

**تحديد تركيز غاز الرادون المنبعث من مخلفات إنتاج وتصفية النفط الخام في حقول النفط****جنوب العراق**

مسطر عبد الله علي

وزارة النفط / شركة نفط الجنوب

**الخلاصة**

جمعت في هذه الدراسة (30) عينة من الخبث (Sludge) والمياه المصاحبة لإنتاج النفط Produced Water فضلا عن لباب الآبار النفطية Oil well core من مناطق مختلفة من حقول النفط جنوب العراق، لتحديد تراكيز غاز الرادون  $^{222}\text{Rn}$  المنبعث من مخلفات إنتاج وتصفية النفط الخام الوليد لعنصر الراديوم المشع والناتج من انحلال نظير اليورانيوم. لقد اعتمدت طريقة القياس الفعالة active methode التقانة الالكترونية السريعة من خلال جهاز Rational Application Developer RAD7 وطريقة القياس السلبية Passive methode طريقة القياس طويلة الأمد لانبعاث جسيمات ألفا باستخدام تقانة كواشف الآثار النووية الصلبة SSNTDs (Solid state Nuclear Track Detectors) النوع CR-39 والنوع LR-115 type II. بينت النتائج إن أكبر تركيز لغاز الرادون في الخبث هو  $134118\text{Bq/m}^3$  في خضر الماء موقع تجميع النفايات المشعة في حقل الرميلة الجنوبي وأقل تركيز في عينة خبث  $3420\text{Bq/m}^3$  من محطة عزل الغاز الثامنة في حقل غرب القرنة/1، بينما كان أعلى تركيز لغاز الرادون في عينة مياه مصاحبة من بئر Ru-340 في حقل الرميلة الجنوبية وهو  $45485\text{Bq/m}^3$  وأقلها  $18162\text{Bq/m}^3$  من بئر WQ-243 في حقل غرب القرنة/1، أما بالنسبة إلى لباب الآبار النفطية كان أعلى تركيز على عمق لباب 2500m عن سطح الأرض في بئر R-489 في الرميلة الشمالية وهو  $42543\text{Bq/m}^3$ . قدرت الجرعة السنوية المؤثرة التي يمكن أن يتعرض لها العاملين في المواقع عند التلامس ووجد أنها  $386.9\mu\text{Sv h}^{-1}$  تقع خارج مستوى الجرعة المقاسة في الخبث في الدول النفطية وقد تشكل أخطار مستقبلية على صحة العاملين وعليه يجب اتخاذ الإجراءات الوقائية للحفاظ على صحة وسلامة العاملين في الحقول النفطية.

**كلمات مفتاحية:** الخبث Sludge، المياه المصاحبة Produced Water، لباب الآبار النفطية Oil well

core، غاز الرادون  $^{222}\text{Rn}$ ، RAD7، جسيمات ألفا، كاشف الأثر النووي، SSNTDs، CR-39، LR-115،

