أستخدام كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة في قياس تراكيز غاز الرادون في التربة في منطقة التويثة

نشأة رحيم العتابي ، حليمة جابر محمد ، باسم حسن عيسى

دائرة المواد الخطرة وبحوث البيئة ، وزارة العلوم والتكنولوجيا،ص.ب 765، بغداد ، العراق.

الخلاصة

تم أستخدام تقنية كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة في التطبيقات البيئية المختلفة و قياس النشاط الاشعاعي لنماذج بيئية مثل التربة وذلك بسبب ما تتميز به هذه التقنية من حساسية وكفاءة عالية لتسجيل اثار الجسيمات المشحونة مثل (البروتونات وجسيمات الفا وشظايا الانشطار) . يعتبر غاز الرادون من الملوثات البيئية التي تسبب مشاكل صحية خطيرة لذلك بدا الاهتمام بمشكلة التلوث بغازالرادون (Rn-222) والثورون (Rn-220) والخطر الكبير الناتج من التعرض لهذه النظائر من خلال جسيمات الفا المنبعثة منها وقد اثبتت العلاقة بين التعرض لباعثات جسيمات الفا مع وقوع حالات الاصابة بمرض سرطان الرئة. تم في هذه الدراسة قياس تراكيز غاز الرادون (^{222}Rn).

لنماذج التربة ضمن العمق (0-5cm) من السطح في مدينة بغداد (منطقة التويثة) وبعض الوحدات المحيطة بها لسنة (2003). تم قياس تراكيز غاز الرادون (^{222}Rn) في جميع المناطق المدروسة و قد بلغت اعلى قيمة له في عمق (0-5cm) في منطقة الوردية (1) ($268.7799\ Bq/m^3$) واقل قيمة كانت في قرية سعيدة (6) ($33.2779\ Bq/m^3$) .

المقدمة

يهتم كثير من الباحثين في مجال الفيزياء النووية بدراسة اطياف الخلفية الاشعاعية، اذ انها تكتسب جانبا مهما من دراسات حماية البيئة من التلوث ومراقبة النشاط الاشعاعي الطبيعي واستكشاف احتمال وجود خامات مشعة حيث تشكل دراسة الخلفية الاشعاعية طابعا مهما للتمييز بين النظائر الموجودة في الطبيعة كما ونوعا وبين نواتج الاختبارات النووية التي اكتسبت ابعاد خطيرة خلال فترة الستينات والسبعينات من هذا القرن. ويكفي ان نشير الى التفجير النووي في سنة (1945) الذي اظهر قدرته الرهيبة فوق مدينة هيروشيما وناكازاكي في اليابان، وحادثة المفاعل النووي تشيرنوبيل سنة (1986) في الاتحاد السوفيتي والتي عمت تأثيراتها غرب أوربا والمناطق الأسيوية المتاخمة مثل تركيا والمناطق الشمالية من العراق [1 ,2] ان الأشعة الطبيعية يمكن ترتيبها على انها اشعة كونية او ارضية وان معدلات الجرعة تختلف كثيرا بين الاشعة الكونية والارضية نظرا لاعتمادها على الاماكن التي اجريت فيها القياسات وكذلك الارتفاع عن مستوى سطح البحر وان تراكيز النظائر المشعة في الارض من الاسباب الرئيسية لهذا الاختلاف [3].

حيث تتعرض جميع الكائنات الحية الى كمية معينة من الاشعاع الطبيعي على شكل جسيمات واشعاعات، فبالاضافة الى اشعة الشمس فان جميع الكائنات الحية تعاني من الاشعة الكونية القادمة من الفضاء وتعاني كذلك من الاشعاعات الخلفية الطبيعية وبالاخص اليورانيوم الطبيعي، عمر النصف له (4.49×10^9 yr) والتي تحتوي على نظيري(اليورانيوم- 238) بنسبة (99.29 %) و(اليورانيوم- 235) بنسبة (0.71%)، تتحول هذه العناصر عبر سلسلة من الانحلالات تنبعث خلالها جسيمات الفا و جسيمات بيتا واشعة كاما الى ان تصل الى عنصر الرصاص المستقر [4]وكذلك فان مواد البناء الشائعة وبعض الصخور تحتوي على كمية ضئيلة من النظائر الطبيعية لسلسلة انحلال اليورانيوم، ومن هذه النظائر هي الرادون (Rn-222) عمر النصف له (3.82 d) والثورون (Rn-220) عمر النصف له [5,6] (56 sec). وبناء على ذلك فان الابنية والاماكن المختلفة مثل المناجم الموجودة تحت الارض والانفاق تحتوي على هذه النظائر الطبيعية التى تعطي كميات ضئيلة للتعرض الخارجي لاشعة كاما وجسيمات الفا. الخطر الاكبر ياتي من التعرض للرادون والثورون من خلال استنشاق هذه النظائر التي تسبب مرض سرطان الرئة. لايجاد تراكيز اليورانيوم ووليداته في النماذج

