

تحديد تراكيز اليورانيوم في أنواع من السمنت المستخدم في محافظة نينوى باستعمال كاشف CR-39

صباح يوسف حسن

قسم الأشعة / المعهد التقني - الموصل

تاريخ قبول البحث: 2013/12/22

تاريخ تقديم البحث: 2013/4/17

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة على ستة أنواع من السمنت المحلي والمستورد المستعمل في محافظة نينوى للكشف عن تراكيز الرادون (Rn-222) واليورانيوم (U-238) في هذه النماذج. ووجدت الدراسة أن أقل تركيز للرادون واليورانيوم كان في سمنت حمام العليل وهي (15.93 Bq.Kg^{-1}) 17.9kBq.m^{-3} للرادون و 1.291 ppm لليورانيوم وأعلى تركيز كان في عينة السمنت التركي وبلغت (53.6 Bq.kg^{-1}) 60.3kBq.m^{-3} للرادون و 4.342 ppm لليورانيوم وهذه القيم جميعها مسموح بها عالميا ولا تؤثر على الصحة أو البيئة.

الكلمات الدالة: رادون، سمنت، CR-39، يورانيوم.

Determination of Uranium Concentration in Some Types of Cement Used in Nineveh Governorate Using CR-39 Detector

S. Y. Hassan

Dept. of Radiology, Mosul Technical Institute, Mosul

Yousif_h_1953@yahoo.com

Received date: 17/4/2013

Accepted date: 22/12/2013

Abstract

This study has been carried out on six samples of local and imported cement to determine concentrations of Rn-222 and U-238. The study showed that the minimum concentration of both Rn-222 and U-238 was in the cement of Hamam- AL Aleel with 17.9kBq.m^{-3} (15.93 Bq.kg^{-1}) and 1.29 ppm respectively, while the maximum concentration was in the Turkish cement with 60.3kBq.m^{-3} (53.6 Bq.kg^{-1}) and 4.342 ppm respectively. The obtained results were within the range of the allowed values and have no influence on the health and environment.

Keywords: Radon, cement, CR-39, Uranium.

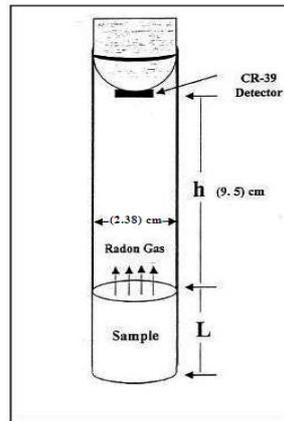
المقدمة

تعرض الكائنات الحية إلى كمية من الإشعاع الطبيعي على شكل جسيمات وإشعاعات ، فبالإضافة إلى أشعة الشمس فإن جميع الكائنات الحية تعاني من الأشعة الكونية القادمة من الفضاء وتعاني كذلك من الإشعاعات الخلفية الطبيعية لاسيما اليورانيوم الطبيعي عمره النصفى $4.5 \times 10^9 \text{ Y}$ والتي تحتوي على نظير اليورانيوم (U-238) بنسبة 99.29% و U-235 بنسبة (0.71%) ، تتحول هذه العناصر عبر سلسلة من الانحلالات تتبعها خلالها جسيمات ألفا و جسيمات بيتا وأشعة كاما إلى أن تصل إلى عنصر الرصاص المستقر.

الرادون غاز عديم اللون والطعم والرائحة وغير مرئي أثقل من الهواء بسبع مرات ونصف ناتج من انحلال سلسلة اليورانيوم U-238 وعمر النصف له 3.82 d وهو باعث لجسيمات ألفا بطاقة (5.49 Mev) عند استنشاق غاز الرادون فان وليداته غير الغازية مثل ^{218}Po , ^{214}Po سوف تترسب داخل خلايا الرئة وتزيد من احتمالية الإصابة بسرطان الرئة [1] استخدمت كواشف الأثر النووي على نطاق واسع في تحديد تراكيز الرادون و اليورانيوم في عديد من المجالات ، فقد استعمل في تحديد تراكيز الرادون في التربة [2] وفي مواد البناء [3] وتحديد التلوث الإشعاعي في الأسمدة النباتية [4] وتحديد تراكيز الرادون في عدد من المواد المستخدمة في مجال طب الأسنان [5] وكذلك حساب تراكيز الرادون في المياه [6] وكذلك تراكيز الرادون في الأماكن المغلقة [7,8,9] وفي قياس النشاط الإشعاعي في السمات [10] وقياس تركيز اليورانيوم في السمات [11] ويهدف هذا البحث إلى حساب تراكيز اليورانيوم والرادون في عينات مختلفة من السمات المحلي والمستورد والمستخدم في البناء في محافظة نينوى .

