قياس مستويات الرادون في الدور السكنية في بعض مناطق سهل نينوى خلال فصل الشتاء [+]

صباح يوسف حسن [*]

المستخلص:

في هذه الدراسة تم استخدام كواشف الحالة الصلبة للمسارات النووية نوع CR-39 لقياس مستويات تركيز الرادون Rn-222 والجرعة المؤثرة السنوية في عينات من المساكن مكونة من (18) منزلا في بعض مناطق سهل نينوى خلال فصل الشتاء 2011، من خلال الكشف عن جسيمات الفا الصادرة عن الرادون باستخدام مجراعات رادونية تراكمية خاملة تمت معايرتها مسبقا. ان القياسات التي تم الحصول عليها لمعدلات تركيز الرداون في غرف المعيشة تراوحت بين 40Bq. m^{-3} و 59.6 B q. m^{-3} وبمعدل عام بلغ 46.9 Bq. m^{-3} بينما في غرف النوم تراوحت بين 50 Bq. m^{-3} و 72.3Bq. m^{-3} وبمعدل عام بلغ 60.1 Bq. m^{-3} وبلغ معدل تركيز الرادون في جميع المواقع 53.5Bq.m-3 . اما الجرعة المؤثرة السنوية فقد تراوحت بين 1.14mSv y^{-1} و 1.66mSv y^{-1} وبمعدل عام بلغ 1.35mSv y^{-1}، بينت النتائج ان معدل تركيز الرادون في غرف النوم اكثر من غرف المعيشة .

MEASUREMENT OF RADON LEVELS IN DWELLINGS IN SOME REGIONS OF SAHEL NENAWA DURING WINTER SEASON.

S.Y.Hasan

Abstract:

This study has been done by solid state nuclear track detectors used for measuring Radon concentration levels and the annual effective dose carried out in (18) houses in some regions in (Sahel- Nenawa) during winter season 2011 . Long term measurement of indoor radon concentration have been taken , using a previously calibrated passive diffusion dosimeters . The measurement of indoor radon concentration obtained in winter for living rooms ranged between 40 Bq. m^{-3} & 59.6 Bq. m^{-3} with an average value of 46.9 Bq. m^{-3} while in the bedrooms ranged between 50 Bq. m^{-3} to 72.3Bq. m^{-3} with an average value of 61.1Bq. m^{-3}. The average value for all regions is 53.5 Bq. m^{-3} .Also the annual effective dose ranged between 1.14mSv y^{-1} to 1.66mSv y^{-1} with an average of 1.35 mSv y^{-1}. The data shows that the average value of Radon concentration in bedrooms higher than of living rooms.

المقدمة :

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠١٢/٤/٨ ، تاريخ قبول النشر ٢٠١٣/٦/٣ .

[*] مدرس /المعهد التقني /الموصل

أن تعرض الانسان للاشعاع بمختلف مستوياته أمر غير مرغوب فيه [1] ، لما للجرعات المرتفعة من تأثيرات ضارة ، وحديثا بدأ العلماء بدراسة التعرض للجرعات المنخفضة من الاشعاع الذري الصادر من المصادر المشعة كاليورانيوم ونواتج تحلله مثل غاز الرادون الذي يشكل نصف معدل الجرعة الاشعاعية المؤثرة من الاشعاع الطبيعي لعموم البشر تقريبا ويتفاوت تركيزه في المساكن تفاوتا كبيرا [2] .

الرادون هو احد عناصر الجدول الدوري ويقع ضمن مجموعة الغازات النبيلة وهو غاز مشع عديم اللون والطعم والرائحة وغير مرئي ، ويعد من اثقل الغازات المعروفة بالطبيعة ويتولد من سلسة تحلل اليورانيوم U–238 ويعد المعدن الوحيد الذي يوجد في حالة غازية ، ان مستويات تركيز الرادون داخل الدور السكنية تعتمد على عوامل عدة منها ، مواد البناء ، الظروف الجوية ، مسامية التربة ، طبيعة معيشة السكان ، التهوية ، نوعية المياه المستخدمة والطبيعة الجيولوجية للمناطق التي تشملها الدراسة[3,4] . عند استنشاق غاز الرادون فأن وليداته غير الغازية مثل Po–218 و Po–214 سوف تترسب داخل خلايا الرئة وتزيد من احتمالية الاصابة بسرطان الرئة [5,6].

