تحديد تركيز غاز الرادون والثورون في عينات من أهوار المنطقة الجنوبية باستخدام تقنية كواشف الأثر النووية الصلبة

نعمان سليم هاشم[1] منـاف قاسم جابر[2] زيد رحمان عبد[2]

1- كلية العلوم / قسم البيئة

2- مركز علوم البحار/ قسم الفيزياء البحرية

الخلاصة

لقد تم في هذه الدراسة قياس تركيز غاز الرادون في عينات مياه ورواسب أهوار كل من الحمار والحويزة والجبايش لقد تم استخدام الكواشف التراكمية لهذا الغرض وهي الكواشف التي تعتمد على القياسات طويلة الأمد لانبعاث جسيمات ألفا حيث استخدمت كواشف الأثر النووية الصلبة (Solid State Nuclear Track Detectors) والتي يرمز لها اختصاراً (SSNTDs) من نوع CR-39 و LR-115 typeII وذلك بوضعها مع العينات في اسطوانة بلاستيكية مغلقة خاصة بهذه التقنية . لقد أظهرت نتائج الدراسة أن تركيز غاز الرادون في رواسب الأهوار يتراوح بين أقل قيمة له ($872.457Bq.m^{-3}$) في هور الجبايش واعلى قيمة له ($4436.243Bq.m^{-3}$) في هور الحويزة والذي يقع ضمن النسب المسموحة لتركيز غاز الرادون في أغلب دول العالم . أما تركيز غاز الرادون في عينات الماء فهو يتراوح بين أقل قيمة له ($315.471\ Bq.m^{-3}$) في كل من أهوار الجبايش والحويزة واعلى قيمة له ($1744.914\ Bq.m^{-3}$) في هور الحمار . وهو يقع أيضاً ضمن النسب الطبيعية لتركيز غاز الرادون . أما تركيز غاز الرادون في عينات (Beach sand) فهو يتراوح بين اقل قيمة له ($315.471Bq.m^{-3}$) في هور الحمار وأعلى قيمة له ($3415.871\ Bq.m^{-3}$) في هور الحويزة . والتي تقع جميعها ضمن النسب المسموحة لتركيز غاز الرادون.

المقدمة:

إن تعرض الإنسان للإشعاع بمختلف مستوياته أمر غير مرغوب فيه لما للجرعات المرتفعة منه من تأثيرات ضارة . وحديثا بدا العلماء في الاهتمام بدراسة التعرض للجرعات المنخفضة من الإشعاع الصادر من النظائر الطبيعية المشعة مثل اليورانيوم ونواتج سلسلة تفككه مثل غاز الرادون ^{222}Rn الذي يشكل نصف معدل الجرعة الإشعاعية المؤثرة من الإشعاع الطبيعي لعموم البشر تقريباً [Al-jarallah,2008] .

الرادون يأتي من سلسلة انحلال اليورانيوم في التربة وإن تأثيراته الصحية ليست مباشرة ولكن بسبب تفككه إلى ولائده ذات أنصاف الأعمار القصيرة (عناصر صلبة) هي التي تكون مكمن الخطورة [Evans,1980]. إن غاز الرادون مشع يتسلل إلى البيوت من خلال التربة أسفل المنازل وكذلك مواد البناء التي تحتوي على تركيزات مختلفة منه والذي يسبب إصابة الساكنين في هذه المنازل بمرض سرطان الرئة بعد عدة سنين [Al-khalifa,1993].

الرادون Rn^{222} هو غاز خامل عديم اللون والطعم والرائحة غير قابل للاشتعال وهو غاز مشع لدقائق ألفا (α) لذلك لا يمكن الكشف عنه بالحواس البشرية . درجة غليانه -61.8 ($^{\circ}$C) ودرجة انجماده (-71) C [Shafi,2005]. الرادون له كثافة تقدر بحوالي (9.96 k g .m^{-3}) وأثقل من الهواء بحوالي 7.7 مرة وله قدرة عالية على التحرر من التربة أو الهواء لذلك يوجد قريبا من سطح الأرض [Matiulah et al.,1993].

للرادون قدرة على الذوبان في الماء والسوائل الأخرى مثل التولوين لذللك ممكن الكشف عنه في المياه الجوفية ومياه الأنهار والبحار والمستنقعات .

