

قياس تراكيز الرادون واليورانيوم في أنواع مختلفة من التبوغ المتوفرة في

الأسواق المحلية في محافظة كركوك

زينب عبد الكريم علي¹، أحمد عبد ابراهيم²

^{2,1} قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق.

¹zainabb252@gmail.com, ²dean.ahmed2017@uokirkuk.edu.iq

الملخص

تم في هذا البحث قياس تراكيز غاز الرادون في أنواع مختلفة من التبوغ المتوفرة في الأسواق المحلية في محافظة كركوك. تم جمع 20 نوع من تبوغ السكائر ونوعين من المعسل لثمان شركات مختلفة المستخدمة في تدخين الأركيلة والموجودة في الأسواق المحلية باستخدام تقنيتي كاشف الأثر النووي CR-39 والكاشف الإلكتروني RAD7. أظهرت النتائج أن تركيز غاز الرادون يتراوح بين (44.54 Bq m^{-3}) في عينة تبغ السكائر BC الى (100.22 Bq m^{-3}) في عينة تبغ السكائر BS وتركيزه يتراوح بين (40.02 Bq m^{-3}) في عينة المعسل Gr₂ الى (134.98 Bq m^{-3}) في عينة المعسل Gf₂ بتقنية كاشف الأثر النووي CR-39. وأظهرت النتائج أن تركيز غاز الرادون يتراوح بين (41.9 Bq m^{-3}) في عينة تبغ السكائر BD الى (84.1 Bq m^{-3}) في عينة تبغ السكائر BP. وتركيزه يتراوح بين (40.4 Bq m^{-3}) في عينة المعسل Gr₂ الى (82.1 Bq m^{-3}) في عينة المعسل Gk₂ بتقنية كاشف RAD7. نتائج الدراسة الحالية تبين أن تراكيز غاز الرادون في عينات التبوغ المستخدمة أقل من الحد المسموح به عالمياً ($100-300 \text{ Bq m}^{-3}$).

الكلمات الدالة: غاز الرادون؛ التبغ؛ سرطان الرئة؛ CR-39؛ RAD7.

DOI: <http://doi.org/10.32894/kujss.2020.15.3.2>

Studying the Radon and Uranium Concentrations in Different Types of Tobacco Available in the Local Markets in the Kirkuk Governorate

Zainab Abdulkareem Ali¹, Ahmed A. Ibrahim²

^{1,2} Department of physics, College of Science, Kirkuk University, Kirkuk, Iraq.

¹zainabb252@gmail.com, ²dean.ahmed2017@uokirkuk.edu.iq

Abstract

The current research aims to measure radon gas concentrations in different types of tobacco. 20 types of cigarettes tobacco and two types of molasses were collected for eight different companies the most prevalent in smoking which are found in local markets using the techniques of solid state nuclear track detector CR-39 and electronic radon detector RAD7. The results showed that the radon gas concentration ranged between (44.54-100.22) Bq m⁻³ in cigarette samples and its concentration in molasses samples ranged between (40.02-134.98) Bq m⁻³ CR-39 detector. The results showed that radon gas concentration ranged between (41.9-84.1) Bq m⁻³ in cigarette samples (BD-BP). The ranged between (40.4-82.1) Bq m⁻³ in molasses samples (Gr₂-Gk₂) using the RAD7 reagent technique. The results of the study shows that the radon concentrations in tobacco samples are less than the internationally allowed limit (200-300 Bq m⁻³).

Keywords: Radon gas; tobacco; lung cancer; CR-39 detector; RAD7.

DOI: <http://doi.org/10.32894/kujss.2020.15.3.2>

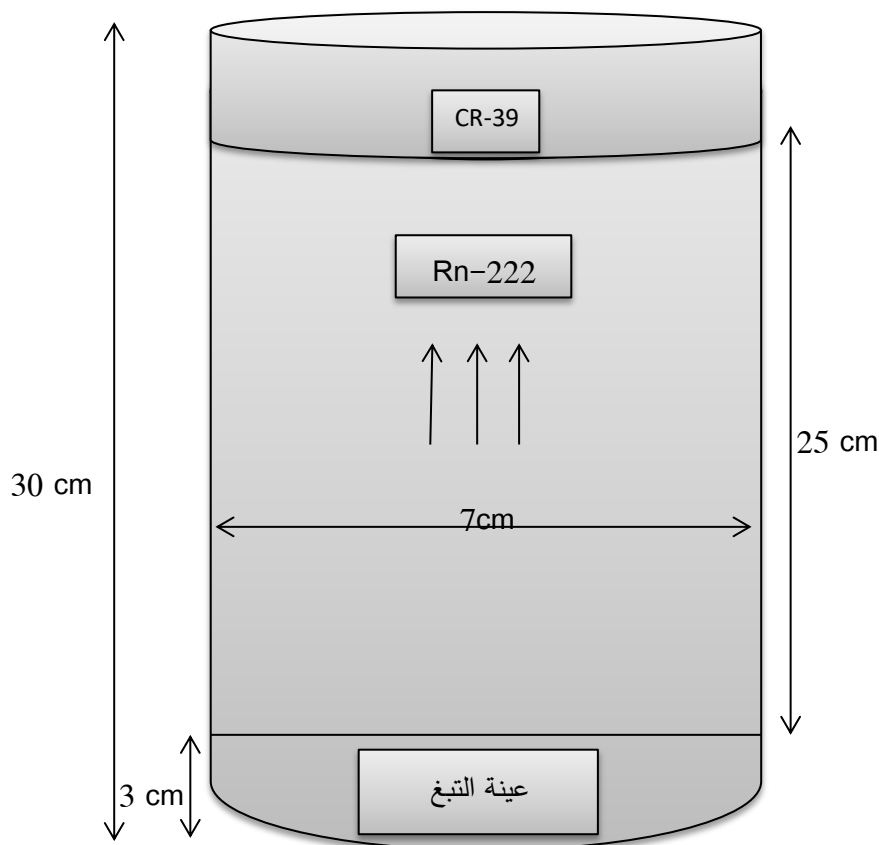
1. المقدمة:

وفقا للوكالة الدولية للطاقة الذرية فان المصادر الرئيسية للتعرض للإشعاع للبشر تشمل الاشعاعات الطبيعية للأصول الأرضية والكونية المنشأ والنظائر المشعة الداخلية [1, 2]. الرادون هو غاز نبيل، ويحدث بشكل طبيعي كناتج لتحلل سلسلة اليورانيوم 238، وليس له رائحة أو لون، يتحلل الغاز المشع عن طريق بعث جسيمات ألفا بكميات مميزة من الطاقات لإعطاء مجموعة من النويدات المشعة قصيرة العمر (مثل ^{214}PO و ^{218}PO). يبلغ عمر النصف للرادون (3.82d) [3]. ينبعث الرادون الداخلي من التربة ومواد البناء والهواء الخارجي والغاز الطبيعي المستخدم في التدفئة ومعدات الطبخ [4]. يستعمل نبات التبغ في صناعة السكائر وتختلف التبوغ المستعملة حسب نوع التربة ونوع التبغ ومنطقة وبيئة زراعته وكذلك طريقة معاملته وإنتاجه صناعيا، فعند حرق التبغ (السكائر) ينتج دخانا معقد التركيب يحتوي على ما يقارب أربعة آلاف مركب منها ما هو غازي وسائل وصلب ومن المواد الغازية هو أول ثاني اوكسيد الكربون و الأمونيا وأبخرة ومواد كبريتية، أما المواد الصلبة والسائلة في دخان التبغ فهي القطران والنيكوتين [5]. يسهم التدخين كسبب رئيسي في حدوث مجموعة كبيرة متنوعة من الاضطرابات التي تسبب الاضطرابات الرئوية أو التليف ومن المعتقد بقوة أن دخان التبغ هو عامل أساسي في الإصابة بالعديد من الامراض الخطيرة والقاتلة التي تسبب تليف الرئة الذي لا تعرف له معالجة فعالة لحد الآن [6]. سرطان الرئة هو السبب الرئيسي للوفيات المرتبطة بالسرطان في جميع أنحاء العالم التعرض للرادون هو السبب الرئيسي الثاني لسرطان الرئة، والمخاطر أعلى بكثير بالنسبة للمدخنين منها لغير المدخنين أكثر من 85% من الوفيات الناجمة عن سرطان الرئة الناجم عن الرادون هي من بين المدخنين ، يعد تدخين التبغ أحد عوامل الخطر لسته من أصل ثمانية أسباب وفاة رئيسية في جميع أنحاء العالم مع كون سرطان الرئة أحد الأسباب الستة، يمثل التبغ السبب الأكثر خطورة من بين هذه الاسباب [7].

2. طريقة العمل:

جمعت 20 نوع من تبوغ السكائر ونوعين من المعسل لثمان شركات مختلفة. تم طحن وتجفيف عينات السكائر في الفرن الحراري بدرجة حرارة 160°C لمدة ساعة ونصف و وزنت و وضعت على ارتفاع 3 cm في أنابيب التشعيع (بطول 30 cm وقطر 7 cm) كما موضح في الشكل 1. وتم تقطيع الكاشف البلاستيكي CR-39 الذي ينتمي الى الكواشف

العضوية وهو متعدد الكربون (polycarbonate) [8] ذات سمك $500\mu\text{m}$ بمساحة $(1.5 \times 1.5) \text{ cm}^2$ وثبتت على ارتفاع 25 cm من العينة وغلقت بإحكام وتركزت لمدة تتراوح بين (75-100) يوما لغرض التشعيع.



شكل 1: منظومة التشعيع المستخدمة لقياس تركيز الرادون في العينات.

ان كاشف RAD7 مصنوع من مادة شبه موصلة (السيكون) يحول طاقة اشعاع الفا الناتج من تحلل ^{218}Po أو ^{214}Po مباشرة الى اشارة كهربائية والتي سيتم تضخيمها بواسطة الدوائر الالكترونية للكاشف ومن ثم تحويلها الى صيغة رقمية [9] بعد انتهاء فترة التشعيع ربطت اسطوانات التشعيع بالكاشف الالكتروني RAD7 بواسطة الصمامات الموجودة أعلى وأسفل أنبوبة التشعيع لغرض قياس تركيز غاز الرادون في الحيز الهوائي داخل الاسطوانة كما موضح في الشكل 2. بعد ذلك تم رفع الكواشف لتبدأ عملية القشط الكيميائي اذ تم قشط الكواشف بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)

بتركيز 6.25 ودرجة حرارة 70°C لمدة ثلاث ساعات ثم غسلت الكواشف بالماء المقطر وجففت ووضعت تحت المجهر الضوئي عند تكبير 40X لإظهار وحساب عدد الآثار المتكونة على الكاشف.



شكل 2: ربط اسطوانة التشيع بكاشف RAD7 .

ولحساب تركيز الرادون لابد من تحديد ثابت الانتشار للمنظومة المستخدمة اذ يختلف ثابت الانتشار من منظومة الى اخرى اعتمادا على الابعاد الهندسية للمنظومة.

تم حساب ثابت الانتشار للمنظومة المستخدمة حسب المعادلة التالية [10]:

$$K = \frac{1}{4} \times r \left(2 \cos \theta_c - \frac{r}{R_\alpha} \right) \quad (1)$$

حيث r نصف قطر الأنبوبة ومقدارها (3.5 cm) و θ_c الزاوية الحرجة لكاشف CR-39 ومقدارها 35° و R_α مدى جسيمات الفا في الهواء الناتجة عن الرادون ومقداره (4 cm) وعند تعويض القيم في المعادلة وجد أن ثابت الانتشار للمنظومة يساوي ($K = 0.66 \text{ Tr cm}^2 \text{ d}^{-1} / \text{Bq m}^3$).

وتم حساب تركيز الرادون C_{air} في الحيز الهوائي داخل الأسطوانة باستخدام العلاقة التالية [11]:

$$C_{air} = \frac{\rho}{k.t} \quad (2)$$

t = زمن التشعيع (بالأيام) للكواشف المعرضة.

للحصول على تركيز الرادون C_{Rn} في العينات بوحدة ($Bq\ m^{-3}$) تم استخدام العلاقة التالية [12]:

$$C_{Rn} = \frac{\lambda_{Rn} C_a h T}{L} \quad (3)$$

حيث λ_{Rn} ثابت انحلال الرادون ($0.1814\ day^{-1}$)، L سمك العينة في الأنبوبة (cm^3)، h ارتفاع الحيز الهوائي في الأنبوبة ($25\ cm$).