البيئية هناك عدة طرق وتعتبرتقنية عد اثار شظايا الانشطار باستخدام كواشف الاثر النووي في الحالة الصلبة Solid State Nuclear Track Detectors (SSNTDs) من افضلها وذلك لكونها بسيطة ولاتحتاج الى اجهزة معقدة وغير مكلفة وكفائتها العالية للكشف عن التراكيز الواطئة لليورانيوم [7].

يؤكد تقرير الأمم المتحدة (UNSCEAR 1988) حول المصادر الإشعاعية الطبيعية على أهمية معرفة مستوي النشاط الإشعاعي الطبيعي بالبيئة وذلك لتقييم ما يتعرض له الإنسان من إشعاع [8].

تم أستخدام كاشف الاثر البوليمري نوع (CR-39) وذلك لانه حساس جدا للايونات الثقيلة مثل البروتون وجسيم الفا ونواتج الانشطار ويعد هذا الكاشف من افضل الكواشف المستخدمة في تسجيل اثار جسيمات الفا المنبعثة من الرادون Rn-222 وذلك لحساسيته وكفاءته العالية وكذلك فان الخلفية الاشعاعية للكاشف قليلة جدا والكاشف المستخدم ذو سمك (500µm) ومساحة ($1x2cm^2$) و مصنع من قبل شركة Landauer الامريكي [9,10] كاشف الاثر البوليمري (Polyallyl diglycol carbonate) المعروف تجاريا بـ CR-39، ذو تركيب هيدروكربوني $(C_{12}H_{18}0_7)_n$ نسبة الهيدروجين (6.6 %) ويصنع من بلمرة (Oxydi-2,1-ethanediyl di-2-Propenyl diester of carbonic acid) التركيب العام للمونيمر (monomer) و ان السبب الرئيسي في حساسية الكاشف العالية هو وجود اواصر الكاربون في مونيمر CR-39، حيث تكون ضعيفة وتتكسر بسهولة عند تعرضها للاشعاع [11, 12].

المواد وطرائق العمل

1- جمع وتحضير العينات

تم جمع عينات من التربة من مدينة بغداد (منطقة التويثة) و الوحدات المحيطة بها، من 6 مناطق وكما موضح في الجدول (1). كل عينة اخذت على مسافة متر واحد وعمق 5 سم من سطح التربة وتركت في المختبر لمدة شهر وذلك لغرض عملية التوازن الاشعاعي. ثم جففت بواسطة فرن كهربائي ونظفت من الشوائب وطحنت وبعد ذلك نخلت بواسطة منخل خاص.

المعدات وطريقة القياس

اخذت عينات التربة بوزن (10 غم) ووضعت داخل علبة من الابلاستك بطول (7 سم و قطر 5 سم) ثم ثبت كاشف الاثر النووي (CR-39) في اسفل غطاء العلبة من الداخل، حيث اخذ طول العلبة بنظر الاعتبار وذلك لمنع جسيمات الفا المنبعثة من غاز الثورون Rn-220 من الوصول للكاشف، حيث عمر النصف لهذا الغاز قصير جداً (56 sec) لذلك يتلاشا قبل ان يصل للكاشف وتركت العينات مع الكاشف لمدة شهر (زمن التعرض) وكما موضح في الشكل (1).

تمت معايرة الكاشف (CR-39) بواسطة المصدر القياسي للريديوم (^{226}Ra) والذي يبعث غاز الرادون (^{222}Rn) بتركيز ($A = 5\ \mu ci = 18.5 \times 10^4\ Bq$)، ثم اجرية عملية القشط الكيميائي بمحلول NaOH وحسبت كثافة الاثار بواسطة المجهر الضوئي[13, 14, 15].