التقنية المستخدمة:

استخدمت في هذه الدراسة(تقنية الاسطوانة البلاستيكية المغلقة) وهي اسطوانة بلاستيكية طولها 10cm وقطرها 3.5cm حيث توضع العينات في أسفل الاسطوانة على ارتفاع 1cm كما في الشكل (1) .

لقد تم استخدام نوعين من كواشف الأثر النووي الصلب الأول من نوع CR-39 والآخر من نوع LR-115 وقد تم صنع الكواشف على شكل مستطيل أبعاده (1.5×1cm) وضعت الكواشف في غطاء الاسطوانة وتم غلق الغطاء بصورة محكمة بحيث كان بعد الكاشف (9 cm) فوق العينات المائية و الرسوبية وعينات النباتات ولفترة شهرين . خلال هذه الفترة تنبعث جسيمات ألفا من الرادون وولائده والثورون وولائده وتسجل آثارها على الكاشف . بعد فترة التشعيع يعالج (يقشط) الكاشف المتعرض لجسيمات ألفا بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (2.5 N بدرجة حرارة (60 ± 1) $^{\circ}$C خلال 120 دقيقة) للكاشف LR-115 ، أما بالنسبة للكاشف CR-39 (6.25 N بدرجة $^{\circ}$ ± 70) C (1 خلال 7 ساعات) . بعد هذه المعالجة الكيميائية يُحدد معدل كثافة آثار جسيمات ألفا على الكاشف CR-39 والكاشف LR-115 بواسطة المجهر الضوئي الاعتيادي [Misdaq and satif ,1995] . بعد عملية عد الآثار المتكونة على الكاشف CR-39 والكاشف LR-115 تحسب كثافة الآثار ونقصد بها عدد الآثار لوحدة المساحة لوحدة الزمن ويرمز لها بالرمز (ρ_G^{CR}) بالنسبة للكاشف CR-39 و (ρ_G^{LR}) بالنسبة للكاشف LR-115 ويمكن حسابهما من العلاقتين التاليتين [Misdaq and satif ,1996] .

$$\rho_G^{CR} = A_c^{222}\,(Bq.m^{-3})\left[\sum_{i=1}^{3} k_i\,P_i^{CR}\,R_i + \frac{A_c^{220}}{A_c^{222}}\sum_{i=1}^{4} k_i\,P_i^{CR}\,R_i\right] \quad .....(1)$$

$$\rho_G^{LR} = A_c^{222}(Bq.m^{-3})\left[3P^{LR}\,\Delta R + 4P^{LR}\,\Delta R\,\frac{A_c^{220}}{A_c^{222}}\right] \quad ..... (2)$$

حيث أن A_C^{222} التركيز الفعال للرادون بوحدة ($Bq.m^{-3}$) و A_C^{220} هو التركيز الفعال للثورون ، k_i هي نسبة التفرع المئوية للانحلال ، P_i^{CR} احتمالية تسجيل جسيمات ألفا على الكاشف CR-39 ، R_i مدى جسيمات ألفا في الهواء (جدول رقم (1) وجدول رقم(2)) ، P^{LR} احتمالية تسجيل جسيمات ألفا على الكاشف LR-115 ، ($\Delta R = R_{max} - R_{min}$) أما R_{min} و R_{max} فهما مدى جسيمات ألفا في الحجم الغازي والذي يمثل القيمة الصغرى والقيمة العظمى لطاقة جسيمات ألفا التي يتحسسها الكاشف LR-115 (energy window) والذي يعتمد على السمك

المتبقي للكاشف LR-115 . وحسب ظروف القشط التي نستعملها فأن السمك المتبقي للكاشف (LR-115 type II) بعد عملية القشط هو (5 µm) والذي يقابل أقل طاقة يتحسسها الكاشف (E_{min} = 1.6 MeV) وأعلى طاقة (E_{max} = 4.70 MeV) بالنسبة لجسيمات ألفا التي تسجل آثارها على الكاشف LR-115 type II .

من المعادلتين (1) و (2) نحصل على المعادلة التالية :

$$\frac{\rho_G^{CR}}{\rho_G^{LR}} = \frac{\sum_{i=1}^{3} k_i P_i^{CR} R_i + \frac{A_c^{220}}{A_c^{222}} \sum_{i=1}^{4} k_i P_i^{CR} R_i}{3 P^{LR} \Delta R + 4 P^{LR} \frac{A_c^{220}}{A_c^{222}}} \quad \text{.....(3)}$$

من هذه المعادلة نستطيع حساب النسبة بين التركيز الفعال للثورون إلى التركيز الفعال للرادون ومن ثم التعويض في أي من المعادلتين (1) أو (2) لحساب التركيز الفعال للثورون أو الرادون من غير الحاجة الى عامل تحويل (Conversion Factor) الذي يستخدم لتحويل كثافة الآثار الى تركيز وهذا العامل يتغير حسب ظروف العمل.

