

## "قياس تراكيز غاز الرادون المنبعث من عينات بعض الأعشاب الطبيعية المتوفرة في الأسواق المحلية لمحافظة ميسان باستخدام كاشف الأثر النووي CR- 39"

م. د. علي مهدي عبد الحسين . ريام سعد الدين علي  
كلية التربية الأساسية ،جامعة ميسان

### المخلص:

تم في هذه الدراسة تحديد تركيز غاز الرادون في (12) عينة أعشاب طبيعية ( حبة السوداء – يأنسون – بابونج – كتان – حلبة ) والمتوفرة في الأسواق المحلية في محافظة ميسان – جنوب العراق والشائعة الاستعمال من قبل بعض الناس، لتحديد تراكيز غاز الرادون Rn-222 المنبعث من العينات المنتخبة والنتائج من انحلال عنصر الراديوم Ra-226 المشع في سلسلة اليورانيوم U-238. اعتمدت طريقة القياس طويلة الأمد لانبعثات جسيمات ألفا باستخدام كواشف الآثار النووية الصلبة (Solid state) Nuclear Track Detectors SSNTDs النوع CR-3. أظهرت النتائج إن اعلي تركيز لغاز الرادون في عينات الأعشاب هو ( $3.8380 \text{ Bq. m}^{-3}$ ) في العينة العشبية (يأنسون) وقل تركيز ( $0.299 \text{ Bq. m}^{-3}$ ) في عينة عشب حبة السوداء في محافظة ميسان ضمن العينات المدروسة. وبصورة عامة وجد ان تراكيز غاز الرادون في عينات الأعشاب الطبيعية المنتخبة من مناطق أسواق محافظة ميسان - جنوب العراق ضمن الدراسة اقل من الحدود المسجلة من قبل منظمة الصحة العالمية (World Health Organization) والبالغة  $809 \text{ Bq/m}^3$ .

كلمات مفتاحية: غاز الرادون، أعشاب طبيعية، جسيمات ألفا، كواشف الآثار النووية الصلبة.

## "Measurement of radon gas concentrations from samples of some natural herbs available in the local markets of Misan Governorate using the nuclear impact detector CR-39"

Ali Abdul Hussein

Department of Science, Basic education college, University of Misan

### Abstract

In this study, radon gas concentration was determined in (12) natural herbal samples (black seed - anise - chamomile - flax - fenugreek) which are available in local markets in Misan Governorate - southern Iraq and are commonly used by some people, to determine radon gas concentrations Rn- 222 Emitted from the selected samples resulting from the dissolution of radioactive radium 226-Ra in the U-238 uranium chain. The long-term measurement method for the emission of alpha particles was adopted using Solid State Nuclear Track Detectors SSNTDs CR-3. The results showed that the highest radon gas concentration in herbal samples is (3.8380 Bq. M-3) in the herbal (anise) sample. The lowest concentration (0.299Bq .m-3) in the black seed herb sample in Maysan Governorate is among the studied samples. In general, it was found that radon gas concentrations in natural herbal samples selected from the Misan market areas - southern Iraq within the study are less than the limits recorded by World Health Organization (809Bq / m3).

Key words: radon gas, natural herbs, alpha particles, solid nuclear reagent detectors.

