P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2012 ,(6), (3) :131-137

(*JUAPS*) **مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة**

Open Access

التحسس والإستشعار بتلوث التربة بغاز الرادون في مناطق معينة من محافظة صلاح الدين بإستخدام الكاشف CR-39

احمد محمد عبيد

جامعة تكريت- كلية العلوم

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2011/3/2
تاريخ القبول: 2011/9/6
تاريخ النشر: 29/ 8 / 2013
DOI 10.37652/juaps.2012.77628

الكلمات المفتاحية:

التحسس ـ الإستشعار، الرادون، محافظة صلاح الدين، CR-39.

الخلاصة:

في هذا البحث تم إختيار أربعة مناطق محددة من محافظة صلاح الدين أُخذت منها أربعة نماذج من التربة الواقعة على عمق (20cm) و بواقع نموذج واحد لكل منطقة. في هذه المناطق حدثت عمليات عسكرية خلال حرب العراق مع قوات التحالف خلال العامين 1991–2003 و ما بعدهما, وهذه المناطق التي شملتها الدراسة هي:- (قضاء البيجي / موقع البدالة، منطقة دربونة الكَزو / ناحية الضلوعية / قضاء بلد, قضاء تكريت / حي حمادي شهاب السكني/ موقع البدالة، قضاء سامراء / حي القادسية)، كان الهدف من البحث هو تحديد تراكيز غاز الرادون في تلك النماذج، وقد تم استخدام الكاشف CR-39 كتقنية للإستشعار والتحسس بتراكيز غاز الرادون في النماذج المذكورة. و قد بينت نتائج الدراسة التي تم الحصول عليها زيادة في تراكيز غاز الرادون[تراوحت 24.14x103 (q.m-3 – 17.86x103)] مقارنة مع الخلفية الاشعاعية البالغ [7.2 x103Bq.m-3] مما يشير إلى استخدام ذخائر عسكرية حاوية على اليورانيوم المنضب.

المقدمــة:

أن الكشف عن وجود الرادون داخل التربة وبنسب أعلى من الحد الطبيعي ليدل على تهديد واضح للبيئة العامة وما تحتويه من إنسان أو نبات أو حيوان. يعد الرادون من عناصر الجدول الدوري. تبلغ كثافته $9.7\ Kg/m^3$ ودرجة غليانه($-61.8 C°$) ودرجة إنجماده ($-71.0 C°$) وهو غاز مشع عديم اللون والرائحة وهذه الخواص تصعب عملية الكشف عنه. يتولد غاز الرادون Rn^{222} نتيجة للتحلل التلقائي Spontaneous Decay لعنصر الراديوم Rn^{226}. إن وجود الراديوم في منطقة ما في الطبيعة يعتمد على وجود اليورانيوم U^{238}[1]. يتميز غاز الرادون بكونه غازاً مشعاً لذا فان عملية الكشف عنه وقياس تراكيزه في المواد (كالهواء والتربة والمياه، الخ) سوف تستند بصورة رئيسية إلى استخدام الكواشف النووية وهذه الكواشف على نوعين:

1 – الكواشف السلبية Passive Detectors: وهي كواشف لا تحتاج في تشغيلها الى القدرة الكهربائية مثل كواشف الأثر النووي الصلبة (SSNTD's)، ولها القابلية على تسجيل آثار جسيمات ألفا الناتجة من انحلال الرادون بصورة مباشرة دون أي فعل من المستخدم أو تدخل من الأجهزة[2].

2 – الكواشف الفعالة Active Detectors: وهي عكس الصنف الأول إذ أنها لا تستغني عن القدرة الكهربائية أثناء عملها وتنتمي كواشف أشباه الموصلات الى هذا النوع[3]. عندما تصطدم جسيمات ألفا المنبعثة من الرادون مع ذرات الخلايا المكونة لأنسجة وأعضاء الجسم فإنها تحدث تأثيرات سلبية كبيرة، فضلاً عن التأثيرات الكيميائية على المستوى الجزيئي. ويقدر متوسط طول مسار جسيمات ألفا في الأنسجة الرخوة بحدود μm 40، ومن هنا تأتي مخاطر التعرض للرادون Rn^{222} ونواتج تحلله. يستفاد من الكشف عن غار الرادون في عدة مجالات هي:

1 – التنقيب عن اليورانيوم: إن الأساس العملي الذي تبنى عليه هذه الطريقة هو أن اليورانيوم يمثل النواة ألام (Parent Nucleus) الرئيسة التي ينحدر عنها غاز الرادون، فهو يتولد من تحلل الراديوم الذي هو بالأساس من نواتج تحلل سلسلة اليورانيوم. لذا فان رصد الرادون بتراكيز عالية قرب سطح الأرض هو دليل على وجود خام اليورانيوم عند عمق معين[3].

2 – في التنقيب عن النفط والغاز: إن قياس تراكيز عالية لغاز الرادون قرب سطح الأرض هو دليل على وجود خامات هايدروكاربونية إضافة الى وجود خامات اليورانيوم، إذ أن الغازات التي تتسرب عن

* Corresponding author at: Tikrit University - College of Science;
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5859-6212 .Mobil:777777
E-mail address:

الخامات البترولية تتحرك نحو الأعلى محدثة بذلك جرياناً تصاعدياً (Up flow) قرب سطح الأرض حيث يقاس الرادون، وهكذا فان قياس تراكيز غاز الرادون قرب سطح الأرض قد يدل وبصورة غير مباشرة على وجود خامات النفط والغاز عند عمق معين في باطن الأرض[2].

3 – في التنبؤ عن الزلازل والبراكين: إن حدوث الزلازل والبراكين يكون عادة مصحوباً بزيادة فجائية لتراكيز الرادون قرب سطح الأرض. مما يجعل من الرادون عاملاً مهماً في عملية التنبؤ بهذه الكارثة الخطيرة نتيجة لحدوث إنضغاطات وتوسعات وإجهادات في القشرة الأرضية والتي بدورها تؤثر على مناسيب جريان الموائع في مسامات القشرة الأرضية، مما يؤدي إلى زيادة تراكيز غاز الرادون عن مستوياتها السابقة بصورة ملحوظة [4].

4 – في تحديد تراكيز بعض المواد المشعة التي تبعث غاز الرادون: فمثلاً يمكن تحديد تراكيز المواد المشعة في المساكن والبنايات وهواء الغرف حفاظاً على الصحة العامة للسكان، وكذلك في المواد الغذائية حيث تعد الأكثر أهمية، مثل التبوغ والشاي ومساحيق التنظيف ومعاجين الأسنان [8,7,6,5]. إن بإمكان الكاشف CR-39 الاستشعار عن التلوث الإشعاعي الصادر من البروتونات وجسيمات ألفا وشظايا الانشطار، كما لهذا الكاشف القابلية على كشف النيترونات من خلال قياس الآثار التي تحدثها البروتونات المرتدة عن سقوط النيترونات على تلك الكواشف، لذا يعد هذا الكاشف من التقنيات التي يمكن الإستفادة منها في مجال الإستشعار عن بعد[9].

لقد إزدادت مجالات استخدام كواشف الأثر النووي الصلبة بشكل كبير لما تمتلكه من مميزات منها أنها لا تحتاج الى مصادر للطاقة الكهربائية [10]، أضافة إلى السهولة في استخدامها [11]، كما تتميز بدقة النتائج والحساسية العالية للاشعاع (كجسيمات ألفا والبروتونات والنيترونات) وذات كفاءة قد تصل إلى % 100 [12] وأيضاً قابليتها على الاحتفاظ بالآثار عند خزنها لفترة طويلة من الزمن وعند الدرجات الحرارية الاعتيادية أو درجة حرارة الغرفة [13]. إن هذه المواصفات التي تميزت بها هذه الكواشف ألفتت الأنتباه إلى استخدامها من قبل العديد من المختصين و الباحثين وفي مجالات تقنية مختلفة منها استخدامها في مجال الفيزياء النووية، ومجال فيزياء الفلك وعلم الفضاء ودراسة الأشعة الكونية القادمة من أعماق الفضاء إلى جو الأرض، و في رصد الزلازل والبحث عن الإشارات التحذيرية من الهزات الأرضية [4،14]. فقد قام فريق من الباحثين بتحديد تراكيز الرادون في الأبنية الداخلية والأتربة وصخور الأديم Bedrocks في السويد بإستخدام كواشف الأثر النووي (LR-115, CR-39) وقد أظهرت النتائج إن التركيز يعتمد على الخصوبة والإرتفاع عن مستوى سطح الأرض واتجاه الريح والمواد الموجودة في العينات المدروسة [15,16,17] . كما قام فريق آخر من الباحثين بإيجاد تراكيز اليورانيوم من خلال إيجاد تراكيز الرادون في الصخور المستخدمة في تصنيع السمنت العراقي في محافظة نينوى والمأخوذة من مقالع سنجار وحمام العليل وبادوش بإستخدام الكاشف CR-39 وقد وجد أن تركيز اليورانيوم لمقلع سنجار $1.25\ ppm$ [18]. وايضاً وجد أن معدل تركيز غاز الرادون داخل المساكن في بعض مناطق الأردن يساوي $5.33\ Bq/m^3$ باستخدام كاشف CR-39 [19].

