

تحديد تراكيز الرادون في عدد من المواد المستخدمة في مجال طب الأسنان

هناء نافع عزيز

فرع العلوم الأساسية / كلية طب الأسنان
جامعة الموصل

القبول

٢٠٠٩ / ٠٤ / ٠٦

الاستلام

٢٠٠٨ / ١٢ / ٢١

Abstract

This paper aims to find the Radon concentration in some materials used in dentistry field such as temporal and germinant composites, impression materials, bridges as well as the crowns. The measurement have been carried out by using the nuclear track detector CR-39. The results have showed that the Radon content in the irradiation chambers were about (5.208-14.260) Bq. m⁻³, while the Radon contend within the samples themselves were (0.0513-0.174) Bq.kg⁻¹. Moreover, the concentration of Uranium and Radium have also been determined and they ranged between (415.5-1409.4) ppb and (1.403 x10⁻⁶-4.759 x10⁻⁶) ppb subsequently. The emission rate or the mass inhalation of Radon is found to be about (0.061x10⁻⁷-1.074x10⁻⁷) Bqkg⁻¹.d⁻¹

الملخص

يهدف البحث إلى إيجاد تراكيز الرادون في عدد من المواد المستخدمة في مجال طب الأسنان مثل الحشوات الدائمة والمؤقتة، ومواد عمل طبقات الأطقم، والمواد المثبتة للجسور، والتيجان وذلك باستخدام الكاشف النووي CR-39. فقد أظهرت النتائج أن محتوى الرادون في الحيز الهوائي لحجرات التشيع للعينات المستخدمة كانت بحدود (5.208-14.260) Bq.m⁻³، فيما كان محتوى الرادون في العينات نفسها بحدود (0.0513-0.174) Bq.kg⁻¹. وقد وجد ان تركيز الراديوم واليورانيوم في العينات نفسها هي بحدود (1.403 x10⁻⁶-4.759 x10⁻⁶) ppb و (415.5- 1409.4) ppb على التوالي إذ بلغ معدل الانبعاث أو الزفير الكتلتي للرادون بحدود (0.061x10⁻⁷- 1.074x10⁻⁷) Bq.kg⁻¹.d⁻¹

المقدمة

أصبح الكشف عن غاز الرادون بنظائره الثلاث الاكثينون Rn^{219} والثورون Rn^{220} والرادون Rn^{222} مهما لان الجزء الأكبر من الإشعاع الذي يتعرض له الإنسان يأتي من الرادون عمره النصفى 3.82 d والذي يبعث جسيمات ألفا الخطرة بطاقة 5.49 MeV اذ يبلغ متوسط انتشاره في الهواء بحدود 220 cm [16].

إن مرور جسيمات ثقيلة مؤينة مثل جسيمات ألفا تؤدي إلى تكوين مسارات ضيقة في المواد الصلبة العازلة مسببة تلفاً في التركيب الجزيئي لتلك المواد، وتدعى هذه المسارات بألأثار (Tracks). ويمكن الكشف عنها باستخدام كواشف الأثر النووي اللاعضوية كالمايكا والزجاج أو العضوية مثل الماكر وفل و نترات السليلوز LR-II5 و CN-85 والكاشف CR-39، ويعد الكاشف CR-39 من الكواشف المهمة اذ يستخدم بشكل واسع نظراً لميزاته العالية في الكشف عن الجسيمات المشحونة ولمديات واسعة من الطاقة [14] حيث استخدم في هذا البحث.

لقد استخدمت كواشف الأثر النووي على نطاق واسع في تحديد تراكيز اليورانيوم وتحديد مستويات الرادون في العديد من المجالات. فقد استخدم في تحديد تراكيز الرادون داخل الأبنية [5,6,14]، وفي مواد البناء [9] وفي حساب محتوى الرادون في بعض المواد مثل التبوغ [2] والشاي [1] ومعاجين الأسنان [7] وفي تحديد مستوى تركيز اليورانيوم في بعض المحاصيل الزراعية [4] وكذلك في أنواع مختلفة من المياه الطبيعية في الأردن [10]، وفي مياه محافظة نينوى [8] أما في المجال الطبي، فقد استخدمت الكواشف الصلبة في حساب فعالية العنصر المشع po^{210} على أسطح عظام الأسنان [15].