## المقدمة:

يتعرض الإنسان إلى الإشعاع بصورة عامة من مصدرين رئيسيين هما الإشعاع الطبيعي أو الصناعي من صنع الإنسان لاستخدامه في أغراض مختلفة في الحياة ، وقد تتعرض جميع الكائنات الحية لكميات معينة من الإشعاع الطبيعي على شكل جسيمات وإشعاع الرادون غاز مشع طبيعي المنشأ عديم اللون والطعم والرائحة حامل كيميائياً بسبب استقراريته الالكترونية لامتلاكه ثمانية إلكترونات في قشرته الخارجية ، تبلغ كثافته  $9.7 \text{ kg/m}^3$  ، وهو احد عناصر الجدول الدوري الذي يقع ضمن الغازات النبيلة يحتوي الرادون على ثلاث نظائر مهمة احدهما R-222 عمره النصفى 2.8days والوليد من الراديوم -٢٢٦ التابع لسلسلة اليورانيوم-٢٣٨ و الثاني الراديوم-٢٢٠ عمره النصفى 55.65Second الوليد من الراديوم -٢٢٨ التابع لسلسلة الثوريوم-- ٢٣٢ و الثالث الراديوم -٢١٩ عمره النصفى 4Second التابع لسلسلة اليورانيوم-٢١٥ النظير الأول تطلق عليه تسمية الرادون Radon والثاني Thoron اما الثالث فيطلق عليه الاكتيون [1-6]actinon. ويعتبر الرادون -٢٢٢ النظير الأكثر وفرة من الغازات الخاملة التي لتتفاعل بسهولة مع العناصر الأخرى . تكمن الآثار الصحية للرادون في جسيمات ألفا الصادرة عنه وعن نواتج تفككه حيث تمتلك هذه الجسيمات الطاقة الكافية لتخترق النسيج وتصل إلى القسم الداخلي للخلايا وتخرب هذا النسيج وهناك طريقتان يمكن لرادون ونواتج تفككه إن تدخل جسم الإنسان وهما التنفس والهضم ويعتقد إن الهضم ليس خطراً حيث وجود الطعام في المعدة ولو بسماكة لا تتجاوز (1.5mm) يمكن إن يوقف معظم جسيمات ألفا الصادرة عن تفكك الرادون ووليداته ،وبما إن الرادون غاز نبيل ذو عمر نصفى كبير مقارنة مع الدورة التنفسية فهو إما ينتقل إلى الدورة الدموية أو يعود ويخرج من الرئة عن طريق الزفير، ولما كانت نواتج تفكك الرادون تعلق نفسها على المعلقات الهوائية فإنها من الممكن إن تدخل الرئة وتتفكك وتكون سبباً رئيسياً للإصابة بسرطان الرئة حيث أثبتت الكثير من الدراسات وجود علاقة طردية بين التعرض لغاز الرادون ووقوع حالات الإصابات بسرطان الرئة [7]، وهذا التأثير المعروف حول الأثر الصحي لغاز الرادون ان اصح التعبير ولائذ الرادون الناتجة من انحلاله ذات أعمار النصف القصيرة هي المسبب الرئيسي لسرطان الرئة استخدمت طريقة القياس الطويلة الأمد لانبعاث جسيمات ألفا تقنية كواشف الآثار النووية الصلبة خلال استخدام الكاشف النووي CR-39 لقياس غاز الرادون، لما تملكه هذه الكواشف من مميزات جعلت استخدامها مستمر لقياس غاز الرادون لقلة كلفتها ودقتها وحساسيتها العالية لجسيمات ألفا الساقطة عليها فضلاً عن كونها سهلة الاستخدام ولا تحتاج إلى أجهزة كالكترونية معقدة عند القياسات. وقد استخدمت كواشف الآثار النووي في قياس غاز الرادون في مجالات عديدة في التربة ومواد البناء وتحديد التلوث في الأسمدة النباتية وفي المواد المستخدمة في طب الأسنان وفي المياه والإعشاب الطبيعية [8]. تهدف الدراسة الحالية لقياس تركيز غاز الرادون المنبعث من النظائر المشعة الموجودة في الأعشاب الطبيعية والمتوفرة في الأسواق المحلية لمدينة ميسان – العراق.

### منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في محافظة ميسان - جنوب العراق شكل (1) تقع محافظة ميسان على محيط نهر دجلة والى الجهة الجنوبية الشرقية من العاصمة بغداد وعلى بعد 320kmK تحيط بها ثلاث محافظات مهمة وهي محافظة البصرة من الجنوب ومحافظة ذي قار من الغرب ومحافظة واسط من الشمال ، تبلغ مساحتها 16072 ويسكنها حوالي مليون نسمة .



شكل(1) خارطة العراق موضحا عليها منطقة الدراسة.

## الجزء العملي :

### طريقة قياس كواشف الأثر النووية الصلبة

#### جمع وتحضير العينات

جمعت 12 عينة من الأعشاب الطبيعية من الأسواق المحلية لمحافظة ميسان - جنوب العراق ، و بعد عملية الجمع جففت العينات المدروسة الأعشاب الطبيعية(حبة السودة - يأنسون - بابونج - كتان - حلبة) بدرجات حرارة عالية بالنسبة و ثم تم طحنها باستخدام طاحونة كهربائية وغرقلت جميع العينات باستخدام منخل 2  $\mu\text{m}$  للتخلص من الشوائب وحضرت العينات بمواصفات متفق عليها في كثير من الدراسات لقياس تراكيز غاز الرادون. استخدمت كواشف الأثر النووية الصلبة لقياس تراكيز غاز الرادون في العينات قيد الدراسة.