كذلك يمكن ايجاد الفعالية الاشعاعية A للرادون الناتج من العينات المستخدمة بوحدة Bq تبعاً لحجم العينة في الحجرة V (m^3) وذلك من العلاقة [13]:

$$A = C_w V \quad (4)$$

باستخدام قانون التوازن الاشعاعي المثالي يتم ايجاد عدد ذرات اليورانيوم N_U في العينات وكتلته W_U (g) وتركيزه بوحدة (ppm) من المعادلات [13]:

$$N_U \lambda_U = N_{Rn} \lambda_{Rn} \quad (5)$$

$$W_U = \frac{N_U A_U}{N_{av}} \quad (6)$$

$$C_U(ppm) = \frac{W_U}{W_s} \quad (7)$$

اذ ان λ_U ثابت الانحلال ويساوي $4.883 \times 10^{-18}\ d^{-1}$ ، A_U العدد الكتلي لليورانيوم ^{238}U ، N_{av} يمثل عدد افوكادرو ويساوي $6.022 \times 10^{23}\ mol^{-1}$ ، W_s كتلة العينات المستخدمة.

3. النتائج و المناقشة :

تقسم النتائج الى محورين اعتمادا على نوع العينات:

3.1 عينات تبوغ السكائر:

جدول 1 يوضح أسماء ورموز عينات تبغ السكائر وتركيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الأنبوبة المقاس بواسطة كاشف الأثر النووي الصلب CR-39 والكاشف الإلكتروني RAD7. نلاحظ أن أعلى قيمة لتركيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الأسطوانة في العينة BS (100.22 Bq m^{-3}) وأدنى قيمة في العينة BC (44.54 Bq m^{-3}) بواسطة كاشف CR-39. وأعلى قيمة في العينة BP (84.1 Bq m^{-3}) وأدنى قيمة في العينة BD (41.9 Bq m^{-3}) بواسطة كاشف RAD7. والشكل 3 يوضح تراكيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الاسطوانة بواسطة كاشفي CR-39 و RAD7 لعينات تبغ السكائر ومقارنتها مع الحد المسموح به. و جدول 2 يبين الفعالية الاشعاعية بوحدة (Bq) وتراكيز الرادون في العينات حيث كانت أعلى قيمة لتركيز الرادون في العينة BS وتبلغ ($13634.931 \text{ Bq m}^{-3}$) وأقل قيمة في العينة BC ($5049.72 \text{ Bq m}^{-3}$). وتركيز اليورانيوم يتراوح من 0.9 ppm في العينة BC الى 2.415 ppm في العينة BS ويوضح الاشكال 4 و5 تراكيز الرادون واليورانيوم في عينات تبغ السكائر.

3.2 عينات المعسل:

جدول 3 يوضح أسماء ورموز عينات المعسل وتركيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الأنبوبة المقاس بواسطة كاشف الأثر النووي الصلب CR-39 والكاشف الإلكتروني RAD7. نلاحظ أن تركيز الرادون يتراوح من 40.02 Bq m^{-3} في العينة Gr₂ الى 134.98 Bq m^{-3} في العينة Gf₂ بواسطة CR-39. ويتراوح من 40.4 Bq m^{-3} في العينة Gr₂ الى 82.1 Bq m^{-3} في العينة Gk₂ بواسطة RAD7. والشكل 6 يوضح تراكيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الاسطوانة بواسطة كاشفي CR-39 و RAD7 لعينات المعسل ومقارنتها مع الحد المسموح به. جدول 4 يبين الفعالية الاشعاعية بوحدة (Bq) وتركيز الرادون في العينات وكذلك تركيز اليورانيوم بوحدة (ppm). حيث كانت أعلى قيمة لتركيز الرادون في العينة Gf₂ وتبلغ $20200.04 \text{ Bq m}^{-3}$ وأدنى قيمة في العينة Ga₁ وتبلغ $5806.62 \text{ Bq m}^{-3}$. وتركيز اليورانيوم يتراوح من 0.541 ppm في العينة Gr₂ الى 1.881 ppm في العينة Gf₂. جدول 5 يبين تركيز الرادون في تبغ السكائر

والمعسل لدراسات سابقة والدراسة الحالية. الاشكال 7 و 8 يوضحان تراكيز الرادون واليورانيوم في عينات المعسل. و شكل 9 يمثل الآثار المتكونة على الكاشف النووي الصلب CR-39 للعينات.

جدول 1: أسماء ورموز عينات تبغ السكائر وتراكيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الأنبوبة بواسطة كاشف CR-39 و

RAD7.

أسم العينة	رمز العينة	تركيز الرادون بواسطة RAD7 (Bq m ⁻³)	تركيز الرادون بواسطة CR-39 (Bq m ⁻³)
تبغ سكائر نوع PINE	BA	61.2	69.04
تبغ سكائر نوع MIAMI	BB	62.4	62.36
تبغ سكائر نوع CRAVEN	BC	51.2	44.54
تبغ سكائر نوع masis	BD	41.9	46.15
تبغ سكائر نوع Aspen	BE	65.5	65.08
تبغ سكائر نوع PARLIAMENT	BF	69.7	56.4
تبغ سكائر نوع MM	BG	63.4	62.91
تبغ سكائر نوع ROYALS	BH	62.5	61.32
تبغ سكائر نوع MILANO	BI	62.5	65.54
تبغ سكائر نوع ESSE(SILVER)	BJ	56.3	46.51
تبغ سكائر نوع SENATOR	BK	58.6	54.28
تبغ سكائر نوع MAC	BL	72.3	57.74
تبغ سكائر نوع MT(BLUE)	BM	54.1	51.55
تبغ سكائر نوع KENT(BLUE)	BN	59.4	50.92
تبغ سكائر نوع Marlboro	BO	73.9	72.45
تبغ سكائر نوع Winston	BP	84.1	51.09
تبغ سكائر نوع SUMER	BQ	79.4	52.55
تبغ سكائر نوع DUNHILL	BR	69.9	45.04
تبغ سكائر نوع AFFAIR	BS	72.3	100.22
تبغ سكائر نوع KENT(DELUXE)	BT	68.7	66.08

جدول 2: الفعالية الاشعاعية وتراكيز الرادون واليورانيوم في عينات تبغ السكاثر.

