

تحديد مستويات غاز الرادون في نماذج من الخضروات في الاسواق المحلية باستخدام تقنية كواشف الاثر النووي

علي عبد أبو جاسم

جامعة الكوفة، كلية العلوم
قسم الفيزياء.

ali.alhameedawi@uokufa.edu.iq

هيام ناجي هادي

جامعة الكوفة، كلية التربية للبنات
قسم الفيزياء.

-

زهرة باقر محمد

جامعة الكوفة، كلية التربية للبنات
قسم الفيزياء

-

الخلاصة:

في هذا البحث، تم قياس مستويات غاز الرادون في عينات من الخضروات التي تم جمعها من الأسواق المحلية و المستخدمة في محافظة النجف الاشرف ، باستخدام تقنية كواشف الاثر النووي من النوع (LR-115 النوع الثاني). من نتائج البحث، كانت معدلات تراكيز الرادون للنماذج المدروسة تتراوح من (24.07 ± 9.37) بيكريل لكل م³ إلى (162.96 ± 24.51) بيكريل لكل م³ ، كذلك كانت معدلات الفعالية النوعية لغاز الرادون تختلف من (0.18 ± 0.07) بيكريل لكل كغم إلى (1.05 ± 0.15) بيكريل لكل كغم. اثبتت الدراسة مستويات غاز الرادون في نماذج الخضروات قيد الدراسة أقل بكثير من القيمة المسموح بها التي أوصت بها اللجنة الدولية (ICRP) والتي تساوي (400) بيكريل لكل م³، كذلك اثبتت الدراسة بضرورة استخدام اكثر من كاشف في الحاوية نفسها التي تمت فيها القياسات وذلك لتقليل نسبة الخطأ الى اقل حد ممكن. وفي الختام يمكننا ان نستنتج من وجهة الحماية من الإشعاع ، أن الخضروات في محافظة النجف الاشرف لا تشكل أي أخطار صحية كبيرة نتيجة وجود غاز الرادون تعد آمنة إشعاعيا للاستهلاك البشري.

الكلمات المفتاحية: غاز الرادون، الخضروات ، كواشف اثر نووي (LR-115 النوع الثاني)، خطر الإشعاع، العراق.

Zahrah Baqer Mohammed

University of Kufa
Faculty of Education for Girls
Department of Physics

Heiyam Najy Hady

University of Kufa
Faculty of Education for Girls
Department of Physics

Ali Abid Abojassim

University of Kufa
Faculty of Science
Department of Physics

Determination of Radon Levels in Vegetables Samples in local Markets Using SSNTDs

Abstract:

In this research, radon levels in vegetables samples that collected from local markets commonly used in Najaf were measured using solid state nuclear track detectors (LR-115 type 2). The results in this research, the average of radon concentrations in samples were ranged from $24.07 \pm 9.37 \text{ Bq/m}^3$ to $162.96 \pm 24.51 \text{ Bq/m}^3$, while the average of specific activity were ranged from $0.18 \pm 0.07 \text{ Bq/kg}$ to $1.05 \pm 0.15 \text{ Bq/kg}$. It is prove that all vegetables samples under study were lower than the allowed limited by ICRP and it must be used more detector in contained to reduced errors. Al last, can be concluded that no healthy effect duo to radon concentrations in vegetables samples in Najaf according to radiation.

Keywords: radon, vegetables, solid state nuclear track detectors (LR-115 Type II), the risk of radiation, Iraq.

١. مقدمة

وتعرض السكان إلى نسبة عالية من النشاط الأشعة ألفا المنبعثة من غاز الرادون لفترة طويلة يؤدي إلى آثار مرضية مثل التغيرات الوظيفية في الجهاز التنفسي وحدث سرطان الرئة [7,8]. وعادة ما يتم دراسة النشاط الإشعاعي الطبيعي من أجل الحصول على معلومات حول المستويات الحالية من الملوثات الضارة في البيئة نفسها أو في المخلوقات الحية [7,9]. ومن المهم أيضاً أن نفهم سلوك النويدات المشعة الطبيعية في البيئة لأن مثل هذه معلومات يمكن أن تستخدم قيم المعاملات المرتبطة بها من أجل تقييم إشعاعي [7,10]. وكان الهدف من هذه الدراسة لتحديد تراكيز الرادون (^{222}Rn) في الخضروات في محافظة النجف، العراق. نظراً لأهمية هذا الموضوع وخطورته فقد ظهرت عدة تقنيات للكشف وقياس النشاط الإشعاعي ومن أكثر هذه التقنيات شيوعاً واستخداماً في الوقت الحاضر هي كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة (SSNTDs) والتي تعرف على أنها مواد عازلة كهربائياً تتراوح مقاومتها النوعية بين (10^6ohm.cm - 10^{20}) حيث تتولد فيها مسارات ضيقة بسبب ضرر الإشعاع تسمى الآثار المستترة (latent track) وذلك عند مرور الجسيمات المشحونة من خلالها [11,12,13]

