مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد السابع والعشرون - المجلد الحادي عشر - علوم الفيزياء - آيار 2026 م
doi.org/10.52866/esj.2026.11.27.08

تحديد تركيز غاز الرادون في الأسمدة المحلية والمستوردة باستخدام كاشف Rad7

نمارق ناجي عبد العزيز ، محمود سالم كريم
قسم الفيزياء، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، العراق

مستخلص:

في هذا البحث تم قياس تراكيز غاز الرادون المشع (^{222}Rn) من خلال اختيار 10 عينات من الاسمدة المحلية والمستوردة الاكثر استخداماً ورواجاً في الاسواق العراقية. تم استخدام تقنية الغرفة المغلقة وهي تقنية ليست بالشائعة لقياس هذا الغاز في الأسمدة ، وباستخدام جهاز كاشف الرادون الالكتروني (Rad-7) وجد ان ادنى تركيز لغاز (^{222}Rn) هو (37.98 ± 6.7 $Bq.m^{-3}$) في العينة (F.3) صينية المنشأ وبالمقابل ان اعلى تركيز لغاز (^{222}Rn) هو (112.87 ± 7.8 $Bq.m^{-3}$) في العينة (F.10) صينية المنشأ في حين بلغ المتوسط الكلي للعينات المقاسة (84.953 ± 8.2 $Bq.m^{-3}$)، بالتالي فهو اقل من المعدل العالمي المسموح به عالميا من اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع (ICRP) لعام 2009 والذي يبلغ (200-300 $Bq.m^{-3}$). بعد اجراء عدة حسابات لمعرفة مدى تلوث تلك العينات بغاز (^{222}Rn) وجد ان معدل الجرعة الفعالة للعينات (AED) هو (2.1235 $mSv.y^{-1}$) وهو دون الحد المسموح به عالميا (3-10 $mSv.y^{-1}$). تم إيجاد معدل الإصابات بالسرطان سنويا لكل مليون شخص (CPPP) للعينات المدروسة والذي يبلغ (3.8219×10^{-5}) إذ انه اقل بكثير من الحد الموضوع من قبل اللجنة المعنية دوليا بالوقاية من الإشعاع وهو (170-230) لكل مليون شخص. كما تم إيجاد معدل الانبعاث السطحي (E_{exh}) لغاز (^{222}Rn) الذي يبلغ (4.587 $Bq.m^{-2}.h^{-1}$) وهو اقل من المعدل المصرح به عالميا.

الكلمات المفتاحية: غاز الرادون، السماد، كاشف (Rad-7) ، الجرعة الفعالة ، معدل الانبعاث السطحي .

Determining the concentration of radon in local and imported fertilizers using the Rad-7 detector

Namariq N. Abd-Alaziz[1] and Mahmood S. Karim[1]
[1]Department of Physics, College of Education, Al-Mustansiriyah University

Abstract:

In this research, we measured the concentrations of radioactive radon gas (^{222}Rn) by selecting 10 samples of the most commonly used and popular local and imported fertilizers in the Iraqi markets. The closed chamber technique was used, which is not a common technique for measuring this gas in fertilizers. Using the electronic radon detector (Rad-7), the lowest concentration of (^{222}Rn) was found to be (37.98 ± 6.7 $Bq.m^{-3}$) in sample (F.3) of Chinese origin, while the highest concentration of (^{222}Rn) was (112.87 ± 7.8 $Bq.m^{-3}$) in sample (F.10) of Chinese origin. The overall average of the measured samples was (84.953 ± 8.2 $Bq.m^{-3}$), which is lower than the internationally permissible limit set by (ICRP) for 2009, which is (200-300 $Bq.m^{-3}$). After performing several calculations to determine the extent of contamination of these samples with (^{222}Rn), the effective dose (AED) was found to be (2.1235 $mSv.y^{-1}$), which is below the internationally accepted limit of (3-10 $mSv.y^{-1}$). The annual incidence of cancer per million people (CPPP) for the studied samples was found to be (3.8219×10^{-5}), significantly lower than the limit set by (ICRP) of (170-230) per million people. The surface emission (E_{exh}) of (^{222}Rn)was also found to be (4.587 $Bq.m^{-2}.h^{-1}$), which is below the internationally accepted limit.

