DOI: http://dx.doi.org/10.21123/bsj.2017.14.4.0688

قياس تركيز غاز الرادون داخل الابنية في بعض مناطق محافظة بغداد بأستعمال كاشف الاثر النووي (CR-39)

رويدة طارق مهدي

استلام البحث 2017/3/1
قبول النشر 2017/5/24

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

الخلاصة:
تم في هذا البحث قياس تركيز غاز الرادون في الهواء لمناطق عدة من محافظة بغداد، بأستعمال تقنية عد اثار جسيمات الفا المنبعثة من غاز الرادون في كاشف الاثر النووي (CR-39) ضمن مناطق مختارة في مدينة بغداد. وقد اوضحت النتائج التي حصلت عليها ان اعلى معدل لتراكيز الرادون كان في منطقة الشعب (179.07(Bq/m^3 وادنى قيمة هي (15.97 Bq/m^3) في المنطقة السكنية القريبة لمطار بغداد الدولي، اما معدل تركيز الرادون لهذه المناطق فهو (86.50 Bq/m^3). ثم تم حساب الجرعة الفعالة السنوية من قيم تركيز غاز الرادون. ومن النتائج تبين ان قيم الجرعة المكافئة السنوية تتراوح بين 0.4031(mSv/y) إلى 4.5179 (mSv/y) وبمعدل 2.1824 (mSv/y). وأخيرا، فإن الاستنتاج الذي يمكن استخلاصه من هذه الدراسة هو أن معدل الجرعة الفعالة السنوية كان تقريبا في الحدود الدولية المسموح بها.

الكلمات المفتاحية : كاشف الاثر النووي (CR-39)، غاز الرادون

المقدمة:

أن احد اسباب التلوث البيئي هو انتشار المواد المشعة في الترب السطحية والصخور والمياه سواء كان هذا الانتشار طبيعيا أو من جراء تلوث خارجي. فقد ازدادت مصادر التلوث الاشعاعي بسبب الحروب والتفجيرات النووية [1]. لذلك ازدادت الدراسات والمسوحات الاشعاعية للهواء والترب والصخور والمياه والمياه الثقيلة والغذاء وغيرها لقياس مستوى الجرعات الاشعاعية التي يتعرض لها الانسان [2]. ويعد الرادون^{222}Rn احد مصادر التلوث الاشعاعي. أن خطورة غاز الرادون تكمن في كونه عنصرا مشعا فحسب بل لكونه غازا يستطيع ان ينتشر لمساحات واسعة فضلا عن تحول الرادون بعد مدة (3.83) يوم الى عنصر البولونيوم الباعث لجسيمات الفا فيترسب البولونيوم الى النباتات و البيوت مما يشكل خطورة كبيرة على السكان في هذه المناطق .يعرف النشاط الاشعاعي بأنه نوع معين من الاشعاع ينبعث من مواد نشطة اشعاعيا، ويعد النشاط الاشعاعي ظاهرة ازلية احاطت بيئة الانسان ولوثت الماء و الهواء والتراب ، كما لوثت الغذاء النباتي والحيواني وذلك بوجود نويدات العناصر المشعة الخاضعة لهذه الظاهرة[3] . ويعرف التلوث بأنه وجود صنف ما بتركيز اعلى من التركيز المسموح به في المحددات القياسية البيئية المحلية والعالمية التي تسبب ضررا بالبيئة بشكل عام وللإنسان بشكل خاص[4] .

والرادون من الغازات الخاملة كيميائياً وعدده الذري 86 والعدد الكتلي لنظيره الأكثر استقراراً هو 222 وتبلغ كثافته $9.7kg.m^{-3}$، ودرجة غليانه C^o(61.8–)، ودرجة انجماده C^o (71–) [5] ولأنه اثقل من الهواء بنحو تسع مرات فهو يميل الى البقاء قريبا من الارض أي في الطوابق الارضية [6].

