**Received: 5/12/2020 Accepted: 20/12/2020 Published: 2020**

# تركيز غاز الرادون في بعض بيوت في مدينة بغداد ذات الطابقين

**م.د.سلام طارق جواد**

**كلية التربية الاساسية / الجامعة المستنصرية / قسم العلوم**

**أ.م.د.باسم ابراهيم وهاب التميمي**

**كلية العلوم / الجامعة المستنصرية / قسم علوم الجو**

Baltemimi41@yahoo.com

**المستخلص:**

يعد غاز الرادون احد أهم مصادر الإشعاع الطبيعية، وهو على ثلاثة أنواع من النظائر Rn-222و Rn-220 وRn-219 ويعد النظير الأول من بين النظائر الأكثر أهمية لكون عمر النصف له طويلا نسبيا ( 3.82يوم).تعد الصخور النارية من اهم مصادر الرادون في الطبيعة ، فضلا عن التربة الناتجه عن تعرية هذه الصخور، ومواد البناء كالاسمنت والاحجار التي تعد الصخور والتربة من المكونات الاساسية لها، والمياه المستخدمه للشرب او للنظافة او المياه الجوفية.استخدمت في هذا البحث الطريقة التراكمية غير المباشرة في قياس تراكيز الرادون والتي تعتمد على استخدام كواشف الاثر النووي المعتمدة على الحالة الصلبة حيث تمتاز هذه الكواشف بانها تقوم بتسجيل وخزن اثار الجسيمات المشحونة ولمدة طويلة من الزمن.تم توزيع كاشف الاثر النووي العضوي (CR-39 ) في وسط عدة اماكن من الدور السكنية في الطابق السفلى والعلوي. وبعد مدة زمنية استمرت شهرين خلال كل من فصل الصيف والشتاء جمعت من جديد واجريت لها عملية القشط الكيميائي النتائج الموضحة في الجدول (1) و(2) تبين ان الطابق العلوي من الدار يحتوي على تراكيزعالية من غاز الرادون وخصوصا في فصل الشتاء وتراوحت هذه التراكيز ما بين 129.2 $Bq\text{-}m^{-3}$ و 141.3 $Bq\text{-}m^{-3}$ الا ان هذه التراكيز هي ضمن الحدود المسموح بها والتي تقدر ب 200$Bq\text{-}m^{-3}$ حسب توصيات الهيئة الدولية للحماية من الاشعاع ICRP .

**الكلمات المفتاحية:** تركيز غاز الرادون، بيوت ذات طابقين، مطلقات الفا

**المقدمة:**

يعد غاز الرادون احد اهم مصادر الاشعاع في الطبيعة، والتي يمكن ان تدخل الى جسم الانسان عن طريق التنفس. وتكمن خطورته في كونه عنصرا غير مستقر [1] ينتج عن تحلله مجموعة من النظائر المشعة الاخرى التي يمكن ان تلتصق بدقائق الغبار الصغيرة العالقة في الهواء الجوي لتدخل بعدها الى الجهاز التنفسي وتصل الى الشعب الهوائية الدقيقة [2]، وقد تستقر في الاغشية المخاطية المبطنة للجهاز التنفسي، ممايزيد من نسبة التعرض للامراض الصدرية، وخاصة سرطان الرئة. ويعد الرادون حاليا المسبب الرئيسي لحوالي 15 بالمئة من مجمل الاصابات بسرطان الرئة في العالم بحسب تقرير منظمة الصحة العالمية [3].وان اكثر من عشرين الف شخص على سبيل المثال يموتون سنويا في الولايات المتحدة الامريكية بسبب سرطان الرئة الناتج عن الرادون.