الجزء العملي

لقياس تراكيز اليورانيوم في السمات تم تهيئة ست عينات من السمات المحلي والمستورد والمستخدم في البناء في محافظة نينوى ، وقد تم تهيئة جميع العينات بالطريقة نفسها وذلك للحصول على توزيع متجانس للمحتويات الموجودة فيها . تم استخدام تقنية كاشف الأثر النووي الصلب CR-39 بطريقة القياس طويلة الأمد من أجل تسجيل آثار جسيمات ألفا المنبعثة من غاز الرادون المنبعث بدوره من العينات المستخدمة والذي يعد الناتج الطبيعي لأنحلال اليورانيوم U-238 . قطعت الكواشف بأبعاد متساوية تقريبا $(1 \times 1) \text{ cm}^2$ ، ليتم بعد ذلك تعريضها إلى العينات المستخدمة بواقع 15 غرام من كل عينة وزنت باستخدام ميزان حساس . وضعت العينات في حجرات التشعيع والتي هي عبارة عن أنابيب اختبار اسطوانية الشكل (حجرات الانتشار الاسطوانية) ذات أقطار متساوية 2.38 cm ، أغلقت بإحكام بسدادات مطاطية وكانت المسافة بين سطح العينة و سطح السداد السفلي 9.5 cm لجميع العينات . تركت العينات لمدة 22 يوما وذلك للوصول إلى حالة التوازن المثالي بين الراديوم ووليداته من نظائر الرادون ، وبعد انتهاء زمن التوازن رفعت السدادات بسرعة واستبدلت بأخرى مثبتت بأسفلها قطعة الكاشف CR-39 وتم إحكام غلقها باستخدام شريط لاصق تلافيا للتبادل الغازي بين الرادون والمحيط الخارجي مع مراعاة بقاء المسافة بين سطح العينة والكاشف 9.5cm [12] بعد ذلك تركت الكواشف داخل الحجرات لمدة 60 يوما (فترة التعريض) . يوضح الشكل (1) التقنية المستخدمة .



شكل (1) انبوبة التشعيع الاسطوانية.

أما عملية القشط الكيميائي فتمت باستخدام المحلول الكيميائي القاشط NaOH بعيارية 6.25 M ودرجة حرارة 70 °C ± واستمرت عملية القشط لمدة أربع ساعات إذ رفعت قطع الكواشف من المحلول وتم غسلها بشكل جيد ثم تجفيفها بورق ناعم وخفيف لتبدأ عملية المشاهدة المجهرية وحساب الاثار المتكونة فيها باستخدام مجهر ضوئي بتكبير 400X.

الحسابات

لغرض قياس تراكيز الرادون واليورانيوم لابد من تحديد ثابت الانتشار (K) للمنظومة المستخدمة. إذ أن ثابت الانتشار يختلف من منظومة لأخرى اعتمادا على الأبعاد الهندسية لحجرة الانتشار (التشعيع). تم تحديد ثابت الانتشار K للحجرة المستخدمة في هذه الدراسة وفق العلاقات الآتية.

$$\rho = K.C.T \dots\dots\dots (1) \quad \text{حيث أن}$$

ρ : تمثل كثافة الأثار بوحدة Tr.cm^{-2}

K : ثابت الانتشار $\text{Tr.cm}^{-2} \text{d}^{-1}/\text{Bq.m}^{-3}$

C : تركيز الرادون في الحيز الهوائي بوحدة Bq.m^{-3}

T : زمن التشعيع بالأيام

إن معدل كثافة الأثار بوحدة $\text{Tr.cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ يساوي

$$D = \rho/T = K.C \dots\dots\dots (2)$$

وتم حساب ثابت الانتشار K لحجرة الانتشار من العلاقة الآتية [12] .

$$K = \frac{1}{4} r (2 \text{ Cos } \Theta_c - \frac{r}{R_\alpha}) \dots\dots\dots (3)$$

حيث أن

R : نصف قطر انبوبة التشعيع ويساوي 1.19 cm

Θ_c : الزاوية الحرجة للكاشف CR-39 والتي تساوي 35° .

R_α : مدى جسيمات ألفا في الهواء الناتجة عن Rn-222 والذي يساوي 4.15 cm [13].