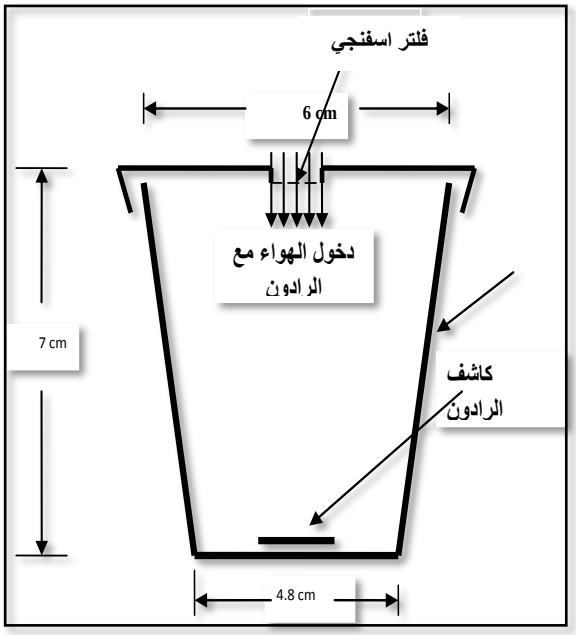
يعد غاز الرادون-222 من مصادر الإشعاع النووي الطبيعي الذي يتولد بشكل أساسي عن التحلل الطبيعي لسلسلة اليورانيوم(^{238}U) والثوريوم (^{232}Th) واليورانيوم (^{235}U) ويعد المعدن الوحيد الذي يوجد في حالة غازية [7]، وللرادون نظائر عدة هي غازالرادون (^{222}Rn) ووعنصرالثورون (^{220}Rn) وعنصر الاكتينون (^{219}Rn) وكما هو معروف في الدراسات الجيولوجية والبيئية فهو النظير ^{222}Rn لعمره النصفي الطويل نسبيا، بينما يمكن إهمال دور النظيرين الآخرين ^{220}Rn و^{219}Rn بسبب ان عمر النصف لهما قصير (5.66و3.92) ووحدته ثانية [8]. وتشير نتائج الدراسات التي اجريت خلال السنوات الاخيرة الى زيادة تراكيز الرادون في العديد من المساكن الى الحد الذي اصبح فيه الرادون يشكل مصدرا خطرا على الحياة البشرية فقد تم التأكيد على التصاميم التي تضمن مقاومة التقلبات المناخية التي من اهم خصائصها المحافظة على اجوائها الداخلية من خلال التحكم في عمليات التهوية وخفض معدلات التعرض الى الرادون الى الحدود الدنيا المقبولة وعلى وفق المعايير السائدة وكما يجب أن نذكر ان معدل التهوية في اماكن الاقامة يتراوح (36- 12) مرة في اليوم [9].

أن الهدف من هذه الدراسة هو قياس تركيز غاز الرادون المشع في الهواء لمناطق عدة من محافظة بغداد وذلك لكون هذه المدنية قد تعرضت للقصف وللإهمال البيئي اكثر من بقية المدن فظلا عن الكثافة السكانية التي تتمتع بها .

المواد وطرائق العمل:

ان الكاشف المستعمل في هذا البحث هو كاشف CR-39 وهو من كواشف الأثر النووي العضوي، صيغته الجزيئية ($C_{12}H_{18}O_7$) ويرمزُ له (*CR*) وهو مختصر من (*Columbia Resin*). يستعملُ هذا الكاشف على مدى واسع في تطبيقات كواشف الأثر النووي (*SSNTDs*) بسببِ حساسيتهِ العالية [10]. ويتكون الكاشف المستعمل من قطعة بلاستيكية صغيرة ($1\ cm^2$x$1\ cm^2$) حساسة لجسيمات الفا التي يطلقها غاز الرادون ووليداته ملتصقة داخل اسفل علبة بلاستيكية صغيرة (بطول 7cmوقطر 4.8 cm) كما هو موضح في الشكل (1) .