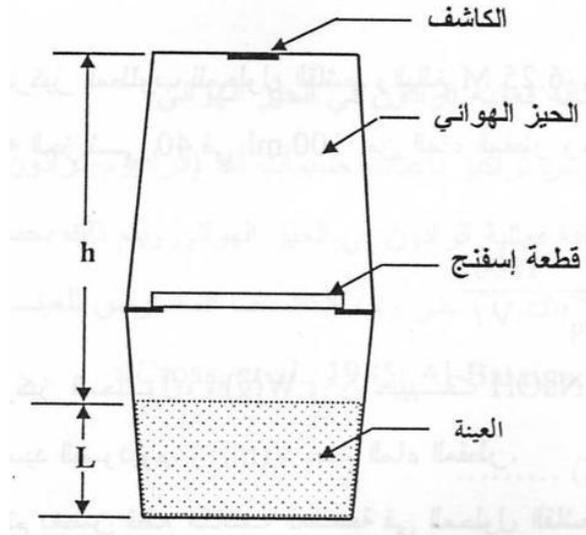
ويهدف هذا البحث إلى حساب تركيز الرادون واليورانيوم في عدد من المواد المستخدمة في مجال طب الأسنان مثل الحشوات المؤقتة والدائمة، والمواد المستخدمة في عمل طبقات الأطقم، والمواد المثبتة للجسور والتيجان، وذلك بحساب كثافة الأثار النووية لجسيمات ألفا المنبعثة من تلك المواد والمكونة في الكاشف CR-39.

الجزء العملي

أخذت العينات من المستشفى التعليمي لطب الأسنان، واشتملت على انواع من الحشوات الدائمة للأسنان الأمامية والخلفية، والحشوة المؤقتة، ومادة تثبيت الجسور والتيجان، وكذلك مادة اخذ الطبعة النهائية لطقم الأسنان.

ولتهيئة العينات لغرض الفحص فقد طحنت بشكل جيد للحصول على مسحوق ناعم بتوزيع متجانس للمحتويات الموجودة فيه، ثم استخدم كاشف الأثر النووي الصلب CR-39 لتسجيل أثار جسيمات ألفا المنبعثة من الرادون المنبعث بدوره من العينات المستخدمة وذلك باستخدام حبرات أعدت لهذا الغرض. وتتكون حجرة التشيع من قدهين بلاستيكيين متماثلين

نصف قطر كل منهما 3.1 cm ولصقهما بشكل متعاكس بشكل محكم كما مبين في الشكل (1). يستخدم القدرح الأسفل لوضع العينة المراد قياس محتوياتها المشعة فيه. أما القدرح العلوي فيستخدم لتثبيت الكاشف في قعره الأسفل من الداخل. يفصل القدرحين المتقابلين حاجز من الإسفنج بأبعاد (3.5,3.5,0.5) cm لمنع وصول الثورون إلى الحيز المحتوي على الكاشف.



الشكل (1): تصميم المجرع المستخدم في الكشف عن الرادون

بعد إحكام غلق الأفداح تركت العينات لمدة 22 يوماً لغرض التوازن الإشعاعي لليورانيوم والرادون، ثم ادخل الكاشف وثبت بشكل جيد وتركت العينات تحت الظروف نفسها لفترة زمنية قدرها 60 يوماً. وبعد الانتهاء من عملية التعريض تم قشط الكواشف المشعة باستخدام المحلول الكيميائي هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز 25% ودرجة حرارة $70C^0$ لمدة أربع ساعات وذلك لإظهار آثار جسيمات ألفا المنحلة من الرادون من العينات المستخدمة. لقد أجريت عملية المشاهدة المهرجية باستخدام مجهر ضوئي بقوة تكبير 400 X لعد الآثار المتكونة في الكاشف، ومن الجدير بالذكر أن معدل الخلفية الإشعاعية في الكاشف المستخدم البالغة بحدود 102 Tr/cm^2 تم طرحها من عدد الآثار المتكونة في الكاشف والنتيجة من كل عينة.