أن مستويات غاز الرادون داخل المنازل يحددها التوازن بين معدل دخوله ومعدل ازالته الذي تحدده بشكل طبيعي التهوية ، ونظرأ لان معدلات الازالة محدودة في المنازل بشكل اكبر من معدلات دخول الرادون ، لذا فان السبب الرئيس للتباين الكبير في تركيز غاز الرادون داخل الابنية المختلفة هو التفاوت في معدلات دخول غاز الرادون وازالته منها ، ان المصادر الرئيسة للرادون داخل المنازل هي المواد الداخلة في البناء والغازات التي تنبعث من التربة وتنتشر داخل الغرف من خلال الشقوق في ارضية وجدران الغرف او من فتحات مضخات تصريف المياه [7].تم استخدام كواشف الاثر النووي في السنوات الاخيرة في العديد من المجالات منها الكيمياوية والفيزياوية والطبية والجيولوجية واخرى متنوعة لبساطتها وسهولة استخدامها ورخص كلفتها وعدم حساسيتها للضوء في حين انها تتميز بحساسية جيدة للجسيمات المشحونة المنبعثة من الخامات الموجودة على عمق عشرات الامتار تحت سطح الارض وانها لاتحتاج الى اجهزة الكترونية معقدة[8].

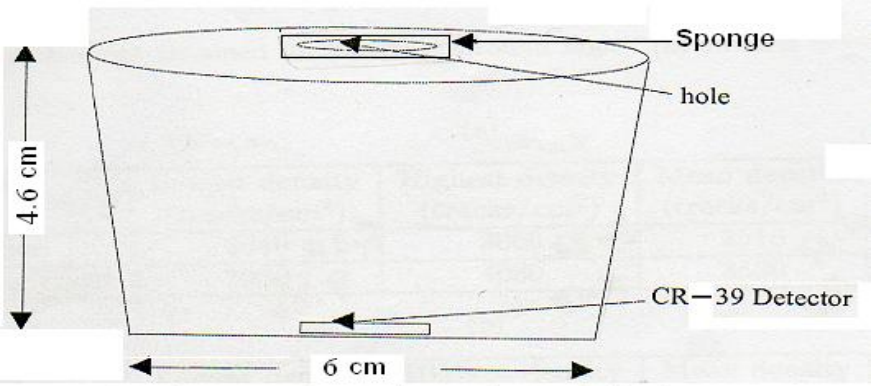
تصنف كواشف الاثر النووي الى نوعين ،اللاعضوية كالمايكا والزجاج ، والعضوية كالماكروفول ونترات السيليلوز نوع (CN–85) و (LR–115) والكاشف العضوي البلاستيكي (CR–39)و يعد الكاشف CR–39 من ابرز كواشف الاثر النووي المستخدمة حاليا لميزاته العالية في الكشف عن الانواع المختلفة من الجسيمات المشحونة ولمدى واسع من الطاقات وذلك لحساسيتة العالية وشفافيته البصرية وانه متجانس ومقاوم للحرارة والرطوبة [9] . وقد استخدم من قبل العديد من الباحثين وفي مختلف دول العالم في الكشف عن جسيمات الفا المنبعثة من غاز الرادون الناتج الطبيعي لليورانيوم [10, 11] .

تهدف هذه الدراسة الى قياس مستويات الرادون في الدور السكنية وبالتحديد في غرف النوم وغرف المعيشة في بعض مناطق سهل نينوى والتعرف على الفرق في تركيز الرادون باستخدام تقنية كاشف الاثر النووي الصلب CR–39 وكذلك قياس الجرعة المؤثرة السنوية للرادون في هذة المواقع.