وعند تعويض هذه القيم في المعادلة (3) نجد أن قيمة ثابت الانتشار بوحدة الطول تساوي $K = 0.402 \text{ cm}$ أو

$K = 2.084 \text{ Tr.cm}^{-2}.\text{h}^{-1}/\text{Bq.m}^{-3}$ وكذلك $K = 0.0348 \text{ Tr.cm}^{-2}.\text{d}^{-1}/\text{Bq.m}^{-3}$ تبعاً لوحدة القياس في كل

حالة. ومن أجل تحديد تراكيز الرادون واليورانيوم باستعمال منظومة كشف اسطوانية (أنابيب اختبار) لابد من إيجاد تركيز

الرادون في الحيز الهوائي المحصور بين سطح العينة و سطح الكاشف بوحدة Bq.m^{-3} باستخدام العلاقات النظرية [12]

$$D_{Rn} = \frac{C}{4} r (2\text{Cos } \Theta_c - \frac{r}{R_\alpha}) \dots\dots\dots (4)$$

يمكن إيجاد تركيز الرادون في العينات باستخدام العلاقة الآتية [6] .

$$C_s = \lambda_{Rn} C_a ht / L \dots\dots\dots (5)$$

حيث أن:

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

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

λ_{Rn} : ثابت انحلال الرادون ويساوي $0.1814 d^{-1}$

h : ارتفاع الحيز الهوائي ويساوي $9.5 cm$

L : سمك العينة وهو بحدود $3 cm$ تقريبا

t : زمن التشعيع بالأيام ويساوي 60 يوما

يمكن إيجاد الفعالية الإشعاعية A_{Rn} للرادون الناتج من العينات المستخدمة بوحدة Bq وذلك باستخدام العلاقة الآتية :

$$A_{Rn} = C_s V \dots\dots\dots(6)$$

$$V = \pi r^2 L \dots\dots\dots (7)$$

حيث أن

V : حجم العينة بوحدة m^3

r : نصف قطر حجرة التشعيع $1.19 cm$

h : ارتفاع الحيز الهوائي $9.5 cm$

ولأجل حساب تركيز اليورانيوم لابد من حساب عدد ذرات الرادون N_{Rn} من العلاقة:

$$A_{Rn} = \lambda_{Rn} N_{Rn} \dots\dots\dots (8)$$

وباستخدام قانون التوازن الإشعاعي المثالي يتم إيجاد عدد ذرات اليورانيوم في العينات المستخدمة من المعادلة:

$$\lambda_u N_u = \lambda_{Rn} N_{Rn} \dots\dots\dots (9)$$

حيث أن

λ_u : ثابت انحلال اليورانيوم ويساوي $4.9 \times 10^{-18} Sec^{-1}$

λ_{Rn} : ثابت انحلال الرادون ويساوي $2.1 \times 10^{-6} Sec^{-1}$

أما وزن اليورانيوم في العينات (W_u (gm) فيمكن إيجاده من المعادلة

$$W_u = \frac{N_u A_u}{N_{av}} \dots\dots\dots (10)$$

حيث أن

A_u : العدد الكتلي لليورانيوم U-238

N_{av} : عدد افوكادرو ويساوي $6.02 \times 10^{23} mol^{-1}$

ولإيجاد تركيز اليورانيوم في العينات بوحدة (ppm) نستخدم العلاقة الآتية :

$$C (ppm) = \frac{W_u}{W_s} \dots\dots\dots (11)$$

حيث أن

W_s : وزن العينة (gm)