ظهر الكاشف CR-39 عام 1978 [20]. يتكون هذا الكاشف من مادة بوليمرية وهو مختصر من (Columbia Resin). يحضر هذا الكاشف من عملية البلمرة لكاربونات الأليل دايكول المتعدد Ploy Allydiglycal Carbonate والصيغة الجزيئية له $(C_{12}H_{18}O_7)n$ وكثافته $1.32\ gm/cm^3$ [21].

إن الهدف من هذه الدراسة هو إستشعار وجود غاز الرادون و تحديد تراكيزه في نماذج الترب المأخوذة أربعة مناطق محددة من محافظة صلاح الدين وعلى عمق 20cm, منها ثلاثة مناطق حدثت فيها عمليات عسكرية خلال حرب العراق مع قوات التحالف عام 2003 والمنطقة الأخيرة إنتشرت فيها حالات من الفشل الكلوي واللوكيميا والسرطان الرئوي والعقم بعد حرب الخليج الثانية عام 1991 تم في هذا البحث استخدام الكاشف (CR-39) للأستشعار والكشف عن تراكيز غاز الرادون في نماذج الترب المذكورة أعلاه.

الجزء النظري

1_ طرائق حساب تراكيز الرادون

تنقسم طرائق حساب تراكيز الرادون الى طريقتين أساسيتين أولاهما طريقة القياس قصيرة الأمد إذ يتم حساب تراكيز الرادون آنيا من خلال مراقبة التغيرات في مستوى انبعاث الرادون للمواقع الجيولوجية وفي التنبؤ عن الزلازل والبراكين ويستخدم في هذه الطريقة العداد التناسبي أو العداد الوميضي وحجرات التأين لقياس جسيمات ألفا أما الثانية فهي طريقة القياس طويلة الأمد ويستخدم فيها كواشف الأثر

النووي الصلبة (SSNTD's)، وتعد هذه الطريقة اكثر كفاءة في القياس إذ تصل الدقة فيها حتى إلى ppb في قياس تراكيز الرادون ووليداته. ومن الكواشف المستخدمة في هذه الطريقة، كاشف CR-39 و LR-115 type II والماكر وفول PM-355. يجري تطبيق هذه الطريقة بتقنيتين؛ الأولى تكون فيها الكواشف مكشوفة عند التشعيع حيث يتم تعريض الكاشف للهواء وبذلك تتمكن جسيمات ألفا المنبعثة من الرادون ومن جميع العناصر المشعة الموجودة في الهواء من الاصطدام بالكاشف تاركة فيه آثاراً على شكل مناطق تالفة. وتستخدم هذه التقنية في حساب تراكيز الرادون داخل الأبنية وهواء الغرف والأماكن المغلقة. أما في التقنية الثانية فيتم وضع الكواشف في حجرات انتشار مغلقة (Sealed Diffusion Chamber) ذات شكل اسطوانـي أو شبه مخروطي، إذ توضع الكواشف بصورة مواجهة للعينة المراد قياس تركيز الرادون فيها وتغلق بإحكام لمنع تسرب أو تبادل الهواء مع المحيط. وبعد انتشار غاز الرادون داخل الحجرة ينحل باعثاً جسيمات ألفا وحصول حالة توازن بينه وبين وليداته يتم السماح للكاشف بالتعرض للعينة وان نسبة ترسب وليدات الرادون على جدران الحجرة تعتمد على أبعاد (نصف القطر وارتفاع).