المقدمة:

يتواجد غاز (^{222}Rn) في كل مكان من حولنا فهو غاز طبيعي التكوين، لا يتدخل الانسان في صناعته [1]، الا ان تركيزه يتباين من منطقة الى أخرى بحسب عدة عوامل اهمها : الظروف المناخية، الجغرافية ، الرياح، رطوبة الجو والتربة [2]، ان ما استدعى ان نخص بالذكر غاز(^{222}Rn) وتواجده في الأسمدة دون غيره من العناصر المشعة هو خطورته واثاره السلبية على صحة الانسان حيث اثبت من خلال دراسات سابقة ان هنالك ارتباطا وثيقا بين الامراض التي يصاب بها الانسان و تواجد الرادون في جسمه فعند اجراء فحص دم لأشخاص اصحاء و اخرين مرضى تبين ان نسبته في دم المرضى اعلى منها في دم الاصحاء [3]. لهذا الغاز مميزات ، ابرزها: يعد اثقل الغازات النبيلة التي ينتمي لها [4] وهذا ما يفسر وجوده اسفل الغلاف الجوي اذ يعتبر الهواء اخف منه بحوالي ثمان مرات [5]، لا يمكن للحواس البشرية المجردة رصده او رؤيته او حتى تذوقه في الظروف الاعتيادية [6] فيتعرض الانسان له و لفترات مطولة كونه يمتلك عمر نصف اطول من غيره من العناصر المشعة في سلسلة التحلل التي انتجته [1]، صغر قطر ذرته جعل من السهل ان يخترق العديد من المواد منها جلد الإنسان [7] ثم ان الوليدات المشعة التي نتجت عن تحلله تتمكن من خلال صفاتها الفيزيائية من التطاير والانتشار على انها جزيئات عالقة في الهواء الجوي و التي يتم استنشاقها من قبل الانسان مستقرة بذلك داخل رئته وبقية اعضاءه الحيوية [8] ، الامر الذي يسبب امراضا عدة كأمراض الكلى والامراض الجلدية والسرطان الرئوي [9] وغيرها من العوارض الصحية الخطيرة الامر الذي يجعله محل دراسة هذا البحث . لاشك في ان الاسمدة في العصر الحالي باتت جزءا لا يتجزأ من الزراعة الناجحة المثمرة والمستخدمة في اغلب المزارع والحدائق. تكون الأسمدة بحالتين اما سائلة او صلبة، وغالبا ما تكون الأخيرة غير عضوية. بطبيعة الحال، تدخل المواد الكيميائية والتي قد تتضمن عناصر مشعة في صناعة الأسمدة غير العضوية (الكيميائية). في بعض انواع الأسمدة تتضمن مكوناتها خام الفوسفات والذي يحتوي على كميات متباينة من العناصر المشعة الطبيعية تبعا لتركيزه فيها [10]. يختلف تركيز تلك المواد تبعا لاحتياج النبات في مراحل نموه المختلفة. يكمن الخطر في انبعاث غاز (^{222}Rn) من السماد ثم انتقاله مع المواد المغذية من الجذور الى باقي أجزاء النبات وبالتالي ينتقل للإنسان بتناوله تلك النباتات المسمدة [11]، الغاية من هذا البحث هو تحديد مدى تلوث الأسمدة بإشعاع غاز (^{222}Rn) من خلال قياس تركيزه فيها ثم اجراء الحسابات الرياضية الكافية لمعرفة مدى خطورته على الانسان وبيئته.

الجانب العملي:

تم اختيار 10 عينات من الأسمدة المحلية والمستوردة الاكثر طلبا في الاسواق العراقية من مشاتل مختلفة في محافظة بغداد، وكما هو موضح في الشكل (1) والجدول (1). تم استخدام تقنية الغرفة المغلقة (closed chamber technique) وبكتلة كيلوغرام واحد (1Kg) لكل عينة، بمساعدة كاشف الرادون الالكتروني (Rad-7) كما موضح في الشكل(2). يرتبط الصندوق الزجاجي (glass