المقدمة

يتعرض عامة الناس للاشعاع المؤين Ionizing Radiation من مصدرين هامين هما المواد المشعة الطبيعية المنشأ (NORM) **Naturally occurring Radioactive materials** والمواد المشعة الصناعية **Artificial Radioactive materials**. فالمواد المشعة الطبيعية المنشأ NORM موجودة على سطح الارض بتراكيز متفاوتة تختلف من منطقة الى اخرى، تتركز هذه المواد بعد ان تنتقل من موقعها الى مواقع اخرى تتواجد فيها الحياة البشرية بكثرة ، بفعل الصناعات النووية ، مثل صناعة الاسمدة الفوسفاتية Phosphate Fertilizer Industry وصناعة النفط والغاز Gas and oil Industry [1-2]. ان هذه المواد المشعة موجودة في الصخور والتربة و وكثير من مواد البناء. تعد صناعة النفط والغاز احدى الصناعات التي يتعرض العاملون فيها لخطر المواد المشعة الطبيعية التي تتركز بفعل هذه الصناعة، وترافق المواد المشعة النفط المستخرج من باطن الارض ، لتترسب على الجدران الداخلية للنانابيب ومستودعات فصل النفط او خزنه وتكون اما على شكل رواسب حرشفية Scale او خبث Sludge ، ويعود تكون هذه الترسبات الى عدة عوامل فيزيائية (تغيرات في درجة الحرارة والضغط) وكيميائية خلال مراحل فصل السوائل (الضغط والماء المصاحب)، وتوجد هنالك عناصر مشعة اخرى في الصناعة النفطية تستخدم لإغراض البحث والتنقيب [3-5] العناصر المشعة طويلة العمر مثل اليورانيوم، الثوريوم والبوتاسيوم أو أي من المواد الناتجة عن تحللها مثل الراديوم والرادون هي أمثلة عن المواد المشعة الطبيعية المنشأ. ويعد عنصر الراديوم من اهم تلك العناصر المشعة التي ترافق مخلفات تصفية وعزل النفط الخام بحكم سلوكه البيئي ذي عمر النصف الطويل  $1600y$  [6] وخواصه الكيميائية المشابه لعناصر الباريوم (Ba) والسترانثيوم (Sr) والكالسيوم (Ca) حيث يظهر مرافقا لها. ان غاز الرادون هو غاز حامل كيميائيا ويحتوي على ثلاث نظائر مهمة احدهما  $^{222}Rn$  عمره النصفى 2.8 d والوليد من  $^{226}Ra$  التابع لسلسلة  $^{238}U$  و الثاني هو  $^{220}Rn$  عمره النصفى 55.65 S الوليد من  $^{228}Ra$  التابع لسلسلة  $^{232}Th$  و الثالث  $^{219}Rn$  عمره النصفى 4S التابع لسلسلة  $^{235}U$  النظير الاول تطلق عليه تسمية الرادون Radon والثاني Thoron اما الثالث فيطلق عليه الاكتينون (actinon) ويعد استنشاق غاز الرادون او التلامس معه من المخاطر الاساسية كونه يعتبر المساهم الاكبر في تعرض الانسان لمصادر الاشعاع الطبيعي، حيث تمثل جرعة الرادون بمفردها 50-55% من اجمالي الجرعة التي يتعرض لها الشخص سنويا من جميع المصادر الطبيعية [7]. وبعد التعرض لغاز الرادون مشكلة صحية وبيئية ، أثبتت الدراسات ان هناك علاقة بين التعرض لغاز الرادون ووقوع الإصابات بسرطان الرئة ، وهذا التأثير المعروف حول الاثر الصحي لغاز الرادون ان اصح التعبير ولائذ الرادون الناتجة من انحلاله ذات اعمار النصف القصيرة هي المسبب الرئيسي لسرطان الرئة [8]. استخدمت طريقتان لقياس غاز الرادون الاولى الطريقة السلبية غير المباشرة وهي طريقة القياس الطويلة الامد تقانة كواشف الاثار النووية الصلبة SSNTDs والثانية الطريقة الفعالة المباشرة من خلال استخدام جهاز الكتروني سريع يسمى RAD7. تهدف هذه الدراسة لتحديد تركيز غاز الرادون المنبعث عن عمليات استخراج وفصل النفط الخام والتي تعد ضمن برنامج مستقبلي اعد لرسم خارطة لغاز الرادون في كافة الحقول النفطية في جنوب العراق لكون النفط المصدر الرئيس للاقتصاد الوطني العراقي.

**العمل التجريبي Experimental Work**

الطريقة غير المباشرة للكشف عن غاز الرادون

جمع وتحضير العينات

تم جمع (30) انموذج من مخلفات انتاج وتصفية النفط الخام ( الخبث (Sludge) ومياه مصاحبة الانتاج النفط الخام Produced Water ولباب الابار النفطية Oil well core ) في ايلول 2014 من مناطق الدراسة التي شملت تسع حقول نفطية كبيرة في جنوب العراق وهي ( حقل الرميلة الجنوبي ،حقل الرميلة الشمالي،حقل غرب القرنة 1/ ،حقل اللحيس، حقل ذي قار، حقل بن عمر، حقل الزبير، حقل مجنون، حقل الحلفاية ،حقل الصبة) شكل (1) بعد عملية الجمع هذه تم تجفيف العينات المدروسة بدرجة حرارة  $110^{\circ}\text{C}$  لمدة 24 ساعة باستخدام فرن حراري وغربلتها باستخدام منخل  $2\mu\text{m}$  للتخلص من الشوائب والاجسام الغريبة وطحنت على هيئة مسحوق ناعم باستخدام طاحونة وهيئة العينات بمواصفات عالمية متفق عليها لتحديد تراكيز غاز الرادون.

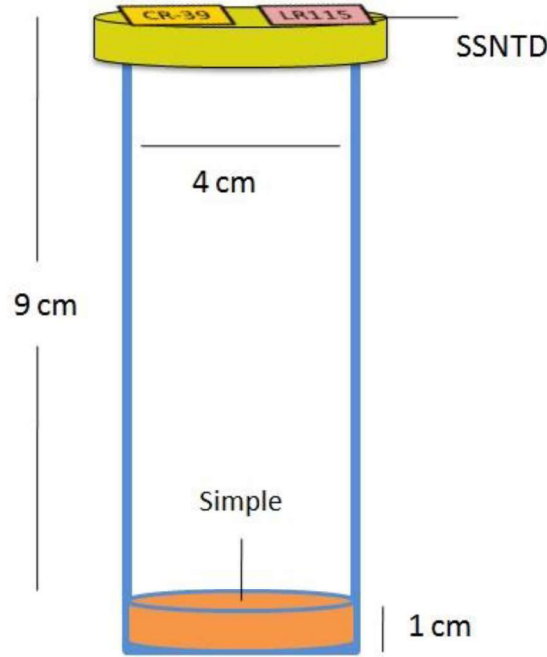


شكل (1) خارطة جمهورية العراق موضعا عليها مناطق الدراسة.