<u>طريقة العمل</u> :

تم استخدام كاشف الاثر النووي الصلب CR–39 وهي مادة بلاستيكية حساسة لجسيمات الفا ، معتمدا طريقة القياس طويلة الامد من اجل تسجيل اثار جسيمات الفا المنبعثة من غاز الرادون Rn–222 الذي يعد الناتج الطبيعي لانحلال

اليورانيوم U–238 .تم تقطيع الكا شف بابعاد متساوية (1x1) cm^2 ، يتكون مجراع الرادون من قدح بلاستيكي قطره 6cm وعمقه 4.6cm تم لصق قطعة الكاشف اسفل القدح شكل(1)



شكل (1) المجراع الرادوني التراكمي المستخدم في الدراسة

، اما بالنسبة للجزء العلوي من القدح فقد تم عمل ثقب في منتصف غطاء القدح قطره 0.75 cm وتم تغطيته من الداخل بقطعة من الاسفنج بأبعاد 2cm x 2cm وبسمك 0.5 cm ان هدا الترتيب ضروري للمحافظة على شروط المعايرة ولمنع الغبار والثورون Rn-220 من دخول القدح بينما يسمح لغاز الرادون Rn-222 بالنفاد خلالة . مع العلم ان مجاريع الرادون معيرة اصلا في مدرسة بحوث الفضاء والفيزياء في جامعة برمنكهام المملكة المتحدة [12] . تم اعداد (36) مجراعا لتوزيعها على المناطق التي شملتها الدراسة وبواقع (6) مجاريع لكل موقع، (3) مجاريع في غرف النوم و (3 مجاريع في غرف المعيشة والمواقع هي موقعان في مركز ناحية برطلة ، يشمل الاول (3) دور قديمة و الموقع الثاني (3) دور حديثة ، فضلا عن هذين الموقعين تم اختيار (4) مواقع اخرى عبارة عن قرى محيطة بمركز الناحية وهي (طوبزاوة ، الموفقية ، خزنة ، اللك) ليصبح مجموع المواقع (6) شكل(2).

شكل (٢) المناطق التي شملتها الدراسة

تم اختيار الدور السكنية بشكل عشوائي ووزعت المجاريع على غرف النوم وغرف المعيشة وبواقع مجراعين في كل دار حيث علقت المجاريع بسقف الغرفة بقطعة خيط بحيث تكون الفتحة المغطاة بقطعة الاسفنج نحوالاسفل (مواجهة للارضية) وعلى ارتفاع مترين من ارضيتها بعد الالتماس من اهل الدور والطلب منهم بعدم العبث بالمجاريع ، تركت المجاريع معلقة لمدة (60) يوما من بداية كانون الثاني 2011 ولغاية 1 اذار 2011، رفعت المجاريع لتبدأ عملية القشط الكيميائي لاظهار الاثار المتكونة فيها ، لقد استخدم محلول هيدروكسيد الصوديوم NaoH وبعيارية 6.25 M ودرجة حرارة $70 \pm 1℃$ في اضهار الاثار المتكونة على قطع الكواشف واستمرت عملية القشط لمدة (4) ساعات اذ رفعت بعدها قطع الكاشف من المحلول وتم غسلها بالماء المقطر بشكل جيد لازالة الرواسب المتبقية من المحلول على سطح الكاشف ثم جففت باستخدام ورق ناعم وخفيف لتبدا عملية المشاهدة المجهرية وحساب كثافة الاثار المتكونة فيها ، استخدم لهذا الغرض المجهر الضوئي الاعتيادي بقوة تكبير 400 X لمشاهدة وحساب الاثار لوحدة المساحة للوجة المشعع او المعرض من الكاشف . ويمكن تحديد قوة تكبير المجهر بالعلاقة :

قوة تكبير العدسة= تكبير العدسة العينية * تكبير العدسة الشيئية .

