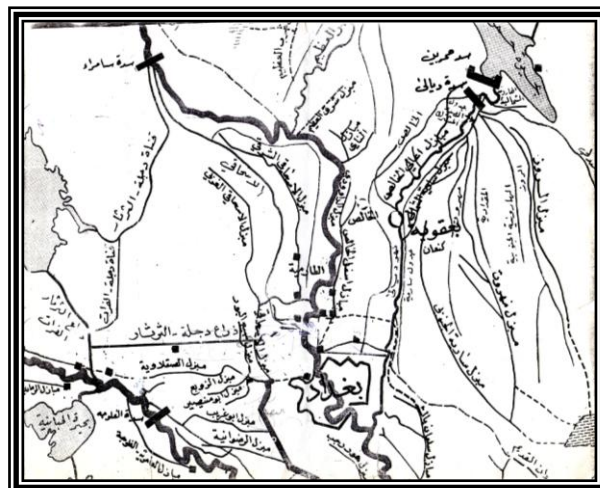
الجدول (1)

موقع ارقام ومواقع النماذج المختارة.

| الموقع | رقم النموذج |
|----------------------|-------------|
| ذراع دجلة (التاجي) | S1 |
| بئر دجلة (التاجي) | S2 |
| ذراع سبع البور | S3 |
| بئر سبع البور | S4 |
| المبزل | S5 |
| ذراع دجلة (البصام) | S6 |
| بئر دجلة (البصام) | S7 |
| ذراع دجلة (ابو غريب) | S8 |

نتائج تراكيز غاز الرادون في نماذج المياه السطحية تتراوح بين $(6.89 \pm 1.24 - 1.07 \pm 0.36) \text{Bq/l}$ وبمعدل تركيز $(3.98 \pm 0.71) \text{Bq/l}$ وان اعلى تركيز كان في النموذج (5) كما موضح في الجدول (2) باعتبار ان هذه المياه هي مياه مبزل وتحتوي على الكثير من الاملاح والمعادن الذائبة فيها. تشير نتائج تركيز غاز الرادون في نماذج المياه الجوفية الى ان تراكيز غاز الرادون تتراوح بين $(4.06 \pm 1.05 - 1.41 \pm 0.40) \text{Bq/l}$ وبمعدل تركيز $(2.69 \pm 0.625) \text{Bq/l}$ وكما موضح في الجدول (3). نستنتج مما تقدم ان معدل تراكيز غاز الرادون في نماذج المياه السطحية اعلى من تراكيز غاز الرادون في نماذج المياه الجوفية بسبب ان المناطق التي تم اخذ النماذج منها تمثل مناطق زراعية وتعتمد في زراعتها استعمال الاسمدة الفوسفاتية التي تحتوي على نسب لا يستهان بها من اليورانيوم.

نلاحظ أيضا ان النتائج التي تم الحصول عليها كانت مقاربة للدراسات السابقة، وايضا لما سجلته منظمة حماية البيئة الأمريكية (EPA) لتركيز اليورانيوم في المياه وهو (0.5ppm) أو فعالية نوعية مقدارها (6.0Bq/l) وهو ضمن المسموح به وعلى توافق مع النتائج الدورية التي حصلت عليها شركة الشلالات الأمريكية (Falls Water Company) بالتعاون مع منظمة (EPA) ضمن التقرير السنوي لعام 2005 حول فحوصات مياه الشرب لعام 2004 فكانت قيمة الفحص الإشعاعي لجسيمات alpha (15PCi/l) أي ما يعادل $(0.566) \text{Bq/l}$ كحد مسموح به. [10,9,8].



الشكل (1) خارطة توضح مناطق ذراع دجلة والثرثار.