العلاقة بين كثافة الاثار والتعرض للرادون

(Bq/ m^3). days موضحة في الشكل (2) ميل العلاقة:

$$Slope = T_S / E_S \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن:

T_S = عدد الآثار المقشوطة the number of track mm^2) (Stander) density (No.of tracks /

E_s = التعرض للرادون the radium exposure (Bq / m^3). Days (Standerd) = (Bq / m^3) by division on (30 days).

حسب التعرض بواسطة المعادلة التالية [16,17]: :

$$(E_s) = A\ (Bq) \times days \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث ان :

A = النشاط الإشعاعي بوحدات (Bq)

X = زمن التعرض

بعد فترة التعرض التي استمرت (30 يوم) أخذت العينات واجريت لها عملية القشط الكيميائي بوسطة محلول ملائم للقشط (NaOH) بعيارية 6.25N بدرجة حرارة 60˚c وزمن قشط (5 hr).

وحسبت كثافة الاثار (T_x) بواسطة المجهر الضوئي بتكبير (700X) وكما موضح في الشكل (3) وحسبت تراكيز غارالرادون (C_x) في عينات التربة من العلاقة التالية [18,19,20]:

$$C_X = T_X / Slope \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان :

C_X = تراكيز غارالرادون (Bq / m^3)

T_X = كثافة الاثار ($No. of tracks /mm^2$)

Slope = يمثل العلاقة بين كثافة الاثار والتعرض للرادون وحسب من (شكل 2 و معادلة 1).

النتائج والمناقشة والاستنتاجات

تم في هذه الدراسة استخدام تقنية كواشف الاثر النووي Solid-State Nuclear Track Detectors Techniques ($SSNTD_S$)

في الدراسات البيئية لقياس تراكيز غاز الرادون في التربة . وقد تم استخدام الكاشف نوع (CR-39) وذلك بسبب ما يتميز به هذا الكاشف من ميزات وتحملة للظروف المناخية القاسية.

جدول (2) يبين نتائج القياس لتراكيز غاز الرادون (^{222}Rn) في نماذج التربة المدروسة، حيث الرادون غاز ينبعث بطاقة (0.510 MeV) من نظير الراديون (^{226}Ra) المتواجد في سلسلة اليورانيوم (^{238}U) ويعتبر نظير الراديون (^{226}Ra) المصدر الرئيسي لغاز الرادون بالتربة .

وجدت تراكيزغاز الرادون في جميع عينات التربة المدروسة وكما موضح في جدول (1) وجدول (2) ولكن بنسب متفاوتة وكما موضح في رسم (4) وقد وجد اعلى تركيز في منطقة الوردية (منطقة 1) وكان (268.7799) (Bq/m^3) و ذلك بسبب ما تعرضت له هذه المنطقة من تلوث في عام (2003) من تسرب لما موجود في براميل الخزن لباودر اليورانيوم .

اما اقل تركيزفقد كان في قرية سعيدة ، (منطقة 6) وكان ($33.2779 \quad Bq / m^3$) . وهو ضمن الحدود المسموحة، حيث قرية سعيدة منطقة تقع خارج حدود منطة التويثة وهي منطقة امنه.

ان تركيز عنصر اليورانيوم في التربة يقع ضمن العمق (1-2cm) من السطح وهذا تساعد عوامل التعرية مثل (الرياح و الامطار) على ازاحة وانتقال (90%) من النويدات المشعة بين المناطق وهذا يسبب التلوث.

فيما يتعلق بحدود التعرض لغاز الرادون فان الوكالة الدولية للوقاية من الاشعاع (ICRP) قد حددت مستوى التعرض للسكان (200 Bq/ m3) وان جرعة التعرض المتراكمة السنوية (2.0 mSvyr-1) وضعت من قبل Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France (OECD)

وقد حددت و كالة حماية البيئة الأمريكية United States Environmental Protection Agency (EPA)