**عملية التشعيع**

حضرت رقائق من كواشف الاثار النووية الصلبة النوعين LR-115 type II، CR-39 بمساحة  $(1.5\text{cm} \times 1.5\text{cm})$  ووضعت في غرفة التشعيع والتي هي عبارة عن اسطوانات بلاستيكية محكمة الاغلاق ارتفاعها  $(10\text{ cm})$  وقطرها  $(4\text{cm})$  ولصقت الكواشف النووية للاثار الصلبة ( $\text{SSNTD}$ ) في غطاء الاسطوانة

من الداخل بحيث تبعد مسافة (9cm) عن العينة الموضوعة في اسفل الاسطوانة على ارتفاع (1cm) ويتم غلقها باحكام وتترك لمدة 90 يوما كفترة معتمدة موسى بها للحصول على درجة تشعيع معتمدة الشكل (2).



شكل (2) انموذج الأسطوانة المغلقة المستخدمة لقياس غاز الرادون بتقانة كواشف الاثر النووي الصلبة SSNTDs

### القشط الكيميائي والمشاهدة المجهرية

اجريت عملية القشط الكيميائي للكواشف النووية النوع CR-39 والنوع LR-115 type II بعد انتهاء الفترة الزمنية المخصصة للتشعيع لتبدأ مرحلة اظهار الاثار النووية ، استعمل الميزان الحساس من نوع (Sartorius) الماني الصنع مقدار الدقة  $\pm 0.01$  لحساب وزن كتلة هيدروكسيد الصوديوم المستعمل في تحضير محلول القشط الكيميائي باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي NaOH بعيارية ( 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 ، علقت الكواشف لتوضع داخل المحلول القاشط NaOH للفترة الزمنية المذكورة لكل كاشف اعلاه ، وبعد الانتهاء من مدة القشط ، تؤخذ الكواشف لتغسل بالماء المقطر وتجفف بورق الترشيح [9] . للحصول على العيارية المطلوبة وحسب العلاقة التالية [10] .

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

حيث أن :

N: العيارية المطلوبة (Normality)

$W(g)$ : وزن المادة المقاسة بالغرام (gm) .

$V$ : حجم الماء المقطر المستخدم مقاساً بالملتر (ml) .

$M_w$ : الوزن الجزيئي للمادة المذابة وبما أنه يساوي (40) لمادة (NaOH) المستخدمة في العمل تصبح المعادلة (1) بالشكل الآتي :

$$N = \frac{W(g)}{V} \times 25$$

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

حيث أن :

$N$ : العيارية المطلوبة (Normality)

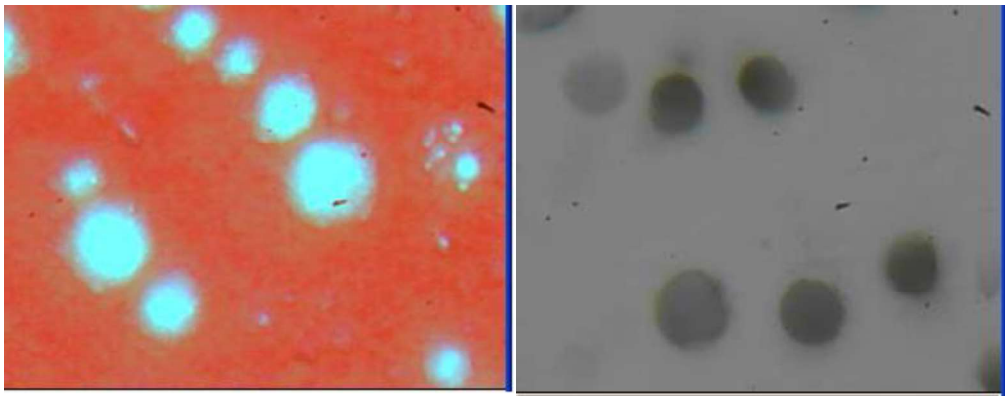
$W(g)$ : وزن المادة المقاسة بالغرام (gm) .

$V$ : حجم الماء المقطر المستخدم مقاساً بالملتر (ml) .