٢. المواد وطريقة العمل

(١-٢): جمع و تحضير النماذج:

تم جمع حوالي 31 نموذج من الخضروات المحلية والمستوردة من السوق المحلية كما مبين في الجدول (١). بعد عملية الجمع تم اخذ وزن معين من النموذج وتجفيفها في الشمس ولمدة (2 أو 4) أيام. تم اخذ وزن معين من كل نموذج وطحنه. ثم غربلة نموذج للحصول على مسحوق دقيق باستخدام منخل قياسي وبقطر جزيئي 2 مايكرو متر. تم اخذ أوزان مختلفة للنماذج. وضعت العينات بعد ذلك في بيكرات التي هي عبارة عن أنابيب اختبار اسطوانية الشكل بطول 7 سم وكما موضح في الشكل رقم (1) تم غلق الأنابيب بإحكام لضمان عدم تلوث النماذج من المصادر الخارجية مع مراعاة كون المسافة بين سطح العينة والسطح السفلي ثابتة بمقدار 2 سم. ثم تركت العينات لمدة (30) يوماً للوصول إلى حالة التوازن القرني بين الراديوم ووليداته من نظائر الرادون. وبعد انتهاء زمن التوازن الإشعاعي نضع كاشف الأثر النووي من نوع (LR - 115) (Type II) استخدم كاشف الأثر النووي بمساحة (1×1) سم² ويتم إغلاق بيكرات بإحكام للتحقيق التوازن القرني. تم ترك الكواشف لزمن التعريض والبالغ ٩٠ يوماً خلال هذه الفترة تتبعث جسيمات ألفا من الرادون ووليداته وتصطدم بالكاشف.

تعرض البشر للإشعاع يمكن أن يسبب آثاراً ضارة، ومدى هذه الآثار يعتمد على الجرعة المستهلكة في السنة الواحدة و تشمل مسارات التعرض الممكنة لسكان الإشعاع المباشر من الجو وذلك من خلال استنشاق الغازات المشعة والهباء الجوي، والإشعاع الخارجي من الأرض الملوثة، و الإشعاع الداخلي من تناول الطعام الملوث [2,1]. حيث تعد المواد الغذائية واحدة من المسارات الهامة لأسباب صحية على المدى الطويل [3]. قد تكون هناك مجموعة متنوعة من النويدات المشعة الاصطناعية، فضلاً عن النويدات المشعة الطبيعية التي تدخل إلى جسم الإنسان عن طريق السلسلة الغذائية ومسارات أخرى وأودعت في أجهزة حرجة (على سبيل المثال ^{238}U المتراكمة في الكلى البشرية والرتين)، مما تسبب الإشعاع الداخلي، و من ثم إنتاج أضرار الإشعاع، والتغيرات البيوكيميائية و البيولوجية التي تضعف جهاز المناعة، وتطوير أشكال مختلفة من الأمراض أو السرطان التي تساهم في زيادة معدل الوفيات [3,4]. ومع ذلك، النشاط الإشعاعي الاصطناعي يأتي أساساً من الأسلحة النووية والإشعاعية، وحوادث الطاقة النووية والنفايات المشعة وقذائف اليورانيوم المنضب. ومن بين العناصر المشعة طبيعياً ^{40}K و أيضاً العناصر التي تنتمي إلى ثلاث سلاسل انحلال رئيسية وهي اليورانيوم (^{238}U) و الثوريوم (^{232}Th) و الاكتينيوم (^{227}Ac) تمر هذه السلاسل جميعها بأحد نظائر الرادون الثلاثة وهذه النظائر هي [5,6]:

١- الرادون: وهو نظير (^{222}Rn) وينتمي إلى سلسلة (^{238}U) ويعد هذا النظير الأطول عمراً من بين نظائر الرادون إذ يبلغ عمره النصفى (3.825 يوم) وهذا العمر يمنحه القابلية على الانتشار لمسافات محدودة في الجو وهو باعث لجسيمات ألفا بطاقة (5.4 MeV).