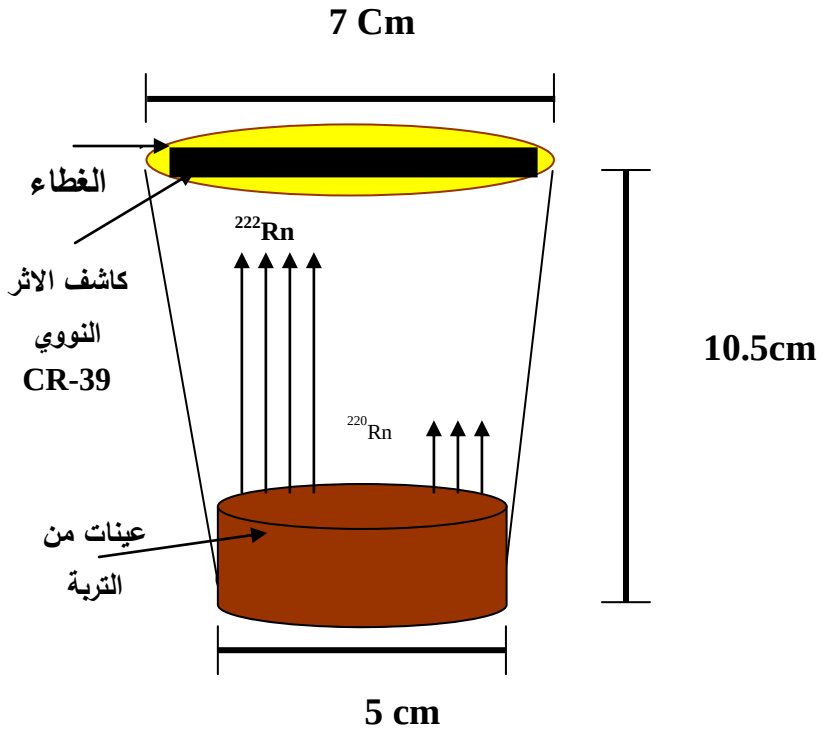
حدود التركيز الآمن لغاز الرادون في الهواء بما لا يزيد عن 1.25 بيكوكورى/لتر أي 1.25×10−12 كوري /لتر.

جدول (1)

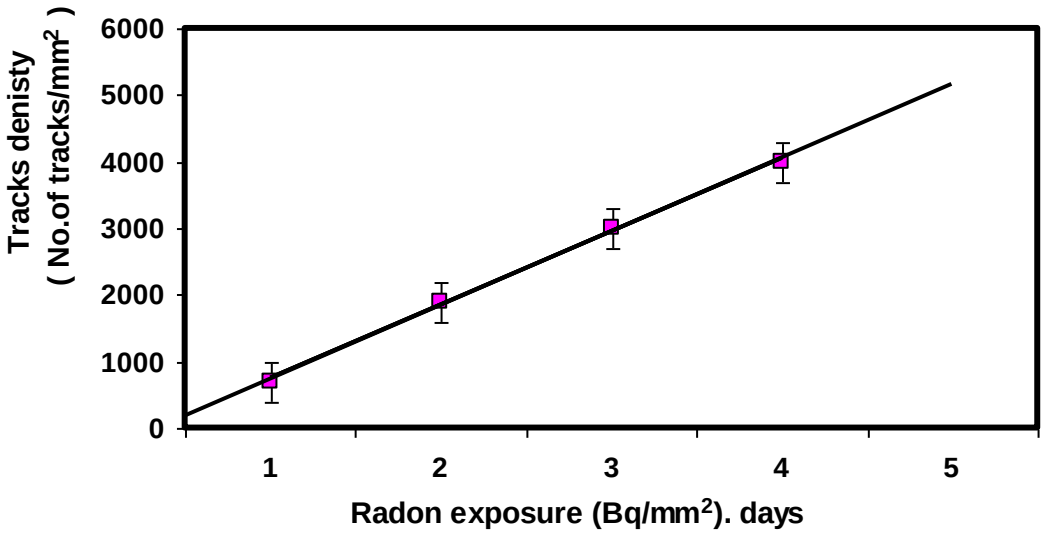
يوضح مناطق الدراسة مدينة بغداد

(منطقة التويثة وما حولها).