رمز العينة	الفعالية الاشعاعية للرادون (Bq)	تركيز الرادون في العينة C_{Rn} (Bq m ⁻³)	تركيز اليورانيوم C_U (ppm)
BA	0.903	7827.41	1.56
BB	0.8158	7070.065	1.29
BC	0.582	5049.72	0.9
BD	0.611	5302.01	1.023
BE	0.8741	7575.2	1.27
BF	0.7575	6564.866	1.18
BG	0.8449	7322.6	1.48
BH	0.8449	7322.93	1.51
BI	0.9031	7826.8	1.41
BJ	0.6409	5554.3	1.16
BK	0.7574	6564.26	1.42
BL	0.8158	7069.97	1.46
BM	0.7283	6312.03	1.498
BN	0.7283	6311.87	1.017
BO	1.0489	9090.18	1.847
BP	0.7574	6564.63	1.056
BQ	0.8158	7069.98	1.284
BR	0.6992	6059.6	1.164
BS	1.5733	13634.931	2.415
BT	1.0489	9090.07	1.714

جدول 3: أسماء ورموز عينات المعسل وتراكيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الأنبوبة بواسطة كاشف CR-39 و

RAD7.

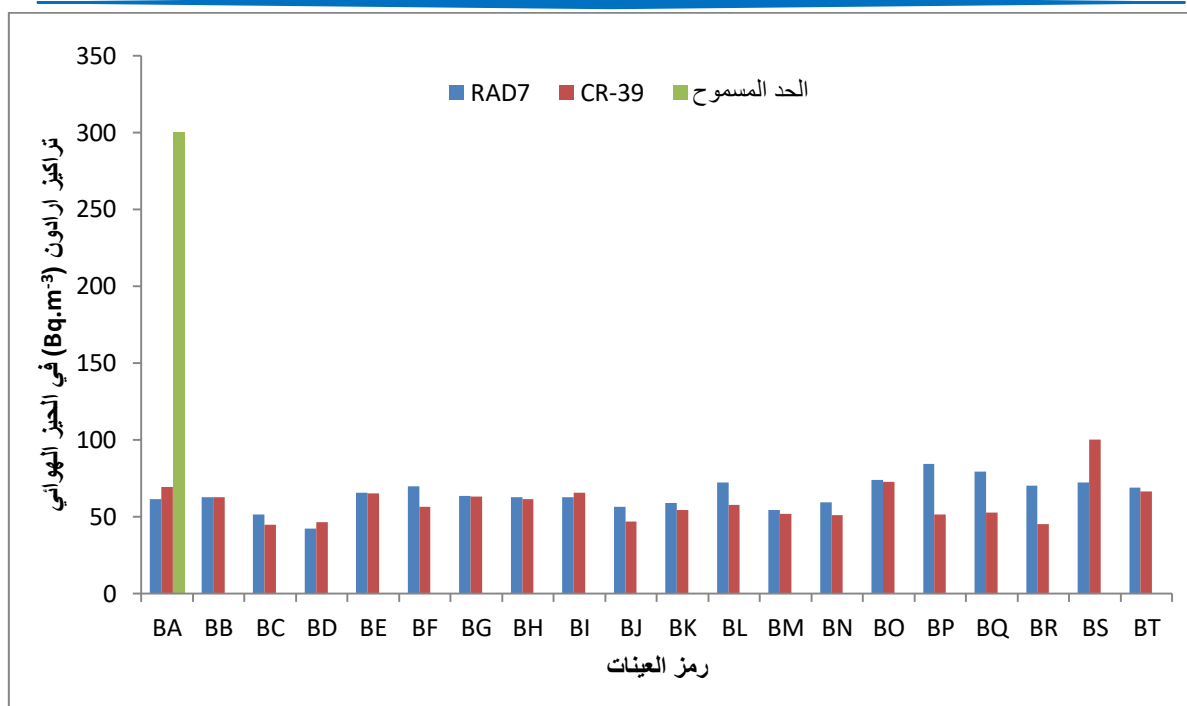
تركيز الرادون بواسطة CR-39 ($Bq\ m^{-3}$)	تركيز الرادون بواسطة RAD7 ($Bq\ m^{-3}$)	رمز العينة	اسم العينة
42.68	52.5	Ga ₁	ADALYA (Lemon with mint)
52.75	69.6	Ga ₂	ADALYA(Gum)
42.22	49.6	Gr ₁	Razan (Lemon with mint)
40.02	40.4	Gr ₂	Razan (Gum)
67.91	42.8	Gf ₁	AL FAKHAMA (Lemon with mint)
134.98	71.1	Gf ₂	AL FAKHAMA (Gum)
96.23	68.9	Gm ₁	MAZAYA (Lemon with mint)
70.86	61	Gm ₂	MAZAYA (Gum)
68.25	69.9	Gk ₁	AL FAKHER (Lemon with mint)
52.3	82.1	Gk ₂	AL FAKHER (Gum)
49.75	72.2	Gs ₁	AL SULTAN (Lemon with mint)
51.78	54.2	Gs ₂	AL SULTAN (Gum)
63.97	55.1	Gt ₁	AL OSTOURA (Lemon with mint)
70.15	70.8	Gt ₂	AL OSTOURA (Gum)
66.81	51	Ge ₁	MALAKI (Lemon with mint)
70.15	42.1	Ge ₂	MALAKI (Gum)

جدول 4: الفعالية الاشعاعية وتراكيز الرادون واليورانيوم في عينات المعسل.