٢- الثورون وهو نظير (^{220}Rn) وينتمي إلى سلسلة (^{232}Th) يبلغ عمره النصفى (54 ثانية) تقريباً وهو باعث لجسيمة ألفا بطاقة (6.2 MeV).

٣- الأكتينون وهو نظير (^{219}Rn) وينتمي إلى سلسلة (^{235}U) يبلغ عمره النصفى (3.96 ثانية)، ويوجد بصورة قليلة جداً وذلك بسبب قلة توفر (^{235}U) وكذلك بسبب عمره النصفى القصير [6].

منذ فترة طويلة يعرف الرادون هو مساهم في مخاطر الإصابة بسرطان الرئة. الرادون غير مستقر يبعث اشعة المؤينة وهي جسيمات ألفا التي هي ضارة جداً للإنسان عندما يتم استنشاقها أو ابتلاعها [5,6].

$$\rho = \frac{\text{عدد الآثار}}{\text{مساحة مجال الرويا}} \dots \dots \dots (2)$$

(٢-٤): حساب تركيز الرادون في الخضروات

تم حساب تركيز الرادون في نماذج الخضروات باستعمال المعادلة التالية [6]:

$$C_{Rn} = \frac{\rho}{K.T} \dots \dots \dots (3)$$

حيث إن C_{Rn} : تركيز الرادون في نماذج الخضروات بوحدة (Bq/m^3) . ρ : كثافة آثار الجسيمات النووية بوحدة $(track/cm^2)$ ، K : ثابت الانتشار $(0.022 \text{ tracks.cm}^{-2}.d^{-1} / Bq.m^{-3})$ [25-22]. T : زمن التشعيع (زمن التعريض النماذج مع الكاشف). تم حساب فعالية الرادون (A) (Activity) بوحدة (Bq) لنماذج الخضروات في هذه الدراسة، و كذلك تم حساب الفعالية النوعية للرادون (C_p) (Specific Activity) لنماذج الخضروات في هذه الدراسة بوحدة (Bq/Kg) باستخدام المعادلتين التاليتين [26]:

$$A(Bq) = C_{Rn}(Bq/m^3) \times V(m^3) \dots \dots \dots (4)$$

$$C_p(Bq/Kg) = \frac{A}{m} \dots \dots \dots (5)$$

حيث إن V : حجم الاسطوانة يتم حسابه باستعمال المعادلة التالية ($V = \pi r^2 h$) حيث إن h هي البعد بين النموذج و الكاشف، r : نصف قطر الاسطوانة. m : كتلة نموذج بوحدة (kg).

٣. النتائج والمناقشة

الجدول (٢) يبين نتائج تركيز غاز الرادون في عينات من الخضروات، و يتضمن الجدول نتائج تركيز غاز الرادون في Track1 و Track2 و المتوسط بينهما بوحدة (Bq/m^3) . الجدول (٢) يبين معدل تركيز الرادون في نماذج الخضروات تتفاوت القيم من $(24.07 \pm 9.37 Bq/m^3)$ في عينة S_{24} (الشبنث - الطماطة- إيران) إلى $(162.96 \pm 24.51 Bq/m^3)$ في عينة S_{20} (الطماطة- إيران). الجدول (٣) يبين معدل الفعالية و الفعالية النوعية لغاز الرادون في نماذج الخضروات. الجدول (٣) يبين معدل الفعالية و الفعالية النوعية لغاز الرادون في نماذج الخضروات تتفاوت القيم من $(0.18 \pm 0.07 Bq/kg)$ في عينة S_{24} (الشبنث - إيران) إلى $(0.25 \pm 0.08 Bq/kg)$ في عينة S_{20} (الطماطة- إيران). الجدول (٢) يشير إلى إن تركيز غاز الرادون في عينات الخضروات تختلف من عينة لعينة، و التي يمكن إن يكون راجعا إلى الاختلاف في مستوى تلوث

(٢-٢): كاشف الأثر النووي العضوي (LR-)