الرادون غاز مشع، عديم اللون والطعم والرائحة، ويصنف بانه غاز خامل كيميائيا، اي انه لا يتفاعل او يتحد مع عناصر اخرى في الطبيعة، وهو اثقل من الهواء بسبعة اضعاف تقريبا ويوجد في كل مكان وفي جميع الاوقات، وتتلازم عملية تحلل الرادون في الطبيعة مع اطلاق اشعاعات مؤينة قادرة على تايين الذرات او الجزيئات التي تتكون منها المادة بما فيها الانسجة الحية وتشمل جسيمات الفا وبيتا واشعاعات كاما [4]، بعد احتلال العراق تزايدت ازمة السكن وخصوصا في مدينة بغداد نتيجة لالغاء قانون الاستملاك حسب تعداد 1957 فحصلت عمليات هجرة كبيرة من المحافظات الاخرى الى بغداد فضلا عن حصول عملية تهجير طائفي في سنة 2006 ومايليها بين مناطق العاصمة، وحاجة العائلة العراقية الى مورد مادي يساعدها على تلبية احتياجاتها اليومية لان اكثر العوائل العراقية قد انقطع دخلها الشهري او اليومي بسبب ظروف الحرب اللعينة وتوقف الكثير من الموظفين والعسكريين عن العمل. لذلك اضطرت الكثير من العوائل الى فصل الدار الواحدة الى طابقين ( اي طابق ارضي وطابق علوي يسمى بالمشتمل).من المعلوم ان عمليات البناء تحتاج الى مواد بناء وخصوصا مادة السمنت، وبسبب توقف معامل السمنت العراقية عن الانتاج اتجه الناس الى السمنت المستورد من دول مختلفة وبدون سيطرة ورقابة على هذه المادة التي تاتي خطورتها في احتوائها على نويدات مشعة طبيعية من اخطرها نويدة الراديوم 226 المصدر الرئيسي لغاز الرادون [5، 6، 7]. الذي من خواصة زيادة تركيزه بارتفاع درجة حرارة الجو[4] ومن المعلوم ان درجة حرارة الطابق الثاني من الدار اعلى من الطابق الارضي ، فضلا عن ان فصل الصيف في العراق طويل وقد يمتد الى اكثر اوخمسة شهور. كل هذه الاسباب دعت الحاجة الى اجراء هذا البحث في تحديد غاز الرادون نتيجة لخطورته على الانسان.

## الجزء النظري

### 1 - مصادر غاز الرادون في الطبيعة:

يوجد في الطبيعة ثلاث سلاسل اشعاعية وهي سلسلة اليورانيوم 238 الذي يتحلل الى مجموعة متتابعة من النويدات المشعة من بينها الراديوم 226. الذي يعتبر المصدر المباشر لنظير الرادون (RN-222). والسلسلة الثانية هي سلسلة الثوريوم 232 الذي يتحلل بدوره الى سلسلة من النويدات المشعة من بينها الراديوم 224 الذي يمثل المصدر المباشر للنظير الثاني للرادون (RN-220) ويسمى الثورون. اما السلسلة الاشعاعية الثالثة فتبدا بنظير اليورانيوم 235 وينتج عن تحللها النظير الثالث للرادون (RN-219).يعد نظير الرادون (RN-222) والناتج من السلسلة الاشعاعية الاولى النظير الاكثر اهمية من بين نظائر الرادون الثلاثة، ويعود ذلك الى وفرة اليورانيوم 238 في الطبيعة من جهة ولكون عمرالنصف لهذا النظير طويلا نسبيا (3.82يوم) مقارنة بالنظائر الاخرى للرادون (RN-220عمر النصف56 ثانية)و ( RN-219 عمر النصف 3.96 ثانية). ان هذا العمر النصفي الطويل نسبيا لنظير الرادون في السلسلة الاولى يجعل من الممكن تتبعه وقياس تركيزه في البيئة [2,3]. ينبعث غاز الرادون بشكل طبيعي من مصادره المتمثلة اساسا بالصخور النارية [4] الحامضية الحاوية على العناصر المشعة كاليورانيوم او الثوريوم او الراديوم ، سواء كانت تلك الصخورنارية جوفية ، اي تكونت في الاعماق تحت سطح الارض ، كصخور الجرانيت والجرانويوريت، ام صخورا سطحية حامضية كالريولايت والداسايت. ينبعث غاز الرادون من صخور المصدر ثم ينطلق من خلال التصدعات والشقوق الصخرية وعبر مسامات التربة لينتشر في الهواء عند سطح الارض او يتراكم في