#### عملية التشعيع للنماذج والقشط الكيميائي:

حضرت كواشف الأثر النووية الصلبة CR-39 بمساحة (1.5cm×1.5cm) ووضعت داخل حجرة التشعيع والتي هي عبارة عن اسطوانات بلاستيكية محكمة الإغلاق ارتفاعها (12 cm) وقطرها (6cm) وزرعت الكواشف النووية للأثار الصلبة في سداد الاسطوانة من الداخل ويتم غلقها بصورة محكمة وتترك لمدة 60 يوما لغرض التشعيع شكل (2). بعد انتهاء مدة التشعيع المخصصة ترفع الكواشف لاجراء عملية الكشف عن الاثار النووية المسجلة على الكواشف ، اجريت عملية القشط الكيميائي بتحضير المحلول القاشط وهو محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي NaOH بعيارية (6.25 N) بدرجة (70 ± 1 °C) خلال 7 ساعات للكاشف CR-39 ، علقت الكواشف داخل المحلول القاشط NaOH للفترة الزمنية المذكورة لكل كاشف أعلاه ، وبعد الانتهاء من فترة القشط ، تؤخذ الكواشف لتغسل بالماء المقطر وتجفف بورق الترشيح . للحصول على العيارية المطلوبة وحسب العلاقة التالية [9] .

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

حيث أن :

N: العيارية المطلوبة (Normality)

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

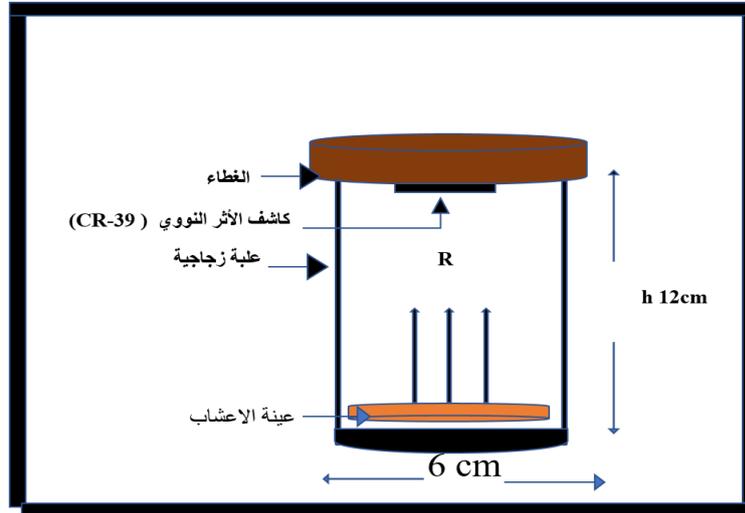
V: حجم الماء المقطر المستخدم مقاساً بالملتر (ml) .

M<sub>w</sub>: 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 المعالجة الكيميائية يتم الكشف عن الآثار المسجلة على الكواشف نوع CR-39 باستخدام مجهر ضوئي وفقا لقوة تكبير مناسبة.



الشكل (2) صورة للأسطوانة المغلقة المستخدمة لقياس غاز الرادون.

#### الحسابات:

بعد الانتهاء المشاهدة المهرجية يتم حساب عدد الآثار المسجلة على كل كاشف من الكواشف لوحدة المساحة باستعمال عدسة خاصة مقسمة إلى عدة مربعات بحسب معدل عدد الآثار، وتحسب مساحة المربع بوضع تدريج خاص موضوع على شريحة زجاجية أمام العدسة الشبكية إذ يحسب طول ضلع المربع الصغير أو الكبير ومن ثم حساب المساحة بحيث تم تقسيم كاشف الأثر النووي إلى أربعة مجالات تحت المجهر الضوئي، ثم نقسم عدد الآثار (N) التي تم الحصول عليها عن طريق الفحص بالمجهر الضوئي بوحد (Track) على مساحة مجال الرؤية ( $A_D$ ) بوحد ( $cm^2$ ) لنحصل على كثافة الآثار النووية ( $\rho$ ) بوحد ( $Track.cm^{-2}$ ) وفق العلاقة التالية:

$$\rho = N_{av} / A_D \dots \dots \dots (1)$$

حيث إن :