115 Type II

إن الصيغة الجزيئية العامة لكواشف نترات السيليلوز هي $(C_6 H_8 O_9 N_2)$ وهذه الكواشف يدخل في تركيبها النيتروجين بالإضافة إلى الكربون والهيدروجين بنسب معينة كما مبين بالشكل (٢) ، حيث إن الكاشف هو احد أنواع كواشف نترات السيليلوز ذو كثافة (1.48 g/cm^3) وهو على نوعين: [14,13] ، LR-115 (1) نوع I ذو سمك $6 \mu m$ LR-115 (2) نوع II ذو سمك $12 \mu m$. يتكون كاشف LR-115 عموما من طبقتين احدهما حساسة للإشعاع وهي طبقة نترات السيليلوز ذات اللون الأحمر الغامق وتستند على طبقة من البوليستر غير حساسة للإشعاع وان الجزء الحساس للإشعاع يكون مواجهها لمصدر التشعيع أثناء عملية التشعيع. و بالإمكان التعرف على الجزء الحساس من خلال خدش كلا الوجهين إذ إن الجزء غير الحساس لا يتأثر بينما يتضح اثر الخدش بالجزء الحساس . إن كاشف LR-115 يعد حساسا للنيوترونات وجسيمات ألفا وشظايا الانشطار ودرجات متفاوتة كما انه يستخدم في قياس مستويات الرادون و وليداته سواء في التربة أو الهواء أو الماء أو الغذاء [16,15,13]

(٣-٢): عملية القشط الكيميائي ومشاهدة الآثار

مجهرية

بعد مدة التشعيع أجريت عمليات القشط على الكاشف المتعرض لجسيمات ألفا بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH (بغاريه $2.5N$ بدرجة الحرارة ± 1 $60^\circ C$ خلال 90 min) للكاشف LR-115 Type II ، لمحلول القشط NaOH للحصول على العياري المطلوبة على وفق العلاقة التالية [19,18] :

$$N = \frac{W}{V \times W_{eq}} \dots \dots \dots (1)$$

حيث أن N : العياري المطلوبة (Normality) ، W : الوزن من هيدروكسيد الصوديوم اللازم بالمعيارية، V : حجم الماء المقطر المستخدم و W_{eq} : الكتلة الجزيئية للمادة المذابة (40g) (NaOH). تتم عملية القشط بتعليق الكاشف داخل محلول القشط ويتم إغلاق الدورق لمنع حصول عملية التبخر مما يؤثر على تركيز المحلول القاشط بعدها يوضع الدورق في حمام مائي يحتوي على محرار لقياس درجة حرارة المحلول وبعد كل فترة قشط يتم رفع الكاشف وغسله بالماء المقطر و تجفيفه. في حساب عدد الآثار المسجلة تم استخدام المجهر الضوئي نوع (N-120A) و قوة تكبيره (400X). لحساب كثافة الآثار تم استعمال المعادلة التالية [21,20]:

- [4] ICRP, (International Commission on Radiological Protection), (2012), Age-dependent doses to members of public from intake of radionuclides, ICRP Publication, 119.
- [5] Attallah M. F., Awwad N. S., and Aly H. F., (2012), " Environmental Radioactivity of TE-NORM Waste Produced from Petroleum Industry in Egypt: Review on Characterization and Treatment", INTECH (Science, Technology and Medicine open access content), Chapter 4, (75-98).
- [6] Abdulameer Kazem Farhood, (2015), "Assessment of radon concentrations and effective radium content in Samawa desert truffles-Iraq", Pelagia Research Library Advances in Applied Science Research, 6(12), 131-143.
- [7] Abdalsattar K. H. and Laith A. N., (2015), "Alpha Radioactivity in Various Brands of Rice in Iraqi Market", International Journal of Environmental Monitoring and Protection, 2(5), 70-75.
- [8] BEIR IV, (1999), Report of the Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation. The health effects of exposure to indoor radon. National Research Council, National Academy of Science, Washington, DC.
- [9] Samer J. Al-Kharouf, Ibrahim F. Al-Hamarneh and Munir. Dababneh, (2008), Natural radioactivity, dose assessment and uranium uptake by agricultural crops at Khan Al-Zabeeb, Jordan. J. Environ. Radioact. 99, 1192–1199.
- [10] Vera Tome F., Blanco Rodriguez M. P. and Lozano J.C., (2003), "Soil-to-plant transfer factors for natural radionuclides and stable elements in a

اليورانيوم في التربة التي تزرع فيها عينات أو بسبب الاختلاف في آلية انتقال النويدات المشعة لعينات الخضروات في هذه الدراسة. قيم تركيز غاز الرادون التي تم الحصول عليها ضمن هذه الدراسة في جميع العينات كانت أقل من الحدود المسموحة (400Bq/m^3) التي قدمتها اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية (ICRP) [27]. كذلك من خلال الجدول (٢) والشكل (٣) تراكيز الرادون للنماذج المدروسة باستخدام كاشفين في الحاوية القياس نفسها، حيث اثبتت الدراسة بوجود فروقات في تلك التراكيز العينة نفسها و للكاشفين وهذه الفروقات يمكن ان تعزى ان عدت اسباب منها احتمالية التفاعل بين غاز الرادون ومادة الكاشف وكذلك زاوية سقوط غاز الرادون على الكاشف، و استخدام اكثر من كاشف للنموذج نفسه ضروري جدا لتقليل نسبة الخطأ الى اقل حد ممكن.