الحسابات

لحساب مستويات الرادون في الحيز الهوائي داخل حجرة التشيع، استخدمت طريقة المقارنة مع مجا ريع رادو نية بأبعاد مشابهة للمجرع الذي استخدمه (Al- Bataina et al-1997) ومعير بمصدر قياسي في

(School of Birmingham and space Research at the University of Birmingham)

باستخدام العلاقة الآتية [10]:

$$C_a = \frac{C_0 t_0 \rho}{\rho_0 t} \quad \dots\dots\dots (1)$$

إذ يمثل C_0 الفعالية للمجرع المعير وتساوي $90 \text{ kBq} / \text{m}^3$ بزمن تشعيع t_0 قدره 48 hr و ρ_0 كثافة الآثار المتكونة في الكاشف المستخدم في حجرة المعايرة وتساوي 96768 Tr/cm^2 ، و ρ كثافة الآثار المتكونة في الكاشف من العينات المستخدمة في البحث الحالي بوحدة Tr/cm^2 أيضاً، و t زمن التشعيع ويساوي 1440 hrs . لإيجاد الفعالية الإشعاعية A للرادون بوحدة Bq تستخدم العلاقة:

$$A_{Rn} = C_a V \quad \dots\dots\dots (2)$$

إذ أن V يمثل حجم الحيز الهوائي لحجرة التشعيع.

أما لإيجاد تركيز اليورانيوم يتم حساب عدد ذرات الرادون N_{Rn} من العلاقة :

$$A_{Rn} = \lambda_{Rn} N_{Rn} \quad \dots\dots\dots (3)$$

حيث λ_{Rn} يمثل ثابت انحلال الرادون ويساوي $20.99 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$

وباستخدام قانون التوازن الإشعاعي يتم إيجاد عدد ذرات اليورانيوم في العينات المستخدمة من العلاقة :

$$N_u \lambda_u = N_{Rn} \lambda_{Rn} \quad \dots\dots\dots (4)$$

إذ أن λ_u يمثل ثابت انحلال اليورانيوم ومقداره $4.8833 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ أما كتلة اليورانيوم $W_u(\text{g})$ في العينات فيمكن إيجادها من العلاقة:

$$W_u = \frac{N_u A_u}{N_{av}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

حيث أن A_u هو العدد الكلي لليورانيوم ^{238}U و N_{av} يمثل عدد أفوكادرو ويساوي $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

ويمكن حساب تركيز اليورانيوم في العينات بوحدة $\text{particle per million (ppm)}$ باستخدام العلاقة:

$$C_u (\text{ppm}) = \frac{W_u (\text{mg})}{W_s (\text{Kg})} \quad \dots\dots\dots (6)$$

إذ أن W_s كتلة العينة المستخدمة .

وباستخدام المعادلات (3,4,5&6) نستطيع حساب تركيز الراديوم في العينات وكتلته بدلاً من اليورانيوم بمعرفة ثابت انحلال الراديوم (λ_{Ra}) والذي يساوي $1.3734 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}$.