box) وهو صندوق محكم الغلق ذو شكل متوازي المستطيلات والذي يمثل الغرفة المغلقة بكاشف الرادون (Rad-7) من خلال انبوبين من مادة الفينيل (vinyl tubes) احد اطراف تلك الانابيب مرتبط بالصندوق بوساطة فتحتين على جانبي الصندوق والطرف الاخر من الانبوبين مرتبط بالكاشف من خلال منفذين، احدهما يدفع الهواء خارج جهاز الكاشف (Outlet) والاخر يسحبه داخل الكاشف (Inlet). يتدفق الهواء المندفع عبر احد الانابيب داخلا الغرفة المغلقة، يسحب عبر الانبوب الاخر محملا بغاز (^{222}Rn) المنبعث من العينة ، ثم يدخل مجفف الهواء المختبري (labora-tory desiccant) ، ثم يدخل بعدها للكاشف .ان للمجفف ضرورة ملحة كونه يعمل على تخفيف رطوبة الهواء الخارج من الغرفة المغلقة اذ ان الرطوبة تقلل من تركيز (^{222}Rn) وبالتالي ستظهر قراءة قليلة وغير دقيقة للعينة المختبرة. يتم القياس الفوري لتركيز(^{222}Rn) بطباعة النتائج المحصول عليها بعد نهاية مدة تشغيل الجهاز والبالغة (t=6h) من خلال طابعة حرارية محمولة (portable printer) متصلة لاسلكيا مع الكاشف. ان الغرض من اجراء هذه التجربة هو لمعرفة تركيز (^{222}Rn) في عينات الأسمدة المدروسة فيما إذا كانت آمنة للاستخدام البشري وللتأكد من هذا الامر تم إجراء بعض الحسابات:

1. تم الحصول على نتائج الجرعة الفعالة السنوية (AED) للعينات المدروسة بتطبيق العلاقة الرياضية الآتية [12]:

$$AED\ (mSv.y^{-1}) = T_{1/2} \times F \times C \times O \times D \quad \ldots\ldots (1)$$

حيث ان:

($T_{1/2}$) عمر النصف لغاز الرادون (^{222}Rn) ، (F) هو عامل التوازن بين (^{222}Rn) ووليداته ويساوي (0.4) ، (C) قيم تركيز (^{222}Rn) التي تم الحصول عليها من الكاشف (Rad-7) ، (O) هو عامل الإشغال و يساوي (0.8) [13].

2. تم الحصول على معدل حالات السرطان السنوية لكل مليون شخص (CPPP) بتطبيق العلاقة الرياضية الآتية [14] :

$$CPPP = (10^{-6}\ mSv.y^{-1})\ AED \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

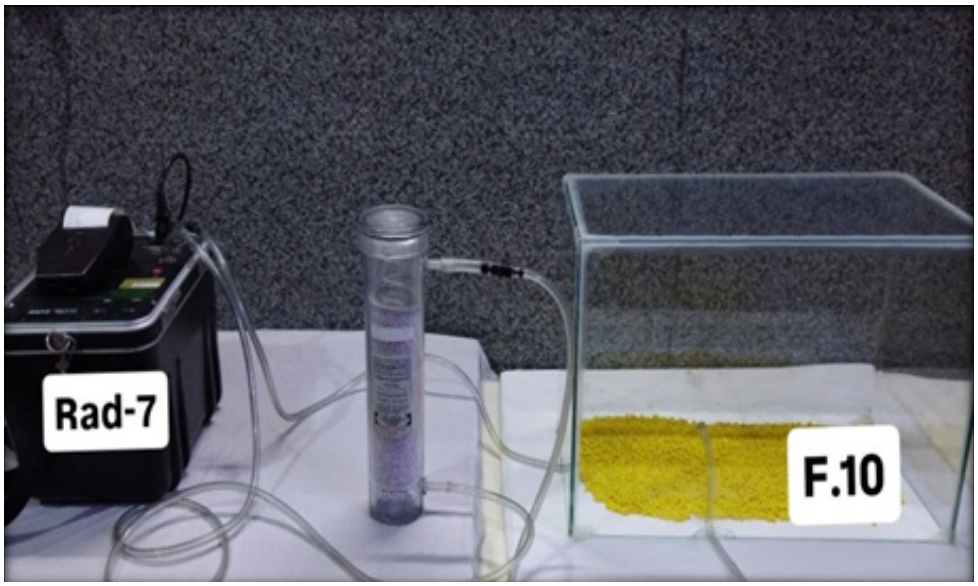
3. تم الحصول على معدل الانبعاث السطحي للـ(^{222}Rn) بتطبيق العلاقة الرياضية الآتية [15]:

$$E_{exh}\ (Bq.m^{-2}.h^{-1}) = \lambda VC\ /A\ [t+ \lambda^{-1}\ (\ e^{-\lambda \cdot t} - 1)] \quad \ldots (3)$$

حيث إن:

(λ): ثابت تحلل (^{222}Rn) لسنة واحدة ($t=8760\ h.y^{-1}$) ، (V): حجم الهواء داخل الصندوق الزجاجي ($0.032\ m^3$) ، (C): هو قيم تركيز (^{222}Rn) التي تم الحصول عليها من الكاشف (Rad-7) ،(A) المساحة السطحية للعينة داخل الصندوق الزجاجي، (t) مدة اجراء التجربة (h6).