$M_w$ : الوزن الجزيئي للمادة المذابة وبما أنه يساوي (40) لمادة (NaOH) المستخدمة في العمل تصبح المعادلة (1) بالشكل الآتي:

$$N = \frac{W(g)}{V} \times 25$$

بعد الانتهاء من عملية المعالجة الكيميائية تبدأ مرحلة الكشف عن الاثار المسجلة على الكواشف LR-115 type CR-39، II باستخدام مجهر ضوئي وفقا لقوة تكبير مناسبة كما في الشكل (3) حيث يظهر صورة لنموذج الاثار المسجلة على الكواشف.



شكل (3) انموذج لشكل آثار جسيمات ألفا (مكبرة) كما تظهر على الكواشف البلاستيكية بعد المعالجة الكيميائية عليها (LR-115 على اليسار و CR-39 على اليمين).

**الطريقة المباشرة للكشف عن غاز الرادون Active method for Radon detection**

تم استخدام جهاز الكروني السريع RAD7 لتسجيل تراكيز غاز الرادون المنبعث من العينات قيد الدراسة انيا حيث يقوم الجهاز بسحب كمية من الغاز المتولد Grab من فوق العينة ويرسله الى خلية LOCAS cell لغرض قياس تراكيز غاز الرادون بعد ان يتم التأكد من عدم وجود بخار الماء المصاحب للغازات، عملية ضخ الغاز الى الجهاز تستغرق خمس دقائق ليبدأ بعدها الجهاز بالعد لمدة خمس دقائق ايضا الشكل (4). عملية العد هذه هي قياس لتركيز عنصر البولونيوم ( $^{218}\text{Po}$ - (3.05 min) والبولونيوم ( $^{212}\text{Po}$  ( 164  $\mu\text{s}$ ) وعليه فان عملية القياس تكون بعد 9 الى 15 دقيقة.



شكل (4) مخطط لجهاز RAD7 المستخدم لقياس غاز الرادون في عينات الخبث ولباب الابار النفطية بطريقة مباشرة.

**الحسابات**

بعد عملية المشاهدات المجهرية يتم حساب عدد الاثار الكلية المسجلة على الكاشف من المعادلة  $\rho =$  بواسطة الطريقة السلبية طريقة القياس الاولى من خلال 
$$\frac{\text{Number of Tracks}}{\text{irradiation time} \times \text{Field area}} \text{ (track/cm}^2 \cdot \text{s)}$$
 تقنية كواشف الاثار النووية الصلبة SSNTDS والتي تعتمد على حساب الاحتمالية الكلية لجسيمات الفا المنبعثة من الرادون والثورون وولاندهما والتي تضرب وتسجل على الكواشف CR-39، LR-115 حيث تستعمل كثافة الأثر لتحديد معدل انبعاث الرادون من مختلف العينات و تحسب من المعادلتين الانيتين [11].

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

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

حيث  $A_c^{220}$  و  $A_c^{222}$  تركيز غاز الثور ون والرودن ،  $P_i^{CR}$  كثافة الأثر و  $R_i$  مدى جسيمات الفا في الكاشف والرمز  $k_i$  يمثل نسبة تفرع جسيمات الفا من مستوي الأنبعاث. وبقسمة المعادلتين 2، 3 نحصل على :

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

بقياس كل من  $\rho_G^{CR}$  ،  $\rho_G^{LR}$  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 2,3,4 يمكن تقدير فعالية غاز الرادون  $A_c^{222}$  بوحدات  $Bq/m^3$

## النتائج والمناقشة Results and Discussion

لحساب التركيز الفعال لغاز الرادون  $A_c^{222}$  (Radon Activity concentration) لكل عينة من العينات قيد الدراسة، نحسب أولاً النسبة بين التركيز الفعال للثورون والرادون ( $A_c^{220}/A_c^{222}$ ) من المعادلة (5) وذلك بعد التعويض عن كثافة الأثر  $\rho_G^{CR}$  و  $\rho_G^{LR}$  للكاشف CR-39 والكاشف LR-115 على التوالي لكل عينة من العينات قيد الدراسة والموجودة في الجداول (1-3) أزاء كل عينة وكذلك التعويض عن قيم العوامل الأخرى من الجداول المعطاة ، ثم نعوض هذه النسبة والعوامل الأخرى بالمعادلة (5) للحصول على التركيز الفعال لغاز الرادون لاي عينة من العينات قيد الدراسة . تُعاد هذه الحسابات لجميع عينات المواقع الأخرى وتوضع في الجداول إزاء كل عينة.