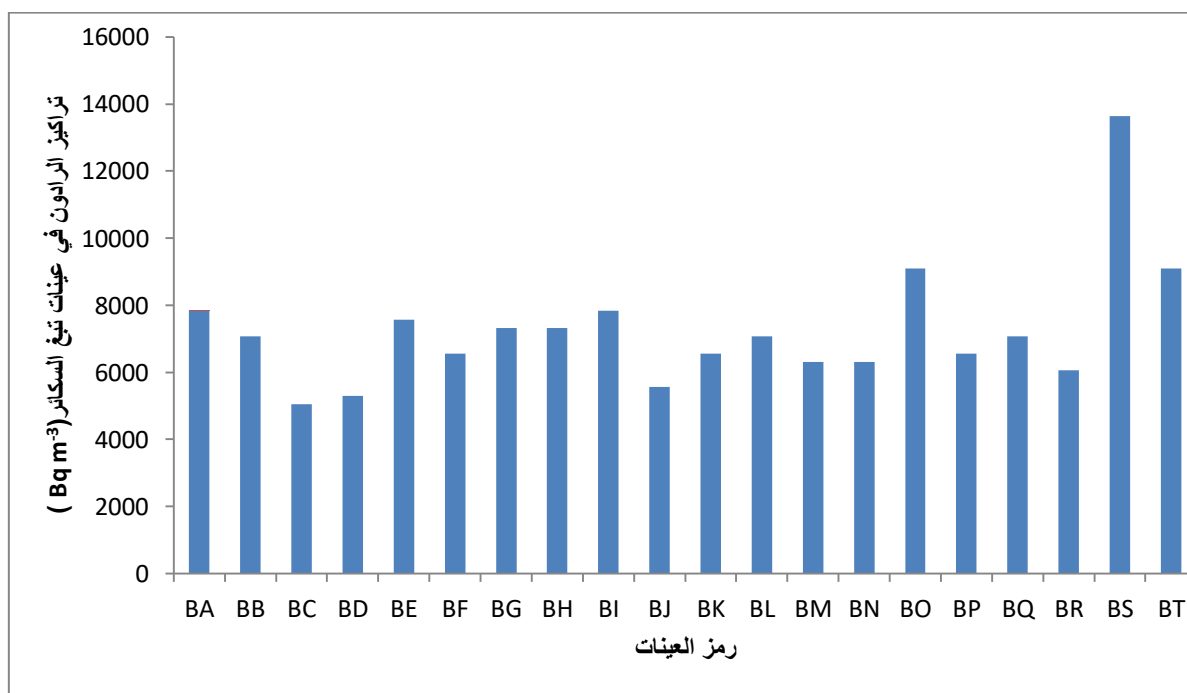
تركيز اليورانيوم في العينات C_u (ppm)	تركيز الرادون في العينات $CR-39$ ($Bq\ m^{-3}$)	الفعالية الاشعاعية للرادون (Bq)	رمز العينة
0.542	5806.61	0.67002	Ga₁
0.703	7565.33	0.8741	Ga₂
0.542	5807.85	0.67016	Gr₁
0.541	5807.7	0.67015	Gr₂
0.897	9341.81	1.07795	Gf₁
1.881	20200.04	2.33088	Gf₂
1.249	13383.02	1.54426	Gm₁
0.988	10604.55	1.22365	Gm₂
0.893	9594.92	1.10715	Gk₁
0.731	7826.95	0.90315	Gk₂
0.6602	7069.3	0.815726	Gs₁
0.731	7827.41	0.903204	Gs₂
0.846	9089.92	1.048885	Gt₁
0.988	10604.34	1.223363	Gt₂
0.8934	9594.47	1.1071058	Ge₁
0.988	10604.34	1.22363	Ge₂

جدول 5: تركيز الرادون في تنبغ السكاثر والمعمل لدراسات سابقة والدراسة الحالية.

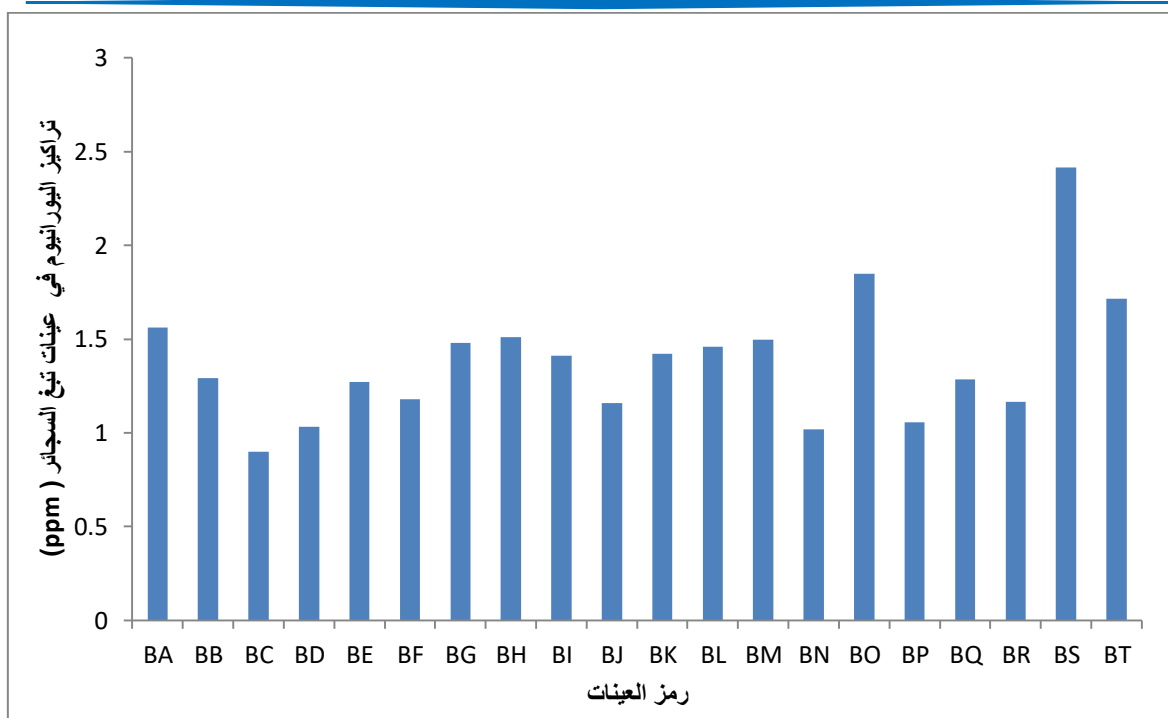
المصدر	تركيز الرادون (Bq m^{-3})	نوع التنبغ
[14]	91.63±4.02	KENT
	69.43±11.33	ASPEN
	95.32±19.2	Parliament
[15]	363.64±28.01	Miami Silver
	232.32±18.47	Graven
	20.20±1.40	Sumer
[16]	294.716	Royale
	287.242	Mac
	156.450	Marlboro
[7]	120.4	Winston/blue
	164.7	Alfakher (mint)
	58.0	Mazaya (gam with mint)
[17]	27.78	PINE
	20.18	ESSE
	118.14	AFFIR
[18]	777.778	Graven
	270.917	Miami
	366.901	Aspen
[العمل الحالي]	69.04	PINE
	72.45	Marlboro
	100.22	AFFAIR
	68.25	AL FAKHER (Lemon with mint)