٤. الاستنتاجات

اثبتت الدراسة ان تراكيز غاز الرادون المشع في جميع النماذج المدروسة من الخضروات المحلية في محافظة النجف الاشرف كانت أقل من الحدود التي قدمتها اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية (ICRP). حيث يمكن ان نستنتج من ذلك ان النماذج من الخضروات في هذه الدراسة صالحة للاستهلاك البشري ولا تسبب إي أضرار صحية عند تناولها من الناحية الإشعاعية نتيجة لوجود غاز الرادون، كذلك يمكن ان نقترح بضرورة استخدام اكثر من كاشف للنموذج نفسه لتقليل نسبة الخطأ الى اقل حد ممكن.

٥. المصادر

- [1] Mullah A. S., (1996), "Assessment of internal doses by ingestion of radioactive foodstuffs in Bangladesh", IRPA, 2, 480-482.
- [2] Harb S., (2015), "Natural Radioactivity Concentration and Annual Effective Dose in Selected Vegetables and Fruits", J. of Nucl. and Part. Phys., 5(3), 70-73.
- [3] Ahmed A. H. and Samad A. I., "Measurement of Radioactivity Levels in Daily Intake Foods of Erbil City Inhabitants", J. of Zankoy Sulaimania, part A, (2014), 16 (4), 111-121.

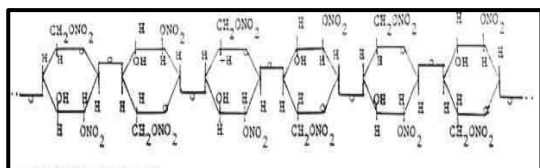
- [19] Misdaq M. A and Satif C. , (1995), Journal Radio analytical and Nuclear Chemistry , 198 (1), 179-189.
- [20] Ali A. Abojassim and Afnan A. H., (2015), "Radon Concentrations Measurement in Dwellings of Kufa Technical Institute, Iraq Using LR-115 Nuclear Track Detector", Nuclear Medicine & Radiation Therapy, S7:001. doi:10.4172/2155-9619.S7-001.
- [21] Abbas J. Al- saadi, Abdal-Sattar K. Hashim, Fadhil M. Hussein, (2013), "Measurement of Radon and Uranium Concentrations in the Dates and their Seeds of Different Regions in Karbala Governorate", Journal of Babylon University, Pure and Applied Sciences, 21(6), 2134-2147.
- [22] K.P. Eappen and Y.S. Mayya, (2004), " Calibration factors for LR-115 (type-II) based radon thoron discriminating dosimeter", Radiation Measurements, 38, 5 – 17.
- [23] Anil P., Sunil K. and Rajinder S., (2014), "Estimation of indoor Radon, Thoron and their progeny levels in some dwellings of District Yamuna Nagar of India using SSNTD", Nature and Science, 12(3), 94-97.
- [24] Deepak V. and M. S. K., (2014), " Assessment of indoor radon, thoron and their progeny in dwellings of Bareilly city of northern India using track etching detectors", Rom. Journ Physics, 59(1–2), 172–182.
- [25] Vikas D., Asha R. and Rohit M., (2014), " A study of seasonal variations of radon levels in different types of dwellings in Sri Ganganagar district, Rajasthan", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 7, 201-206.
- Mediterranean area", J. Environ. Radioact, 65, 161–175.
- [11] Yip C.W.Y., Nikezic D., Ho J.P.Y. and Yu K.N., (2006), "Chemical Etching Characteristics for Cellulose Nitrate", Materials Chemistry and Physics, 95, 307–312.
- [12] Ho J.P.Y., Yip C.W.Y., Nikezic D. and Yu K.N., (2003), Differentiation Between Tracks and Damages in SSNTD Under the Atomic Force Microscope "Radiation Measurements" 36 , 155 –159.
- [١٣] دنيا فاضل طلب، أمل ساجت صبر، إبراهيم كيظان فياض، (٢٠١٤)، "قياس مستويات الرادون في مادة الاسمنت باستخدام كاشف الأثر النووي العضوي LR-115"، مجلة علوم المستنصرية، 25(2), 36-27.
- [14] Dragoslav N. and Carmen B. , (1996) , "Radon Progeny and Equilibrium Factor Determination Using an LR-115 Detector", Radiation Measurements, 26 (2), 203-213.
- [15] Durrani S.A., Bull P.B., (1987), Nuclear Track Detection Principles Methods and Applications, University of Birmingham, U.K., 27-35.
- [16] Catalog of Kodak pathe Company, (1986), France.
- [17] Tse K.C.C., Ng F.M.F., Nikezic D. and Yu K.N., (2007), "Bulk etch characteristics of colorless LR 115 SSNTD", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 263, 294–299.
- [18] Ahmed F. Saleh Al –Jobouri, (2012), "Determination of Uranium Concentration in Human Urine for Selected Regions in Iraq Using Laser-Induced Kinetic Phosphorimetry and CR-39 Nuclear Track Detector", M.Sc. Thesis, Al-Nahrain University.