أما حساب معدل الانبعاث أو الزفير الكتلتي للرادون C_{Rn} Bq.kg⁻¹.d⁻¹ فيتم حسابه من العلاقة [14] :

$$C_{Rn} (Bq.Kg^{-1}.d^{-1}) = C_{(Ra)} \cdot \frac{\lambda_{Ra}}{\lambda_{Rn}} \cdot \frac{1}{t_{eff}} \dots\dots\dots(7)$$

إذ أن C_{Ra} يمثل الفعالية الإشعاعية للراديوم، وان t_{eff} يمثل زمن التعرض الفعال (Effect Exposure Time) والذي يمكن حسابه من العلاقة:

$$t_{eff} = [t_{tot} - \lambda_{Rn}^{-1} (1 - e^{-\lambda_{Rn} t_{tot}})] \dots\dots\dots (8)$$

إذ أن t_{tot} زمن التشعيع الكلي ويساوي 60 d. وقد وجد أن زمن التعرض الفعال يساوي بحدود 54.494 d

النتائج والمناقشة

إن الإشعاعات بشكل عام الكهرومغناطيسية منها والجسمية المؤينة وغير المؤينة تشكل خطورة على الحياة البشرية والكائنات الحية. وتعد الإشعاعات المؤينة أكثر خطورة إذ تقسم المخاطر الناجمة عنها إلى مخاطر جسدية أو آثار تصيب كافة أنواع الخلايا الجسمية تظهر أعراضها في الكائن الحي الذي تعرض للإشعاع، وأخرى هي مخاطر وراثية وتظهر أعراضها في الأجيال المتعاقبة في ذرية الكائن الحي المتعرض للإشعاع. والطاقة تنتقل من الإشعاعات لنوية إلى جسم الكائن الحي وتؤدي إلى تأيين ذرات الخلايا، إذ ان الجسيمات المشحونة الثقيلة والالكترونات تؤين الخلايا مباشرة عند المرور فيها.

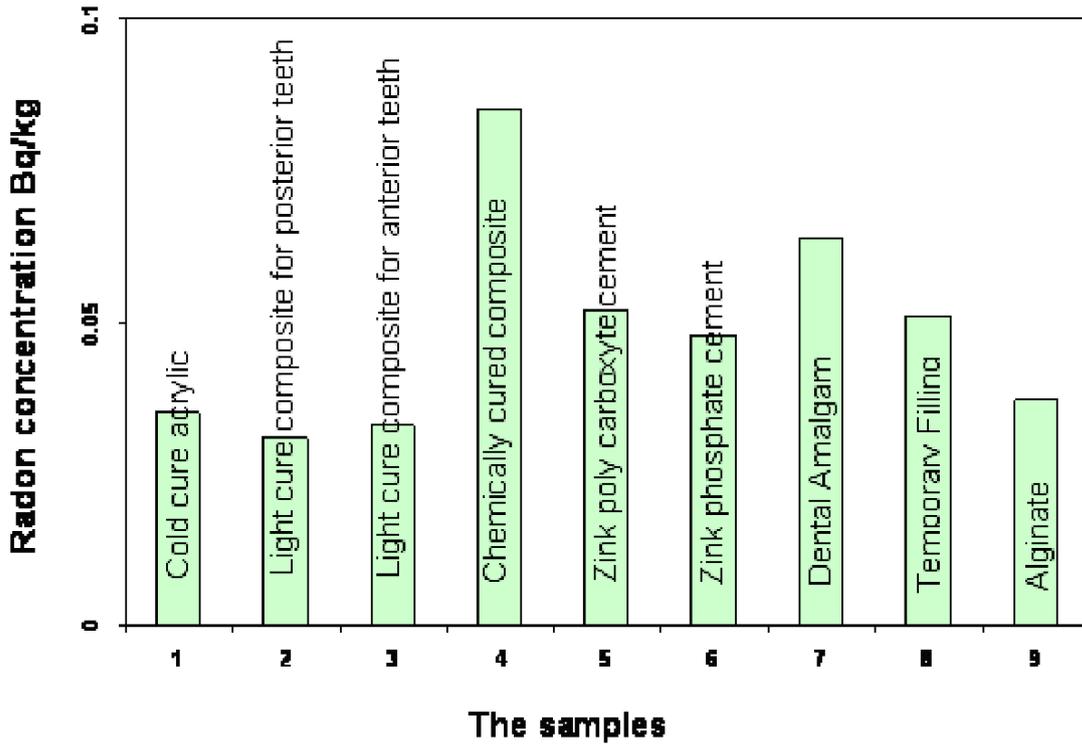
ولقد تركز اهتمامنا في هذا البحث على الإشعاعات الجسيمية وهي جسيمات ألفا المنبعثة من الرادون المشع كونه يشكل نسبة لا بأس بها من الخلفية الإشعاعية التي يمكن أن يتعرض لها الكائن الحي. فالجدول (1) يوضح العينات المستخدمة وكتلتها وحجم الحيز الهوائي لحجرة التشعيع وكذلك يظهر كثافة آثار جسيمات ألفا المتكونة في الكاشف وأيضاً تركيز الرادون في الحيز الهوائي لحجرة التشعيع وكذلك تركيزه في العينات والفعالية الإشعاعية للرادون بوحدات مختلفة.