جمع العينات :

لقد تم جمع العينات من ثلاث مناطق للأهوار في ثلاث محافظات هي البصرة والناصرية والعمارة وهي أهوار الحمار والجبايش والحويزة على التوالي حيث أخذت ثلاث عينات من كل هور هي الماء والراسب وعينة (Beach sand) وهي التربة المأخوذة من الشاطيء القريب للهور وذلك لمقارنة تركيز غاز الرادون فيها بالأضافة الى عينتين من نبات يعيش في مناطق الأهوار هما (كلادوفورا) و(بيتاميكاتونا) . تجفف جميع العينات بواسطة الفرن الكهربائي ثم تطحن وتغربل للحصول على مسحوق ناعم ثم توضع مع الكاشف في عبوة بلاستيكية الموضحة في الشكل (1) حيث توضع اسطوانة للكاشف LR-115 وأخرى للكاشف CR-39 وتغلق لمدة شهرين .

الحسابات :

بعد حساب كثافة الأثر (ρ_G^{CR}) و (ρ_G^{LR}) عملياً نعوضهما في معادلة (3) فنحصل على النسبة بين التركيز الفعال للثورون الى التركيز الفعال للرادون ($\frac{A^{220}}{A^{222}}$) ثم نعوض هذه النسبة في معادلة (2) فنحصل على التركيز الفعال للرادون ومن حساب التركيز الفعال لغاز الرادون يمكن حساب تركيز الثورون بعد معرفة النسبة بين الثورون والرادون .

المناقشة :

أن تركيز غاز الرادون في العينات الترابية يعتمد على عدة عوامل منها طبيعة التربة الجيولوجية وخصائصها الفيزيائية إضافة إلى العوامل الجوية مثل الرياح والرطوبة ودرجة الحرارة . لذلك نلاحظ من نتائج دراستنا أن تركيز غاز الرادون في رواسب مناطق الأهوار يختلف من منطقة إلى أخرى اعتمادا على ما ذكر أعلاه ،

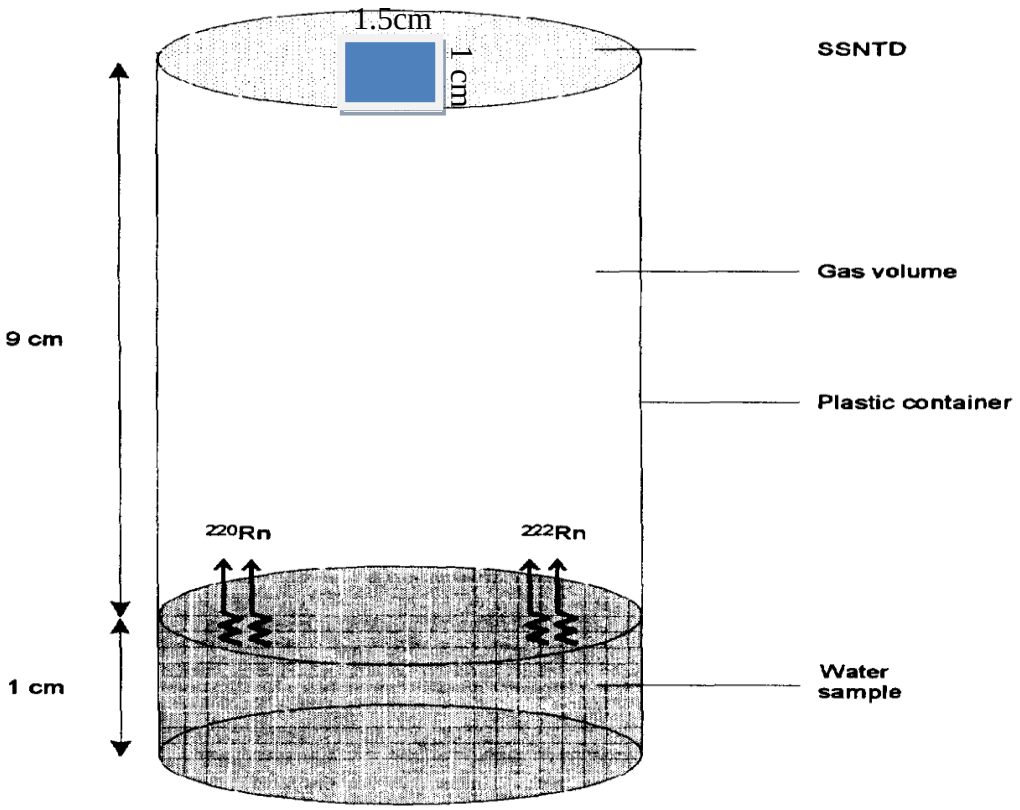
ومن خلال النتائج المستحصلة نلاحظ أن أعلى تركيز لغاز الرادون هو في رواسب هور الحويزة ($4436.243 Bq.m^{-3}$) وأقل تركيز هو في رواسب هور الجبايش ($872.457 Bq.m^{-3}$) كما موضح في جدول(3) والمخطط (1). هذه النسب تعتبر طبيعية إذا ما قورنت بتركيز غاز الرادون في أغلب دول العالم والذي يقع ضمن المدى (4000-50000 $Bq.m^{-3}$) . [EPA,1996]