40X * 10X = 400X

يتم حساب تركيز الرادون (C)داخل الدور بوحدة Bq. m^{-3} باستخدام العلاقة التالية [12, 13].

$$C = \frac{C_o t_o \rho}{t \rho_o} \quad \text{.....(1)}$$

حيث ان

C_o : هو تركيز (فعالية) الرادون لحجرة المعايرة ويساوي 90 kBq. m^{-3} .

t_o: هو زمن معايرة الجرعة hrs (48)

ρ_o: هوكثافة الاثار على سطح كاشف المعايرة

ρ :هو كثافة الاثار على وجه الكاشف المشعع

t : مدة التشعيع والبالغة hrs (1440) تقريبا.

ولحساب الجرعة المؤثرة السنوية نستخدم العلاقة الاتية [14].

E = C x H x T x D x F ------(2)

حيث ان :

C : تركيز الرادون

F : عامل التوازن (0.4) equilibrium factor

H : عامل الاشغال (0.8) occupancy factor

T : عدد الساعات بالسنة 8760 h y^{-1}

D : عامل التحويل Conversion factor ويساوي

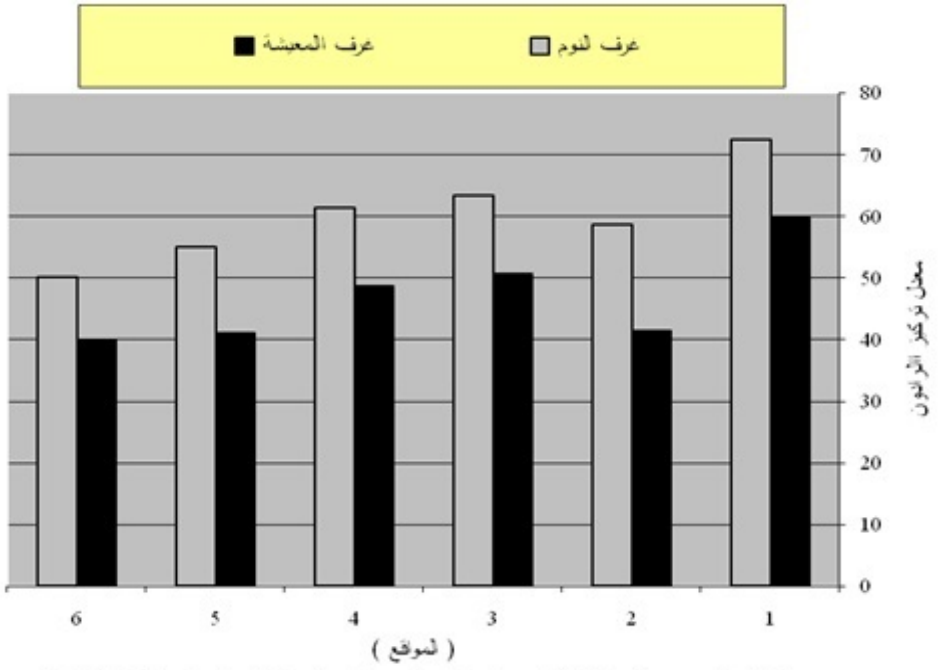
9.0 X 10^{-6} h^{-1} mSv m^{-3} / Bq.

النتائج والمناقشة:

نلاحظ من الجدول (1) والشكل (3) ان معدل تركيز الرادون في غرف المعيشة متساوي في المواقع برطلة (2) وقرية خزنة 41 Bq. m^{-3} و قريبة جدا من قرية اللك 40 Bq. m^{-3} بينما كانت متقاربة في قريتي طوبزاوة والموفقية في حين كان اعلى معدل لتركيز الرادون في غرف المعيشة في برطلة (1) 59.6 Bq. m^{-3} .

جدول (1)يلخص النتائج التي حصلنا عليها لمعدلات تركيز الرادون في غرف المعيشة وغرف النوم والمعدل العام للمواقع بوحدة Bq. m^{-3} خلال فصل الشتاء والجرعة المؤثرة السنوية للمواقع بوحدة mSv y^{-1} .