[27] (ICRP) International Commission on Radiation Protection, "Radionuclide Release into the Environment", Pergamum Press, Oxford and New York, (1987).

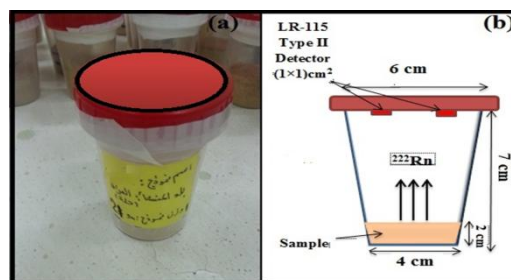
[26] Hana N. A. N., (2002), "Determination of Uranium In Teeth Paste by Using CR-39 Detector ", M.Sc. Thesis, University of Mosul.(Arabic Language).

الجدول (١): نماذج من الخضروات المستخدمة في هذه الدراسة

ت.	اسم النموذج	الرمز	بلد منشأ	ت.	اسم النموذج	الرمز	بلد منشأ
١	طماطة	Veg1	العراق (الكوفة)	١٧	كراث	Veg 17	العراق (الكوفة)
٢	بطاطة	Veg 2	العراق (الكوفة)	١٨	حلبة	Veg 18	العراق (الكوفة)
٣	بادنجان	Veg 3	العراق (الكوفة)	١٩	البربين	Veg 19	العراق (الكوفة)
٤	بصل	Veg 4	العراق (الكوفة)	٢٠	طماطة	Veg 20	إيران
٥	بامية	Veg 5	العراق (بابل)	٢١	بطاطة	Veg 21	إيران
٦	بامية	Veg 6	العراق (كوت)	٢٢	بادنجان	Veg 22	إيران
٧	يقطين	Veg 7	العراق (الكوفة)	٢٣	بصل	Veg 23	إيران
٨	خيار (الفتاء)	Veg 8	العراق (اليوسفية)	٢٤	شبنث	Veg 24	إيران
٩	خيار	Veg 9	العراق (الكوفة)	٢٥	خس	Veg 25	إيران
١٠	فلفل	Veg 10	العراق (الكوفة)	٢٦	كوسة	Veg 26	إيران
١١	كرفس	Veg 11	العراق (الكوفة)	٢٧	جرز	Veg 27	إيران
١٢	بقونس	Veg 12	العراق (الكوفة)	٢٨	قرنابيط	Veg 28	إيران
١٣	السلق	Veg 13	العراق (الكوفة)	٢٩	فلفل	Veg 29	إيران
١٤	ملفوف	Veg 14	العراق (الكوفة)	٣٠	فلفل الحار	Veg 30	هند
١٥	نعناع	Veg 15	العراق (الكوفة)	٣١	ثوم	Veg 31	صين
١٦	ريحان	Veg 16	العراق (الكوفة)				