أما بالنسبة للعينات المائية فأن أعلى تركيز هو في ماء هور الحمار ($1744.914 Bq.m^{-3}$) وأقل تركيز هو في ماء

هور كل من الجبايش والحويزة (315.471 $Bq.m^{-3}$) كما موضح في جدول(4) والمخطط (2).وهذه النسب لم تتجاوز الحد المسموح به لتركيز غاز الرادون في أغلب دول العالم بالرغم من وجود تركيز عالي في منطقة هور الحمار حيث حددت منظمة (EPA) الأمريكية أعلى تركيز مسموح لغاز الرادون بحوالي (300$PCi.L^{-1}$) والذي يقابل حوالي (11100 $Bq.m^{-3}$) [EPA,1996] .أما عينات Beach sand فإن أعلى قيمة له في هور الحويزة (3415.871$Bq.m^{-3}$) وأقل قيمة في هور الحمار(315.47$Bq.m^{-3}$) كما موضح في الجدول (5) والمخطط (3) .

الاستنتاج :

من خلال النتائج السابقة نستنتج أن تركيز غاز الرادون في رواسب ومياه ونباتات أهوار المنطقة الجنوبية تقع جميعها ضمن النسب المسموحة لتركبز غاز الرادون في أغلب دول العالم وحسب الوكالة الدولية لحماية البيئة الأمريكية (EPA). أما التركيز العالي لبعض العينات فقد يعود الى وجود تراكيز عالية من الراديوم الذي ينتج الرادون في الرواسب والذي يختلف من منطقة الى أخرى كما ذكرنا أعلاه . ويمكن أن نستنتج أيضاً أن الكواشف الصلبة هي كواشف جيدة للكشف عن المستويات الواطئة من الإشعاع حيث لاتحتاج الى مصادر طاقة وغير معقدة إذا ما قورنت بالأجهزة الأخرى.



شكل (1) الاسطوانة البلاستيكية يظهر فيها الكاشف النووي (SSNTDs) مثبت في غطاء الاسطوانة والعينة في أسفل الاسطوانة على ارتفاع 1cm تفصلهما مسافة 9cm [Misdaq et al.,1997]

الجدول (1) احتمالية ومدى جسيمات ألفا للكاشف CR-39 (7)

Nuclide	$E_{\alpha i}$ *(Mev)*	R_i *(cm)*	$P_i^{CR} \times 10^{-3}$
جسيمات ألفا لمجموعة الرادون			
^{222}Rn	*5.49*	*3.90*	*2.871*
^{218}Po	*6.00*	*4.65*	*3.383*
^{214}Po	*7.68*	*6.62*	*4.44*
جسيمات ألفا لمجموعة الثورون			
^{220}Rn	*6.28*	*4.80*	*3.391*
^{216}Po	*6.78*	*5.45*	*3.527*
^{212}Bi	*6.08*	*4.75*	*3.433*
^{212}Po	*8.78*	*8.36*	*5.711*