يلاحظ من الجدول أن تركيز الرادون في الحيز الهوائي للحجرات يتراوح بين اقل قيمة 5.208 Bq.m⁻³ للعينه رقم (2) وهي Light cure composit for posterior teeth وأعلى قيمة 14.260 Bq.m⁻³ للعينه رقم (4) وهي Chemically cured composit، وان معدل التركيز كان بحدود 8.201 Bq.m⁻³ ضمن الكتل المستخدمة وكما موضح في

الشكل (2). وتجدر الإشارة إلى أن تركيز الرادون في الحيز الهوائي يعتمد على كتلة العينات. أما تركيز الرادون في العينات فيلاحظ من الجدول نفسه انه يتراوح بين اقل قيمة 0.051 Bq.kg^{-1} للعينه رقم (1) وهي Cold cure acrylic وأعلى قيمة 0.174 Bq.kg للعينه رقم (4) وهي Chemically cured composit وان معدل تركيزه بلغ 0.175 Bq.kg^{-1} على حين تراوحت فعالية الرادون للعينات بين $1.160 - 3.177 \text{ Bq}$ بمتوسط قيمة 1.812 Bq .

رقم العينة	اسم العينة	كتلة العينة W_s $\times 10^{-3}$ (Kg)	حجم الحيز الهوائي V (m^3)	كثافة الأثار ρ Tr cm^{-2}	تركيز الرادون في الحيز الهوائي C_a Bq m^{-3}	تركيز الرادون في العينات $C_s \times 10^{-3}$ (Bq kg^{-1})	الفعالية الإشعاعية للرادون $A_{Rn} \times 10^{-3}$ (Bq)	الفعالية الإشعاعية للرادون $A_{Rn} \times 10^{-3}$ (PCi)
1	Cold Cure acrylic	25.21	212.16	197	6.107	51.3	1.295	35.0
2	Light Cure Composit for posterior teeth	12.8	222.86	168	5.208	90.3	1.160	31.35
3	Light Cure Composit for Anterior teeth	15.89	222.86	180	5.580	78.2	1.243	33.59
4	Chemically Cured Composit	18.24	222.86	460	14.260	174	3.177	85.65
5	Zink Poly Carboxyte Cement	11.71	222.86	281	8.711	166	1.941	52.46
6	Zink Phosphate Cement	19.87	222.86	262	8.122	91.1	1.810	48.92
7	Dental Amalgam	30.3	222.86	348	10.788	79.3	2.404	64.97
8	Temporary Filling	26.8	222.86	276	8.556	71.1	1.906	51.51
9	Alginate	19.34	212.16	209	6.479	71.0	1.374	37.14

الجدول(1): يوضح العينات المستخدمة وكتلتها وكثافة الأثار وتركيز الرادون والفعالية الإشعاعية للرادون



الشكل (2): تركيز الرادون في العينات

وإذا ما قورنت النتائج التي حصلنا عليها للمحتوى الرادوني مع مستويات الرادون لمواد أخرى في دراسات أخرى محلية وكما موضح في الجدول (2) نجد أنها تقع ضمن القيم المحسوبة لهذه الدراسات علماً أن مستويات الرادون في المواد المختلفة تختلف حسب نوع المادة وجغرافية المنطقة والتي تؤدي إلى ظهور مستويات عالية في بعض المواد والمناطق.