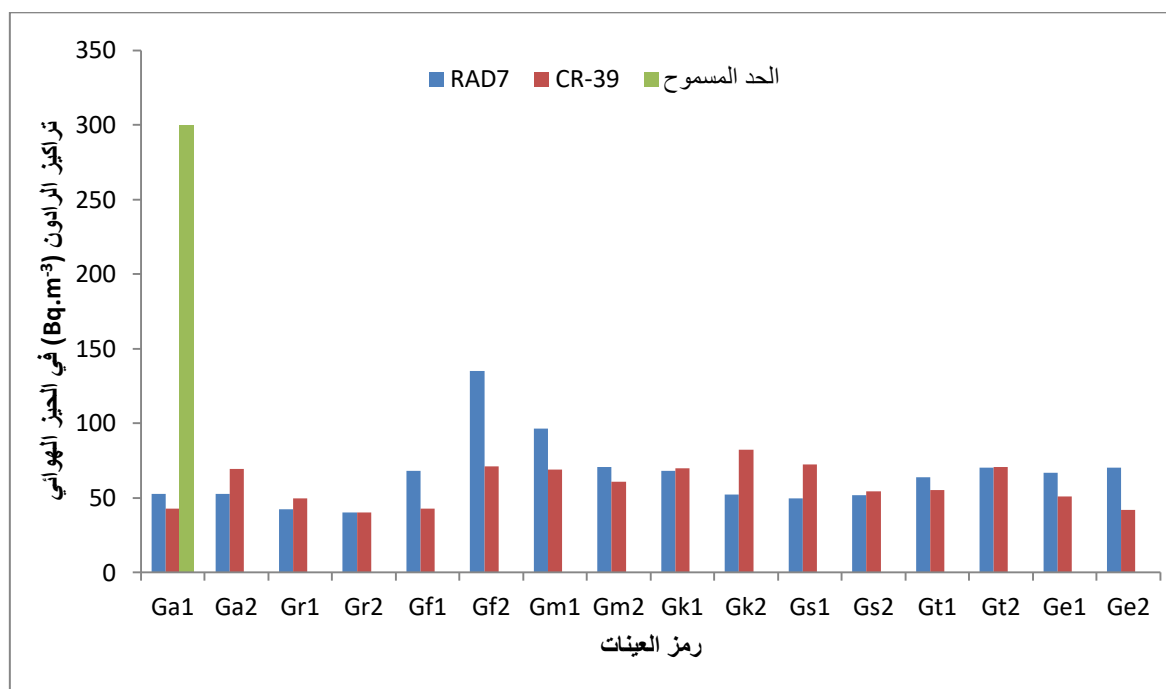
شكل 3: تراكيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الاسطوانة المقاسة بواسطة كاشف CR-39 و RAD7 في عينات تبغ السكاثر والحد المسموح به [1].



شكل 4: تراكيز الرادون في عينات تبغ السكاثر.

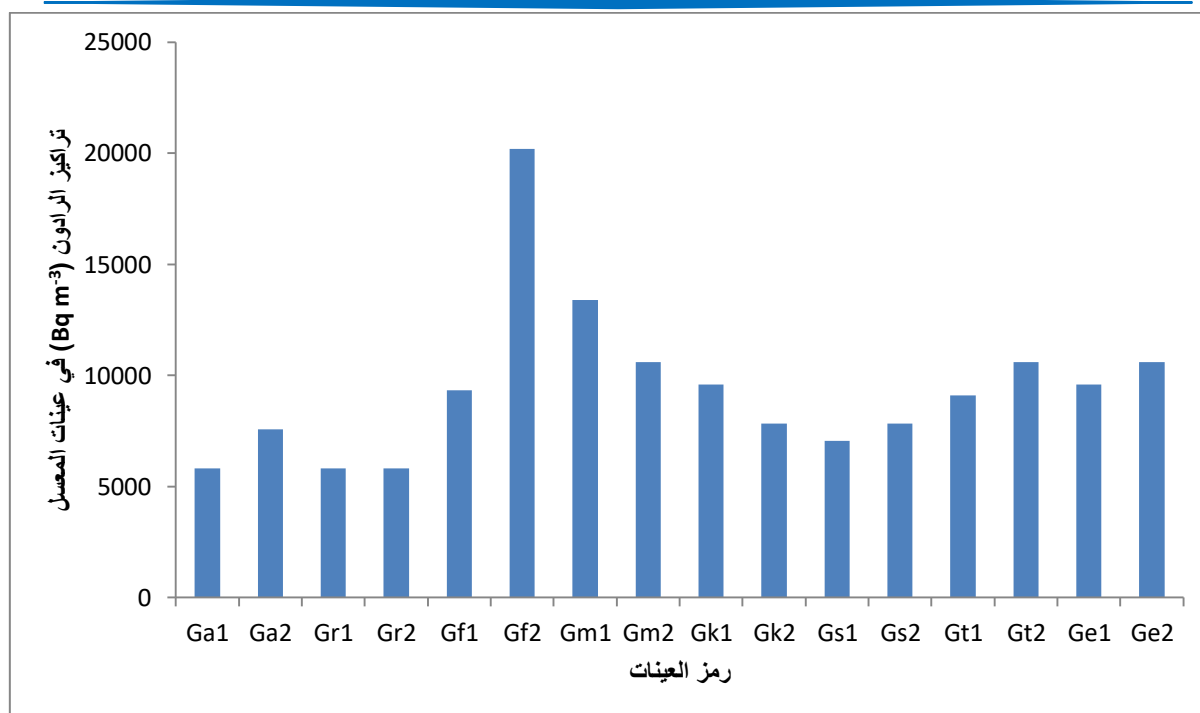


شكل 5: تراكيز اليورانيوم (ppm) في عينات تبغ السكائر.