الاماكن المغلقة كالمنازل او المباني العامة. وتعد التربة الناتجة عن نحت وتعرية الصخور الجرانيتية والبركانية الحامضية مصدرا هاما للرادون. ونظرا لكون الصخور والتربة هي مكونات اولية واساسية لمواد البناء مثل الاسمنت والخرسانة واحجار البناء ، فان مواد البناء هذه يمكن ان تحتوي على نسب متفاوته من العناصر المشعة كاليورانيوم والثوريوم، وبالتالي فهي تؤثر في تركيز غاز الرادون داخل المنازل وربما تمثل مصدرا مستمرا للرادون في المباني. ومن المصادر المهمة للرادون ايضا المياه المستخدمه للشرب او للنظافة، اذ ان غاز الرادون يذوب في الماء عند مرور المياه على الصخور او تغلغلها من خلال المسامات الصخرية فانها تقوم بحل الرادون وسحبه من الصخور[5,6,7].هذا فضلا عن دور المياه الجوفية في حل عنصر الراديوم 226 من الصخور والذي ينحدر منه الرادون 222 مباشرة.وبذلك ينتقل الرادون المنحل في المياه عند ضخها من باطن الارض وحتى ايصالها الى المنازل. كما يمكن اعتبار الغاز الطبيعي المستخدم للطهي في المطابخ احد مصادر الرادون، كون الغاز الطبيعي مستخرجا اصلا من مكامن جيولوجية في باطن الارض والتي يمكن ان تمثل بدورها بيئات جيوكيميائية مناسبة لتوليد غاز الرادون الذي يتسرب الى تلك البيئات ويستقر فيها [5,6].