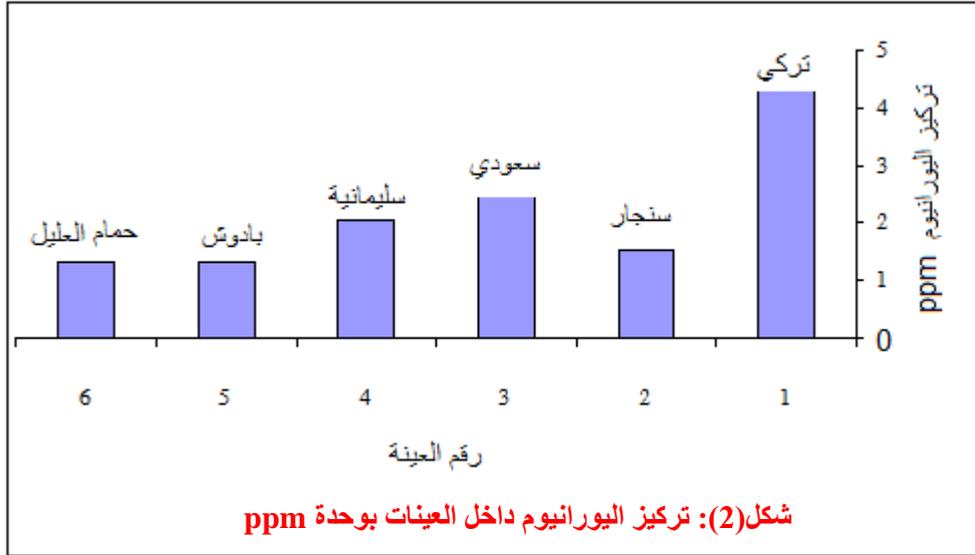
النتائج والمناقشة

يبين الجدول (1) عدد الآثار Tr.cm^{-2} بعد طرح الخلفية الإشعاعية وتراكيز الرادون في الحيز الهوائي وداخل العينات. يلاحظ من الجدول (1) إن تركيز الرادون في الحيز الهوائي للحجرات تراوح بين اقل قيمة $0.520 \text{ k Bq.m}^{-3}$ لعينة سمنت حمام العليل وأعلى قيمة $1.749 \text{ k Bq.m}^{-3}$ لعينة السمنت التركي وان معدل التركيز كان تقريبا $0.874 \text{ k Bq.m}^{-3}$ ضمن الكتل المستخدمة ، وتجدر الإشارة إلى أن تركيز الرادون في الحيز الهوائي يعتمد على كتلة العينات.

جدول (1) : يوضح عدد الآثار وتركيز الرادون في الحيز الهوائي وداخل العينات

ت	نوع السمنت	عدد الآثار Tr.Cm^{-2}	تركيز الرادون في الحيز الهوائي C_a (kBq.m^{-3})	تركيز الرادون في العينات C_s (kBq.m^{-3})	تركيز الرادون في العينات C_s (Bq.Kg^{-1})
1	تركي	3652 ± 60.43	1.749	60.3	53.6
2	سنجار	1271 ± 35.65	0.608	20.9	18.63
3	سعودي	2108 ± 45.91	1.009	34.8	30.93
4	سليمانية	1712 ± 41.37	0.819	28.2	25.1
5	بادوش	1120 ± 33.46	0.536	18.5	16.47
6	حمام العليل	1086 ± 32.95	0.520	17.9	15.93

أما تركيز الرادون في العينات فيلاحظ من الجدول نفسه إن أعلى قيمة كانت في عينة السمنت التركي حيث بلغ 60.3 k Bq.m^{-3} (53.6 Bq.Kg^{-1}) وأقل قيمة كانت في عينة سمنت حمام العليل حيث بلغ 17.9 k Bq.m^{-3} (15.93 Bq.Kg^{-1}) وهذا التركيز قريب من تركيز عينة سمنت بادوش حيث بلغ 18.5 k Bq.m^{-3} (16.47 Bq.Kg^{-1}) وقد يكون السبب في تقارب التركيزين هو وقوعهما على نفس الخط بالنسبة للتكوين الجيولوجي ولتشابه مكوناتهما [11]. وحل السمنت السعودي ثانيا من ناحية تركيز الرادون فيه حيث بلغ 34.8 k Bq.m^{-3} (30.93 Bq.Kg^{-1}) أما العينتان المأخوذتان من معمل سمنت سنجار وطاسلوجة في السليمانية فكانت التراكيز 20.9 k Bq.m^{-3} (18.63 Bq.Kg^{-1}) و 28.2 k Bq.m^{-3} (25.1 Bq.Kg^{-1}) على التوالي ، ان هذه التراكيز تعتبر طبيعية اذا قورنت بتركيز غاز الرادون في التربة في اغلب دول العالم والذي يقع ضمن المدى 4-50 kBq.m^{-3} [14,15,16]. وعند مقارنة هذه النتائج مع نتائج دراسات اخرى اجريت على نماذج من التربة في العراق فقد حصل [17] على تراكيز للرادون في عينات من تربة محافظة صلاح الدين تراوحت بين $(17.8-24.1) \text{ k Bq.m}^{-3}$ اما [14] فقد وجدوا ان تراكيز الرادون تراوحت بين $(1.72-25.14) \text{ k Bq.m}^{-3}$ في تربة محافظة البصرة كما حصلت [18] على تراكيز للرادون في تربة مدينة الموصل تراوحت بين $(8.241-19.508) \text{ kBq.m}^{-3}$ وان نتائج دراستنا الحالية قريبه من النتائج اعلاه باستثناء السمنت التركي الذي تجاوز قليلا عن بقية القيم. يوضح الشكل (2) تركيز اليورانيوم داخل العينات بوحدته ppm.



