

تحديد تركيز غاز الرادون في لباب آبار نفطية منتخبة من محافظتي واسط وذي قار – العراق

عبد الرضا حسين صبر* ، مسطر عبد الله علي**، جعفر أحول فرحان**، وليد حميد الموسوي**

*جامعة البصرة/كلية التربية للعلوم الصرفة
**وزارة النفط/ شركة نفط الجنوب

الخلاصة :

استخدمت تقنية كواشف الآثار النووية الصلبة SSNTDs الطويلة الأمد والغير مباشرة لقياس تركيز غاز الرادون المنبعث من 40 عينة منتخبة من لباب آبار نفطية في محافظتي واسط وذي قار في العراق ولأعماق مختلفة تراوحت بين (100m - 3000m) عن سطح الأرض. بينت الدراسة إن اقل تركيز لغاز الرادون كان 3208 Bq/m^3 ، وان اكبر تركيز كان 24370 Bq/m^3 في لباب بئر SU-1 في ذي قار على عمق 3000m عن سطح الأرض. قدرت الجرعة المكافئة التي يمكن إن يتعرض لها العاملين عند التلامس.

المقدمة:

ان التلوث البيئي الإشعاعي هو نتاج عن النشاطات العسكرية والزراعية والصناعية وان أكثر من نصف جرعة هذا الإشعاع ذات الأصل الطبيعي يأتي من انبعاث غاز الرادون المشع [1-2] والتلوث الذي سببه نشاطات إنتاج وتصفية النفط يعد من اكبر+

المشاكل التي تعاني منها الصناعة النفطية في الدول المنتجة للنفط [3-5] حيث تنتشر العناصر الثقيلة والمشعة طبيعياً والمستخرجة من أعماق مختلفة على مساحة واسعة في حقول إنتاج وتكرير النفط الخام وهذا يؤثر بشكل جدي على صحة العاملين في حقول النفط.

ان غاز الرادون هو غاز خامل كيميائياً يحتوي على نظيرين مشعين أحدهما ^{222}Rn (عمره النصفى 2.8d) والوليد من ^{226}Ra التابع لسلسلة ^{238}U والنظير الثاني هو ^{220}Rn (عمره النصفى 55.6S) والوليد من ^{228}Ra التابع لسلسلة ^{232}Th النظير الأول متعارف عليه على انه الرادون Radon والثاني هو الثورون Thoron [6-7]. غاز الرادون باعث لجسيمات الفا المؤينة عند انحلاله بمعدل طاقة 5.6 MeV يؤثر على صحة العاملين عند الاستنشاق والبلع ويعتبر إحدى المسببات الرئيسية لسرطان الرئة.

خلال عمليات الحفر تظهر الى سطح الارض مواد مختلفة منها خليط من النفط والغاز وماء الإنتاج production water والخبث Sludge والترسبات الصلبة Scale والأطيان Mud وكذلك لباب البئر Well core جميعها تحتوي

على نسب مختلفة من العناصر المشعة طبيعيا وفي بعض منها يكون التركيز مرتفع وخطر [8] وحسب تقديرات منظمة البيئة الأمريكية EPA فان الصناعات النفطية تولد مليون طن سنويا من المخلفات المشعة طبيعيا وجميعها مخزونة في الوقت الحاضر في اماكن معدة لذلك.