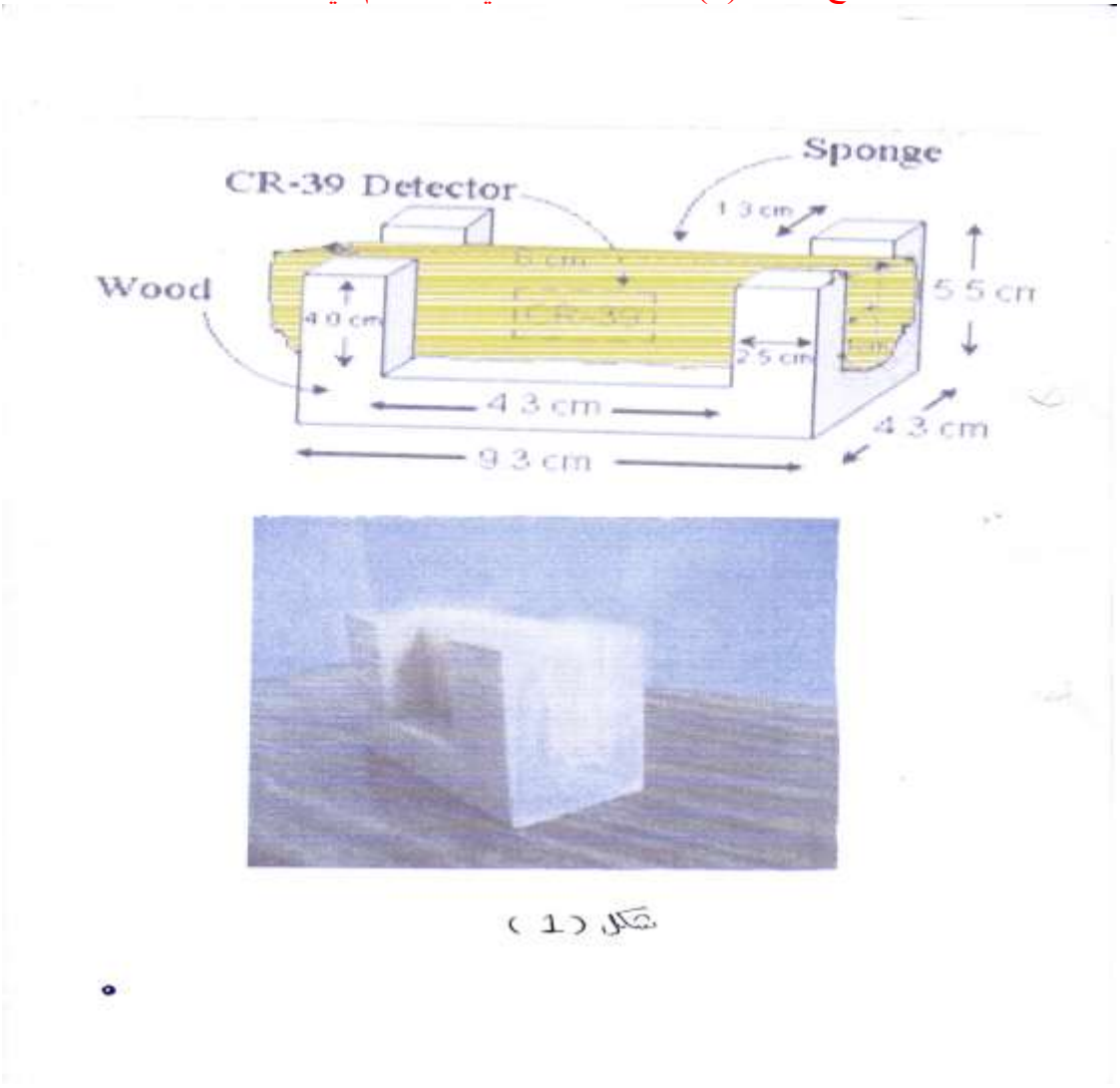
**2 – طرق قياس تراكيز الرادون:**

تستخدم الطريقة التراكمية غير المباشرة (integrating passive methods) والتي تعتمد على استخدام كواشف الاثر النووي المعتمدة على الحالة الصلبة (solid state nuclear track detectors) وتمتاز هذه الكواشف على مسجلات الاثر الاخرى بانها تقوم بتسجيل وخزن اثار الجسيمات المشحونه ولمدة طويلة من الزمن [8]. حاليا يستخدم البوليمر المعروف تجاريا ب (CR-39) للكشف عن اثار جسيمات الفا الصادرة من الرادون 222 حيث يمتاز بكفاءته في تسجيل اثار جسيمات الفا فضلا عن احتفاظه بالاثر النووي لمدة زمنية طويلة دون اضمحلال.

**كاشف الاثر النووي العضوي (Organic Nuclear Track Detectors CR-39)**

الاسم العلمي للبوليمر المصنع من كاشف CR-39 هو polyallyl digly carbonate ذو التركيب الهيدروكاربوني $C_{12}H_{18}O_7$[8]. ينتج من per shore moldingEngland, Ltd[9]. يستخدم هذا الكاشف بصورة خاصة لقياس مستويات غاز الرادون في المناجم والمباني السكنية ولتحديد تراكيز باعثات الفا ومواد البناء كونه اكثر الكواشف المعروفة كفاءة في تسجيل اثار جسيمات الفا [10].

يوضح الشكل (1) الكاشف الاشعاعي المستخدم في الدراسة.




شكل (1)

**الإجراءات التجريبية:-**

في عام 2010 تم اختيار دار سكنية ذات طابقين منفصلين في احدى مناطق بغداد، وتم توزيع حاويات من الخشب حاملة للكواشف العضوية(CR-39) في وسط عدة اماكن من كل بيت وهي (غرفة النوم، غرفة المعيشة، المطبخ، الحمام).بعد فترة زمنية استمرت شهرين خلال فصل الشتاء، وشهرين خلال فصل الصيف، تم جمع الكواشف مجددا واجريت لها عملية القشط الكيميائي ضمن ظروف مناسبة (عيارية 6.25 ودرجة حرارة المحلول 60°C[11].

لقد عدت الاثار الناجمة عن تفاعل جسيمات الفا مع الكاشف باستخدام المجهر الضوئي الاعتيادي نوع Olympus ، وقوة تكبيرية(400x ) تم حساب كثافة الاثار وفق المعادلة:

$$\text{Track density}(\text{Track mm}^{-2}) = \frac{\text{No. of track}(N)}{\text{Area of field view}(A)} \dots\dots\dots\dots (1)$$

كما تم حساب قيم تراكيز الرادون ($C_X$) داخل الابنية السكنية من المعادلة (2):-

$$C_X = \frac{E_X}{t} \qquad \dots\dots\dots (2)$$

حيثأ ن:-

($E_X$): هي التعرض للرادون داخل الابنية بوحدات ($Bq.m^{-3}.day$) ويحسب وفق المعادلة (3)

(t): تمثل الفترة الزمنية الكلية للتعرض والتي امدها شهرين خلال كل فصل .

$$\frac{\text{التعرض للرادون للكواشف المجهولة التراكيز } E_X}{\text{التعرض للرادون للكواشف المعلومة التراكيز } E_S} = \frac{\text{كثافة الاثار المجهولة } T_X}{\text{كثافة الاثار القياسي } T_S} \qquad \dots\dots (3)$$

$$E_X\, T_S = E_S T_X \qquad \dots\dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Slope value of the calibration} = \frac{T_S}{E_S} \qquad \dots\dots\dots\dots (5)$$