تلك الحالة لقد وجد أن اقل نسبة لوليدات الرادون هي عندما يكون نصف قطر الحجرة الأسطوانية بحدود $1.4\,cm$ وان افضل أبعاد لمنظومة التشعيع هي عندما تكون المسافة بين سطح العينة والكاشف اكبر من $7\,cm$ [22] ومن الجدير بالذكر إن نسبة الآثار الناتجة عن الثورون تشكل بحدود (55-60)% فيما تشكل نسبة الآثار الناتجة عن الرادون بحدود(40 - 45)% ، لذا من الضروري عند قياس الرادون العمل على منع وصول الثورون إلى الكاشف. إن الرادون والثورون هما نظيران للعنصر نفسه (ولكنهما يعودان إلى سلسلتي انحلال مختلفتين)، فان فصلهما عن بعضهما يمكن أن يتم فقط على أساس الاختلاف الكبير في معدلات التحلل لكل منهما ويمكن إهمال وجود الثورون عن طريق إعاقة انتشاره من خلال استخدام غشاء بوليمري أو طبقة رقيقة من الرمل أو على أساس المسافة بين الكاشف والعينة. وكذلك يمكن التمييز بين الرادون والثورون عن طريق الآثار المتكونة بوساطة جسيمات ألفا المنبعثة منهما إذ أن الأقطار العائدة للرادون تكون اكبر من الآثار العائدة للثورون.

2_ آلية حدوث الآثار على سطح الكاشف :-

إن الجسيمات المشحونة في المواد الصلبة العازلة تولد عدداً من الآثار خلال مرورها في تلك المواد، وهذا ما يمكن ملاحظته بإستخدام المجهر الإلكتروني أو الضوئي بعد معاملتها بمادة كيميائية تعمل على إظهار مناطق التلف المتكونة. إن نوع وشكل مناطق التلف تعتمد على كتلة وطاقة وشحنة الجسيمات الساقطة و على نوع المادة الكاشفة الصلبة [23]. إن نظرية وخزة الانفجار الايوني Ion Explosion Spike هي النظرية التي من الممكن أن تفسر الآلية التي كيفية نشوءالأثر. ففي البوليمرات والمتكونة من جزيئات كبيرة متكررة ومرتبطة مع بعضها تدعى المونومير، و الأخيرة ترتبط مع بعضها في معظم اللدائن بآصرة تساهمية تغلب عليها آصرة هيدروجين _ كاربون (H-C)، وهذه الآصرة سهلة الكسر عند تعرضها للإشعاع مما ينتج عنها سلاسل بوليمرية صغيرة ذات نهايات فعالة متأينة تسمى الجذور الحرة والتي لها القابلية على التفاعل فيما بينها أو مع الذرات الأخرى [24]، وعليه فإن التأثير الرئيسي للأشعة على البوليمرات هو انحلالها Degradation أو تشابك جزيئاتها Cross-Linking بعضها مع بعض، وهذان التأثيران يمثلان التغييرات الرئيسية في خواص البوليمر. إن سقوط الإشعاع على هذه البوليمرات يؤدي إلى تهيج هذه الجزيئات وتأينها وبالتالي قطع الروابط Bonds بينها، وإحداث تلف Damage في مادة البوليمر ولا يزول في الظروف الاعتيادية، ويعرف هذا الأثر المخزون بالأثر الكامن Latent Track [25].

إن المناطق التالفة بتأثير الإشعاع المؤين تظهر قابلية أكبر على التفاعل مع المحاليل القلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH مقارنة بالمناطق السليمة وذلك بسبب امتلاك المناطق التالفة طاقة أكبر من المناطق السليمة، لذا فإن المحلول الكيميائي يخترق المناطق المشعة بسرعة محدثاً أثراً يزداد عمقه ويتسع قطره مع زيادة زمن القشط ويمكن مشاهدة الأثر الكامن(المخزون) للإشعاع المؤين بعد إظهاره تحت المجهر الضوئي [9].