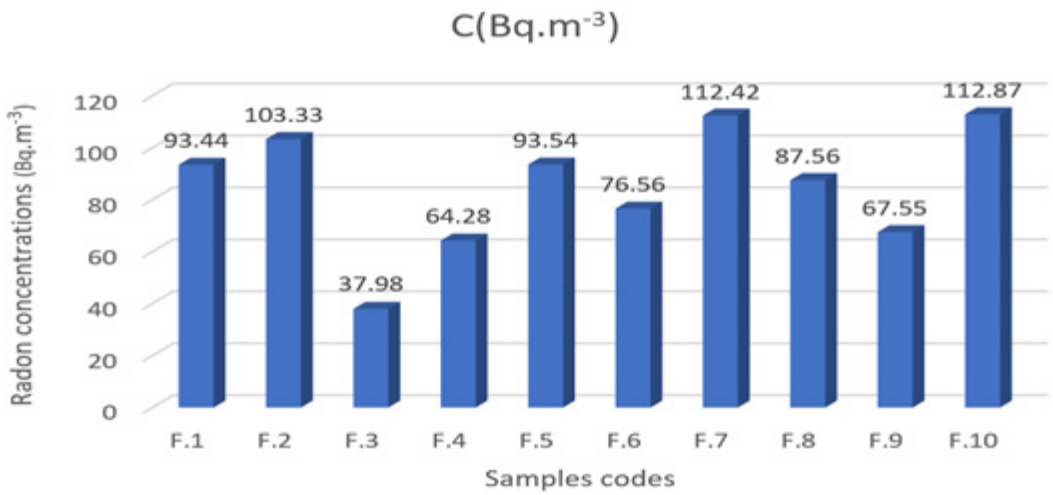
الشكل (1): عينات الأسمدة .



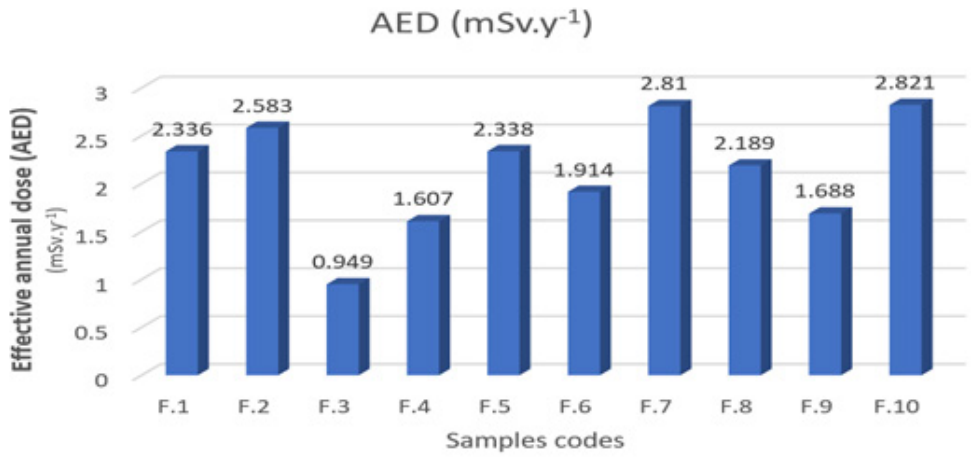
الشكل (2): جهاز كاشف الرادون الالكتروني وملحقاته.

الجدول (1): يمثل رمز ، اسم ، منشأ ،تركيز الرادون ، الجرعة الفعالة السنوية (AED) ، حالات السرطان سنويا لكل مليون شخص(CPPP) ، الانبعاث السطحي للرادون (E_{exh}).