$N_{ave}$  هو معدل عدد الاثار

$A_D$  هي مساحة مجال العرض أو الرؤية بواسطة المجهر الضوئي وتساوي  $(1.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^2)$ . ولعرض قياس مستوى تركيز الرادون في العينات بالطريقة المذكورة لابد من تحديد ثابت انتشار المنظومة (K) وهو يختلف من منظومة إلى أخرى بحسب إبعاد المنظومة وشكلها الهندسي، علما أن تركيز المواد المشعة لا يعتمد على الإبعاد الهندسية للمنظومة إذ بقيت كتل العينات وحجومها ثابتة. إن ثابت انتشار المنظومة (K) المستعمل في البحث الحالي احتسب على وفق العلاقة الآتية:

$$K = 1/4 \times r(2\text{Cos}\theta_c - r / R_a) \dots\dots\dots(2)$$

إذ أن  $r$  هو نصف قطر العلبة الزجاجية المستعملة بوصفها حجرة انتشار (التشيع) ومقداره (3 cm) و  $\theta_c$  الزاوية الحرجة للكاشف (CR-39) ومقدارها ( $35^\circ$ ) و  $R_a$  يمثل مدى جسيمات ألفا في الهواء الناتجة والمنبعثة من غاز الرادون ويساوي (4.15 cm) وعند تعويض هذه القيم في المعادلة (٢) يمكننا تحديد قيمة ثابت الانتشار (K) بوحدة  $(\text{Track.cm}^{-2} / \text{Bq.m}^{-3} \cdot \text{d})$  ويساوي (0.035) تبعا لوحدة القياس في معادلة رقم (٢)، ويتم إيجاد تركيز غاز الرادون في الحيز الهوائي للحجرة المحصورة بين سطح العينة و سطح الكاشف بوحدة  $\text{Bq.m}^{-3}$  باستعمال المعادلة الآتية:

$$\rho = K \times C_{av} \times T \dots\dots\dots(3)$$

إذ يمثل  $\rho$  كثافة آثار الجسيمات النووية بوحدة  $(\text{Tr.cm}^{-2})$  و (K) يساوي ثابت الانتشار بوحدة (0.035)  $(\text{Track.cm}^{-2} / \text{Bq.m}^{-3} \cdot \text{d})$  و  $C_{av}$  تركيز الرادون في الحيز الهوائي بوحدة  $(\text{Bq.m}^{-3})$  و T زمن التشيع بالأيام (زمن التعريض للنماذج مع الكاشف).

ومن خلال المعادلة رقم (4) من بعد الترتيب يمكن حساب معدل تركيز الرادون في العينات وفق العلاقة الآتية:

$$C_{av} = \frac{\rho}{KT} \dots\dots\dots(4)$$

ولحساب معدل الرادون المتبخر بدلالة مساحة الكاشف النووي للعينات نستخدم العلاقة الآتية :

$$E_A = \frac{\rho \cdot \lambda_{Rn} \cdot V}{K \cdot A \cdot T} \dots\dots\dots(5)$$

إذ يمثل :

$E_A$  معدل الرادون المتبخر بدلالة مساحة الكاشف النووية (A) للعينات بوحدة  $(\text{Bq.m.h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2})$

$(\lambda_{Rn})$  ثابت الانحلال الرادون ويساوي  $(2.06 \times 10^{-6} \cdot \text{Sec}^{-1})$ .

$V$  حجم الوعاء الأسطواني الشكل بوحدة  $(\text{cm}^3)$  ويساوي  $(V = \pi r^2 h)$  حيث  $\pi$  النسبة الثابتة وتساوي  $(3.14)$  و  $r^2$  نصف قطر الوعاء  $h$  ارتفاع الوعاء بوحدة  $(\text{cm})$ .

$A$  مساحة العينة  $(\pi \cdot r^2 \text{cm}^2)$  و  $K$  ثابت الانتشار.

$T_{\text{eff}}$  الزمن الفعال بوحدة  $(\text{day})$  ويساوي  $(54 \text{ day})$  وهو اقل من الزمن الكلي للفحص  $T$  حيث تم حسابه وفق العلاقة الآتية:

$$T_{\text{eff}} = T - \frac{1}{\lambda_{Rn}} (1 - e^{-\lambda_{Rn} T}) \dots \dots \dots (6)$$

$T$  الزمن الكلي للفحص (زمن التشعيع) بوحدة  $(\text{day})$  ويساوي  $(65 \text{ day})$ .

كما تم في هذه الدراسة حساب معدل الرادون المتبخر بدلالة الكتلة للعينات وفق العلاقة الآتية:

$$E_M = \frac{\rho \cdot \lambda_{Rn} \cdot V}{K \cdot M \cdot T} \dots \dots \dots (7)$$

إذ يمثل :

$E_A$  معدل الرادون المتبخر بدلالة الكتلة  $(M)$  للعينات بوحدة  $(\text{Bq} \cdot \text{m} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1})$

$M$  كتلة العينات بوحدة  $(\text{gm})$  و  $K$  ثابت الانتشار،  $T_{\text{eff}}$  الزمن الفعال بوحدة  $(\text{day})$  [10].