يبين الجدول (2) الفعالية الإشعاعية للرادون بوحدة البيكرل Bq وعدد ذرات اليورانيوم ووزنه وتركيزه في العينات بوحدة ppm ، فقد تراوح تركيز اليورانيوم بين أعلى قيمة 4.342 ppm للسمنت التركي واقل قيمة 1.291 ppm لسمنت حمام العليل وهذا قريب من تركيز اليورانيوم في عينة سمنت بادوش 1.334 ppm . وبمقارنة نتائجنا مع نتائج [11] في دراسته لتراكيز اليورانيوم في ثلاثة انواع من الاحجار المستخدمه في صناعة السمنت بالموصل فقد حصل على 1.25ppm لسمنت سنجار وان هذه القيمة قريه من نتائج هذه الدراسه بالنسبه لسمنت سنجار 1.5ppm، كما وجد ان تركيز اليورانيوم لسمنت بادوش 0.32ppm وسمنت حمام العليل 0.26ppm ونتائج النعيمي قد حسبت من تراكيز الرادون في هذه العينات والتي تراوحت بين $(11-20) \text{ kBq.m}^{-3}$ وكانت نتائجنا بالنسبه لهذين الموقعين اكبر حيث كان تركيز اليورانيوم في سمنت بادوش 1.33ppm وسمنت حمام العليل 1.29ppm وهذه التراكيز اقل من الحدود المسموح بها في التربه [19] 11ppm وعند المقارنه مع نتائج دراسات اخرى اجريت على التربه كانت نتائجنا اقل من النتائج التي حصل عليها [19] في تربة المنطقه الوسطى والجنوبيه من العراق فقد تراوحت بين (16.1-16.38)ppm وكانت نتائجنا قريه من نتائج [20] في دراستهم لقياس تراكيز اليورانيوم في تربة محافظة ميسان فقد وجدوا ان هذه التراكيز تراوحت بين (1.72-2.8)ppm.

جدول (2): الفعالية الإشعاعية للرادون وعدد ذرات اليورانيوم ووزنه وتركيزه في العينات بوحدة ppm

ت	نوع السمنت	الفعالية الإشعاعية للرادون $A_{Rn}(Bq)$	عدد ذرات اليورانيوم في العينات $N_u \times 10^{17}$	وزن اليورانيوم في العينات $W_u (gm) \times 10^{-6}$	تركيز اليورانيوم في العينات $C_u (ppm)$
1	تركي	0.804	1.6475	65.133	4.342 ± 0.072
2	سنجار	0.278	0.5697	22.523	1.502 ± 0.042
3	سعودي	0.464	0.9507	37.586	2.506 ± 0.054
4	سليمانية	0.376	0.7705	30.462	2.031 ± 0.049
5	بادوش	0.247	0.5061	20.008	1.334 ± 0.0398
6	حمام العليل	0.239	0.4897	19.360	1.291 ± 0.0391

الإستنتاجات

من خلال النتائج التي حصلنا عليها نستنتج ما يلي :

- 1- ترواح تركيز اليورانيوم بين اعلى قيمة 4.342 ppm في السمنت التركي واقل قيمة في عينة السمنت المأخوذة من معمل سمنت حمام العليل 1.291 ppm .
- 2- ان عينات السمنت المستخدمة تحتوي على تراكيز متباعدة وان هذه التراكيز تعتمد على المواد الداخلة في تركيب هذه العينات.