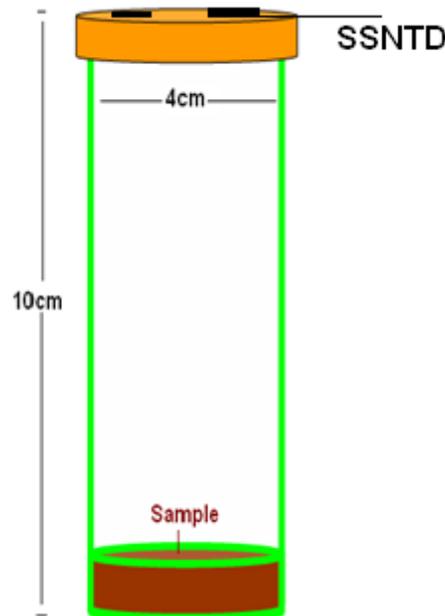
في هذه الدراسة سوف يتم استخدام تقنية الآثار النووية Nuclear Track في الكشف عن غاز الرادون المشع الناتج من لباب الآبار بواسطة استخدام نوعين من كواشف SSNTDs هما CR-39 and LR115-II والتي تستخدم لبساطة عملية الكشف ودقتها وسهولة الاستخدام ، ومبدئها الأساسي هو توليد آثار يمكن حسابها نتيجة لتعرض الكاشف لجسيمات الفا.

العمل التجريبي:

عينة اللباب هي عبارة عن حجر شكله اسطواني كما في الشكل (1) جمعت من اعماق مختلفة من سطح الارض ابتداء من عمق 100m ولغاية عمق 3250m لغرض قياس معدل انبعاث غاز الرادون من كل عينة فان 50 عينة طحنت وجففت الى درجة C 110° للتخلص من الشوائب الهيدروكاربونية و ثم نخلت للحصول على مسحوق متجانس و ثم وضعت كل عينة داخل اسطوانة بلاستيكية (تظهر بالشكل 1) ارتفاعها 10cm وقطرها 4cm [9] وعلى غطاء الأسطوانة يتم لصق الكاشف بأبعاد 1.5x1.5 cm وتغلق بأحكام وتترك الاسطوانة لمدة 90 يوم كمدة موصى بها للحصول على درجة تشعيع معتمدة (انظر الشكل 2) وبعد عملية التشعيع تجرى عملية القشط



شكل (1) صورة للباب بئر نفطي (على اليسار) وصورة للاسطوانة المغلقة (على اليمين)



شكل (2) مخطط الأسطوانة المغلقة

بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH (2.5 N) بدرجة حرارة $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$ خلال 120 دقيقة) للكاشف LR-115 , أما بالنسبة للكاشف CR-39 (6.25 N) بدرجة $(70 \pm 1)^\circ\text{C}$ خلال 7 ساعات) لمحلول القشط NaOH للحصول على العيارية المطلوبة وفق العلاقة التالية [10].

$$N = \frac{W(g)}{M_w} \times \frac{1000}{V} \quad (1)$$

حيث أن :

N: العيارية المطلوبة (Normality) ، W(g): كتلة مادة الهيدروكسيد بالغرام (gm) .

V: حجم الماء المقطر المستخدم مقاساً بالملتر (ml) ، M_w : الكتلة الجزيئية للمادة المذابة وتساوي (40gm) لمادة (NaOH).

ولمنع حصول أي تغيير في التركيز (العيارية) فإنه يحضر في كل مرة محلول جديد (Fresh) . عندما يحضر محلول القشط عند التركيز المطلوب يوضع في وعاء الحفر وهو عبارة عن وعاء بلاستيكي أسطواني الشكل محكم الإغلاق لمنع تبخر المحلول في أثناء عملية القشط ويوضع داخل الحمام المائي عند درجة الحرارة المطلوبة ليشكلان معاً الحمام القلوي (Alkali bath) .

من الأمور الهامة في عملية الحفر الكيميائي هي معرفة أفضل ظروف حفر مناسبة للحصول على أوضح أثر ممكن للآثار وبعد المعالجة الكيميائية قدر معدل كثافة آثار جسيمات ألفا على الكاشف CR-39 والكاشف LR-115 بواسطة المجهر الضوئي لحساب عدد الآثار الكلية المسجلة على الكاشف من المعادلة: $\rho = \frac{\text{Number of Tracks}}{\text{irradiation time} \times \text{Field area}} \text{ (track/cm}^2 \cdot \text{s)}$. هذه التقنية تعتمد على حساب الاحتمالية الكلية لجسيمات ألفا المنبعثة من الرادون والثورون وولاندهما والتي تصل وتسجل على الكاشف CR-39 والكاشف LR-115 حيث تستعمل كثافة الأثر لتحديد معدل انبعاث الرادون من مختلف العينات وتحسب من المعادلتين التاليتين [10]

$$\rho_G^{CR} = A_c^{222} (\text{Bq.cm}^{-3}) \left[\sum_{i=1}^3 k_i P_i^{CR} R_i + \frac{A_c^{220}}{A_c^{222}} \sum_{i=1}^4 k_i P_i^{CR} R_i \right] \quad (2)$$