ومن خلال المعلومات الخاصة التي حصلنا عليها خلال عملية الفحص بالمجهر الضوئي وعند تعويض المعلومات بالمعادلات السابقة التي ذكرناها نحصل على النتائج التي تخص العينات خلال عملية الفحص.

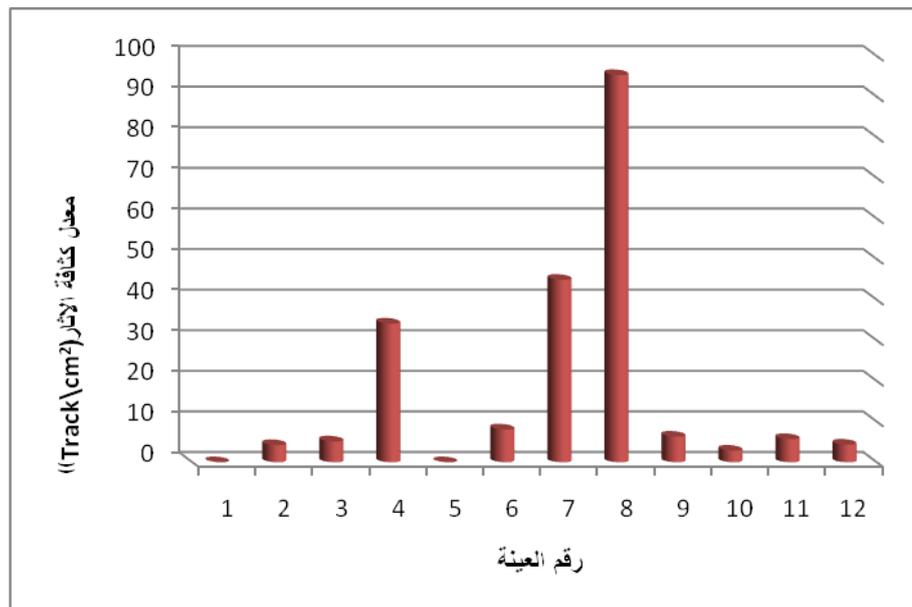
## النتائج والمناقشة Results and Discussion

النتائج دونت في الجدول (1-2) ووضحت في الأشكال (3-7) حيث يمثل الجدول (1) كثافة معدل الآثار النووية المسجلة على الكواشف للعينات العشبية المدروسة، حيث يلاحظ ان معدل كثافة الآثار تراوحت بين  $(8.060 - 2.850 \text{ Trak/cm}^2)$  في الأعشاب الطبيعية وان أعلى كثافة كانت  $(8.060 \text{ Trak/cm}^2)$  في عشب يانسون وقلها  $(2.850 \text{ Trak/cm}^2)$  في عشب