ت	اسم الموقع	معدل تركيز الرادون Bq. m^{-3}		معدل تركيز الرادون في المواقع Bq. m^{-3}	الجرعة المؤثرة السنوية mSv y^{-1}
		غرف المعيشة	غرف النوم		
١	برطلة (1)	59.6	72.3	66	1.66
٢	برطلة (2)	41.3	58.6	50	1.26
٣	طوبزاوة	50.6	63.3	57	1.44
٤	الموفقية	48.7	61.3	55	1.39
٥	خزنة	41	55	48	1.21
٦	اللك	40	50	45	1.14
	المعدل	46.9	60.1	53.5	1.35

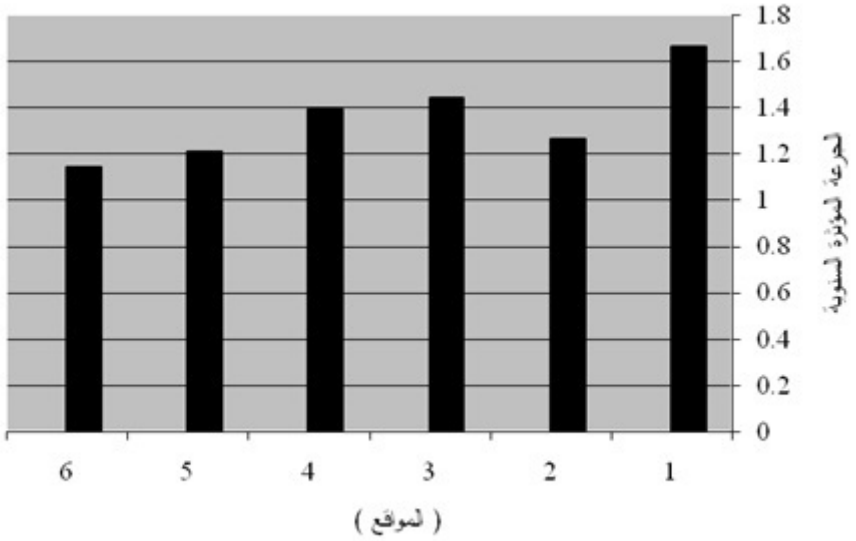


شكل (3) يبين معدل تركيز الرادون في غرف النوم وغرف المعيشة للمواقع التي شملتها الدراسة

اما معدل تركيز الرادون في غرف النوم فكانت متقاربة في قريتي طوبزاوة والموفقية 63.3 Bq. m^{-3} و 61.3 Bq. m^{-3} على التوالي وكان اقل معدل لتركيز الرادون في قرية اللك 50 Bq. m^{-3} بينما اعلى معدل لتركيز الرادون في غرف النوم فكانت في موقع برطلة (1) 72.3 Bq. m^{-3} وقد يعزى السبب في ارتفاع تركيز الرادون في برطلة (1) كون الدور مبنية منذ زمن بعيد وهنك العديد من التشققات في ارضية وجدران الغرف مما يسهل دخول الرادون وانتشاره داخل الغرف بالاضافة الى ان الدور مبنية بشكل متلاصق مع بعضها البعض والمساحات صغيرة وهي مبنية في افرع ضيقة اذ في هذه الحالة تكون عملية التهوية رديئة كما ان البناء من الحجر والجص ومصدر الحجر من المقالع الحجرية في منطقة جبل مقلوب .

ويبين الجدول (1) ايضا ان معدل تركيز الرادون في غرف النوم 60.1 Bq. m^{-3} اعلى من معدله في غرف المعيشة 46.9 Bq. m^{-3} وقد يكون السبب في ذلك غلق الابواب والشبابيك واستخدام المدافئ وقلة التهوية ، بينما في غرف المعيشة يفتح الباب نتيجة الدخول والخروج لمرات عديدة باليوم بالاضافة الى فتح الشبابيك اثناء النهار للتهوية ودخول اشعة الشمس وبالتالي يتغير الهواء باستمرار ويقل تركيز الرادون . ويظهر الجدول ان اقل معدل لتركيز الرادون في المواقع كان في موقع قرية اللك 45 Bq. m^{-3} واعلى معدل لتركيز الرادون في موقع برطلة (1) 66 Bq. m^{-3} اما معدل تركيز الرادون في جميع المواقع فكانت 53.5 Bq. m^{-3} وهذا اقل من الحدود المسموح بها من قبل ICRP والبالغة (200 – 600) Bq. m^{-3} [4].