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

حيث A^{220} و A^{222} تركيز غاز الثورون والرادون ، ρ_i^{CR} كثافة الأثر و R_i مدى جسيمات الفا في الكاشف والرمز k_i يمثل نسبة تفرع جسيمات الفا من مستوي الانبعاث.

وبقسمة المعادلتين 2، 3 نحصل على :

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

بقياس كل من ρ_G^{LR} و ρ_G^{CR} وحساب كل من P_i^{CR} ، P_i^{LR} يمكن إيجاد النسبة A_c^{220}/A_c^{222} بالشكل التالي:

$$\frac{A_c^{220}}{A_c^{222}} = \frac{\sum_{i=1}^3 k_i P_i^{CR} R_i - 3 P^{LR} \Delta R \frac{\rho_G^{CR}}{\rho_G^{LR}}}{4 P^{LR} \Delta R \frac{\rho_G^{CR}}{\rho_G^{LR}} - \sum_{i=1}^4 k_i P_i^{CR} R_i} \quad (5)$$

وباستخدام المعادلات 2,3,5 يمكن تقدير فعالية غاز الرادون A^{222} بوحدات Bq/m^3

النتائج والمناقشة Results and Discussion :

النتائج التي تم الحصول عليها نظمت في الجداول (1-4) ولخصت في الشكل (3) ومن ملاحظة الجداول نجد ان أعظم تركيز لغاز الرادون في البئر SU-1 في حقل ذي قار وبعمق 3000 متر ومقداره 24370 Bq/m^3 واقل تركيز في الآبار هو 3208 Bq/m^3 وان المعدل الحسابي لتركيز غاز الرادون في جميع الآبار $10376-15994 \text{ Bq/m}^3$ والمعدل الكلي هو 12376 Bq/m^3 ومعدل التركيز لبئر الكوت MF-1 هو 10376 Bq/m^3 والبئر Su-1 ، Su-8 و Su-9 و هو 10307 Bq/m^3 , 12827 Bq/m^3 , 15994 Bq/m^3 على التوالي

جدول (1) تركيز غاز الرادون في لباب البئر MF-1 في الكوت

Sample No.	Depth in m	$\rho_G^{CR} \times 10^{-3}$	$\rho_G^{LR} \times 10^{-3}$	A_c^{220}/A_c^{222}	$A_c^{222} \text{ Bq/m}^3$
1	100	0.519133	0.32445	0.92695	4232
2	250	0.32445	0.19467	0.17770	7441
3	500	0.32445	0.19467	0.17770	7441
4	750	0.32445	0.19467	0.17770	7441
5	1750	1.03826	0.64891	0.92695	8464
6	2000	1.03826	0.64891	0.92695	8464
7	2250	0.84359	0.51913	0.22280	11673
8	2500	2.2712077	1.427616	1.526029	13720
9	2750	2.2712077	1.427616	1.526029	13720
10	3000	2.59566	1.62229	0.92695	21162