قسم الفيزياء، كلية العلوم للبنات، جامعه بغداد، بغداد، العراق.
البريد الالكتروني: ruwiadatarikm@gmail.com



شكل 1. منظومة الانتشار الاسطواني لقياس تركيز الرادون

لقد تمت الاستعانة بعدد من المنازل وذلك بترك الحاويات (الاسطوانات مع الكواشف) في الطابق الارضي وبالتحديد في غرفه نوم كل منزل مدة 50 يوما .وبعد انتهاء زمن التعرض نرفع الكواشف ومن ثم نقوم بعملية القشط الكيمائي والهدف منها هو اظهار الاثار النووية وتظهر بسبب انَّ الجسيمات المشحونة (جسيمات ألفا) تنتجُ أثاراً عند مرورها في تلك المواد اذ تتولدُ فيها مسارات ضيقة من التلف الإشعاعي تتمثلُ بالعيوبِ الذريةِ وفجوات الشبيكة وتكسرات السلاسل الجزيئية، وتكون على شكلِ أثار نحيفة تسمى بالآثار المستترة (*Latent Tracks*) ويمكنُ ملاحظة المناطق التالفة باستعمال المجهر الضوئي بعد معاملتها بمادة كيميائية تعملُ على حفرِ وإظهارِ مناطق التلف المتكونة [11]. ولأجراء تقانة القشط الكيمائي نستعمل محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي (NaOH) وبعيارية (N6.25). ويتم وضع وعاء المحلول القاشط في حمام مائي لغرض تسخينه لدرجة (^{o}C) 70 لمدة 6 ساعات. ثم وضع كاشف CR-39 داخل محلول القشط اذ يعمل محلول القشط على مهاجمة المناطق التي تضررت من الكاشف ويذوبها ليترك المواد الذائبة في الاناء الذي يحوي المحلول القاشط وبعد انتهاء زمن القشط نأخذ الكواشف ليتم غسلها بالماء المقطر ومن ثم تجفف. و يتم في هذه المرحلة الكشف عن الآثار وذلك باختيار التكبير المناسب الذي مقداره 40X ومن ثم عد الآثار لوحدة المساحة باستعمال عدسة خاصة مقسمة الى عدة مربعات وحساب معدل عدد الآثار المأخوذة لكل عينة، وتحسب مساحة المربع بوضع تدريج خاص موجود على شريحة زجاجية أمام العدسة الشيئية ومنه يحسب طول ضلع المربع الكبير او الصغير ومن ثم حساب المساحة، ثم يقسم معدل عدد الآثار (N_{ave}) للأنموذج (X) على المساحة المحسوبة (A) لنحصل على كثافة الآثار (ρ_x) [12]. كما موضح بالشكل (2).

شكل 2. يوضح أثار جسيمات ألفا في الكاشف CR-39

تمت معايرة الكاشف (CR-39) بوساطة المصدر القياسي للريديوم Ra-226 والذي يبعث غاز الرادون Rn-222 بتركيز (CRn-222 = 21.075 Bq/m^3 لمدة ساعة واحدة من القياس).ثم من تقدير عدد الاثار للكاشف ل 24 ساعة بوساطة اخذ المعدل لكل ساعة (لنفس المصدر Ra-226)، ومن ذلك يمكن تقدير عامل المعايرة F من المعادلة الاتية [13]:

F ($\boldsymbol{track.cm/h.Bq}$) = $\boldsymbol{\rho}$ (كثافة الاثار)/$\boldsymbol{C_{Rn}}$ (تركيز الرادون)

ويتم ايجاد تركيز غاز الرادون في الحيز الهوائي للحجرة المحصورة بين سطح العينة وسطح الكاشف بوحدات ($Bq.cm^{-3}$) [14] بأستعمال المعادلة:

$$\boldsymbol{C_{Rn}} = \frac{\boldsymbol{\rho}}{\mathbf{TK}} \quad \ldots(1)$$

اذ إن $\boldsymbol{C_{Rn}}$ تشير إلى تركيز الرادون في الحيز الهوائي و $\boldsymbol{\rho}$ كثافة الاثار و $\mathbf{T}$ زمن تعرض الكاشف للهواء .

$\mathbf{K}$ عامل التوازن Equilibrium Factor ويساوي 0.4 [15] .