المعادلة ( 5) تمثل قيمة المعايرة لكاشف CR-39 ،والتي تم اجراؤها في غرفة المصادر المشعة وبوجود عنصر الراديوم 226،والشكل (2) يبين العلاقة البيانية الخطية بين التعرض للرادون E وكثافة الاثار ρوفق المعايرة التي امتدت للمدة من خمسة ايام للكاسف الاول ولغاية شهرين للكاشف الاخير. وقد كانت قيمة ميل العلاقة الخطية :

$$0.050 \frac{\text{track mm}}{\text{Bq. m. days}}$$

**النتائج و المناقشة:**

1 - بعد استلام كواشف قياس غاز الرادون يتم عمليا الحصول على القياسات من خلال معالجتها كيميائيا لاظهار اثار جسيمات الفا التي عليها والتي يطلقها غاز الرادون عند تحلله الاشعاعي ومن حساب كثافة هذه الاثار في وحدة المساحة تم حساب تركيز غاز الرادون في كل غرفة من طابق الدار كما هو موضح في الجدول (1) و(2) ومن خلالها نجد ان:-

**جدول (1) الطابق الأرضي**

| نوع الغرفة | التراكيز $Bq\text{-}m^{-3}$ شتاءا | التراكيز $Bq\text{-}m^{-3}$ صيفا |
|---|---|---|
| النوم | 75.3 | 60.1 |
| المعيشة | 62.8 | 55.3 |
| المطبخ | 66.2 | 51.9 |
| الحمام | 72.3 | 61.3 |

**جدول (2) الطابق العلوي**

| نوع الغرفة | التراكيز $Bq\text{-}m^{-3}$ شتاءاً | التراكيز $Bq\text{-}m^{-3}$ صيفاً |
|---|---|---|
| النوم | 135.7 | 101.3 |
| المعيشة | 141.3 | 99.9 |
| المطبخ | 138.6 | 89.9 |
| الحمام | 129.2 | 91.6 |

2 - يبين الجدول (1) قياسات تراكيز الرادون داخل الطابق الارضي من الدار موزعة على غرف مختلفة خلال فصلي الشتاء والصيف.و يتضح من هذا الجدول ان تراكيز الرادون تكون عالية خلال فصل الشتاء مقارنة مما هو عليه في فصل الصيف وهذا يعود الى تاثير التهوية المنزلية حيث يعمل الغلق المحكم للغرف السكنية خلال فصل الشتاء وزيادة استخدام اجهزة التدفئة الى زيادة انبعاث الرادون من خلال الجدران التي بنيت بالسمنت فضلا عن الجص والبورك [6,4,5]،اضافة الى ذلك يمكن ملاحظة ان تراكيز الرادون تكون عالية في غرفة النوم والحمام لان في فصل الشتاء تعمل العائلة على زيادة تدفئة هذه المناطق من الدار وهذا يؤدي الى زيادة درجة الحرارة داخل الغرفة اعلى من خارجها وهذا يولد فرقا بسيطا في الضغط الداخلي والخارجي الامر الذي يؤدي الى رفع تركيز غاز الرادون داخل الغرف [12].ان الاعتماد على استخدام الوقود والغاز الطبيعي في تدفئة الدور بسبب استخدام الاجهزة الكهربائية لنقص تجهيز الكهرباء الوطنية تعد من الاسباب الاخرى لارتفاع تراكيز غاز الرادون شتاءا، حيث تسبب عند استعمالها تحرر كميات من غاز الرادون نظرا لاحتواء الغاز الطبيعي على نسبة من الرادون [12].

3 - يوضح الجدول (2) قياسات تراكيز الرادون داخل الطابق العلوي من الدار (المشتمل) موزعة على غرف مختلفة خلال فصل الشتاء والصيف.

4 - عند مقارنة النتائج بين الجدولين يتبين الفرق الواضح بين قيم تراكيز الطابق الارضي والعلوي حيث نلاحظ زيادة واضحة في الجدول (2) لتركيز غاز الرادون شتاءا بسبب ان الطابق العلوي يكون اكثر برودة اي ان درجة حرارته اقل من الطابق الارضي وهذا يؤدي الى زيادة في احكام غلق نوافذ المشتمل وزيادة في استخدام وسائل التدفئة ومن ثم زيادة في انبعاث غاز الرادون. اما في فصل الصيف فنلاحظ ايضا زيادة في تراكيز غاز الرادون لان الطابق العلوي يكون اكثر حرارة من الطابق الارضي رغم استخدام طرق التهوية والمعتمدة (بالدرجة الاولى) على جهاز المبردة والتي لاتعمل بكفاءة في هذا الطابق على تبريد وخفض درجة حرارة الدار العلوي.