المادة	مستوى تركيز الرادون $Bq.m^{-3}$	المصدر
تبوغ محلية وأجنبية	38.411-227.92	الجزراوي، 1999
أنواع مختلفة من الشاي المستورد	24-51	الجبوري، 1999
معاجين الأسنان	20.627-65.151	عقراوي، 2002
أنواع مختلفة من المياه	19.032-39.904	عكلة، 2004
محصولي الطمطة والكما	7.32-75.16	النعيمي واخرون، 2005
الدراسة الحالية	5.208-14.260	

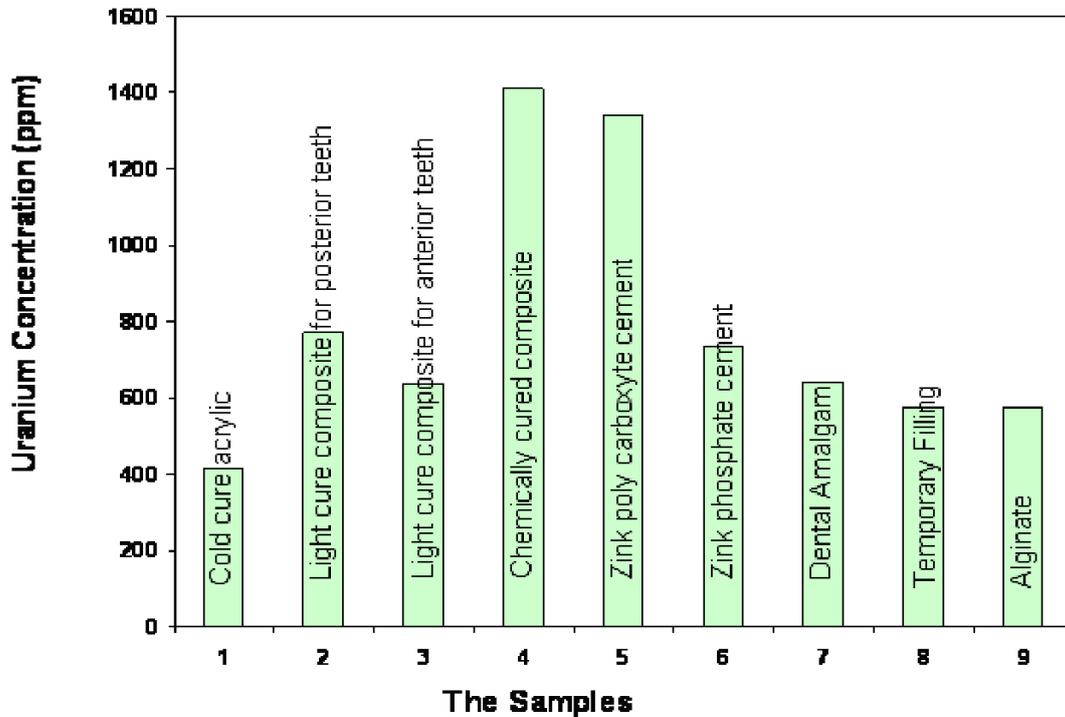
الجدول (2): مستويات الرادون لدراسات محلية ولمواد مختلفة

أما الجدول (3) فإنه يبين عدد ذرات اليورانيوم وكتلته وتركيزه في العينات المستخدمة، إذ نجد أن تركيز اليورانيوم يبلغ بحدود 415.5 ppb للعينه رقم (1) وهي Cold cure acrylic و 1409.4 ppb للعينه رقم (4) وهي Chemically cured composit.