ويمكن ايجاد **EEC** التي تمثل قيمة تركيز مكافئ الرادون المتزن Equilibrium Equivalent concentration من العلاقة الاتية [16]:

$$\mathbf{EEC} = \boldsymbol{C_{Rn}} * \mathbf{K} \quad \ldots (2)$$

و تقاس **EEC** بوحدة $\mathbf{Bq.m^{-3}}$

اما **D** فتمثل الجرعة المكافئة السنوية Annual Effective Dose ووحدتها (mSv/y) ويمكن ايجادها من العلاقة [17]:

$$\mathbf{D} = \boldsymbol{C_{Rn}} * \mathbf{K} * \mathbf{H} * \mathbf{t} * \boldsymbol{D_f} \quad \ldots (3)$$

اذ $\boldsymbol{C_{Rn}}$ تمثل تركيز الرادون (Radon concentration) بوحدة (Bq/m3)

K هو عامل التوازن(equilibrium factor) = 0.4

H هو عامل الاشغال (occupancy factor) =0.8

t يمثل عدد الساعات في السنة = 8760h/y

D_f هي عامل تحويل الجرعة (dose conversion factor) =

9.0 × 10^{-6} (msv/Bq.m−3 . h)

النتائج والمناقشة:

في هذه الدراسة تم تحديد تراكيز غاز الرادون في مناطق مختلفة من محافظة بغداد. الجدول (1) يوضح التراكيز الناتجة لغاز الرادون في هذه المناطق .ومن قياس تركيز الرادون في هذه المناطق تبين النتائج ان اعلى تركيز هو (Bq/m^3 179.077) في منطقة الشعب اما ادنى تركيز فهو(Bq/m^3 15.979) في المنطقة السكنية القريبة لمطار بغداد وكان معدل التراكيز لجميع المناطق تحت الدراسة هو(Bq/m^3)86.508 .

ثم تم حساب الجرعة الفعالة السنوية من قيم تركيز الرادون كما موضح في الشكل(3) اذ وجد ان الجرعة المكافئة السنوية في بعض المناطق تكون اقل من الحد المسموح بكثير كالمنطقة السكنية القريبة لمطار بغداد 0.4031(mSv/y) اما اعلى قيمة للجرعة المكافئة السنوية والتي تكون اعلى من الحد المسموح فيتعرض اليها سكان منطقة حي الشعب 4.5179 (mSv/y) يليها منطقة الحرية 3.2667 (mSv/y) و معدل الجرعة السنوية المتراكمة لهذه المناطق هو 2.1824 (mSv/y) وهو تقريبا ضمن الحد المسموح . وفيما يتعلق بحدود التعرض لغاز الرادون فأن الوكالة الدولية للوقاية من الاشعاع (ICRP) قد حددت مستوى التعرض للسكان 200 (Bq/m^3) وان جرعة التعرض المتراكمة السنوية المتراكمةتبلغ (2.0 mSv/y).

بينت النتائج التي اخذت بأن هناك تباينا بتراكيز الرادون باختلاف المناطق كما موضح في شكل (4) ويعزى سبب ذلك إلى اختلاف طبيعة المناطق والمنازل ، حيث وجد ان المنزل الذي يقع في منطقة الشعب يكون اكثر المناطق تركيزا بغاز الرادون وذلك لكونها من المناطق التي تكون منازلها قديمة البناء مقارنة بالمناطق الاخرى فظلا عن ان اكثر منازلها صغيرة المساحة لاتتجاوز 100 متر وتفتقر للتهوية الصحيحة.

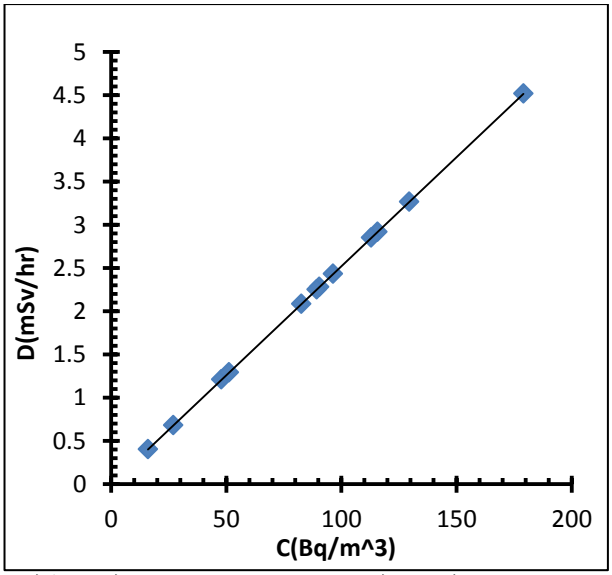
ومن المعلوم أن المصدر الرئيس للرادون في المساكن هو الأرض بما تحتويه من خام اليورانيوم كما أن لمواد البناء مشاركة رئيسة في ذلك بما تحتويه من اليورانيوم الطبيعي أيضاً .وحيث أن نوافذ وابواب المسكن محكمة الإغلاق فإن هذا يؤدي إلى تراكم غاز الرادون المتحرر من الجدران والأرضيات والأسقف مؤدياً إلى إرتفاع تركيزه فيها. وحل هذه المشكلة يكمن بتهوية الغرف المستعملة مرتين يومياً لتخفيف تركيز غاز الرادون فيها .