النتائج بينت في الجداول 1-3 حيث يمثل الجدول (1) تركيز غاز الرادون في نماذج من الخبث لمحطات عزل الغاز في حقول نفط الجنوب حيث يلاحظ ان اقل تركيز كان  $3420 Bq/m^3$  من محطة عزل الغاز الثامنة في



حقل غرب القرنة/1 واكبر تركيز للغاز هو  $134118\text{Bq/m}^3$  من خضر الماء موقع تجميع النفايات المشعة في حقل الرميلة الجنوبي ( عينة رقم F6 ) ومعدل التركيز الحسابي هو  $26126\text{Bq/m}^3$  والشكل ( 5 ) هو توضيح العلاقة بين غاز الرادون في كل محطة من محطات الدراسة مفاصة بطريقة كواشف الاثر النووي الصلبة كدالة لجهاز RAD7 . اما فيما يخص تراكيز غاز الرادون في عينات المياه المصاحبة لانتاج النفط الخام جدول(2) نلاحظ ان اعلى تركيز كان  $45485\text{Bq/m}^3$  في عينة مياه مصاحبة اخذت من بئر Ru-340 في حقل الرميلة الجنوبي واقلها تركيزا هو  $18152\text{Bq/m}^3$  في عينة ماء مصاحب من بئر WQ-243 تابع لحقل غرب القرنة/1 والشكل ( 6 ) يوضح العلاقة بين تركيز غاز الرادون المنبعث من مياه مصاحبة لانتاج النفط الخام في منطقة الدراسة جنوب العراق. اما الجداول (3) يوضح تراكيز غاز الرادون في عينات لباب الابار النفطية المدروسة حيث نلاحظ ان اعظم تركيز للباب الابار النفطية هو  $42543\text{Bq/m}^3$  على عمق 2500m عن سطح الأرض في بئر R-489 في حقل الرميلة الشمالي واقلها تركيزا في عينة اللباب (C8) اخذت من بئر NS-2 في حقل الناصرية وكانت  $7458\text{Bq/m}^3$  الشكل(7) يوضح العلاقة بين تركيز غاز الرادون المنبعث من لباب عشرة ابار نفطية في منطقة الدراسة جنوب العراق.

**جدول 1. تراكيز غاز الرادون في نماذج الخبث (Sludge) في المحطات المدروسة حقول النفط جنوب العراق والمفاصة بواسطة كواشف الاثار النووي SSNTDs .**

رقم النموذج	الحقل النفطي	اسم المحطة	تراكيز غاز الرادون (Bq/m <sup>3</sup> ) المفاصة بطريقة SSNTDs	تراكيز غاز الرادون (Bq/m <sup>3</sup> ) المفاصة بجهاز RAD7
F1	الرميلة الشمالي	عزل الغاز الاولى	23139±1398	9756+205
F2	الرميلة الشمالي	عزل الغاز الرابعة	50426±3066	21219+430
F3	الرميلة الشمالي	عزل الغاز الخامسة	51488±3090	21679+449
F4	الرميلة الجنوبي	عزل غاز الرطكة	27061±1630	11327+234
F5	الرميلة الجنوبي	عزل غاز الشامية	61947±3983	26082+521
F6	الرميلة الجنوبي	موقع تجميع خضر الماء	134118±9112	56470+1130
F7	اللحيس	عزل اللحيس	8745+509	3682±77
F8	بن عمر	عزل بن عمر	11082±672	4666+95
F9	غرب القرنة/1	عزل الغاز الثامنة	3420±208	2130±44
F10	غرب القرنة/1	عزل الغاز السادسة	7112±427	2994+60
F11	غرب القرنة/1	عزل الغاز السابعة	8464±508	3563+73



F12	مجنون	مجنون الرئيسية	9612±577	4027+82
F13	الزبير	عزل قبة سفوان	49485±3012	20835+427
F14	الزبير	عزل الرفاضية	42485±2550	17892+360
F15	الزبير	عزل حمار مشرف	35044±2122	14756+297

ويمكن حساب مقدار الجرعة المؤثرة عند التلامس باعتبار ان  $1\text{Bq/m}^3$  يعادل  $0.025\text{mSv y}^{-1}$  حسب [12-14] EPA , CEC أي ان  $1\text{Bq/m}^3=2.854\times 10^{-3}\mu\text{Sv h}^{-1}$  ومن ذلك نستنتج ان أعظم تركيز للرادون  $134118\text{Bq/m}^3$  يعادل جرعة مؤثرة  $386.9\mu\text{Svh}^{-1}$  عند التلامس وهي جرعة اكبر بكثير من الخلفية الإشعاعية في المنطقة والبالغة  $0.12-0.3\mu\text{Sv h}^{-1}$  او حسب EPA في الولايات المتحدة  $50\mu\text{Sv h}^{-1}$  للعاملين في مجال النفط ( كخلفية إشعاعية) ومن الملاحظ في الجدول (2) ان النسبة  $^{220}\text{Ac}/^{222}\text{Ac}$  تدل على ان نسبة الثورون الى الرادون قليلة ربما تكون بسبب العمر النصفي القصير لغاز الثورون  $56.5\text{S}$  الذي يمكن ان يستنفذ قبل الوصول الى الكاشف باستثناء العينة رقم W5 حيث تكون نسبة تركيز تركيز الثورون فيها اكبر من تركيز الرادون وتفسير ذلك قد يعزى الى ان الخبث ( Sludge ) المترسب متولد من مياه مصاحبة في منطقة جيولوجية يكون فيها نسبة  $^{232}\text{Th}$  الثوريوم -232 أكبر من  $^{238}\text{U}$  اليورانيوم-238 .