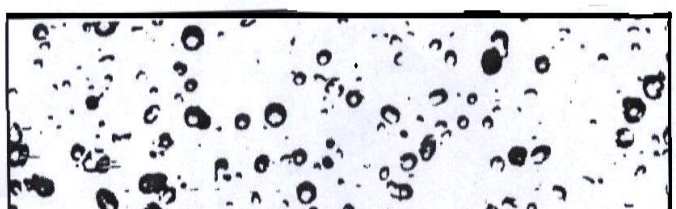
عدد النماذج	الموقع
1	الوردية
2	قرية عشتار
3	المفاعل الايطالي
4	المفاعل الروسي
5	التنشيط النيوتروني
6	قرية سعيدة



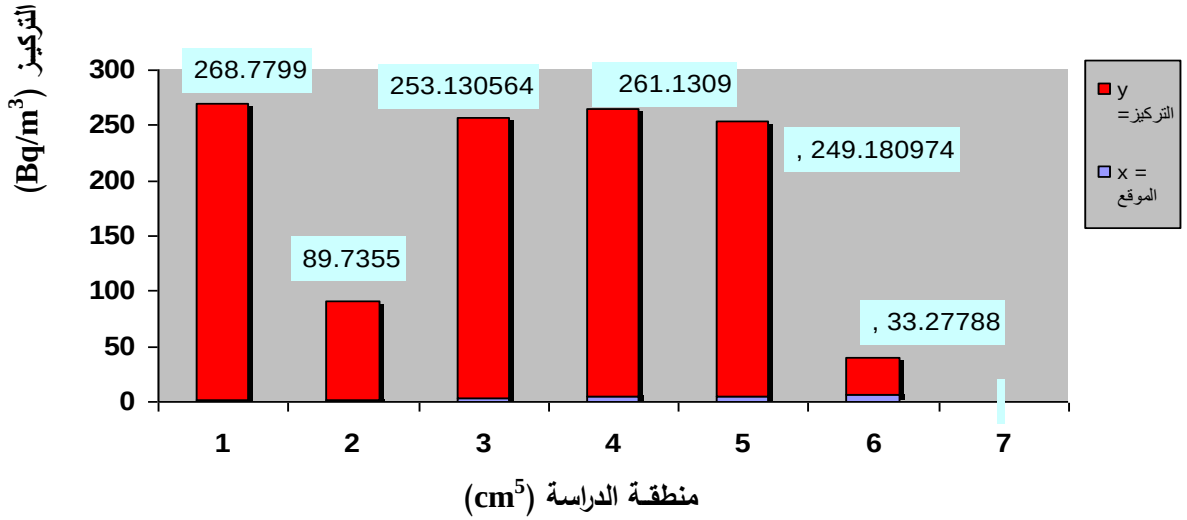
شكل (1) : يوضح عينات التربة مع كاشف الاثر النووي (CR-39).



شكل (2) : يوضح منحني المعايرة.



شكل (3) : يوضح بعض الاثار التي تم تكبيرها بواسطة المجهر الضوئي بمقدار (700X) بعد عملية القشط الكيميائي.



شكل (3) يوضح تركيز غاز الرادون على عمق (cm^5) من سطح التربة

جدول (2)

يوضح تراكيز غاز الرادون في عينات التربة.

عدد النماذج	اسم المنطقة	كثافة الاثار (No. of tracks /mm^2)	تركيز غاز الرادون (Bq/m^3)
1	الوردية	86.4243 ± 1.8511	268.7799
2	قرية عشتار	30.3782 ± 2.5742	89.7355
3	المفاعل الايطالي	69.8568± 0.6781	253.130564
4	المفاعل الروسي	86.0166 ± 1.27865	261.1309
5	التنشيط النيوتروني	79.1568 ± 0.1783	249.180974
6	قرية سعيدة	10.5624 ± 1.1021	33.27788

المصادر

[1] D. A. Young "Etching of radiation damage in lithium fluoride", Nature 182, 1958, PP.375-377.

[2] R. I. Skvar, J. Skvar, and A. N. Golovchenko, "Nuclear tracks: present and future perspectives", Radiation Measurements, Vol. 36, Issues 1-6, 2003, PP.83-88.

[3] R. L. Fleischer and P. B. Price, "Tracks of Charged Particles in High Polymers", *Science* 14, Vol. 140. No. 3572, 1963**,** PP. 1221 – 1222.

[4] R.L. Fleischer, P.B. Price and R.M. Walker, "Tracks of Charged Particles in Solids", Science, 149, 1965, PP.383-385.

[5] R. L. Fleischer, P. B. Price. and R. Walker, "Solid-State Track Detectors: Applications to Nuclear Science and Geophysics", Ann. Rev. Nucl. Sci., Vol. 15, 1965, PP. 1-28.

[6] B. G. Cartwright, E. K Shirk, & P. B. Price, "A nuclear-track-recording polymer of unique sensitivity and resolution", Nucl. Instrum. Meth. 153, 1978, PP.457−460.