الجدول (2) يوضح يوضح قيم الاحتمالية لجسيمات ألفا لمجموعة الرادون والثورون والتي تسجل على الكاشف LR-115 لمختلف السمك المتبقي في حجم الغاز (9)

السمك المتبقي Residual thickness, µm	R_{min} *cm*	R_{max} *Cm*	$P^{LR} \times 10^{-3}$
3	0.46	3.83	203.299
4	0.61	3.52	11.302
5	0.80	3.44	4.329
6	0.98	2.71	1.536
7	1.07	2.66	1.406
8	1.29	2.53	1.336
9	1.42	2.31	0.267
10	1.60	2.02	0.191

الجدول (3) يوضح تركيز الرادون في عينات الرواسب

A_c^{222} ($Bq.m^{-3}$)	A_c^{220}/A_c^{222}	$\rho_G^{CR} \times 10^{-4}$ ($Tr.cm^{-2}.s^{-1}$)	$\rho_G^{LR} \times 10^{-4}$ ($Tr.cm^{-2}.s^{-1}$)	المنطقة	الرقم
3487.935	0.224	2.524	1.553	**الحمار**	**1**
872.457	0.223	0.6310	0.3883	**الجبايش**	**2**
4436.243	0.374	3.689	2.281	**حويزة**	**3**

الجدول (4) يوضح تركيز الرادون في العينات المائية

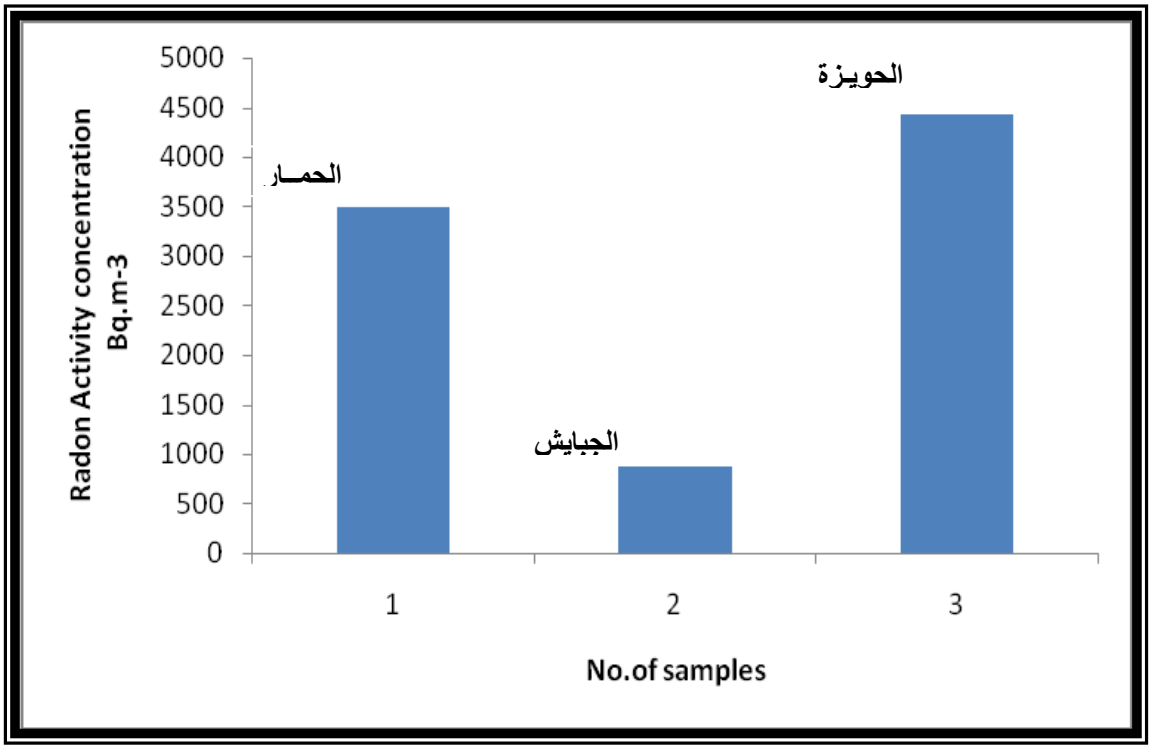
الرقم	المنطقة	ρ_G^{LR} $\times 10^{-5}$ ($Tr.cm^{-2}.s^{-1}$)	ρ_G^{CR} $\times 10^{-5}$ ($Tr.cm^{-2}.s^{-1}$)	A_c^{220}/A_c^{222}	A_c^{222} ($Bq.m^{-3}$)
1	**الحمار**	7.766	1.262	0.223	1744.914
2	**الجبايش**	2.427	3.883	0.932	315.471
3	**حويزة**	2.427	3.883	0.932	315.471