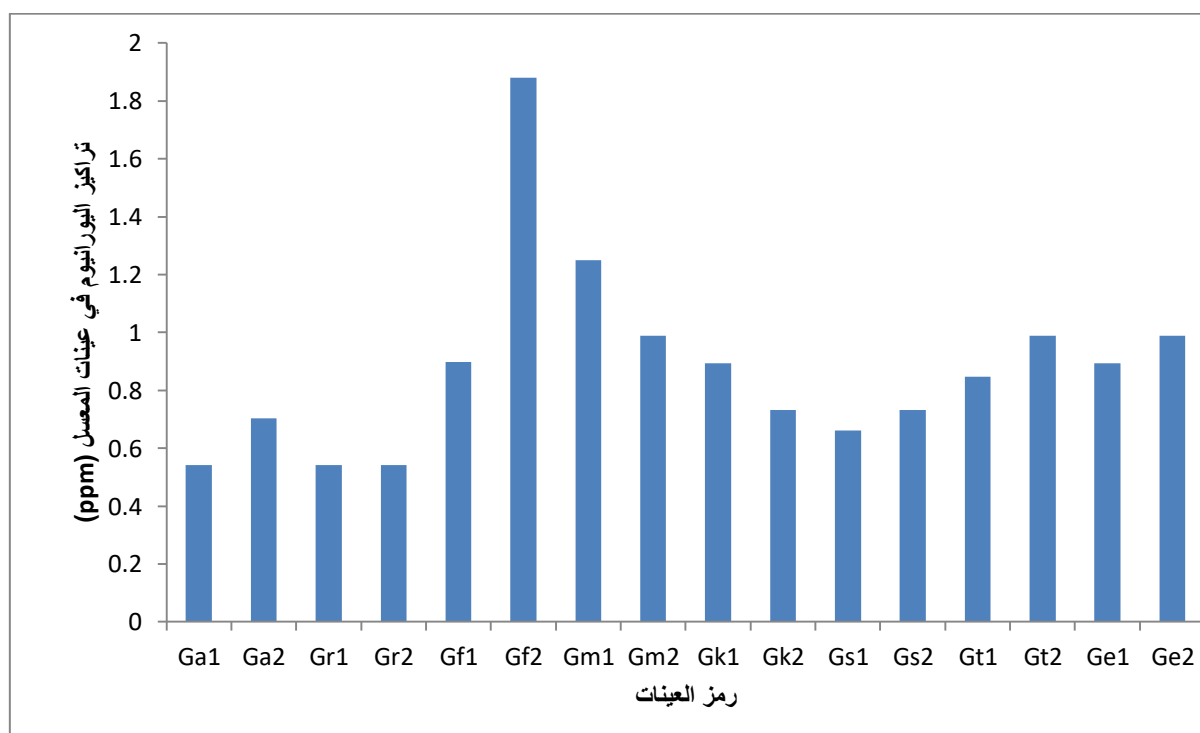


شكل 6: تراكيز الرادون في الحيز الهوائي داخل الاسطوانة المقاسة بواسطة كاشف CR-39 و RAD7 في عينات

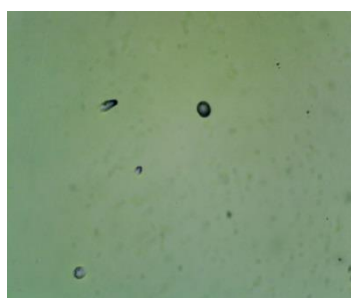
المعسل والحد المسموح به [1].



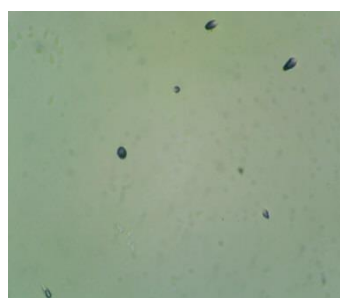
شكل 7: تراكيز الرادون في عينات المعسل.



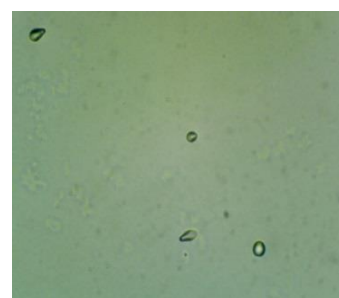
شكل 8: تراكيز اليورانيوم (ppm) في عينات المعسل.



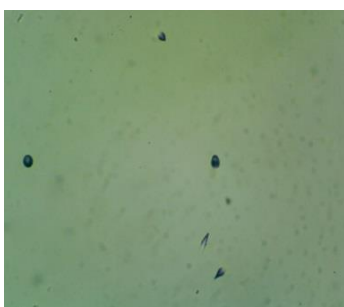
BD



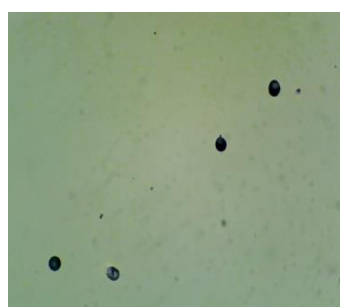
BR



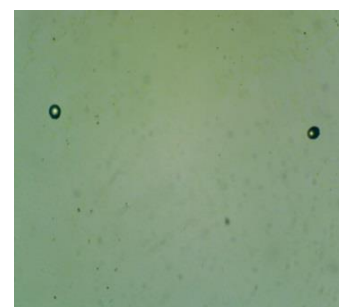
BC



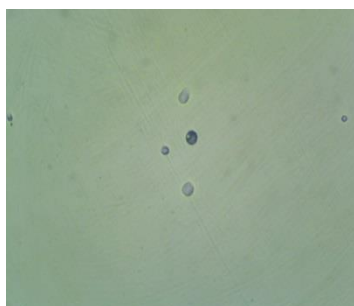
BM



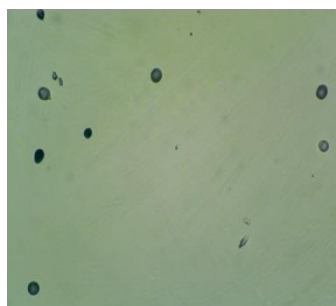
BB



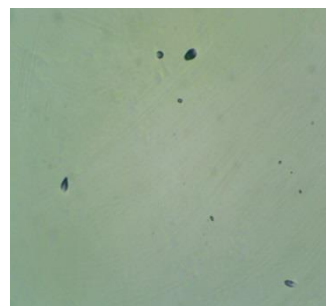
BE



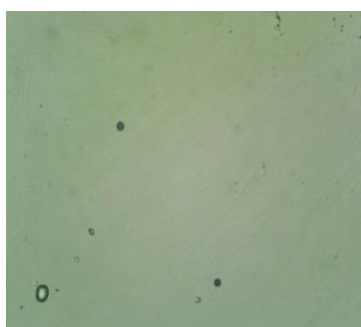
Gr₂



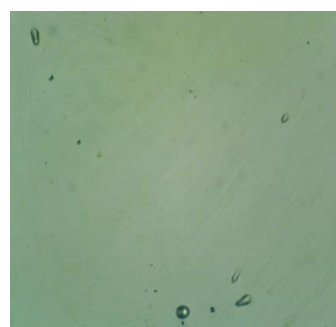
Gm₂



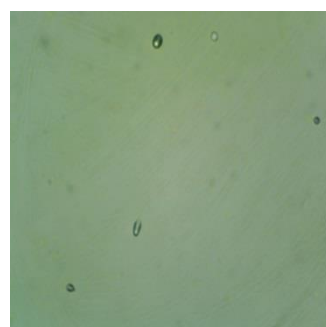
Gk₁



Gt₂



Gs₂



Ge₂

شكل 9: صور الآثار المتكونة على الكاشف النووي الصلب CR-39 لعينات تبغ السكائر والمعسل