5 - لقد ثبت ان التعرض الطويل للتراكيز المرتفعه من الرادون يمكن ان يؤدي الى سرطان الرئة وان احتمال الاصابة بهذا المرض يزداد بمقدار 14% اذا عاش الانسان 30 سنة في مسكن يبلغ تركيز الرادون فيه $150Bq\text{-}m^{-3}$او اكثر [6,7].

**الاستنتاجات**

1- في هذا البحث وجد ان تراكيز غاز الرادون داخل الطابقين (الارضي والعلوي) هي ضمن الحدود المسموح بها والتي تقدر 200 بيكريل | م3 من الهواء وحسب توصيات الوكالة الدولية للحماية الاشعاعية *ICRP* و $150Bq\text{-}m^{-3}$من الهواء وحسب توصيات الوكالة الامريكية لحماية البيئة *EPA* .

2- ان القياسات السابقة في هذا البحث وحسب الحدود السابقة للوكالات الدولية لاتظهر خطورة غاز الرادون على الانسان الا اذا عاش اكثر من 30 سنة وفي نفس الدار وفي نفس الظروف.

**المصادر**

1- موري بريتشر وشيرلي لند (منازل صحية في عالم كله سموم) ترجمة لجنة الترجمة بدار ايتراك للطباعة والنشر والتوزيع، اشراف عبد الحكيم احمد الخزامي، القاهرة ، (2001)

2- محمد السيد ارناؤوط، (التلوث البيئي واثره على صحة الانسان)، القاهرة، الدار المصرية اللبنانية. (1997)

3- عثمان، الرادون وسلاسل النشاط الاشعاعي ، وقائع الدورة التدريبية حول الرادون والتلوث البيئي، الهيئة العربية للطاقة الذرية، تونس (1994).

4-John G. Ingresoll " indoor radiation exposures from Rn, American journal of physics, vol-76, No.1-12, (2005)

5-B.L. Cohen, radon, characteristics, natural accurance, technological , Enhancement, and health effects, progress in nuclear energy, Vol.4, PP.1-12(1998)

6- Aher, H.W. and price, P.B." The retention Rn-226 human soft tissue and bone", health phys. Vol.31, PP.225-229(1998)

7-Cothern R. and smith J." Environmental radon" plenum press. New York(1997)

8-"characterization of tracks in CR-39 detectors obtained as result of pd/D co-deposition" the European

9-cassou, R.M-9 abenton, E.V. (nuc. Track. Detect), vol.2, PP. 179(1994)

10. El-Enany, v. and El-Fiki, S.A. (Jr.of Res. Of isotopes s rad.) vol.26, PP.91(1994)

11. khan, A.J. and others, (NUC, Track and Rad. Means) Vol.16, PP.23-27(1998)

12-Merril Eisenbud" Environmental Radioactivity" fourth Ed, Academic press, London (1997)

13 – Karim M. S. , Muhammad Abdullah , and Widad Hano Abass . " Measurment of radon gas conceatration in cement samples by using nuclear Track detecters ( CR – 39 ) . " Journal For pure scienc . 3 part .( 2012 ) , 184 – 191.

# تركيز غاز الرادون في بعض بيوت في مدينة بغداد ذات الطابقين

م.د .سلام طارق جواد أ.م.د .باسم ابراهيم وهاب التميمي

**Radon gas concentration in some two-story houses in Baghdad**

**Abstract:-**

The gas radon is one of the main sources of natural radiation which has three types of isotopes is Rn-222 , Rn-220 and Rn – 219 and isotope is the first among the most important isotopes of the fact that a relatively long half – life (3.82 day).The igneous rocks ofthe most important source of radon in nature in addition to soil erosion resulting from these rocks and construction materials such as cement and rocks which are the basic components. The water used for drinking or for cleanliness or ground waterUsed in this research cumulative indirect way to measure the concentration of radon, which relies on the use of reagents impact of nuclear- based soild- state where the advantage of these reagents as you record and store the effects of charged particles and a long period of time.Were distributed impact nuclear organic reagent (CR-39) in the middle of several places of the residential house in the basement and the upper and after a period of time atemrt every two months during the summer and winter collected from new and conducted a chemical process skimming. After conducting measurement found that the top floor of the house contains high concentrations of radon gas, especially in the winter, and these concentrations ranged between (129.2 to 141.3 Bq-$m^{-3}$), however, this focus is within the permissible limits which is estimated (200 Bq-$m^{-3}$) according to the recommendations of the international commission on radiological protection.