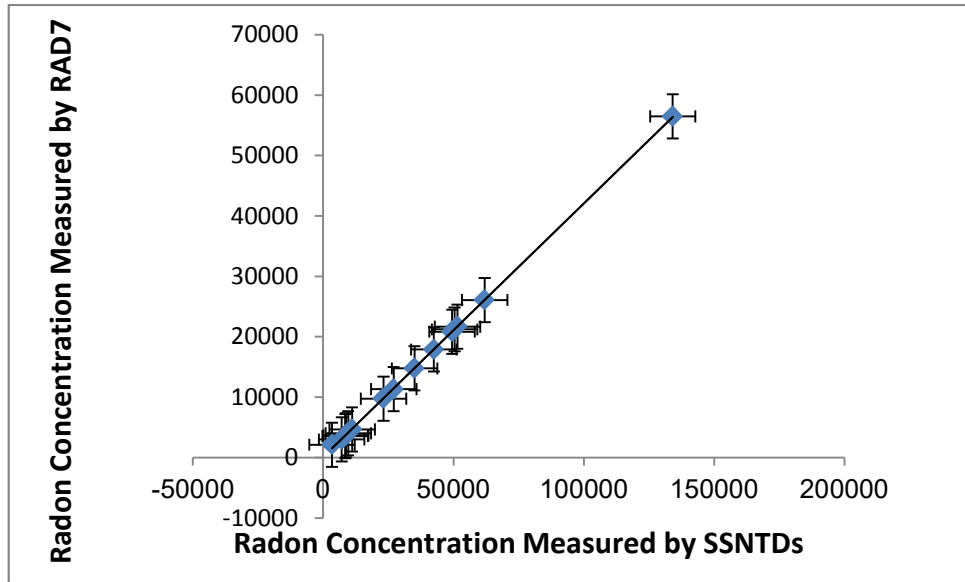
**الجدول 2: تركيز غاز الرادون ( $\text{Bq/m}^3$ )  $\text{Ac}^{222}$  ونسبة الثورون الى الرادون في المياه المصاحبة لانتاج النفط**

**الخام كما قيست بطريقة SSNTDs**

رقم النموذج	اسم الحقل	الابار	$\rho_G^{CR} \times 10^{-3}$ $Tr / \text{cm}^2 . \text{Sec}$	$\rho_G^{LR} \times 10^{-3}$ $Tr / \text{cm}^2 . \text{Sec}$	$\text{Ac}^{220}/\text{Ac}^{222}$	$\text{Ac}^{222}$ $\text{Bq/m}^3$
W1	الرميلة الشمالية	R-489	3.24458	2.01164	0.47085	36044±216 7
W2	الرميلة الجنوبية	Ru-340	4.54241	2.85521	0.52673	45485*±30 41
W3	بن عمر	Nr-29	1.68718	1.03826	0.22280	23347±143 3
W4	غرب القرنة/1	WQ-243	0.84359	0.51913	0.22280	18152±126 7
W5	الزبير	Zb-53	2.92012	1.81696	1.63951	28603±187 6