اما بالنسبة للجرعة المؤثرة السنوية فنلاحظ من الجدول (1) والشكل (4) ان هذه الجرعة تراوحت بين 1.14 mSv y^{-1} في قرية اللك و 1.66 mSv y^{-1} في موقع برطلة (1) وبمعدل 1.35 mSv y^{-1} وهذه القيم اقل من القيم المسموح بها من قبل ICRP والبالغة(3 – 10) mSv y^{-1} [4].



شكل (4) يبين الجرعة المؤثرة السنوية للمواقع التي شملتها الدراسة

وبمقارنة نتائج دراستنا الحالية مع نتائج درا سات اجريت في مناطق اخرى ، منها الدراسة التي اجريت في مدينة الزرقاء بالاردن لقياس مستويات تركيز الرادون في الدور السكنية حيث بلغ معدل تركيز الرادون خلال فصل الشتاء 52 Bq. m^{-3} فكانت نتائج هذه الدراسة متفقة مع نتائج هذا البحث [3] . وفي دراسة اخرى للمنطقة الوسطى من قطاع

غزة / فلسطين كانت نتائج تركيز الرادون بمستوى تراوح بين 13 Bq. m^{-3} و 84 Bq. m^{-3} وان القيمة المتوسطة تساوي 38 Bq. m^{-3} خلال فصل الخريف وهذا اقل من نتائج دراستنا [10].

بينما بينت الدراسة التي اجريت في مدينة الاسكندرية / مصر لقياس مستويات تركيز الرادون في الدور السكنية خلال فصلي الشتاء والربيع فقد اظهرت ان معدل تركيز الرادون في غرف المعيشة بلغ 50.9 Bq. m^{-3} وفي غرف النوم 63.75 Bq. m^{-3} وهذه القيم قريبة من نتائج هذا البحث [15] .

وفي مركز محافظة ميسان اظهرت الدراسة التي اجريت هناك لقياس تركيز الرادون في الدور السكنية ان تركيز الرادون تراوح بين 131.5 Bq. m^{-3} و 281.139 Bq. m^{-3} فكانت نتائج هذه الدراسة اعلى بكثير من نتائج هذا البحث [16] . وفي مدينة العزيزية / العراق اظهرت دراسة اجريت هناك خلال فصل الربيع ان معدل تركيز الرادون هو 232 Bq. m^{-3} وهذا اعلى بكثير ايضا من نتائج دراستنا [17] . ويعزى السبب في هذة الفروقات في مستويات الرادون الى نوع التربة اسفل الدور السكنية وكذلك على التهوية ومواد البناء ودرجة الحرارة.

الاستنتاجات :

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها نستنتج ماياتي :

١ . ان تركيز الرادون في غرف النوم اكثر من تركيزه في غرف المعيشة.

٢ . تركيز الرادون في الدور السكنية القديمة المبنية بشكل متلاصق مع بعضها وفي افرع ضيقة اكثر من تركيزه في الدور الحديثة المبنية على مساحات كبيرة نوعا ما والمتباعدة عن بعضها.

٣ . ان التهوية بشتى انواعها تساعد على خفض تركيز الرادون.

٤ . هناك تفاوت كبير بين تركيز الرادون في غرف المعيشة وغرف النوم في المنزل الواحد.

٥ . بمقارنة معدل تركيز الرادون في المواقع التي شملتها الدراسة نجد انها اقل من المعدل المسموح به من قبل ICRP والذي يتراوح بين 200 – 600) Bq. m^{-3} ، كما ان الجرعة المؤثرة السنوية اقل من الحدود المسموح بها من قبل ICRP والتي تتراوح بين 3 – 10) mSv y^{-1} .