[7] F. Spurn and K. Turek, **"**Track-etched detectors for the dosimetry of the radiation of cosmic origin", Radiation Protection Dosimetry Vol. 109, No. 4 ©, 2004, PP. 375-381.

[8] A. L. Amin, M. Mohammad, M. A. Karam, I. A. Mohammed, M. S. Abdelkarim, M. K. Rushdi and M. Saquer, "Indoor ^{222}Rn concentration measurements in some buildings of Hebron province during the winter season of the year 2000",Radiation Protection Dosimetry, No.2,Vol.123, 2007, PP.226-233.

[9] NCRP (NCRP Report, "Environmental Radiation measurements". National Council on Radiation Protection and Measurements, No-50, 1976, PP. 27.

[10] B.E. Halbert, D.B. Chambers, and V.J. Cassidy, "Environment Assessment Modeling", the Environmental Behavior of Radium. Technical Reports Series, No.1, Vol.310, 1990**,** IAEA, Vienna.

[11] S. Singh, D.K. Sharma, and A. Kumar, "Environmental radon studies using solid state nuclear track detectors", Journal of Environmental Radioactivity, Vo.76, Issue 3,2004 ,PP. 369-376.

[12] A.K. Mahmood, R. Yousif, and I. H. Hana, "Radon Measurement in Soil in Nineveh Governorate by CR-39 Detector", Yarmouk University, Jordan, September, 2004.

[13] J.A.A. Al-Bethany, "Measured Concentration of Uranium in Al-Basra Governorate Soil by Solid-State Nuclear Track Detectors (CR-39)", A thesis, University of Al- Mustansiriyah, 2002.

[14] S.K.Mahmood, "Determine Uranium and Radon Concentration in Soil Taken from Area Situated in South East of Baghdad by Using the Nuclear Track Detectors (CR-39)", A thesis, University of Al- Mustansiriyah, 2004.

[15] B.E. Halbert, D.B. Chambers, and V.J.Cassidy, "Environment Assessment Modeling", the Environmutal Behavior of Radium. Technical Reports Series, Vol.1, 1990, PP. 310, IAEA, Vienna.

[16] H.A. Khan, R.A. Akber,and K. Nadeem, "Field Experience About the Use of Alpha Sensitive Plastic Films for Uranium Exploration. Nuclear Instruments and Methods",No. 173,1980, PP.191-196.

[17] N. R. A .Al-Ataby, "Study of Environmental Radioactivity in the Soil of Al-Tuwaitha Zone and its Surrounding Sides", Ph.D.A thesis, University of Baghdad, 2005.

[18] A.S. Nathwani, and C.R.Phillips, "Rate Controlling Process in the Release of Ra-226 from Uranium Mill Tailings (I.Leaching Study)", Water Air Soil Pollut.1L, 1979, PP. 301-308.

[19] M. S.Joseph and M. K. James, "Source of radium in a well-water-augmented Florida lake" ,Environmental Science, 140 7th Avenue South, Davis Hall 258, and St. Petersburg, FL 33701, USA,2006.

[20] Y. Yarar, T. Gunaydi, and N.Celebi, "Determination of radon concentrations of the Dikili geothermal area in western Turkey", Radiation protection dosimetry, No.1, Vol.118, 2006, PP.78-81. Epub

Abstract

Solid state nuclear track detectors was used in measurement of different environmental applications and measuring radioactivity of environmental models such as soil and because of the high sensitivity and efficiency of this technique for recording the tracks of charged particles such as (Protons, alpha particles and fission fragments).Radon gas from environmental pollutants that cause serious health problems that began attention to the problem of pollution radon gas (^{222}Rn) and thoron gas(^{220}Rn) and the great danger resulting from the exposure of these isotopes through alpha particles emitted , which has demonstrated the relationship between exposures to the divorced alpha particles with the occurrence of lung cancer. In this study measurement of radon Concentration (^{222}Rn) in soil models within the depths (0-5cm) of the soil

Surface in the city of Baghdad (the Tuwaitha) and some surrounding units for year (2003). Measuring radon concentration (^{222}Rn) in all regions studied, had reached its highest value in the depth (0-5cm) in the Al-Wardya (268.7799 Bq/m3) (1) and the least value were Siada village (33.2779 Bq/m3) (6) regions of the study showing.