الجدول (5) يوضح تركيز الرادون في عينات (Beach sand)

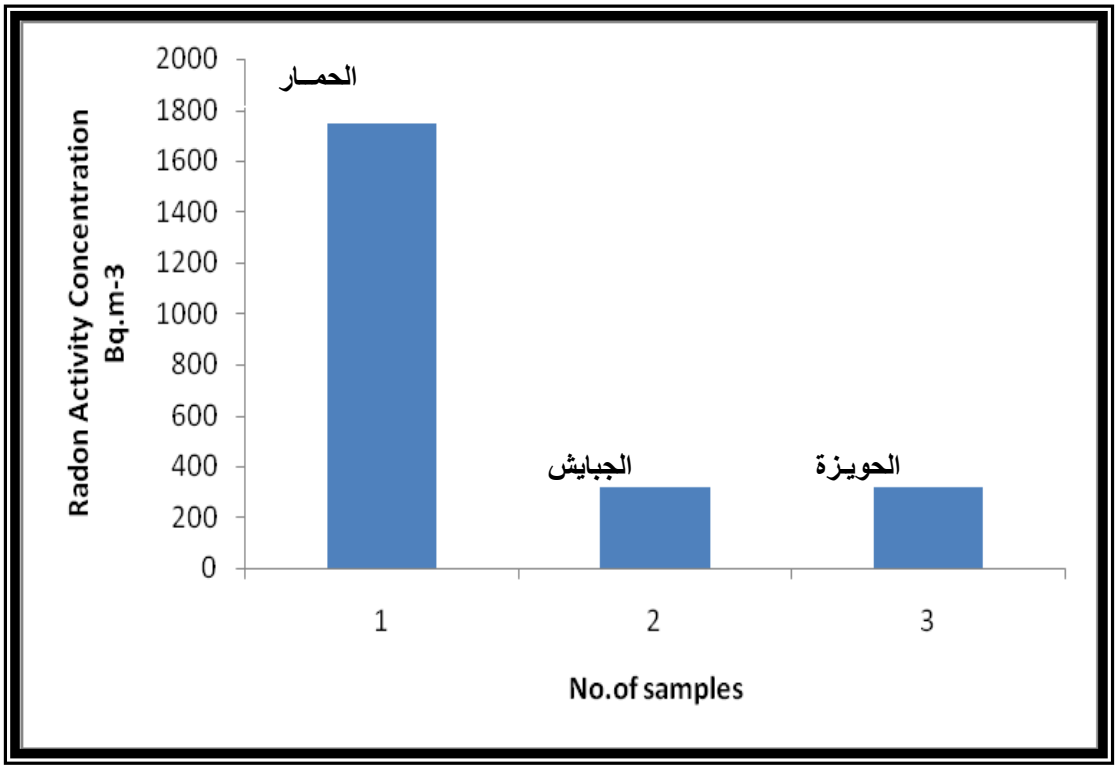
الرقم	المنطقة	ρ_G^{LR} $\times 10^{-4}$ ($Tr.cm^{-2}.s^{-1}$)	ρ_G^{CR} $\times 10^{-4}$ ($Tr.cm^{-2}.s^{-1}$)	A_c^{220}/A_c^{222}	A_c^{222} ($Bq.m^{-3}$)
1	**الحمار**	0.242	0.388	0.932	315.471
2	**الجبايش**	0.970	1.553	0.932	1261.886
3	**حويزة**	1.213	1.990	0.271	3415.871