في حين أن بعض المناطق كانت تراكيزغاز الرادون في منازلها اقل من الحد المسموح بكثير ويمكن تعليل هذه التراكيز المخفضة للرادون إلى جودة التهوية وسعة المنازل .

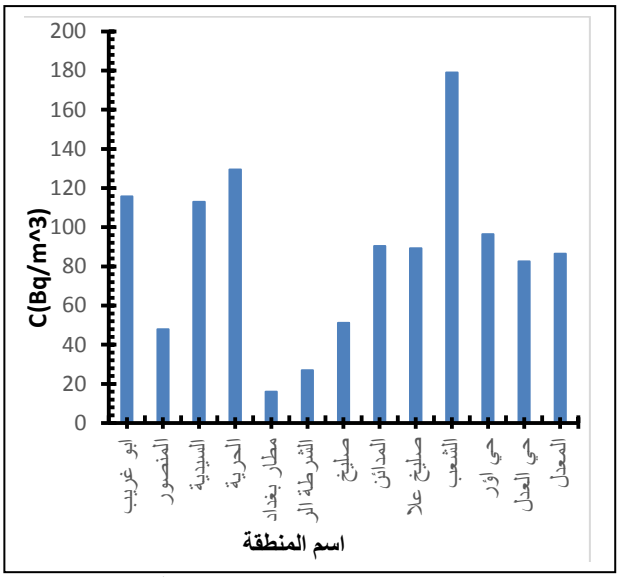
أن نتائج هذه الدراسة في محافظة بغداد تظهر ان القيم التي حصلنا عليها بالنسبة لتراكيز الرادون هي اقل من المستويات المسموحة مما يعطي مؤشرا على عدم وجود خطورة او تلوث اشعاعي بالرادون في الهواء .

جدول 1. يوضح مناطق الدراسة في مدينة بغداد

ت	المنطقة	معدل عدد الاثار	K	كثافة الاثار	C(Bq/m^3)	EEC(Bq/m^3)	D(mSv/y)
1	ابو غريب	42	0.4	23.33	115.71	46.28	2.91
2	المنصور	17.4	0.4	9.66	47.93	19.17	1.20
3	السيدية	41	0.4	22.77	112.95	45.18	2.84
4	الحرية	47	0.4	26.11	129.48	51.79	3.26
5	مطار بغداد	5.8	0.4	3.22	15.97	6.39	0.40
6	الشرطة الرابعة	9.8	0.4	5.44	26.99	10.79	0.68
7	صليخ	18.6	0.4	10.33	51.24	20.49	1.20
8	المدائن	32.8	0.4	18.22	90.36	36.14	2.27
9	حي القاهرة	32.4	0.4	18	89.26	35.70	2.25
10	الشعب	65	0.4	36.11	179.07	71.63	4.51
11	حي اوُر	35	0.4	19.44	96.42	38.57	2.43
12	حي العدل	30	0.4	16.66	82.65	33.06	2.08
	المعدل	31.4		17.44	86.50	34.60	2.18



شكل 3. العلاقة الخطية بين تركيز الرادون والجرعة المكافئة السنوية



شكل 4. تركيز الرادون لمناطق متعددة في بغداد

الاستنتاجات:

وجدت اعلى المعدلات لتراكيز غاز الرادون في منطقة الشعب (179.077 (Bq/m^3، وبذلك تكون القيمة للجرعة المكافئة السنوية (4.5179 (mSv/y والتي تكون اعلى من الحد المسموح به وهذا مؤشرا لبداية تلوث الهواء في هذه المنطقة. لكن بالنسبة لمعدل الجرعة السنوية لجميع المناطق تحت الدراسة فأنها تكون تقريبا مع الحد المسموح (2.0 mSv/y) الذي حدد من قبل الوكالة الدولية للوقاية من الاشعاع (ICRP).