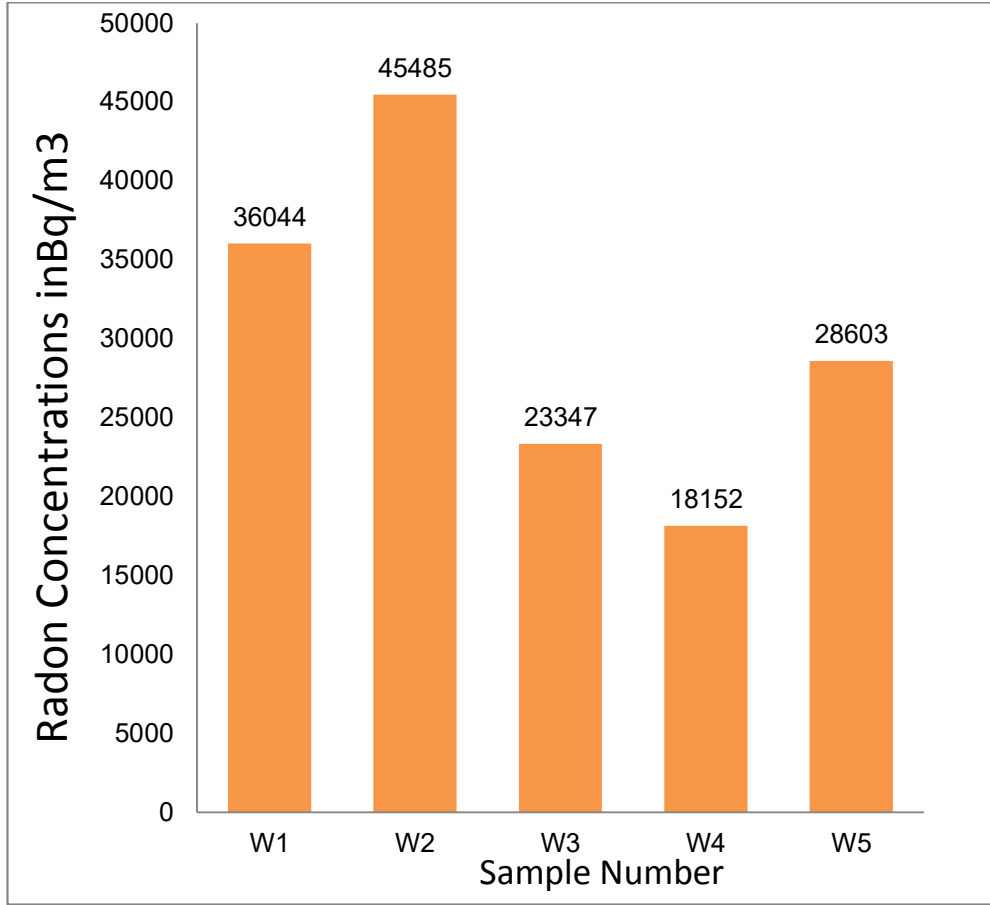
الجدول 3: تركيز غاز الرادون ( $Bq/m^3$ ) ونسبة الثورون الى الرادون في لباب الابار النفطية .

رقم النموذج	اسم البئر	العمق (m)	تراكيز غاز الرادون ( $Bq/m^3$ ) المقاسة بطريقة SSNTDs	تراكيز غاز الرادون ( $Bq/m^3$ ) المقاسة بجهاز RAD7
C1	Zb-187	2500	36044±2177	15176±318
C2	R-489	2500	42543± 2569	17912±362
C3	NR-7	2500	13720±828	5776±117
C4	MF-1	2500	11663±703	4910±99
C5	WQ-243	2500	27442±1654	1158±24
C6	Su-8	2500	30788±1855	12964±268
C7	Ru- 280	2500	41203±2482	17348± 358
C8	NS-2	2500	7458±449	3140± 64
C9	Rf-1	2500	11673±702	4914± 100
C10	Hf-1	2500	10649±640	4484± 91

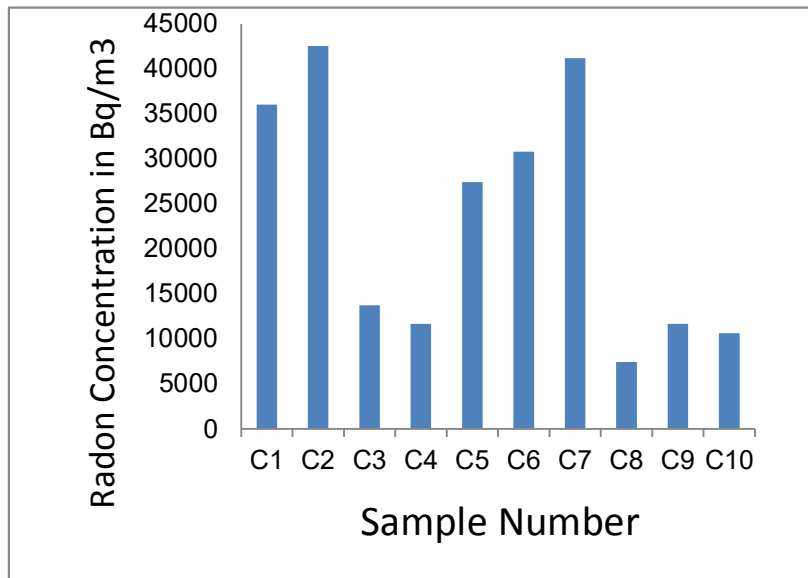


شكل 5 : تركيز غاز الرادون المنبعث من الخبث Sludge المقاس بالطريقة السلبية (كواشف الاثر النووي)

كدالة للطريقة الفعالة لجهاز RAD7.



شكل 6: تركيز غاز الرادون المنبعث من المياه المصاحبة لانتاج النفط الخام لخمس آبار نفطية منتخبة في جنوب العراق



شكل 7: تركيز غاز الرادون المقاس بطريقة SSNTDs للباب عشرة آبار نفطية منتخبة.