2 _ حساب ثابت الانتشار :-

إن قياس مستوى تركيز الرادون يستند على تحديد ثابت الانتشار K. والذي من الممكن تحديده لحجرة الانتشار المستخدمة في هذه الدراسة من العلاقات التالية [26].

$$\rho = KCT \qquad \text{.....(1)}$$

حيث:

ρ كثافة الآثار بوحدة $Tr.Cm^{-2}$

و K ثابت الانتشار.

C تركيز الرادون في الحيز الهوائي بوحدة $Bq.cm^{-3}$.

T زمن التشعيع بالثانية.

أما D فتمثل معدل كثافة الآثار بوحدة $Tr.Cm^{-2}.h^{-1}$ وحسب المعادلة:

$$D = \rho / T = K.C \quad \text{.....(2)}$$

كما أنه من الممكن إيجاد ثابت الانتشار K إعتماداً على الأبعاد الهندسية لحجرة الانتشار وكما في العلاقة [20] :

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

حيث :

r نصف قطر الأنبوبة المستخدمة وقيمته $1.19\,Cm$.

θ_c الزاوية الحرجة للكاشف CR-39 ومقدارها 35^o .

R_α مدى جسيمات ألفا في الهواء المنبعثة من Rn^{222} وقيمته $4.15\,Cm$ وكما في المعادلة [23] :

$$R_\alpha = (0.005E_\alpha + 0.285)E_\alpha^{3/2} \quad \text{.....(4)}$$

حيث E_α يمثل طاقة جسيمات ألف بوحدة MeV. أن قيمة K تعتمد على الأبعاد الهندسية لحجرة التشعيع ولذا فعند حساب K من المعادلة (3) فان قيمة ثابت الانتشار بوحدات الطول تساوي $K = 0.402\,cm$.

3 _ حساب تركيز الرادون في الحيز الهوائي :-

من الممكن حساب تركيز الرادون في الحيز الهوائي للحجرة المحصورة بين سطح العينة وسطح الكاشف في حجرة التشعيع بوحدات $Bq.m^{-3}$ من العلاقة [27] :

$$D_{Rn^{222}} = \frac{C}{4} r(2Cos\theta_c - r/R_\alpha) \quad \text{.....(5)}$$

4- حساب تركيز الرادون في العينات :-

أما عن تركيز الرادون في العينات فيمكن إيجاده من العلاقة الآتية [28] :

$$C_s = \lambda_{Rn} C_a h t / L \quad \text{.....(6)}$$

حيث:

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 ويقدر بحوالي $1.5\,Cm$ تقريباً.

t زمن التشعيع و يقدر بالأيام وقيمته 60 يوم.

الجزء العملي

1_ مرحلة جمع النماذج و تهيأتها :

في هذا البحث حُددت أربعة مناطق من محافظة صلاح الدين حدثت فيها مواجهات عسكرية خلال حرب العراق مع قوات التحالف عامي 1991 – 2003 و بعدها وهي : قضاء البيجي (موقع دائرة البدالة الحالية)، و قضاء تكريت/ ناحية القادسية / حي حمادي شهاب السكني (موقع دائرة البدالة الحالية)، و ناحية القادسية / قضاء سامراء، و ناحية الضلوعية / قضاء بلد التي نشبت فيها بعد الخليج الثانية عام 1991 حالات من الفشل الكلوي واللوكيميا والسرطان الرئوي والعقم. تم إختيار عينات من التربة على عمق 20cm وبواقع عينة واحدة من كل منطقة من المواقع المذكورة أعلاه، ثم تم طحن تلك العينات لنحصل على عينات من مسحوق لتربة متجانسة وناعمة لضمان توزيع متناسق من المادة المشعة في كل عينة فيكون مستعداً للفحص والتحليل.

2 _ مرحلة القياس و إعداد مواد البحث :-

في هذه الدراسة استخدم الكاشف CR-39 كتقنية للإستشعار عن 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 $(1x1)\ cm^2$ ، 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 $0.5x10^{-2}\ gm$. 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 $9.5\,cm$ [27]. 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 إستبداله 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 تهيأتها لعملية القشط الكيميـاوي بإستخدام محلـول هيدروكسـيد الصـوديوم المـائي NaOH و بنقاوة تصل إلى 98%، حيث ستظهر هذه العملية الأخيرة كثافة الآثار التي خلفها 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 الجزيئيي 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.