الجدول (6) يوضح تركيزالرادون في عينات النباتات المائية

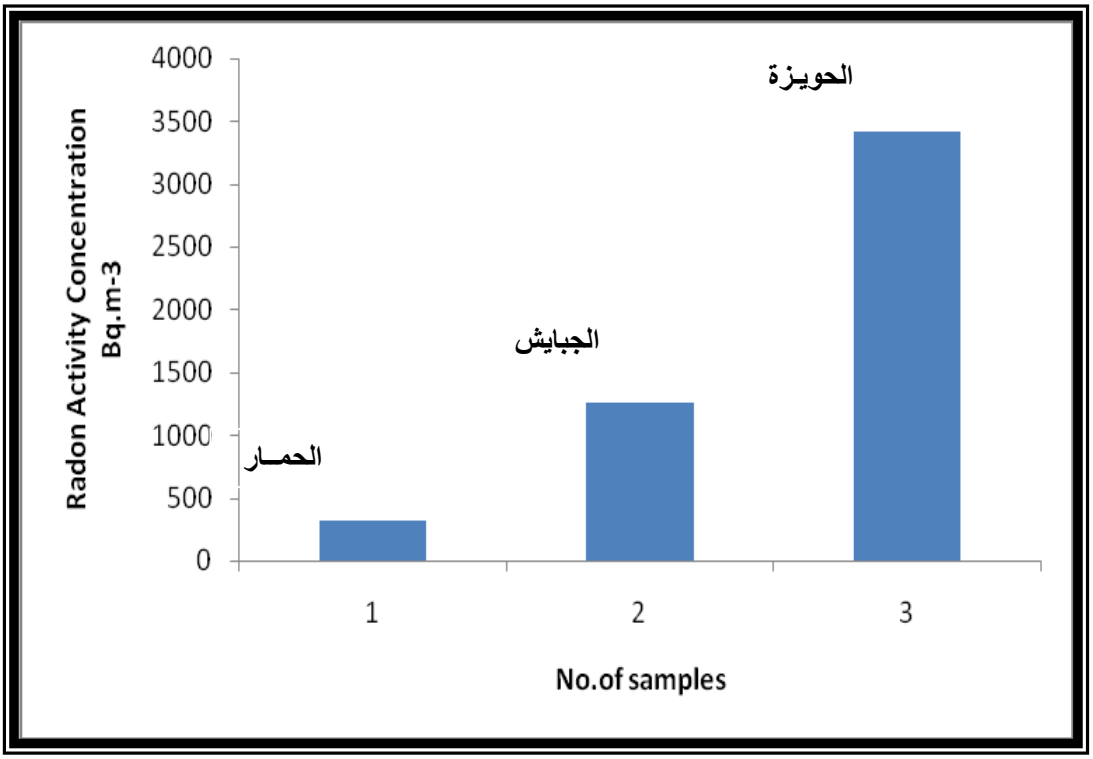
الرقم	المنطقة	ρ_G^{LR} $\times 10^{-4}$ ($Tr.cm^{-2}.s^{-1}$)	ρ_G^{CR} $\times 10^{-4}$ ($Tr.cm^{-2}.s^{-1}$)	A_c^{220}/A_c^{222}	A_c^{222} ($Bq.m^{-3}$)
1	**كلادوفورا (حمار)**	1.116	1.795	0.592	1818.872
2	**بيتاميكاتونا (جبايش)**	1.067	1.747	0.670	2858.885



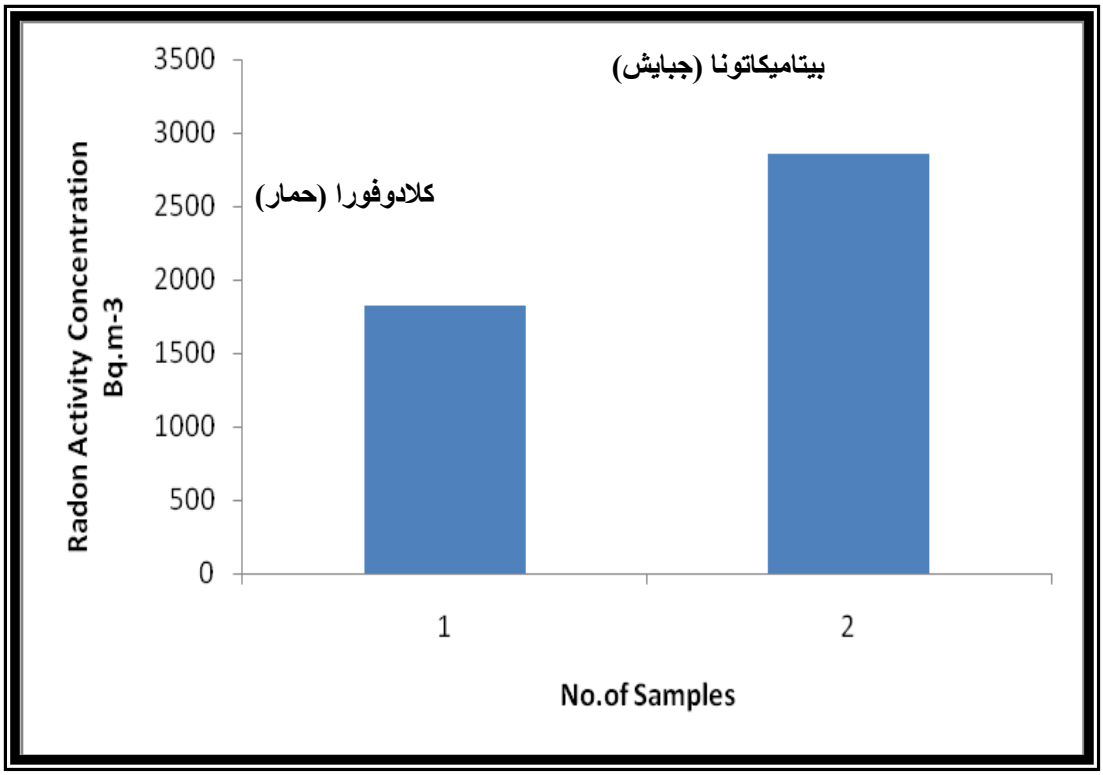
مخطط (1) يوضح تركيز الرادون في عينات الرواسب