4. الاستنتاجات:

تختلف تراكيز غاز الرادون في تبغ العينات تبعا لنوع التبغ او التربة المستخدمة في زراعة التبغ او ماء الري وغيرها من العوامل. والاستنتاجات التي تم التوصل اليها من هذه الدراسة هي:

1. ان تركيز الرادون في عينات تبغ السكائر تراوحت بين $45.04-100.22 \text{ Bq m}^{-3}$ بواسطة كاشف CR-39 و

$41.9-84.1 \text{ Bq m}^{-3}$ بواسطة كاشف RAD7، وتركيز الرادون في عينات المعسل تراوحت بين

$40.02-134.98 \text{ Bq m}^{-3}$ بواسطة كاشف CR-39 و $40.4-82.1 \text{ Bq m}^{-3}$ بواسطة كاشف RAD7 .

2. تراوحت تركيز اليورانيوم بين $0.9-2.415 \text{ ppm}$ في عينات تبغ السكائر، و $0.541-1.881 \text{ ppm}$ في

عينات المعسل.

3. استخدام تقنيتي كاشف الأثر النووي الصلب CR-39 والكاشف الالكتروني RAD7 أعطت نتائج تكاد تكون

مطابقة في أغلب العينات وهذا يؤكد الكفاءة الجيدة للكواشف النووية المستخدمة.

4. ان النتائج التي تم الحصول عليها هي أقل من الحد المسموح به لتركيز الرادون.

المصادر

[1] WHO, World Health Organization, "Handbook on Indoor Radon", A public health perspective, (2009).

[2] Ali A. Abojassim, "Natural Radioactivity and Radon Concentrations in Parenteral Nutrition Samples Utilized in Iraqi Hospitals", Iranian Journal Of Medical Physics, 16, 1 (2019).

[3] Ahmed A. Sharrad, Abdulameer K. Farhood , "Radon Concentration Measurements in Soil Gas of Sawa Lake, Samawa City – South of Iraq", International Journal of Advanced Research, (2019).

-
- [4] He Xiaofeng, Wang Guosheng, "**Surface Radon Exhalation Rates of Building Material and Soil Affect on Indoor Air Radon Concentration**", The Second SREE Conference on Chemical Engineering, China, Elsevier Ltd, 18, 122 (2011).
- [5] Sanaa Fathy Mahmud AL-Najjar, "measuring the concentration of radioactive potassium in different types of cigarettes using the NaI(TL)", Al-Nahrain University Journal of Sciences, 14(3), 22-27 (2011) .(in Arabic)
- [6] World Health Organization, regional Office for the Eastern Mediterranean, "The health burden of tobacco use", Egypt(2005). (in Arabic)
- [7] Khalil M. Thabayneh, Lilia A Mashal, Adnan M Arar, Fida M Buss, "**Determination of Radon and Thoron Concentrations in Different Kinds of Tobacco Samples Used in Palestine and Jordan**", Journal of Scientific and Engineering Research, 4(9), 66 (2017).
- [8] Wathab Hazim Yousif, "Study the Recording Characteristics and Etchant on CR-39 Nuclear Track Detector by Using Some Chemical Solutions", MSc Thesis, Kirkuk University, (2018). (in Arabic)
- [9] Anaam Hani Kadhim, Ishraq Muhammad Hassan, "Measurement And Study of Radioactive Radon Gas Concentrations in Selected Water Samples In AL-Qasim Sub District / Iraq", physics department, university of Babylon journal, 24(6), 3-4 (2016). (in Arabic)
- [10] Dunya Omer Kareem, Ahmed Abd Ibrahim, Omer Sabah Ibrahiem, "**Radon Gas and Heavy Elements Concentration Levels in Surface Soil, Water ,and Celery plant of the Farms Adjacent AL-Khasa River in Kirkuk City /NE Iraq**", MSc Thesis, Kirkuk university, (2019).

- [11] Anfal Ali Shakir, Innam Hani Kadhimi, Ali O.Muhsen Alayyalin, Fouad A.Majeed, **"Measurement of radon concentration in some of cosmetics by using Nuclear Track Detector (CR-39)"**, International Journal of Pharm Tech Research, 9(9), 231 (2016).
- [12] Ali H. Ahmed, Habbib H. Mansour, Saman K. Ezzulddin, Ahmed I. Samad, **"Radon (222) Content in Bottled Water of Kurdistan Region using Active and Passive Methods"**, ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences, 29 (3), 152 (2017).
- [13] Saeed Hassan Saeed, Sabah Yousif Hassan, "Determining the concentrations of radon, uranium and other radioactive isotopes in different types of natural waters in Nineveh governorate", The Jordanian Journal of Physics, 8(4), 227-244 (2015). (in Arabic)
- [14] Essam Matti Abd Al-Masih, "Determination of Radon Concentrations ^{222}Rn in Different Types of Local and Foreign Tobacco", MSc Thesis, Mosul University, Iraq (1999). (in Arabic)
- [15] Hasan Ali Hasan, **"Studying the risks of natural radioactivity in Tobacco and Cigarettes Smoke"**, MSc Thesis, Al-Mustansiriyah University, Iraq (2016).
- [16] Abdalsattar Kareem Hashim, Fadhil Khaddam Fuliful, **"Lung Cancer Risk Due to Radon in Different Brand Cigarette Tobacco in Iraqi Market"**, Asian Journal of Applied Sciences, 5(3), (2017).
- [17] Anes Mohammed Salih Qasim, Hayder Hamza Hussain, Ali Abd Abojassim, **"Radon Concentrations and Annual Effective Dose in Cigarette Samples (Domestic and Importer) At the Iraqi Markets"**, Journal of Radiation and Nuclear Applications, 3(2), 83 (2018).
- [18] Abdalsattar Kareem Hashim, Laith Ahmed Najam, Lordford Tetey-Larbi, **"A Study of Radon Concentration in Different Brands Tobacco Cigarette in Iraqi Market, Influencing Factors and Lung Cancer Risk"**, International Journal of Science and Technology, 5 (10), (2015).