وبعد أن تمت عملية حساب عدد الآثار التي خلفها التفاعل الحاصل بين جسيمات ألفا (المنبعثة من غاز الرادون) و سطح الكاشف المواجه للعينات قيد الدراسة، تم القيام بحساب الخلفية الإشعاعية للكاشفCR-39، ففي نفس الفترة التي كانت الكواشف المستخدمة متعرضة للعينات قيد الدراسة كان هناك واحداً من الكواشف موضوع في إنبوبة محكمة الإغلاق و خالية من العينات، فقد كانت الغاية من ذلك حساب الخلفية الإشعاعية للكاشف CR-39.

النتائج والمناقشة

يُظهر الجدول (1) الأماكن قيد الدراسة والتي أُخذت منها نماذج الترب الملوثة و يقابلها مقادير كل من كثافة آثار جسيمات ألفا وتركيز الرادون في الحيز الهوائي والعينات. أما عن كثافة الآثار التي خلفها الرادون على سطح الكاشف فيلاحظ من الجدول الآنف الذكر إرتفاعاً في كثافة الآثار المسجلة التي تراوحت قيمها (بعد طرح الخلفية الإشعاعية) بين $Tr.Cm^{-2}$ (540-730)، و بالنسبة إلى تراكيز الرادون في الحيز الهوائي لحجرة التشعيع فقد ظهرت متراوحة بين اقل قيمة $259.09\,Bq.m^{-3}$ لعينة ناحية الضلوعية في قضاء بلد و أعلى قيمة $350.25\,Bq.m^{-3}$ لعينة موقع البدالة في حي حماد شهاب السكني. كذلك فقد أظهر الجدول أعلاه تراكيز الرادون داخل العينات، حيث كانت اقل قيمة لتركيز الرادون داخل العينات هي[$17.86x10^{3}\,Bq.m^{-3}$] لعينة ناحية الضلوعية في قضاء بلد, أما أعلى قيمة فكانت $24.14x10^{3}\,Bq.m^{-3}$ لعينة موقع البدالة في حي حماد شهاب السكني، وهذا ما يُظهر إرتفاعاً واضحاً في قيم تراكيز الرادون عن الحد الطبيعي الذي تمثله الخلفية الإشعاعية والذي كان بقيمة $7.2\ x10^{3}$ $Bq.m^{-3}$ والذي تم قياسه مختبرياً، وبهذا يتوضح التزايد في نسب غاز الرادون إلى أكثر من ثلاثة أضعاف عن الحد الطبيعي خاصة في قضاء تكريت، علماً بأنه في قضاء بلد ظهرت حالات إنحسار في الجانب الصحي من تفشي مرض اللوكيميا والعقم و سرطان الرئوي و لفترة تقارب العقدين من الزمن على الرغم من كون هذا القضاء ظهرت عليه أقل نسب تزايد في تراكيز غاز الرادون وهي ما يساوي ضعفين تقريباً كما يظهر من خلال الجدول أعلاه، مما يجدر بالإنتباه و الحذر الشديدين لما ينتظر لباقي أقضية هذه المحافظة قيد الدراسة من مستقبل صحي خطير.

جدول رقم _ 1 _ يوضح أسماء المناطق المأخوذة منها عينات التربة على عمق (20 cm) و كثافة الاثار وتركيز الرادون في الحيز الهوائي وداخل العينات.