مخطط (2) يوضح تركيز الرادون في العينات المائية



مخطط (3) يوضح تركيز الرادون في عينات Beach sand



مخطط (4) يوضح تركيز الرادون في عينات النباتات المائية

REFERENCES

Environmental Protection Agency , Ionizing Radiation , United Stat EPA - 402 – F06 – 061 , March (1996) .

Evans ,R.D."Engineering guid to the elementary behavior of radon daughters "health physics ,38,1173,(1980) .

Al-jarallah ,Radiation Physics , Fahad university for petrol and metals "atom journal" 20,1,(2008)

Al- Khalifa I.J.M " Polymers Track Detector Used For Radon Survey in Babil City (Al Hillah-Iraq).J.Basra Researches(Sciences) 32(6):26-30, (1993) Matiulah, A. Bashir, Kudo, and Yang,X. " Radon measurement in some houses of tsukuta sience city " Japan .

Nucl. Tracks and Rdial. Meas.22:395-398, (1993).

Misdaq M.A. and Satif C. Journal Radianalytical and nuclear chemistry , Articals , 198(1) 179-189, (1995) .

Misdaq M.A. , Satif C. , Journal Radioanalytical and Nuclear chemistry , Articals, 207(1):107-116, (1996).

Misdaq M.A., Moustaaidine H. , Satif C. , and Charik R. , Appl. Radiat Isot, 48(1):111-115, (1997).

Shafi-ur-Rehman "Radon measurements with CR-39 detectors for uranium or analysis and risk assessment " PhD thesis , Pakistan Institute of Engineering and Applied sience (PIEAS),Islamabad 45650,Nov,(2005).

Determination of radon and thoron concentration in samples from southern marshes of Iraq by SSNTDs technique

Numan .S.Hashim[1], Munaf.K.Jabir[2], Zaid.R.Abid[2]

[1] collage of science ecology department, [2] marin center marin physics department

ABSTRACT

many samples of water ,sediment and plant have been collected from southern marshes of Iraq to determine radon concentration Long-term technique for alpha particles emission with solid state nuclear track detectors (SSNTDs) Type CR-39 and LR-115 type II were used in closed cylinder technique. Each sample is placed in a closed cylinder plastic container. The result showed that radon concentration in sediment samples were ranged between minimum value (872.457 $Bq.m^{-3}$) in Al-chebaish marsh and maximum value (4436.243 $Bq.m^{-3}$) in Al-hawizah marsh which situated in the allowed level of radon concentration in soil. The radon concentration in water samples were ranged between minimum value (315.471 $Bq.m^{3}$) in Al-chebaish and Al-hawizah marsh and maximum value (1744.914 $Bq.m^{-3}$) in Al-hamar marsh which situated in the allowed level of radon concentration in water. The radon concentration in Beach sand samples were ranged between minimum value(315.471 $Bq.m^{3}$) in Al-hamar marsh and maximum value (3415.871 $Bq.m^{3}$) in Al-hawizah marsh. In general we found that the radon activity concentration in sediment ,water and plant under studies are in the range of allowed level .