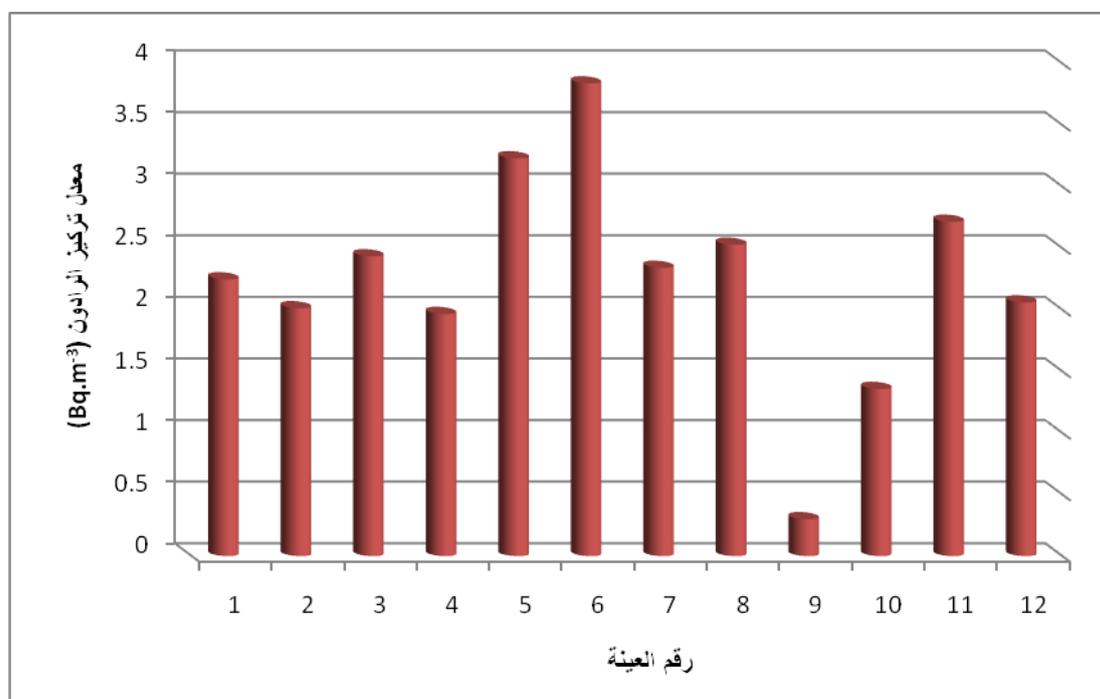
نبات الحلبة إما تراكيز غاز الرادون ف سجلت أعلى قيمة ( $3.838\text{Bqm}^{-3}$ ) في عشب يانسون وأقل تركيز للرادون كان ( $0.299\text{Bqm}^{-3}$ ) في عينة عشب حبة السودة. من جدول رقم(2) نلاحظ إن معدل تركيز الرادون بدلالة المساحة في عينات الأعشاب الطبيعية المحلية يتراوح ما بين ( $1.2153 \times 10^{-3} - 7.2645 \times 10^{-3} \text{Bq.m.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$ ) في عشب نبات الحلبة و إكليل الجبل، بصورة عامة لم تسجل أي زيادة في تراكيز غاز الرادون لكافة عينات الأعشاب قيد الدراسة مقارنة مع الحدود المسجلة من قبل منظمة الصحة العالمية (World Health Organization) والبالغ قدرها  $809\text{Bq/m}^3$  [11] وقريبة من نتائج بعض من الدراسات السابقة [12] وهذا يعني ان هذه الأعشاب المستخدمة في علاج الكثير من الامراض ليس لها تأثير سلبي على صحة مستخدميها من الناس، كون هذه المواد عرضة للتبخر بصورة كبيرة بسبب البيع حيث يتبخر غاز الرادون للهواء بفعل التهوية وجود مراوح في محلات البيع في أسواق منطقة الدراسة في محافظة ميسان- جنوب العراق.

جدول (1) يوضح كثافة الآثار النووية المحسوبة في كاشف (CR-39).

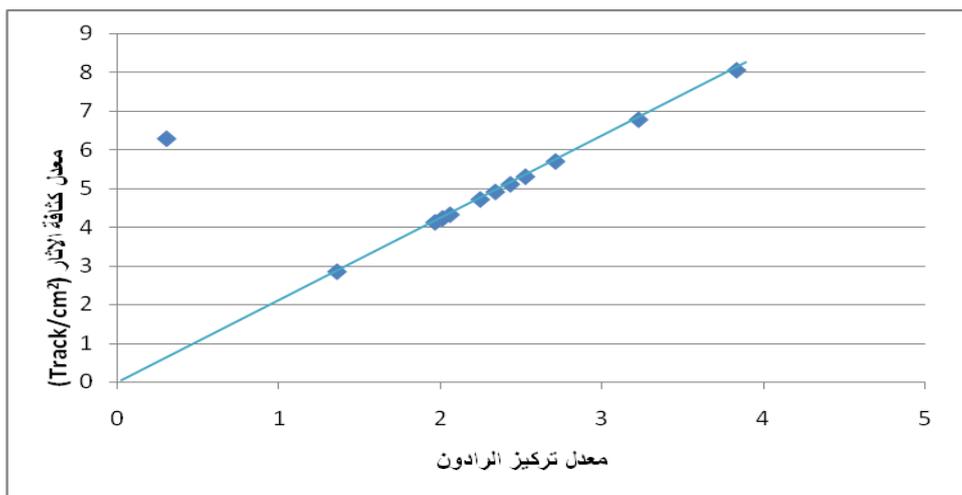
رقم العينة	اسم العينة	معدل كثافة الآثار (Track/cm <sup>2</sup> )	معدل تركيز (Bq .m <sup>-3</sup> )الرادون
1	ورق الزيتون	4.718 0	2.2466
2	مرمية	4.226	2.0126
3	البابونج	5.1113	2.4339
4	إكليل الجبل	4.1283	1.9659
5	ملبسا	6.7823	3.2296
6	يانسون	8.0600	3.8380
7	كتان	4.914	2.3402
8	كركيه	5.307 <sup>٩</sup>	2.5276
9	حبة سوده	6.2907	0.2995
10	حلبة	2.8505	1.3573
11	مردقوش	5.7010	2.714
12	جعه	4.3249	2.0594



الشكل (3) يوضح توزيع تركيز الأثر النووية في العينات العشبية.



