قياس التلوث الإشعاعي بالرادون لمواقع مختارة من محافظة صلاح الدين باستخدام كواشف الأثر النووي

صباح محمود آمان الله ، سيف عامر مهدي ، ياسين حميد محمود

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

الهدف من هذا البحث هو البحث عن نسب الرادون في اماكن معينة من محافظة صلاح الدين و هي كما يأتي : قرية القادسية , حمادي شهاب / برج الاتصالات (سابقاً) و ناحية الضلوعية / مركز الشباب (سابقاً) و– سامراء – حديقة دار سكن و أخيراً قضاء بيجي / برج الاتصالات (سابقاً). لقد تم استخدام احد انواع كواشف الاثر النووي هو CR–39. و قد تبين من خلال النتائج ظهور نسب عالية تفوق الحد المسموح به و الذي نشرته المنظمة الدولية للحماية من الاشعاع (ICRP) و البالغ بين Bq/m^3 (800 – 200) , في حين ظهرت تراكيز الرادون في تربة محافظة صلاح الدين ما بين 2.079×10^3لغاية $2.9712\times10^3\,Bq/m^3$, مما يؤكد وجود نسب عالية من اليورانيوم المنضب منتشرة في أرجاء المحافظة خاصة و ان المناطق قيد البحث ثبت تعرضها الى قصف عسكري حامل لرؤوس نووية خلال فترات حروب العراق , و هذا ما أثبتته البحوث المنشورة مسبقاً.

المقدمة

تعتبر جسيمات ألفا المنبعثة من الرادون ونواتج تحلله جسيمات ثقيلة ومشحونة و عند تصادمها مع ذرات الخلايا المكونة لأنسجة وأعضاء الجسم تحدث تأثيرات واضطرابات كبيرة فيها ، فضلاً عن التأثرات الكيميائية على المستوى الجزيئي . ويقدّر متوسط طول مسار جسيمات ألفا في الأنسجة الرخوة بحدود 40µm , كما أن طاقتها التأينية تزيد بأكثر من 1000 مرة على طاقة جسيمات بيتا (بسبب شحنتها الكبيرة) وهي بذلك تكون أكثر تدميراً للأنسجة ومن هنا تأتي مخاطر التعرض للرادون ^{222}Rn ونواتج تحلله . وعلاوة على ما تقدم فان جزءاً من الجرعة المكافئة الفعالة السنوية التي يتعرض لها الأشخاص المتواجدون في بيئة ذات خلفية إشعاعية اعتيادية تقدر $2msv.y^{-1}$ يأتي من استنشاق الإنسان لرادون ^{222}Rn معدل $0.8msv.y^{-1}$. [1].

وقد أثبتت الدراسات بان التعرض لباعث جسيمات ألفا له علاقة مع حالات الإصابة بمرض سرطان الرئة Lung cancer. فعند حصول عملية الشهيق ودخول الهواء المشبع بهذا الغاز الى رئة الإنسان فان نسبة كبيرة منه ستترسب على الجدران والغشاء المبطن للجهاز التنفسي وبالتالي يؤدي الى امتصاص جرع منه بواسطة القصبات الهوائية. و من الإحصائيات والتقديرات التي أجريت بهذا الصدد أن (200) حالة وفاة تحدث في السنة لكل (100,000) نسمة من السكان عند التعرض للرادون ووليداته. [3,2]

و خلال حرب الخليج عام 1991 تم استخدام اليورانيوم المنضب و بكميات كبيرة من قبل قوات التحالف على العراق [4] مما ادى الى انتشار المواد المشعة في التربة و من ثم الى السلسلة الغذائية و ظهور عدة امراض سرطانية , و على الرغم من ذلك فقد استخدمت القوات الامريكية قذائف اليورانيوم في حرب عام 2003 . و قد اشارت التقارير ان ما بين (300–800) طن من اليورانيوم المنضب قد تم اطلاقها في حرب عام 1991 و ما يزال ركامها منتشر في وسط و جنوب العراق , اما حرب عام 2003 فقد اطلقت القوات الامريكية كميات غير معلومة لحد الان لكنها تتميز بشدة تأثيرها بنحو (400–800) مرة مقارنة مع ما استخدمته في حرب عام 1991 [5,6]. إن وجود الرادون في منطقة ما يعتمد على وجود اليورانيوم U^{238} , و بما ان الراديوم ^{226}Raهو المصدر الرئيس للرادون في الطبيعة و عمره النصفي هو 1600 year فعلي يُتوقع وجود الراديوم في جميع الخامات التي تحتوي على اليورانيوم[7] .