المصادر :

١– الذرة والتنمية ; " مستويات غاز الرادون المشع داخل المباني " . الهيئة العربية للطاقة الذرية ، المجلد ١٩ ، العدد ٤ ، ٢٠٠٧ .

2 . Information sheet.; (2002) , " Radon and Health ". united kingdom national Radiation protection board http://www.nrph.org .

3 . B.A AL_Bataina and A.A. EL_Zain; " Seasonal variation of indoor Radon – 222 concentration levels in Zarqa city of Jordan". *Abhath AL_yarmouk Basic sci & eng.* Vol.12 , No.1, pp.191 – 202 . (2003)

4. O. Abu – haija , B. salameh, A.W. Ajlouni, M. Abdelsalam and H. AL- Ebaisat; " Measurement of radon concentration inside houses in tafila province, Jordan". *International Journal of the physical science* Vol. 5 (6), pp. 696 – 699 . (2010)

5. ICRP, protection against Rn – 222 at home and at work . International commission on radiological protection publication 65 . Ann. ICRP 23 (2) pergamon press , oxford (1993) .

6 . A. Azam, A.H. Naqvi and D.S. srivastava; " Radium concentration and radon Exhalation measurement using LR – 115 type II plastic track detectors". *Nucl. Geophys*. Vol. 9 , No. 6 , pp. 653 – 657 . (1995)

7 . S.F. AL – Saleh; "Measurement of indoor gamma radiation and radon concentration in dwillings of Riyadh City, Saudi Arabia" . *Applied Radiation and Isotopes* 65 pp. 843 – 848 . (2007)

8 . S.A. Durrani , E.K. Bull; " *Solid state nuclear track detection principles, Methods and Applications*.". pergamon press . (1986)

9 . B.G. Cartwright, K.K. shirk and P.B. price; " A nuclear – Track recording polymer of unique sensitivity and resolution". *Nucl. Inst. Meth*. 153, pp. 457 – 466 . (1978)

10 . M. F. Rasas , S.S. Yassin and M. M. shabat; " Measurement of Radon – 222 and its daughters concentration in dwillings of Gaza strip, Palestine". *Journal of the Islamic university of Gaza (natural science series)* Vol. 13 , No. 2 , p. 9 – 18 , (2005) .

11 . M. I. AL – Jaralla , Fazal – ur – Rehman, K. Abdulla; " Comparative study of short and long – term indoor radon measurement ". *Radiat. Meas*. Available online at www.science Direct.com . (2008)

12 . F. T. Cross, N.H. Harley and W. Hofmann; " Health effects and Risks from Rn – 222 In drinking water". *Health physics* , 48 , pp. 649 – 670 . (1985)

13 . B.A. AL – Bataina , A.M. Ismail , M.K. Kullab, K.M. Abumurad and H. Mustafa; " Radon measurement in different types of natural waters in Jordan". *Radial. Meas*. Vol. 28 , No. 1 – 6 , pp. 591 – 594 . (1997)

14 . UNSCEAR, Sources and Effects of Ionizing Radiation – Untied Nation Scientific Committee on the effects atomic Radiation . UNSCEAR 2000 report to the genral assembly with scientific Annexes, United Nations , Newyork ; (2000) .

15 . M. Abd EL – Azher , N.M.Fahmi ; Studying the variation of radon level in some houses in Alexandria city , Egypt". *IX Radiation physics & protection conference* , 15 – 19 November , Nasr city – Cairo , Egypt . (2008)

١٦ . الفخار ، محمد قاسم محمد و اكريم ، فوزي عبدالكريم . " قياس تركيز غاز الرادون في هواء المنازل والهواء الطلق لمدينة العزيزية بالعراق ". *المختارللعلوم* العدد الثامن(٢٠٠١) .

١٧ . عطية ، محمد يونس و عبدالعال ، ختام و ماهود ، حميد بلاسم وعبدالحسين ،محمد : " تحديد تركيز الرادون في محافظة ميسان باستخدام كواشف اثر النووية CR – 39". مجلة *ابحاث البصرة (العلميات)* العدد (٣٦) . الجزء (٦) .(٢٠١٠) .