**الاستنتاج Conclusion**

تم في هذه الدراسة تحديد تراكيز غاز الرادون المنبعث من مخلفات انتاج وتصفية النفط الخام في حقول النفط الجنوبية في جمهورية العراق بواسطة الطريقة الفعالة المباشرة بواسطة جهاز الكتروني سريع RAD7 والطريقة السلبية طويلة الامد من خلال تقانة كواشف الاثار النووية الصلبة SSNTDs. اظهرت ان معدل تركيز غاز الرادون لجميع النماذج المتمثلة بالخبث والمياه المصاحبة ولباب الابار النفطية هو  $24110\text{Bq/m}^3$  وان اكبر تركيز كان في عينة F6 من خبث في موقع تجميع النفايات الخطرة خضر الماء حقل الرميلة الجنوبي وهو  $134118\text{Bq/m}^3$  ويعد هذا التركيز مرتفع جدا ويحتاج معالجة سريعة، ووجد ايضا تركيز غاز الرادون في عينات المياه المصاحبة لانتاج النفط الخام و لباب الابار النفطية هو الاخر مرتفع قياسا الى الخلفية الاشعاعية الطبيعية وهذا مبرر كون المياه المصاحبة لانتاج النفط الخام و اللباب استخرجا من اعماق سحيقة في باطن الارض، كما وجد ان الجرعة السنوية المكافئة في عينات الخبث (Sludge) في الحقول الجنوبية التي شملتها الدراسة اعلى من مستوى الجرعة المسموح بها  $50\ \mu\text{Sv h}^{-1}$  والموصى بها من قبل EPA في الولايات المتحدة وخارج حدود الجرعة المعتمدة في دول الجوار النفطي. ان هذه التراكيز والجرع لها تأثير سلبي على صحة العاملين وعامة الناس في الحقل اذا لم تتخذ الاجراءات الكفيلة لحمايتهم.

توفر هذه الدراسة قاعدة بيانات مهمة حول تركيز غاز الرادون في مخلفات انتاج وتصفية النفط الخام في المنطقة الجنوبية من جمهورية العراق.

**المصادر**

- [1] Hamlat M.S., Kadi H., and Filag H .,(2003). "Precipitate containing NORM in the oil industry", Applied Radiation and Isotopes., Vol. 59. pp.93-99.
- [2] Othman I., AL-masri M.S., and sumany H., (2005)., "public and regulatory acceptability of NORM contaminated soil disposal" , The Syrian experience .E and P NORM workshop. Sultanate of Oman, Muscat.
- [3] Testa C., Desideri D., MeliM. A., Roselli C. B., ssignani A., Colombo G., and Fresafantion R.,(1994). "Radiation protection and radioactive scales in oil and gas production". Health physics 67.
- [4] Harb S., El-Kamel A.H., Abd El-Mageed A.I., Abbady A and Wafaa Rashed.,(2008). "Concentration of  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ , and  $^{40}\text{K}$  for some granite samples in eastern desert of egypt"., proceedings of the 3<sup>rd</sup> enviroinmental physics conference, Egypt.
- [5] Mirdaq M A and Etharti A, , Journal Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1997, Vol. 218 , No. 2, , pp. 209-214.

- [6] NRC (National Research Council). Committee on Health Effects of Exposure to Radon (BEIR VI), and Commission on Life Sciences. Health Effects of Exposure to Radon in Mines and Homes. Washington, D.C. National Academy Press. (1994).
- [7] WHO Air Quality Guidelines for Europe. Geneva ,1987.
- [8] Badham K., Mehra R and Sonkawade R G , Indian Journal of Pure and Applied Physics, **2010**, Vol 48, , pp. 508-511.
- [9] Badham K., Mehra R and Sonkawade R G , Indian Journal of Pure and Applied Physics, 2013, Vol 48, , pp. 508-511.
- [10] Misdaq M. A, Satif C , Journal Radioanalytical and Nuclear Chemistry , **1995** ,Vol. 198 , No. 1, , pp. 179-189.
- [11] Misdaq M A and Etharti A, , Journal Radioanalytical and Nuclear Chemistry, **1997**, Vol. 218 , No. 2, , pp. 209-214.
- [12] J.M. Gody and R.P. Cruz, journal of Environmental Radioactivity, **2003**, 70, pp. 199-206.
- [13] F.B. Rabee, A.Z. Al-zamel, R.A. Al-Fares and H. Bem, NUKLEONIKA, **2009**, 54(1), pp. 3-9.
- [14] Subber Abdul R.H., Ali Master A. and Salman Thaer M., (2011). “Radon Concentration in oily Sludge Produced from Oil Refineries in the Southern oil plant at Basra Governorate – Iraq”. Archives of Appl Sci Research Vol (3,6),PP123-127.