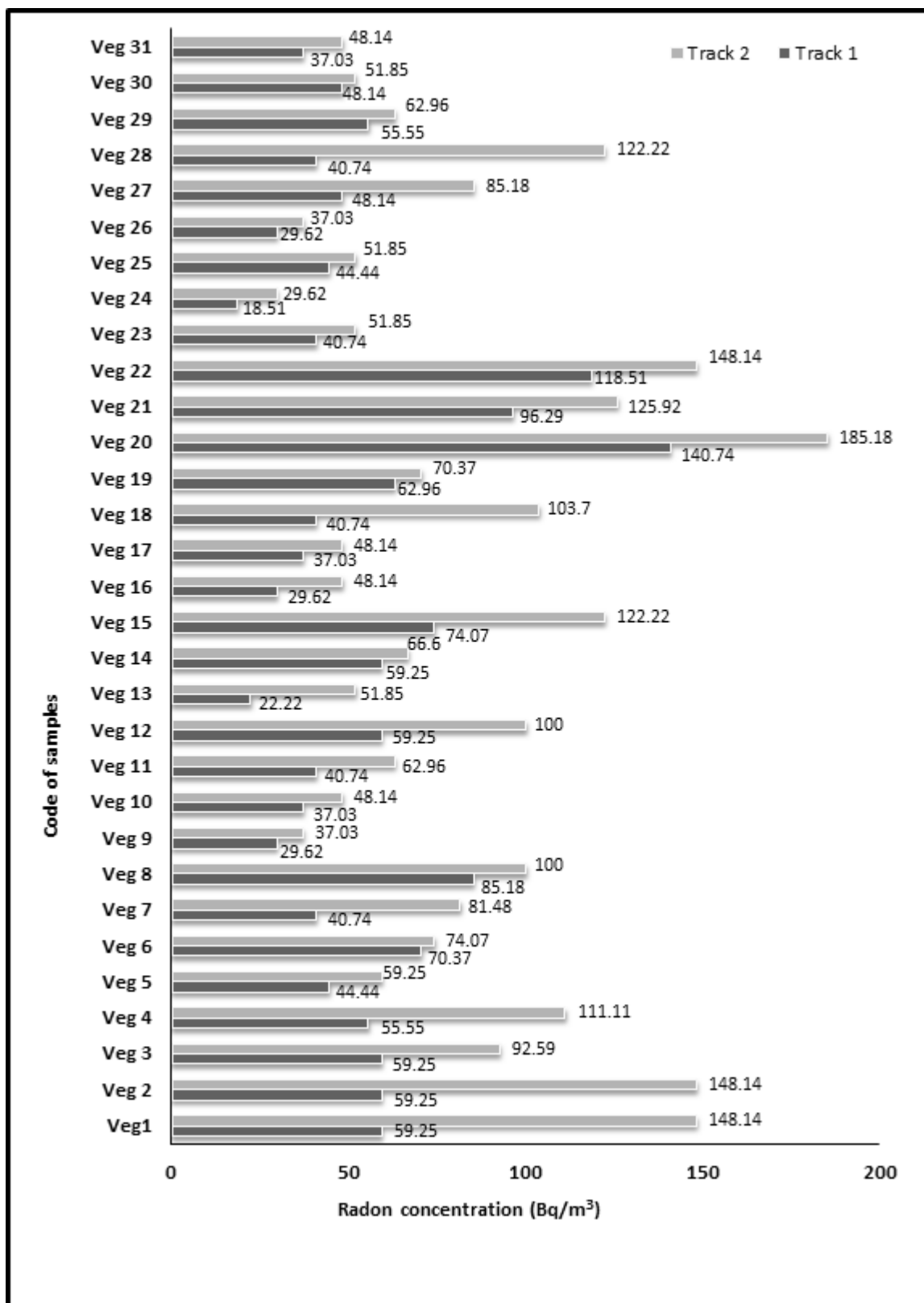
الشكل (٢): الصيغة الكيميائية لنترات السيليلوز [17].



الشكل (١): مخطط لشكل الاسطوانة المغلقة المستخدمة في طريقة قياس تركيز غاز الرادون باستخدام كاشف الأثر النووي العضوي (LR-115 Type II)

جدول (٢): تركيز الرادون في نماذج الخضروات:

No.	Code of samples	Radon concentration (Bq/m ³)		
		Track 1	Track 2	Average± S.D
1	Veg1	59.25±14.81	148.14±23.42	103.70±19.11
2	Veg 2	59.25±14.81	148.14±23.42	103.70±19.11
3	Veg 3	59.25±14.81	92.59±18.51	75.92±16.66
4	Veg 4	55.55±14.34	111.11±20.28	83.33±17.31
5	Veg 5	44.44±12.8	59.25± 14.66	51.85±13.8
6	Veg 6	70.37±16.14	74.07±16.56	72.22±16.35
7	Veg 7	40.74±12.28	81.48±17.37	61.11±14.82
8	Veg 8	85.18±17.76	100±19.24	92.59±18.50
9	Veg 9	29.62±10.47	37.03±11.71	33.33±11.09
10	Veg 10	37.03±11.71	48.14±13.35	42.59±12.53
11	Veg 11	40.74±12.28	62.96±15.27	51.85±13.77
12	Veg 12	59.25±14.81	100±19.24	79.62±17.02
13	Veg 13	22.22±9.072	51.85±13.85	37.03±11.46
14	Veg 14	59.25±14.81	66.66±15.71	62.96±15.26
15	Veg 15	74.07±16.56	122.22±21.27	98.14±18.91
16	Veg 16	29.62±10.47	48.14±13.35	38.88±11.91
17	Veg 17	37.03±11.71	48.14±13.35	42.59±12.53
18	Veg 18	40.74±12.28	103.70±19.59	72.22±15.94
19	Veg 19	62.96±15.27	70.37±16.14	66.66±15.70
20	Veg 20	140.74±22.83	185.18±26.18	162.96±24.51
21	Veg 21	96.29±20.28	125.92±21.59	105.55±19.67
22	Veg 22	118.51±20.95	148.14±23.42	133.33±22.18
23	Veg 23	40.74±12.28	51.85±13.85	46.29±13.07
24	Veg 24	18.51±8.281	29.62±10.47	24.07±9.37
25	Veg 25	44.44±12.83	51.85±13.85	48.14±13.34
26	Veg 26	29.62±10.47	37.03±11.71	33.33±11.09
27	Veg 27	48.14±13.35	85.18±17.76	66.66±15.55
28	Veg 28	40.74±12.28	122.22±21.27	81.48±16.77
29	Veg 29	55.55±14.34	62.96±15.27	59.25±14.80
30	Veg 30	48.14±13.35	51.85±13.85	50±13.60
31	Veg 31	37.03±11.71	48.14±13.35	42.59±12.53



الشكل (٣): تركيز الرادون في نماذج الخضروات باستخدام كاشفين

الجدول (3): معدل الفعالية و الفعالية النوعية لغاز الرادون في نماذج الخضروات

No	Code of sample	Activity (Bq)	Specific Activity (Bq/kg)	No	Code of sample	Activity (Bq)	Specific Activity (Bq/kg)
١	Veg1	0.013±0.002	0.58±0.11	17	Veg 17	0.005±0.0016	0.34±0.10
٢	Veg 2	0.013±0.0024	0.49±0.09	18	Veg 18	0.009±0.0020	0.37±0.08
٣	Veg 3	0.009±0.0021	0.75±0.16	19	Veg 19	0.008±0.0020	0.41±0.09
٤	Veg 4	0.010±0.0022	0.51±0.11	20	Veg 20	0.021±0.0031	1.05±0.15
٥	Veg 5	0.006±0.0017	0.108±0.028	21	Veg 21	0.013±0.0025	0.45±0.08
٦	Veg 6	0.009±0.0021	0.46±0.11	22	Veg 22	0.017±0.0028	1.33±0.22
٧	Veg 7	0.007±0.0019	0.49±0.12	23	Veg 23	0.006±0.0016	0.286±0.08
٨	Veg 8	0.012±0.0024	0.52±0.10	24	Veg 24	0.003±0.0012	0.18±0.07
٩	Veg 9	0.004±0.0014	0.24±0.08	25	Veg 25	0.006±0.0017	0.39±0.10
١٠	Veg 10	0.005±0.0016	0.34±0.10	26	Veg 26	0.004±0.0014	0.24±0.08
١١	Veg 11	0.006±0.0017	0.37±0.09	27	Veg 27	0.008±0.0020	0.54±0.13
١٢	Veg 12	0.010±0.0022	0.57±0.12	28	Veg 28	0.010±0.0021	0.48±0.09
١٣	Veg 13	0.004±0.0014	0.283±0.08	29	Veg 29	0.007±0.0019	0.38±0.09
١٤	Veg 14	0.008±0.0019	0.54±0.13	30	Veg 30	0.006±0.0017	0.38±0.10
١٥	Veg 15	0.012±0.0024	0.85±0.16	31	Veg 31	0.005±0.0016	0.29±0.08
١٦	Veg 16	0.005±0.0015	0.31±0.09				