رقم العينة	عدد ذرات الرادون N_{Rn}	عدد ذرات اليورانيوم $N_U \times 10^{15}$	كتلة اليورانيوم في العينات W_U (ugm)	تركيز اليورانيوم في العينات C_U (ppb)
1	616.96	0.2651	10.48	415.5
2	552.64	0.2375	9.38	771.9
3	592.18	0.2545	10.05	632.9
4	1513.57	0.6505	25.71	1409.4
5	924.72	0.3974	15.71	1341.1
6	862.31	0.3706	14.65	737.0
7	1145.30	0.4922	19.45	641.9
8	908.05	0.3903	15.43	575.5
9	654.59	0.2813	11.12	574.8

الجدول رقم (3): يوضح عدد ذرات اليورانيوم وكتلته وتركيزه في العينات

يلاحظ من الجدول نفسه إن هناك تبايناً في تراكيز اليورانيوم في العينات المستخدمة وكما موضح بالشكل (3)، ويعزى هذا التباين إلى المواد الداخلة في تركيب كل مادة. حيث نجد إن أعلى تركيز لليورانيوم يظهر في العينة رقم (4) وهي *chemically cured composite* وهي حشوة بيضاء تتصلب ذاتياً وأن هذه المادة تحتوي على حامض الفسفوريك الذي يتسرب إلى لب الأسنان في الكثير من الحالات ويتسبب في موت اللب وظهور الخراجات ويمكن للمواد المشعة إن تنتقل عن طريق هذه الخراجات إلى داخل جسم الإنسان.



الشكل (3): يوضح تركيز اليورانيوم في العينات

الجدول رقم (4) يبين عدد ذرات الراديوم وكتلته وتركيزه في العينات المستخدمة وكذلك معدل الانبعاث أو الزفير الكتلتي للرادون حيث بلغ اعلى تركيز للراديوم 4.759×10^{-6} ppb في العينة رقم (4) وهي Chemically cured composit فيما كانت اقل قيمة لتركيز الراديوم 1.403×10^{-6} ppb في العينة رقم (1) وهي Cold cure acrylic. على حين بلغ متوسط تركيزه لبقية العينات 0.115×10^{-6} ppb. ويلاحظ من الجدول نفسه إن الانبعاث الكتلتي للرادون يتراوح بين $0.061 \times 10^{-7} \text{Bq.kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ كأقل قيمة و $1.074 \times 10^{-7} \text{Bq.kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ كأعلى قيمة وبمعدل $0.305 \times 10^{-7} \text{Bq.kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ للعينات المستخدمة. إذ إن معدل الانبعاث أو الزفير الكتلتي يعتمد على كتلة العينة وزمن التعرض فضلاً عن مسامية المادة المستخدمة حيث إن زيادة مسامية المادة تؤدي إلى زيادة في الرادون المشع من تلك المواد.

رقم العينة	عدد ذرات الراديوم $\times 10^8$ Ra ²²⁶	كتلة الراديوم $\times 10^{-9}$ (g)	تركيز الراديوم $\times 10^{-6}$ (ppb)	معدل الانبعاث أو الزفير الكتلتي للرادون $(\text{Bq.kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}) \times 10^{-7}$
1	0.942	35.386	1.403	0.061
2	0.844	31.697	2.446	0.107
3	0.905	33.963	2.137	0.093
4	2.313	86.812	4.759	0.207
5	1.413	53.036	4.529	0.196
6	1.317	49.459	2.489	0.108
7	1.750	65.687	3.305	0.094
8	1.387	52.079	1.943	0.0840
9	1.000	37.544	1.941	0.0844

الجدول(4): عدد ذرات الراديوم و وكتلته وتركيزه في العينات المستخدمة و معدل الانبعاث أو الزفير الكتلتي للرادون

المصادر

- (1) الجبوري، مازن احمد، (1999)، "تحديد تراكيز الرادون Rn²²² في أنواع مختلفة من الشاي"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.
- (2) الجزراوي، عصام متي(1999)، "تحديد تراكيز الرادون Rn²²² في أنواع مختلفة من التبوغ المحلية والأجنبية"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.
- (3) النعيمي، سعيد حسن، (1997)، الكشف عن الأشعة النووية الضعيفة في بعض مواد البناء العراقية، مجلة التربية والعلم، العدد (27).