جدول (2) تركيز غاز الرادون في لباب البئر VsU-1 في حقل ذي قار

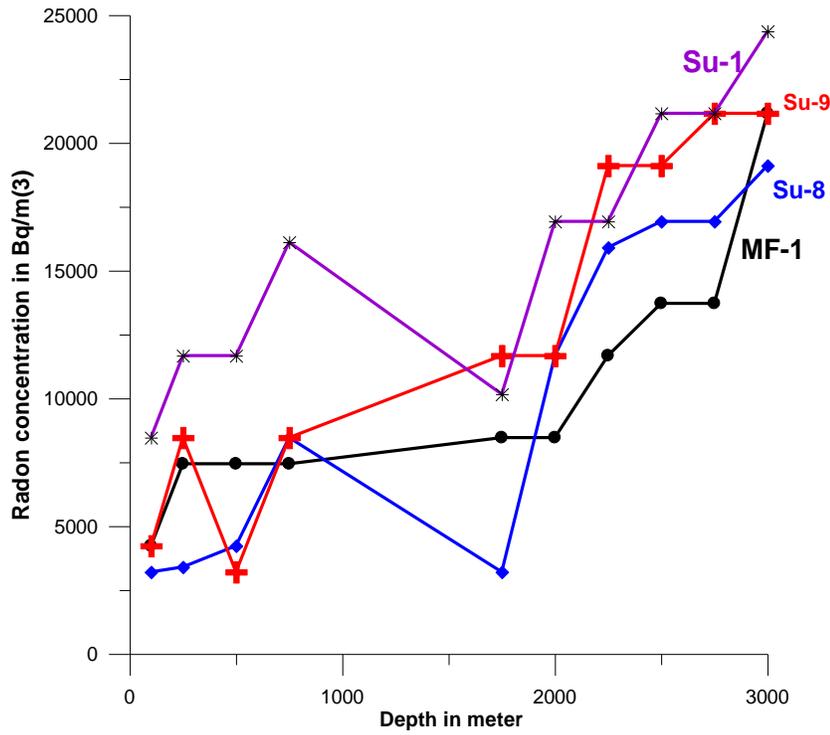
Sample No.	Depth in m	$\rho_G^{CR} \times 10^{-3}$	$\rho_G^{LR} \times 10^{-3}$	A_c^{220}/A_c^{222}	$A_c^{222} \text{ Bq/m}^3$
1	100	1.03826	0.64891	0.92695	8464
2	250	0.84359	0.51913	0.22280	11673
3	500	0.84359	0.51913	0.22280	11673
4	750	1.16804	0.71380	0.06889	19114
5	1750	1.03826	0.64891	0.92695	8464
6	2000	2.07653	1.29783	0.92566	16929
7	2250	2.07653	1.29783	0.92566	16929
8	2500	2.92012	1.81696	0.92695	21162
9	2750	2.92012	1.81696	0.92695	21162
10	3000	2.40099	1.49250	0.58966	24370

جدول (3) تركيز غاز الرادون في لباب البئر Su-8 في حقل ذي قار

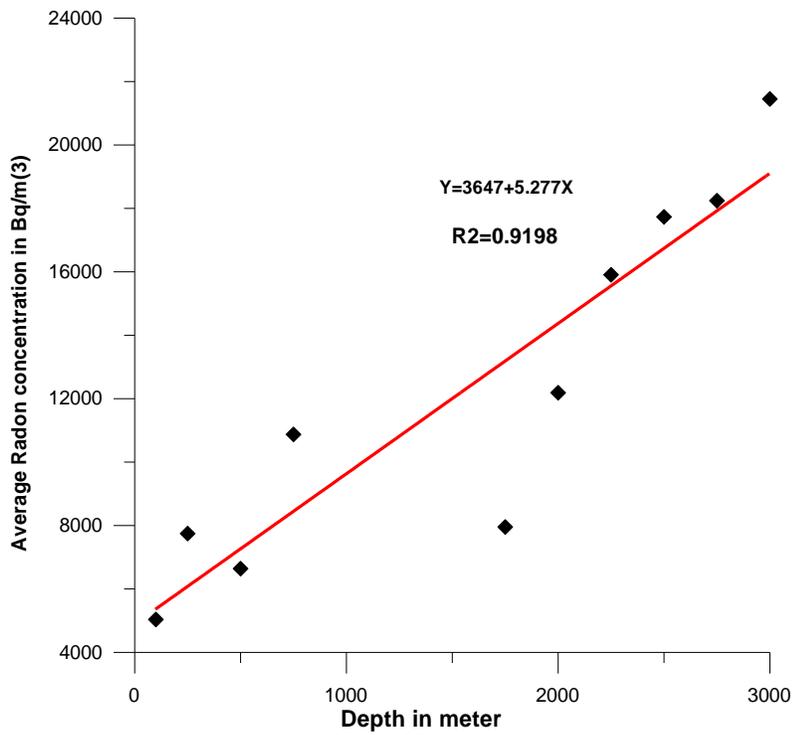
Sample No.	Depth in m	$\rho_G^{CR} \times 10^{-3}$	$\rho_G^{LR} \times 10^{-3}$	A_c^{220}/A_c^{222}	$A_c^{222} Bq/m^3$
1	100	0.19467	0.12970	1.6347	3208
2	250	0.19467	0.12970	1.6347	3404
3	500	0.51913	0.32445	0.92695	4232
4	750	1.03826	0.64891	0.92695	8464
5	1750	0.19467	0.12970	1.6347	3208
6	2000	0.84359	0.51913	0.22280	11673
7	2250	1.36272	0.43591	0.41707	15905
8	2500	2.07653	1.29783	0.92566	16929
9	2750	2.07653	1.29783	0.92566	16929
10	3000	1.16804	0.71380	0.06889	19114