الهدف من البحث الحالي هو قياس نسب الرادون المتواجد في مناطق محددة في محافظة صلاح الدين تعرضت الى قصف عسكري تسبب في ظهور امراض سرطانية و عقم في مناطق الدراسة , بعد ذلك لفت الانظار الى طرق وقاية الساكنين في هذه المناطق بشكل خاص و بقية ابناء المحافظة بشكل عام من تفشي الامراض الخبيثة فيهم من خلال بعض التوصيات التي سيعرضها البحث لاحقاً.

المواد و طرائق العمل

أ– العلاقات الفيزيائية :

1– أ : تحديد ثابت الانتشار: لغرض قياس مستوى تراكيز الرادون بتقنية الكشف طويلة الأمد لابد من تحديد ثابت الانتشار K للمنظومة المستخدمة من خلال العلاقة الأتية : [8]

$$\rho = KCT \ldots\ldots (1)$$

إذ تمثل ρ كثافة الآثار بوحدة $Tr.cm^{-2}$.

K ثابت الانتشار ، C تركيز الرادون في الحيز الهوائي ، T زمن التشعيع بالثانية.

2–أ : تحديد تركيز الرادون في الحيز الهوائي : يتم إيجاد تركيز الرادون في الحيز الهوائي لحجرة التشعيع من العلاقة الآتية :[10]

$$D_{Rn^{222}} = \frac{C}{4} r(2Cos\theta_c - r/R_\alpha) \ldots\ldots\ldots (2)$$

إذ تمثل كل من : r نصف قطر الأنبوبة المستخدمة كحجرة انتشار ومقداره $1.19\,Cm$.

θ_c الزاوية الحرجة لكاشف CR-39 ومقدارها 35^o [9] .

R_α مدى جسيمات ألفا في الهواء الناتجة والمنبعثة من Rn^{222} ويساوي $4.15\,cm$.

و استناداً إلى الأبعاد الهندسية لحجرة الانتشار يمكن حساب ثابت الانتشار K و كما يأتي :

$$K = \frac{1}{4} r(2Cos\theta_c - r/R_\alpha) \quad .....(3)$$

عليه سيكون D_{Rn} معدل كثافة الآثار بوحدة $Tr.cm^{-2}.h^{-1}$ ويعطى بالعلاقة

$$D_{Rn} = K.C \quad .....(4)$$

3- أ: تحديد تركيز الرادون في العينات : بالامكان حساب تراكيز الرادون في العينات قيد الدراسة من خلال العلاقة الاتية:[11]

$$C_s = \lambda_{Rn} C_a h t / L \quad .....(5)$$

إذ أن : C_s تركيز الرادون داخل العينات بوحدة $Bq.m^{-3}$.

C_a تركيز الرادون في الحيز الهوائي بوحدة $Bq.m^{-3}$.

λ_{Rn} ثابت انحلال الرادون ويساوي 0.1814 day.

h ارتفاع الحيز الهوائي ويساوي $9.5\,cm$.

L سمك العينة و يساوي $1.5\,cm$.

t زمن التشعيع و يساوي 60 يوماً.

ب-الجانب العملي:

1- ب : جمع عينات الترب:

تم جمع ترب من مناطق معينة في محافظة صلاح الدين قد شوهد فيها آثار لضربات عسكرية مؤثرة خلال فترة الحرب على العراق عام 2003 , و هي ناحية حمادي شهاب / برج الاتصالات (سابقاً) و ناحية الضلوعية / مركز الشباب (سابقاً) و ناحية القادسية – سامراء – حديقة دار سكن و أخيراً قضاء بيجي / برج الاتصالات (سابقاً) . و بعد عملية الجمع و بواقع عينة واحدة من كل منطقة تم تصفية العينات الترابية و طحنها الى ان أصبحت متجانسة و مهيأة وكما مبين من الشكل 1 .