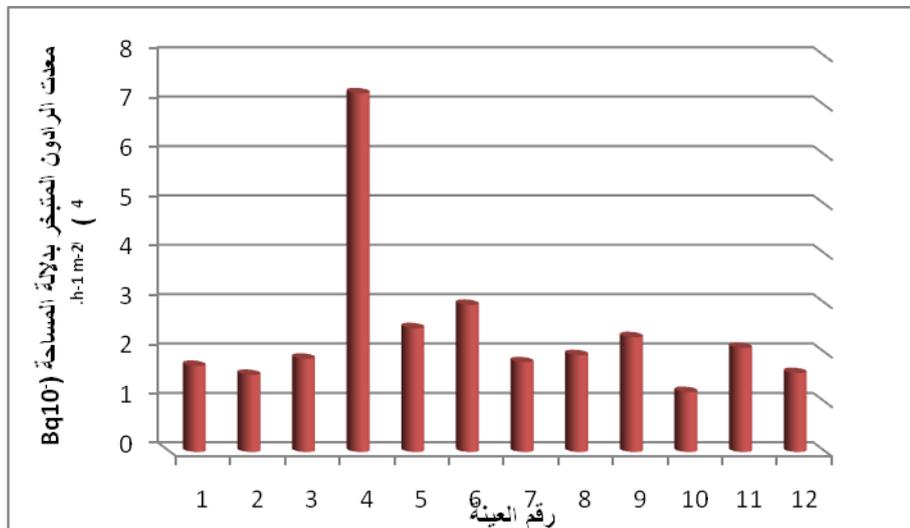
الشكل (4) يوضح توزيع تركيز الرادون في العينات العشبية.



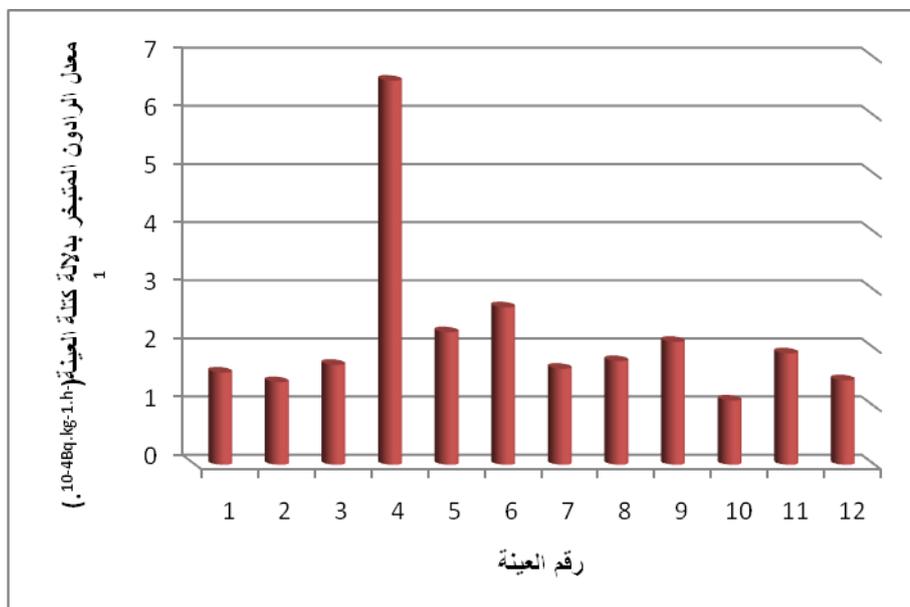
الشكل (5) يوضح علاقة خطية بين معدل كثافة الآثار ومعدل تركيز الرادون.

جدول (2): يوضح معدل الرادون المتبخر بدلالة مساحة الكاشف المحسوب لكل عينة.