جدول (4) تركيز غاز الرادون في لباب البئر Su-9 في حقل ذي قار

Sample No.	Depth in m	$\rho_G^{CR} \times 10^{-3}$	$\rho_G^{LR} \times 10^{-3}$	A_c^{220}/A_c^{222}	$A_c^{222} Bq/m^3$
1	100	0.51913	0.32445	0.92695	4232
2	250	1.03826	6.48916	0.92695	8464
3	500	0.19467	0.12970	1.6347	3208
4	750	1.03826	6.48916	0.92695	8464
5	1750	0.84359	0.51913	0.22280	11673
6	2000	0.84359	0.51913	0.22280	11673
7	2250	1.16804	7.13808	0.06889	19114
8	2500	1.16804	7.13808	0.06889	19114
9	2750	2.59566	1.62229	0.92695	21162
10	3000	2.59566	1.62229	0.92695	21162



شكل (3) تركيز غاز الرادون لأبار النفط الاربع كدالة للعمق عن سطح الأرض



شكل (4) المعدل الحسابي لتركيز الرادون كدالة للعمق

من الشكل (4) نلاحظ ترابط جيد بين العمق والمعدل الحسابي للتركيز للآبار الخمسة $R^2=0.9197$ ويمكن ملاحظة التناسب الخطي تقريبا بين العمق عن سطح الأرض وتركيز غاز الرادون وهذا طبيعي من وجهة النظر الجيولوجية لان آبار النفط المدروسة تقع في نفس المنطقة الجيولوجية تقريبا وكلما ازداد العمق ارتفعت نسبة العناصر الثقيلة في باطن الأرض.