موقع الدراسة	كثافة الآثار Track/cm^2	تركيز غاز الرادون في الحيز الهوائي (Bq.m^3)	تركيز غاز الرادون في العينة (Bq.m^{-3})x10^3
قضاء البيجي/ موقع البدالة	720	345.46	23.81
قضاء بلد/ ناحية الضلوعية/دربونة الكزو	540	259.09	17.86
قضاء تكريت / حي حمادي شهاب/ موقع البدالة	730	350.25	24.14
قضاء سامراء / حي القادسية	670	321.47	22.16
الخلفية الإشعاعية	217	104	7.2

الاستنتاجات:

1. ظهور زيادة ملحوظة في تراكيز غاز الرادون في نماذج الترب العائدة للمناطق المدروسة في هذا البحث تراوحت بين **Bq.m^{-3}** **(17.86x10^3 – 24.14x10^3)** بالمقارنة مع الحد الطبيعي المُمثل بالخلفية الاشعاعية والتي بمقدار **7.2 x10^{3}Bq.m^{-3}** . وكانت هذه الزيادة مرتفعة بما يعادل أكثر من ضعفين (كما يظهر في نموذج

قضاء بلد) الى أكثر من ثلاثة أضعاف تقريباً (كما يظهر في نموذج قضاء تكريت)، وهذه إشارة إلى تفشي واضح للتلوث الإشعاعي داخل المحافظة قيد البحث.

2. إن وجود مناطق شُخصت فيها حالات من التلوث الإشعاعي وبالطرق العلمية المعتمدة ليعتبر مصدراً مهدِداً لسكان تلك المناطق وما حولها خاصة وأن عامل الرياح يعتبر أفضل ناقل لكل أنواع التلوث، فإذا عُلم أن ناحية الضلوعية تعاني (في بعض أحياءها السكنية) من تدهور الجانب الصحي وظهور حالات متكررة من أمراض السرطان الرئوي والعقم ومنذ العام 1991 وإلى يومنا هذا بسبب ما خلفته الحروب في تلك الفترة، ليجدر بالإهتمام لمعالجة هذا الوباء منعاً من تكرار هذه الحالة في باقي أقضية هذه المحافظة.

3. إن الكشف عن وجود التلوث بغاز الرادون ليشير إلى وجود نسب عالية من اليورانيوم المنضب في المواقع المدروسة، وهذا ما يشير إلى إستمرارية التعرض لهذا الغاز الملوث خاصة إذا عُلم بأن عمر النصف لليورانيوم المنضب (مصدر غاز الرادون) هو 4.5 مليار سنة [29].

المصادر:

1- Sims Herman., (1998). "*Radon*". Extension Service, West Virginia University, Agricultural Engineering.

2- CMHCHC, Canada Mortgage and housing Corporation and Health Canada (1997). "*Radon : A guide for Canadian Home Owners*". Canada.

3- الونداوي، حسين (1999)، الرادون وتاثيره على البيئة والانسان، مجلة الذرة والتنمية، المجلد (9)، العدد 3. ص 38-41.

4- Planinic J., Radolic V. and Culo D., (2000). "*Searching for an Earth Quake Precursor: Temporal Variations of Radon in Soil and Water*". ISSN 1330. 0008 CODENFIZA E4، University of Osijek, Croatia.

5- الجزراوي، عص ام متي (1999)، تحديد تراكيز الرادون Rn^{222} في أنواع مختلفة من التبوغ المحلية والأجنبية، رسالة ماجيستر، كلية العلوم، جامعة الموصل.

6- الجبوري، مازن احمد (1999)، تحديد تراكيز الرادون Rn^{222} في أنواع مختلفة من الشاي، رسالة ماجستير، كلية العلوم، قسم الفيزياء، جامعة الموصل.

7- Khan A., Sharmak K. C., Versheney A. K., Parasad R. and Tyagi R. K., (1988). "*Radon Estimation in Some India Tobacco, Tea, Tooth powder Using CR-39 Nuclear Track Detector*". Radiat. Environ. Biophys.,27,99.pp(233-237)

8- عقراوي، هناء نافع (2002)، تحديد تراكيز اليورانيوم في عدد من معاجين الأسنان باستخدام كاشف CR-39، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.

9- عمر، نسيم سالم (1999)، القشط الكهروكيميائي وتأثير شدة المجال الكهربائي المتناوب على الاستجابة الطاقية لكاشف الأثر النووي البلاستيكي CR-39 لجسيمات ألفا، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل.

10- نجم، عمار عبد الرحمن (1997)، الكواشف الصلبة للأثر النووي واستخداماتها، مجلة الذرة والتنمية، العدد (3)، المجلد (9).