- [6] I. Kobal, J.Vaupotic and Mitic, Natural radioactivity of fresh waters in Slovenia Environ. Int. (Yug.), 16,1990,141-154.
- [7] S.A. Durrani and R. K.Bull "Solid State Nuclear Track Detection, Principles, Methods and Applications ". Pergamon Press (1987).
- [8] D. H.Ghayb. M.Sc. Thesis, Saddam University (2002).
- [9] K.H. Al-Ubaidi, Ph.D. Thesis, University of Baghdad (2006).
- [10] W. Chrusciewski and Z.Kamiuski, Radium and Radon in Natural Underground Water Supply in The Region of Lods, Poland, Int. J. of Occupational Medicine and Environmental Health,12,13,1999,229-238.

الجدول (2)

تراكيز غاز الرادون في نماذج المياه السطحية.

| رقم النموذج | كثافة الاثار (Track/m ²) | تركيز الرادون (Bq/m ³) | الجرع المؤثرة (mSv/yr) | | |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------|------------|
| | | | المعدة | الرئة | عموم الجسم |
| S1 | 5898.49± 1303.1 | 4.86 ± 1.07 | 25.5 | 13.2 | 38.4 |
| S3 | 2331.96 ± 631 | 1.921 ± 0.5 | 10.09 | 5.2 | 15.2 |
| S5 | 8367.62 ± 1508.9 | 6.89 ± 1.24 | 36.2 | 18.8 | 54.5 |
| S6 | 6310.01 ± 46w6.3 | 5.2 ± 0.38 | 27.3 | 14.2 | 41.1 |
| S8 | 1234.56 ± 438.95 | 1.07 ± 0.36 | 5.6 | 2.9 | 8.4 |
| hg المعدل الموزون | 4828.52 ± 869.65 | 3.98 ± 0.71 | | | |

Abstract

The aim of this research is to measure radon concentration in surface and under ground water for selected location around Tigris theraa using CR-39 track detector.

The selected area is arable land and accounts the main reference of vegetables and fruits for Baghdad city, so the selected regions for surface water were from the initial of Tigris theraa and around under ground water.

The radon concentration was determined using natural exposure for two month. The results show that the radon concentration in surface water range from (6.89 to 1.07 Bq/l) and for under ground water from (4.06 to 1.41 Bq/l), the results show that the radon concentration in surface water is greater than ground water.

The average annual effective dose in stomach was (25.5-5.6 mSv/yr), in lanch (18.8-2.9 mSv/yr) and in the whole body (54.5-8.4 mSv/yr) for the surface water, and for the ground water, the average annual effective dose in stomach was (21.3-14.1 mSv/yr), in lanch (11.1-7.1 mSv/yr) and in the whole body (32.1-20.5mSv/yr).

الجدول (3)

تراكيز غاز الرادون في نماذج المياه الجوفية.

| رقم النموذج | كثافة الاثار (Track/mm ²) | تركيز الرادون (Bq/m ³) | الجرع المؤثرة (mSv/yr) | | |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------|------------|
| | | | المعدة | الرئة | عموم الجسم |
| S2 | 3155 ± 727.02 | 2.6 ± 0.5 | 13.6 | 7.1 | 20.5 |
| S4 | 4938.27 ± 127.5 | 4.06 ± 1.05 | 21.3 | 11.1 | 32.1 |
| S7 | 1714.67 ± 493.8 | 1.41 ± 0.406 | 14.1 | 7.3 | 21.3 |
| المعدل الموزون | 3269.31 ± 216.73 | 2.69± 0.625 | | | |

المصادر

- [1] A. Ali and S.A.Durrani, Nucl. Track Detection, Vol.1, No.2, (1977), 107.
- [2] Cember, H., Introduction to Health Phys., 2nd add. Northwestern University, 1985.
- [3] Guide to Radioactivity in Drinking Water" N.I. Department of Environmental Protection. Bureau of Save Drinking Water, (Dec. 1998). This guide is available on <www.state.nj.us/dep/rpp/radwater.htm.
- [4] C.J.Walsh and M.Mibci," 3rd Euro Symposium on Radon Protection/ Liege", (2001), 1-6.
- [5] P., Kamath, M.I yengar and I.Bhat, the changing radiation environment in India, Nat. Enviroh, Houston, (1972) 917-928.