المعدل العام لتركيز الرادون في الآبار المدروسة فهو 12376 Bq/m^3 هذا المعدل يعد مرتفعا بالمقارنة مع توصيات EPA (منظمة حماية البيئة Environmental Protection Agency) [11] والتي توصي ان يكون المعدل 148 Bq/m^3 وهو مقدار التعرض البيئي الطبيعي وليس في حقول النفط وعند التلامس. منظمة البيئة الأوروبية Commission of the European Communities CEC قاربت تأثير النشاط الإشعاعي المقدر بـ Bq/m^3 الى $1 \text{ Bq/m}^3 \equiv 0.05 \text{ mSvy}^{-1}$ من الجرعة المؤثرة وهذا يعادل $0.0057 \mu\text{Sv/h}$ أي إن معدل الجرعة التي يمكن ان يتعرض لها العاملون عند التلامس هو $70.6 \mu\text{Sv/h}$ معدل الخلفية الإشعاعية في المنطقة بحدود $0.1 - 0.3 \mu\text{Sv/h}$ والمعدل المسموح به حسب توصيات EPA هو $0.74 \mu\text{Sv/h}$ كخلفية اشعاعية تعادل 148 Bq/m^3 والتعرض المستمر الأعظم للإشعاع يجب ان لا يتجاوز $50.0 \mu\text{Sv/h}$ بالنسبة للمعدات الملوثة المستخدمة في الصناعة النفطية وقد يصل الى $100.0 \mu\text{Sv/h}$ [12] بالنسبة للعاملين في الحقل ومن المعروف ان التعرض الاشعاعي يعتبر من المسببات الرئيسية للسرطان وبالنسبة الى تأثير استنشاق وبلع ولائد غاز الرادون يكون سرطان الرئة او المعدة وقد قدر [13] Cross 1990 احتمالية الاصابة بسرطان الرئة بمقدار 1.6×10^{-3} لكل نشاطية اشعاعية 37 Bq/m^3 وبالنسبة الى نتائج البحث فان احتمالية الاصابة سوف ترتفع وقد تصل 50% عند الاستنشاق المباشر او البلع.

الاستنتاجات:

هذه الدراسة وجدت ان نسبة انبعاث غاز الرادون المشع من لباب بئر النفط مرتفعة قياسا الى الخلفية الإشعاعية الطبيعية في المنطقة ولكنها ضمن النسب المعتادة في هذا المجال وهذا طبيعي لان اللباب استخرج من عمق سحيق في باطن الأرض ان هذه النسبة لها تأثير على صحة العاملين في الحقل إذا لم تتخذ الإجراءات الكفيلة لحمايتهم وهي تجهيزهم بالمواد الضرورية ذات الحماية العالية والأقنعة الواقية وعدم الاستنشاق العميق على مسافة قريبة جدا من المخلفات النفطية بدون قناع واق وأيضا عدم التلامس المباشر مع المخلفات.

المصادر:

1. M Eisenbud, and T F Gesell , Environmental Radioactivity from Natural, Industrial & Military Sources, Fourth Edition: From Natural, Industrial and Military Sources, ourth ed. 1997, California, USA: Academic Press.
2. Ali K. Hasan, Abdul. R.H. Subber and Ahmed R. Shaltakh, Advances in Applied Science Research, 2011, 2 (5):273-278
3. G. Viruthagiri and K. Ponnarasi, Advanced in Applied Science Research, 2011, 2(2), pp 103-106
4. N. Sharama, R. Sharama and H.S. Virk, Advanced in Applied Science Research, 2011, 2(3), pp 186-190
5. K P Smith , D L Blunt, G P Williams, J J Arnish, M Pfingston , J Herbert and R A Haffenden, , " An Assessment of the Disposal of Petroleum Industry NORM in Nonhazardous Land field" , Argon National Laboratory, Env. Ass. Division, OSTI ID: , 1999, 13061, pp.1-1
6. International ssociation of Oil and Gas Producers, 2008, "Guideline For the management of Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) in the oil and gas industry", report No 412, pp. 1-4
7. Who Air Quality Guidelines for Europe. Geneva ,1987.
8. A.E. Pillay, f.m. Salih and M.I. Maleek, Sustainability, 2010, 2, pp. 890- 901.



9. Misdaq M. A, Satif C , Journal Radioanalytical and Nuclear Chemistry , 1995 ,Vol. 198 ,No. 1, , pp. 179-189
10. Misdaq M A and Etharti A, , Journal Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1997, Vol. 218 , No. 2, , pp. 209-214
11. ICRP, Ann. ICRP, 1993, 65(2), Pergamon, Oxford.
12. F.B. Rabee, A.Z. Al-zamel, R.A. Al-Fares and H. Bem, NUKLEONIKA, 2009, 54(1), pp. 3- 9
13. F.T. Cross, Twenty ninth Hanford on Health and environment, 1992, Battelle Press, Columbus, pp. 27-29.