شكل (1) صورة توضح مناطق الدراسة أُخذت من موقع الكوكل إيرث

2- ب : مرحلة القياس و إعداد مواد البحث :

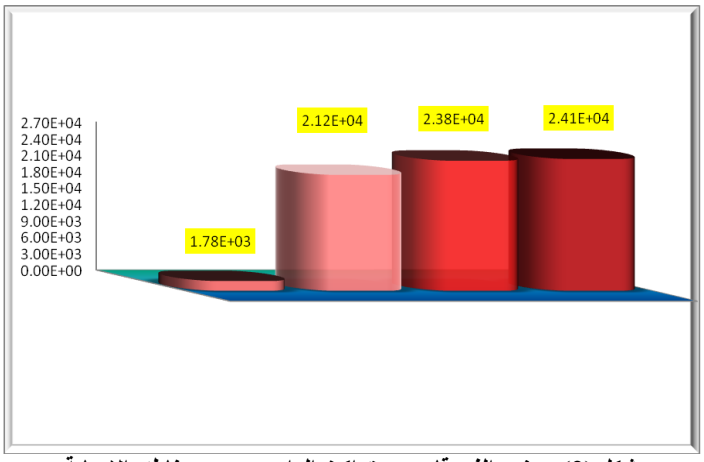
في هذه الدراسة استخدم الكاشف CR-39 كتقنية لقياس التلوث الإشعاعي , وقد أُختيرت تقنية القياس الطويلة الأمد بغية الحصول على آثار لجسيمات ألفا المنبعثة من غاز الرادون الصادر من العينات قيد الدراسة . كان الكاشف CR-39 المستخدم ذو سمك $275\,\mu m$ أبعاده متساوية بحدود $1\times1cm^2$، بعدها تم تعريض العينات المستخدمة أمام الكاشف المذكور و بواقع 5 غرامات من كل عينة , ثم حُددت الكمية المراد دراستها بميزان ذو حساسية تصل إلى

$5\times10^{-3}g$. وضعت العينات في حجرات التشعيع الاسطوانية الشكل والتي يطلق عليها حجرات الانتشار وكانت الأخيرة بقطر 2.38 cm , ثم أُحكم إغلاق الحجرات المذكورة بسداد مطاطي مع إبقاء المسافة بين سطح العينة وسطح السداد السفلي الحاوي على قطعة الكاشف بمقدار 9.5 cm . وبعدها تترك كل عينة فترة 22 يوما لأجل الحصول عل حالة التوازن المثالي (القرني) Secular equilibrium تصل إلى 98% بين الراديوم ووليداته من نظائر الرادون .

وللحيلولة دون حدوث حالة تسرب لغاز الرادون إلى خارج حجرات الإنتشار فقد تم رفع السداد المطاطي و استبداله و بسرعة لسداد آخر يحوي في أسفله على قطعة من الكاشف CR- 39 ثم إغلاق هذا السداد بشريط لاصق وبشكل محكم مع المحافظة على ثبات البعد بين الكاشف و وجه العينة قبل رفع السداد . بقيت الكواشف داخل حجرات التشعيع فترة 60 يوماً . بعدها تم رفع كل الكواشف و تهيئتها لعملية القشط الكيميـاوي باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي NaOH و بتقاوة تصل إلى 98% , حيث ستظهر هذه العملية الأخيرة كثافة الآثار التي تركها الرادون على الكاشف . كانت درجة الحرارة المصاحبة لهذه العملية بمقدار $70\pm1\,C^{\circ}$ وكان تركيز المحلول القاشط 6.25 M ، والمتكون من إذابة 25 غرام من NaOH وزنه الجزيئي 40 في 100مل من الماء المقطر. و بعد أربعة ساعات متواصلة من عملية القشط بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تم رفع الكواشف من المحلول المذكور وغسلها و بشكل جيد بالماء المقطر ثم تجفف لتهيأ بوضعها تحت المجهر البصري و إبتداء عملية كشف و حساب عدد الآثار الناشئة على وجه الكاشف . ×