المصادر:

[1] Fews, A.P. and Henshaw, 1983. D. L., Phys. Meth. Biol., 28(5) 459.

[2] Rejah, B. Kh. 2011. Measurement of Background Radioactivity in Sewage Sludge for Baghdad City Treatment Stations. Baghdad Science Journal. 8(2):439 – 443.

[3] Warren C. E. 1971. Biology and Water Pollution Control, W.B. Sanders Company, London, p.434.

[4] Department of Environmental, 1995. A Guide Risk Assessment and Risk Management for Environmental Protection, HMSO, London, U.K., p.78-95.

[5] Mazen Hamed Hussein, 2010. Measurement of radon concentrations in the soil of different region from Anbar governorate Using CR-39 Nuclear Track Detector, Journal of university of Anbar for Pure science 4(2).

[6] Jonsson, G. 1997. The Nuclear Track Detector – A tool in radon measurements. Rad. Meas., 28, 695-698.

[7]] Hana Nafie Aziz Naoum, 2002. Determination of Uranium Concentrations In a number of teeth Using CR-39 Detector, Master Thesis, University of Mosul.

[8]Laxmiichand N. Nagda, 1994. Radon prevalence, measurements, health risks, Philadelphia, PA.

[9] Saeed Hassan Saeed, Sabah Yousif Hassan. 2015. Determination of Radon, Uranium and Other Radioactive Isotopes' Concentration in Different Types of Natural Water in Nenava Governorate, Jordan Journal of Physics. 8(4): 227 – 244.

[10]Gartwright B. G., Shirk E. K. & Price P. B. 1978. Nuclear Instruments & Methods", 153: 457.

[11]Singh N.P., Singh N., Singh S. & Virk H.S. 1986. "Nuclear Tracks", 12:793-697.

[12] Dawser Hussain Gh,; Rejah, B. Kh. and Zainab Hazim A. 2013. Measurement Radon Concentration in Imported and Local Wood Using Solid State Nuclear Track Detectors, Baghdad Science Journal 10(2):300-269.

[13] Basim Khalaf Rejah. 2015. Natural Occurring Radioactive Materials (NORM) and Technologically Enhanced NORM (TENORM) Measurements on Oil Field in North Region of Iraq ,Thesis, University of Baghdad.

[14]Nada F. Tawfiq, Hussein M. Nasir and Rafaat Khalid, 2012. Determination of Radon Concentrations in AL-NAJAF Governorate by Using Nuclear Track Detector CR-39, Journal of Al-Nahrain University ,15 (1): 83-87.

[15]UNSCEAR, 2008. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). UNSCEAR 2006 Report. Annex E. "Sources-to-Effects Assessment for Radon in Homes and Workplaces". New York: United Nations, 2008.

[16] UNSCEAR, 2010. (United National Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), Report to the General Assembly, United Nations, New York.

[17]UNSCEAR, 2000. Exposures from Natural Sources, Report to General Assembly, Annex B, New York.

Measurement of Indoor Radon Gas Concentration in same Region of Baghdad Governorate Using CR-39 Nuclear Track Detector

Ruwiadah Tarek Mahdi

Physics Department, College of Science for Women, University of Baghdad, Baghdad, Iraq.

Received 1/3/2017
Accepted 24/5/2017

Abstract:

In this research the activity of radon gas in air in Baghad governorate,Iraq, using "alpha-emitters track registration (CR-39) track detector were measured. This measurement was done for selected areas from Baghdad Governorate ،The results obtained shows that the highest average concentrations for Rn-222 is (179.077 Bq/m^3) which was recorded within Al-Shaaib city and less average concentrations was (15.79 Bq/m^3) in the nearby residential area of Baghdad International Airport and the overall average concentrations is (86.508 Bq/m^3) for these regions.

Then the radon concentration was measured annual effective dose calculated from radon concentration and found in range from 0.4031 mSv/y to 4.5179 mSv /y with an average value of 2.1824 mSv/y. The annual effective dose of radon was within the allowed international limits.

Keyword: CR-39 Nuclear Track Detector, Radon gas.