- (٤) النعيمي، سعيد حسن; يوسف، رشيد محمود; محمود، سناء فتحي، (2005)، تحديد مستوى تراكيز اليورانيوم في محصولي الطماطة والكمأ في جنوب العراق، منشورات جامعة اليرموك، أبحاث اليرموك "سلسلة العلوم الأساسية والهندسة" المجلد(14)، (2).
- (٥) حبوبي، نادر فاضل; مربط، حامد حافظ; توفيق، ندى فاضل; مربط، عدنان حافظ، (2001)، قياس غاز الرادون في بعض مواقع كلية التربية-الجامعة المستنصرية-بغداد باستخدام كاشف الأثر النووي LR-115 Type II ، المجلة العلمية لمنظمة الطاقة الذرية العراقية، المجلد(3)، العدد(1).
- (٦) سعيد، بشائر محمد، (1998)، "تحديد تراكيز الرادون في الأبنية باستخدام كاشف الأثر النووي"، رسالة ماجستير (ابن الهيثم)، جامعة بغداد.
- (٧) عقراوي، هناء نافع، (2002)، "تحديد تراكيز اليورانيوم في عدد من معاجين الأسنان باستخدام كاشف CR-39، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.
- (٨) عكلة، صباح يوسف، (2004)، "تحديد تراكيز الرادون واليورانيوم ونظائر مشعة أخرى في أنواع مختلفة من المياه الطبيعية في محافظة نينوى"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل.
- (٩) محميد، احمد خلف; سليمان، وفاء علي، (2000)، دراسة تركيز الرادون واليورانيوم في بعض مواد البناء العراقية، مجلة التربية والعلم، العدد (43).
- 10) AL-Bataina B. A; Ismail A. M.; Kullab M. K.; Abumurad K. M.; and Mustafa H., (1997), "Radon Measurements in different Types of Natural Waters in Jordan", Radiate. Meas., 28 (1-6).
- 11) AL-Bataina B., (1999), "Seasonal Variation of Indoor Radon²²² concentration Levels in the Distract of Ramth", Jordan.
- 12) AL-Bataina B. A. and Elzain A. A., (2003). "Seasonal Variation of indoor Radon²²² Concentration Level in Zarqa city of Jordan", Abhath AL-Yarmouk ,Basic Sci. and Eng.Vol.12, No.1, pp. 191-202.
- 13) Azam A. H. and Srivastava D. S., (1995), "Radium Concentration and Radon Exhalation Measurement Using LR-115 Type II Plastic Track Detectors ".Nucl .Geophs. Vol.9, No.6, pp.653-657.
- 14) Cartwright B. G.; Shirk E. K. and Price P. B., (1978), "A Nuclear-Track-Recording Polymer of Unique Sensitivity and Resolution", Nucl. Inst. Meth.,153, pp. 457-466.
- 15) Salmon P. L. Henshaw D. L.; Keitch P. A.; Allen J. E. and Few A. P., (1994), "Tastrak Spectroscopy of Polonium²¹⁰ Alpha-Particles Activity at Bone Surface: Evidence for a Concentrated Surface Deposit Less than 3um Deep", Radiation Research, 140, pp. 63-71.
- 16) Jonsson G., (1995), "Radon Gas where from and what To Do?", Radiat. Meas., 25 (1-4), pp.63-71.