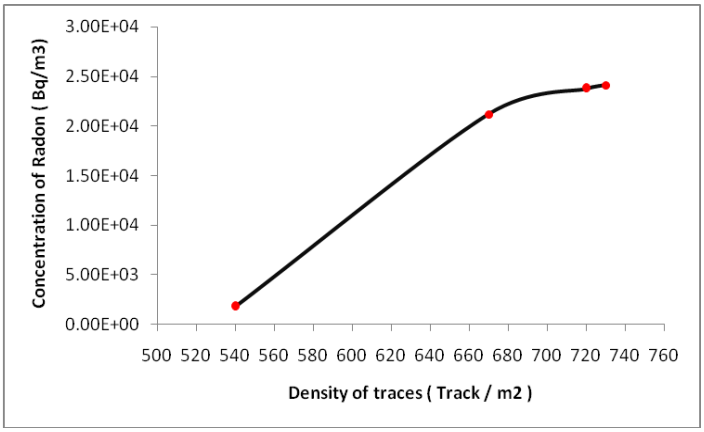
النتائج و المناقشة:

من الجدول رقم (1) المناطق قيد الدراسة والتي أُخذت منها نماذج الترب و يقابلها مقادير كل من كثافة آثار جسيمات ألفا وتركيز الرادون في كل من الحيز الهوائي والعينات . و عن كثافة الآثار يلاحظ من الجدول إرتفاعاً في كثافة الآثار يتراوح بين Tr/cm^2 (730- 540) .



شكل (2) يوضح الفروقات بين تراكيز الرادون حسب مناطق الاصابة

أما عن تركيز الرادون في الحيز الهوائي لحجرة التشعيع يلاحظ أقل مقدار $358.62Bq/m^3$ لعينة ناحية الضلوعية (مركز الشباب سابقاً) و أعلى مقدار $349.62Bq/m^3$ لعينة ناحية حماد شهاب (برج الاتصالات سابقاً). كذلك أظهر الجدول (1) تراكيز الرادون داخل العينات , فكانت اقل قيمة لتركيز الرادون داخل العينات $1782.7Bq/m^3$ لعينة ناحية الضلوعية و أعلى قيمة $2410Bq/m^3$ لعينة ناحية حمادي شهاب , و هذا ما يظهر ارتفاعاً كبيراً (لاحظ الشكل 2) عن الحد المسموح به و الذي نشرته المنظمة الدولية للحماية من الاشعاع [12](ICRP) و البالغ 200 Bq/m^3 (800 –) [13] .



شكل (3) العلاقة بين كثافة آثار ألفا مع تركيز الرادون في الترب المصابة.

و على هذا تظهر هناك زيادة في تركيز الرادون في المناطق قيد البحث بمعدل (2.228 – 30.125) مرة فوق الحد الطبيعي مما يؤكد الخطر الكبير الذي تتعرض له بيئة محافظة صلاح الدين .

التوصيات

1- لغرض تفادي ازدياد نسب الاصابة بأنواع السرطانات نقترح توزيع مادة (الزيولايت) التي ثبت طبياً انها تخلص الجسم البشري من آثار النويدات المشعة , من جانب آخر فقد تم استخدام هذه المادة في الدول التي تعرضت الى نكبات نووية

2- نشر التوعية اللازمة للحيلولة دون استغلال المناطق المتضررة لأي أغراض مدنية أو معيشية.

3- الاستعانة بخبرات الدول المنكوبة نووياً في إزالة آثار التلوث الذي أصيب به بلدنا العزيز.

4- إذا عُلم أن عمر النصف للراديوم الباعث لغاز الرادون هو 1600 سنة , عليه نقترح الاستعانة بالخبرات الطبية المتفوقة في مجال إسعاف المصابين بآثار التلوث الاشعاعي للتقصي عن الحالات المرضية بمختلف تطورها , و ذلك للسيطرة على تقدم الحالات المرضية البسيطة و معالجة المتقدمة منها.

5- زراعة أنواع من المحاصيل الزراعية التي ثبتت قدرتها على امتصاص العناصر الثقيلة الملوثة للتربة كنبات دوار الشمس و الخردل الهندي والذرة البيضاء ونبات آخر يحمل إسم (Amaranthus) .و هذا ما يسهم في تقليل نسب العناصر المشعة داخل التربة و الحيلولة دون انتقالها الى مناسيب المياه الجوفية.