معدل الرادون المتبخر بدلالة كتلة $Bq \cdot h^{-1} \cdot Kg^{-1} \times 10^{-4}$	معدل الرادون المتبخر بدلالة المساحة $Bq \cdot h^{-1}, m^{-2} \times 10^{-3}$	رقم العينة
1.5853	1.7438	1
1.4203	1.5622	2
1.718	1.8892	٣
6.6054	7.2645	4
2.2789	2.5068	5
2.7083	2.9791	6
1.6514	1.8165	7
1.7835	1.9619	8
2.1138	2.3251	9
1.1049	1.2153	10
1.9156	2.1071	11
1.4532	1.5985	12



الشكل رقم (6): يوضح توزيع معدل تركيز الرادون المتبخر بدلالة المساحة



الشكل رقم (7): يوضح توزيع معدل تركيز الرادون المتبخر بدلالة الكتلة في العينات العشبية.

الاستنتاجات:

خلال الدراسة الحالية وفي ضوء النتائج التي تم الحصول عليها خلال عملية الفحص بواسطة كاشف الأثر النووي (CR-39) لمجموعة من العينات العشبية الطبيعية المحلية والتي يتم استخدامها كعلاج من قبل العديد من الناس، أعلى تركيز للرادون في العينة العشبية (اليانسون) الذي بلغ تركيزه  $(3.838\text{Bqm}^{-3})$  إما أقل تركيز كان في عينة عشب نبات الحلبة حيث بلغ معدل التركيز فيهما  $(0.299\text{Bqm}^{-3})$  في عينة عشب حبة السوداء، وهي نسبة منخفضة جدا مقارنة بالعينات السابقة وان جميع التراكيز الناتجة لم تتجاوز الحدود المسموح بها والتي وضعتها منظمة الصحة العالمية  $(809\text{Bq.m}^{-3})$  بل كانت أقل منها بكثير، هذه التراكيز ليس لها تأثير سلبي على صحة الناس المناولين لها، توفر هذه الدراسة قاعدة بيانات لتركيز غاز الرادون في بعض من الأعشاب الطبيعية في محافظة ميسان جنوب العراق .

## References

## المصادر

- ١ - قصي راغب علي "دراسة وقياس تركيز اليورانيوم في عينات من التربة لمناطق غرب بغداد باستخدام كاشف الاثر النووي CR-39"، مجلة جامعة النهريين ، العدد3 ، المجلد12 ، 209.
- ٢- مسطر عبد الله علي" تحديد تراكيز غاز الرادون المنبعث من مخلفات إنتاج وتصفية النفط الخام في جنوب العراق، مجلة البحوث والدراسات النفطية، العدد ٢٧٢، ٢٠١٦.
- ٣- يونس محمد عطية ، ختام عبد العالي، حميد بلاسم ماهود، محمد عبدالحسين "تحديد تراكيز الرادون في مركز محافظة ميسان باستخدام كواشف الاثر النووية CR-39، مجلة أبحاث البصرة ، العدد36 ، المجلد6 ، 2010.
- ٤- قياس الجرعة السنوية المؤثرة لغاز الرادون في بيوت زجاجية وبلاستيكية في مدينة الموصل ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، العدد 18 ، المجلد 5 ، 2013.

[5] Badham K., Mehra R and Sonkawade R G., *Indian Journal of Pure and Applied Physics*, **2010**, Vol 48, , pp. 508-511.

[6] Subber Abdul R.H., Ali Master A. and Salman T M., *Archives of Appl Sci Research*, **2011**, Vol 3,6, PP123-127.

[7] 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).

٨- باسم خلف رجه" قياس تركيز غاز الرادون المشع في الخشب المستورد والمحلي باستعمال كاشف الأثر النووي للحالة الصلبة"، مجلة بغداد للعلوم ، العدد 10 ، المجلد 2 ، 2013.

[9] Misdaq M. A, Satif C , *Journal Radioanalytical and Nuclear Chemistry* , 1995 ,Vol. 198 , No. 1, , pp. 179-189.

[10]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, 1-4 pp,281-282 , (1993) .

[11] Kenawy,M.A.,Sayyah,T.A., Ahmed Morsy A.,Hegazy T.M and Said A.F *Journal Radiation Physics and protection* , 2004, VoII., No. 2, , pp. 27-30.

١٢- زينب خالد نصر الله، " قياس تركيز اليورانيوم في (13) نموذج مختلف من الأعشاب الطبيعية باستخدام كاشف الأثر النووي (CR-39)" أطروحة الماجستير ، جامعة النهريين ، كلية العلوم ، المجلة العراقية للعلوم ، المجلد (52) ، العدد (4) ، (2011).