11- Khan H. A. and Qureshi I. E., (1996). "*Role of SSNTD's in Nuclear Physics Research Proceeding of the Pakistan Academy of Science*". 33 (1-2): pp (19-28).

12- Tsuruta T., (2002). "*Research and Development of Solid State Track Detectors for External Dosimetry in Japan*". Atomic Energy Research Institute. Japan; p.3b-160.

13- الكعبي، محمد عبيد (1990)، دراسة خصائص كاشف الأثر النووي CR-39، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة.

14- Papastefanon C., Manolopoulou M. and Jaonnidon A., (1995). "*Radon Flux Measurements Along Active Faults*". Nucl. Geophys.9(5):pp(481-486).

15- Sinch S. and Vrk H.S., (1987). Indian Journal of Pure and Applied Physics.Vol.25.pp(127-129).

16- Jonsson G., (1991)." *Solid State Nuclear Track Detectors in Radon Measurements in Doors and in The Soil*". Nucl. Track. Radiat. Meas. Vol.19.Nos.1-4,pp(335-338)

17- Tell I., Bensryd I. and Rylander., (1994). "*Geochemistry and Ground Permeability as Determinates of in Door Radon Concentrations in Southern Most Sweden*" Appl. Geochemistry, Vol. 9. pp(647-655).

18- النعيمي، سعيد حسن سعيد (1997)، الكشف عن الأشعة النووية الضعيفة في بعض مواد البناء العراقية، مجلة التربية والعلم، العدد (27).

19- Abu murad K. M., Kullab M. K., Al bataina B. A., Ismail A. M. and Lehlooh A. D., (1994).

Exhalation Measurements Using LR-115 Type II Plastic Track Detectors". Nucl. Geophys. Vol. 9, No. 6 pp (653-657).

27- 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 Experimental Techniques*". Nucl. Track. Radiat. Meas. 22,1-4.

28- 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).

29- Liolios T. E., (1996). "*Assessing the Risk from the Depleted, Uranium Weapons Used in Operation Allied Force*". Dept. of theoreticalphys., Univ. of Thessaloniki, Thessaloniki 54006 Greece.

"*Estimation of Radon Concentrations Inside Houses in Some Jordanian Regions*". Mu"tah journal.

20- Cartwright B. G. and Shirk E. K., (1978). "*A nuclear Track Recording Polymer of Unique Sensitivity and Resolution*". Nucl. Inst andMeth.153:pp(457-460).

21- Fleischer R. L., Price P. B. and Walker R. M., (1975). "*Nuclear Tracks in Solids Principles and Application* ".University of California Press.

22- Barillon R., Klein D., Chambaudet A., Membrey F. and Fromm M., (1991). "*Additional uses of polymeric Nuclear Track Detectors (CR-39 and LR-115) for Measuring Radon Emanation*". Nucl. Tracks Radiat.,Vol.19,No.5,1-4.pp(291-295).

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

24- Fleicher R. L., Price P. B. and Walker R. M., (1965). ANN. Rev. Nucl.Sci.15.

25- محمد، اكرم عزيز (1993)، كيمياء اللدائن، دار الكتب للطابعة والنشر، جامعة الموصل.

26- Azam, A., Naqvi A. H. and Srivastava D. S., (1995). "*Radium Concentration and Radon*

SENSITIVITY AND SENSING OF SOIL GAS RADON POLLUTION IN CERTAIN AREAS OF THE PROVINCE OF SALAHIDIN USING CR-39 DETECTOR

AHMED MOHAMMED OBAID

ABSTRACT

In this search Four samples have been selected for determine [Radon gas] concentration. these samples distributed to Four regions known as (Baiji District – communication station, Derbonat Algezo–Dholoiya region [-] Balad District, Tikrit District [-] Hammad Shihab communication station, Samarra District – Qadisiaya branch). The aim of this study is to determine the concentration of Radon gas in these samples, by using CR-39 detector as a remote sensing technique.The results showing that we are fined there is increasing in Radon gas level within the values (17.86 x103 – 24.14 x103) Bq.m-3 above of the natural level (7.2 x103) Bq.m-3. This increasing may be due to using of penetrating ammunition containing depleted uranium.