جدول (1) يوضح مواقع عينات التربة و فعالية غاز الرادون و كثافة الاثار وتركيز الرادون في الحيز الهوائي وداخل العينات

موقع العينة	كثافة الأثار Track/cm^2	فعالية غاز الرادون (Bq) $\times 10^{-1}$	تركيز غاز الرادون في الحيز الهوائي (Bq/m^3) $\times 10^2$	تركيز غاز الرادون في العينة (Bq/m^3)
ناحية حمادي شهاب / برج الاتصالات (سابقاً)	730	1.6074	3.4962	2.41×10^4
ناحية الضلوعية / مركز الشباب (سابقاً)	540	1.1890	2.5862	1.7827×10^3
ناحية القادسية – سامراء – حديقة دار سكن	670	1.4753	3.2088	2.119×10^4
قضاء بيجي / برج الاتصالات (سابقاً)	720	1.5854	3.4483	2.3770×10^4

المصادر

1- حسين الونداوي،" . (1999) الرادون وتأثيره على البيئة والإنسان"، مجلة الذرة والتنمية، المجلد 9 ، ال3 ص 41-38.

2- R.L. Fleisher, P.B. price and M. W. walker ,"Nuclear tracts in solids

3- Kaplan "Nuclear physics -I "Addison wilsey publishing company (1977).

4- سعاد جاسم الغرابي, بشرى على احمد , د.احمد حردان , مها حميد نافع" التلوث الناتج عن استخدام دول العدوان لليورانيوم المنضب في جنوب العراق بعد عشر سنوات " مقررات المؤتمر العلمي عن تأثير استخدام اسلحة اليورانيوم المنضب في الانسان و البيئة في العراق , الجزء الاول 2002.

5- Caroltn E. Ffulco, Catharyn T. Liverman, Harold C. Sox II "Gulfwar & health Depleted Uranium, Sarin, Ptridostigmine Bromide, Vaccines" Vol. 1, National Academy press, Washington (2000).

6- كاظم المقدادي منظمة الصحة العالمية تدرس آثار اليورانيوم المنضب رسالة العراق , العدد 84 تشرين الاول (2001).

7- خليل , منيب عادل (1994) الفيزياء النووية , دار الكتب للطباعة و النشر , جامعة الموصل , العراق.

8- Azam, A., Naqvi A. H. and Srivastava D. S., (1995). "Radium Concentration and Radon Exhalation Measurements Using LR-115 Plastic Track Detectors". Nucl. Geophys. Vol. 9, No. 6 pp (653-657).

9- Barillon R., Klein D., Chambaudet A. and Devillarade C., (1993). "Comparison of Effectiveness of three Radon Detectors(LR-115, CR-39 & Silicon Diode Pin) placed in Cylindrical Device -Theory and xperimental Techniques". Nucl. Track. Radiat. Meas.22, 1-4, p. (281-282).

10- Durrani S. A. and Bull R. K., (1987). "*Solid State Nuclear Track Detection*". Pergamon Press. Oxford.

11- 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*". Radiat. Meas. Vol. 28, No. 1-6, pp(591-594).

12- ICRU, International commission on radiation units and measurements 7910 wood mont Ave Bethesada MD?20814(1984).

13- خروفة , حلا ضياء, "تحديد تراكيز الرادون و اليورانيوم في عدد من المناطق المتضررة في مدينة الموصل". مجلة ابحاث كلية التربية الاساسية, المجلد (12), العدد (2), (2012) .

Measurement of the radiation pollution of radon in selected locations from Saladin Governorate by using the nuclear track detector

Sabah Mahmoud Aman Allah , Saif Amer Mahdi , Yassen Hameed Mahmoud

Physics department , College of Science , Tikrit University , Tikrit , Iraq

Abstract :

The aim of present paper to find the contamination selected area in Salahdin governorate where the radon gas concentration elevated and they are :Al-Qadasaia quarter ,Hamad Shahab village (communication center in past),Al-douloyea town –Youths center, Dijala town ,samara city (in house garden) and finally in Beji city (communication tower) .In this study ,we had employed the trace detector of CR-39, the obtained results shows the radon concentration exceeds the permissible limits which issues by ICRP which is about 200 – 800 Bq/m^3 while the concentration in Salah din governorate is $2.079\times10^3 - 2.9712\times10^3\ Bq/m^3$ which refers to the high ratio of depleted Uranium all over the gubernator.