References

1. A.Azam, A.H.Naqvi, Srivastava , D.S.Srivastava, (1995): Radium Concentration and Radon Exhalation Measurement Using LR-115 Type II Plastic Track Detectors., Nucl . Geophys, 9,(1995),6pp. 653-657.
2. M.Rahman, S.U.Mahood, T.Rahman, (2011): Radon Exhalation Rate From Soil , Sand , Bricks and Sedimentary Samples Collected From Azad Kashmir , Pakistan., Russian Geology and Geophysics, 52,(2011), 4 pp. 450 – 457.
3. F. Abu-Jarad., J.H. Fremlin., R. Bull., A Study of Radon Emitted from Building Materials Using Plastic ALpha-Track Detectors., Phy. Med. BioL, 25,(1980), 4 pp. 683 – 694.
4. محسن محمدالبدراني، تحديد التلوث الإشعاعي في الأسمدة النباتية باستخدام CR-39 مجلة علوم الرفادين 17:2(2006)، 1-10 .
5. هناء نافع عزيز، تحديد تراكيز الرادون في عدد من المواد المستخدمة في مجال طب الأسنان. مجلة التربية والعلم 22:3(2009) .
6. B.A. AL-Bataina, A.M.Ismail, M.K.Abumurad, H.Mustafa, Radon Measurements in Different Types of Natural Water in Jordon., Rad. Meas,28,(1997), 1-6, pp.591-594.
7. A.M. Abdullah., M. Mohery, S.J. yaghnour ., S.H.alddin., Radon Exhalation and Natural Radiation Exposure in Low Ventilated Rooms, Radiation physics and Chemistry, 81,(2012),11 pp . 1710-1714.
8. R.I.Obed, A.K.Ademola, M.Vascotto, G.Giannini, Radon Measurements by Nuclear Track Detectors in Secondary Schools in Oke-Ogun Region, Nigeria, Environmental Radioactivity, 102,(2011), 11 pp . 1012-1017.
9. Z.S.Novaska. J.Januscki, P.Bossey, Z.S.Zuric, T.Tollefsen, M.Ristova, Seasonal Indoor Radon Concentration in FyR of Macedonia . Rad . Meas, 46,(2011), 6-7 pp. 602-610 .

10. M.Nain, R.p.Chauhan, S.K.Chakavarti, Alpha Radioactivity in Indian Cement Samples., Iran J. Radiat. Res, 3,(2006), 4pp. 171 – 176.
11. سعيد حسن النعيمي، الكشف عن الأشعة النووية الضعيفة في بعض مواد البناء العراقية. مجلة التربية والعلم: (1997) (27) ، 18-28.
12. R.Barillon, D.Klein, A.Chambaudet,C. Devillarade, Comparison of Effectiveness of Three Radon Detectors (LR-115 , CR-39 and Cilicon Diode pin) placed in Cylindrical Device – Theory and Experimental Techniques., Nucl. Track. Radiate. Meas, 22,(1993),1-4 pp.281-282.
13. R.L.Fleicher.,Morgo- Campero., Mapping of Integral Radon Emanation For Detection of Long-Distance Migration of Gasses With in The Earth., Techniques and Principles : 83,(1978), B7 pp. 839.
14. حسام نجم ،عيسى جاسم محمد الخليفة، بكر سلمان حمزه ، تحديد تركيز غاز الرادون في تربة محافظة البصرة باستخدام كواشف الاثر النووي، مجلة البصرة للعلوم :26(2012)1، 38-48 .
15. Enviromental Protection Agency , Ionizing Radiation , United Stat EPA – 402 – F06 – 061 , March (1996) . Sited by the Ref (نعمان سليم هاشم)
16. نعمان سليم هاشم، مناف قاسم جابر، زيد رحمان عبد،تحديد تراكيز غاز الرادون والثورون في عينات من اهور المنطقه الجنوبيه باستخدام كواشف الاثر النووي الصلبه، مجلة البصرة للعلوم:30(3012)2، 151-160 .
17. احمد محمد عبيد،التحسس والاستشعار بتلوث التربه بغاز الرادون في مناطق معينه من محافظة صلاح الدين باستخدام كاشف CR-39 مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة: 6(2012) 3.
18. حلا ضياء خروفه، تحديد تراكيز الرادون واليورانيوم في عدد من المناطق المتضرره في مدينة الموصل،مجلة ابحاث كلية التربية الاساسيه:12(2012)2، 661-674 .
19. ندى فاضل توفيق، نجيبه عبدالله حسن، صبيحه عبد الجبار بدن، تحديد تراكيز اليورانيوم في نماذج من تربه ومياه المنطقه الوسطى والجنوبيه من العراق باستخدام كاشف CR-39 ، مجلة بغداد للعلوم:8(2012)2، 451-455.
20. نضاله حسن كاظم العاني، رياض يونس قاسم العبيدي، زهراء عبد الحسين اسماعيل، قياس تراكيز اليورانيوم في تربة بعض مناطق محافظة ميسان-العراق، مجلة بغداد للعلوم:8(2011)1، 39-43