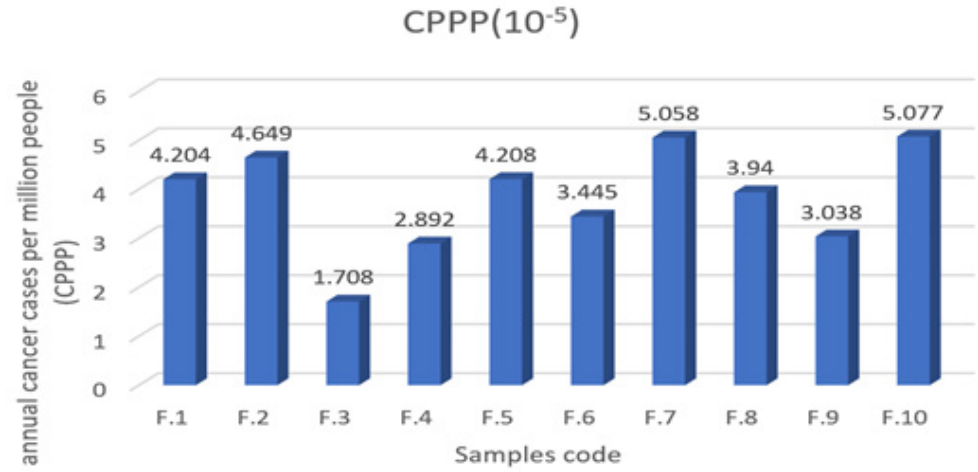
No.	Code	Sample name	Origin	C (Bq.m^{-3})	AED (mSv.y^{-1})	CPPP (10^{-5})	E_{exh} (Bq.m^{-2}.h^{-1})
1	F.1	Peat Moss	Holland	93.44±5.6	2.336	4.204	5.045
2	F.2	Amino Asid	China	103.33±6.2	2.583	4.649	5.579
3	F.3	Ammoniom Sulphate N 21%, P 0%,K 0%	China	37.98±6.7	0.949	1.708	2.05
4	F.4	Calcium Ammoniom Nitrate	Jordan	64.28±7.8	2.81	2.892	3.471
5	F.5	UREA ($NH_2)_2CO$	Iraq(Basra)	93.54±4.7	1.914	4.208	5.051
6	F.6	Potassium Humate	Spain	76.56±8.2	2.81	3.445	4.134
7	F.7	NPK	Iraq(Kufa)	112.42±7.9	2.189	5.058	6.07
8	F.8	Humic Asid	Türkiye	87.56±5.4	1.688	3.94	4.728
9	F.9	(DAP) D18%, A 46%,P 0%	Jordan	67.55±7.2	2.821	3.038	3.647
10	F.10	Peat Moss	China	112.87±7.8	2.336	5.077	6.094
Minimum				37.98±6.7	0.949	1.708	2.05
Maximum				112.87±7.8	2.821	5.077	6.094
Average				84.953±8.2	2.1235	3.8219	4.587
Global limit				**200-300 [16]**	**3-10 [17]**	**230-170 [17[**	-------



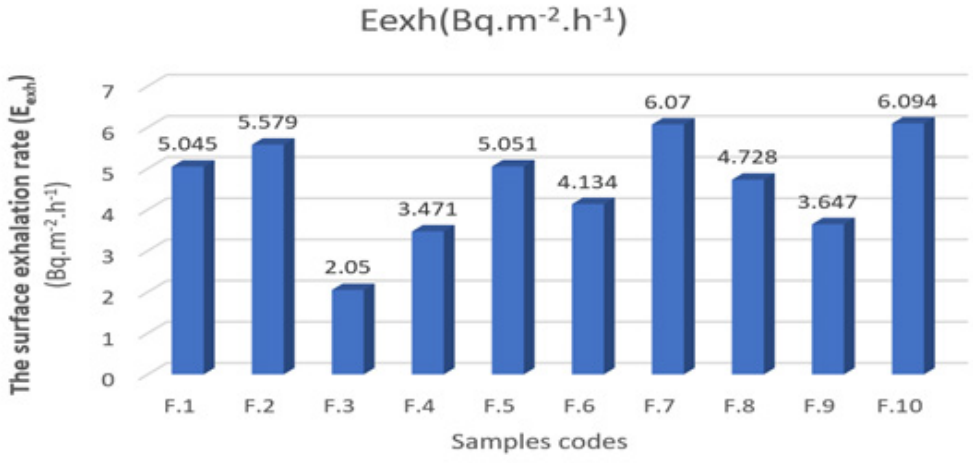
الشكل (3): تراكيز غاز (^{222}Rn) في نماذج الأسمدة.



الشكل(4): قيم الجرعة الفعالة السنوية في نماذج الأسمدة (AED).



الشكل (5): قيم حالات الاصابة بالسرطان سنويا لكل مليون شخص(CPPP) في نماذج الأسمدة.



الشكل (6): قيم الانبعاث السطحي (^{222}Rn) في نماذج الأسمدة.

النتائج والمناقشة :

تم قياس تراكيز الرادون في عينات من السماد المحلي والمستورد باستخدام الكاشف (Rad-7)، وادرجت النتائج في الجدول (1) . ويلاحظ من الجدول (1) والشكل 3 أن أدنى تركيز لغاز في العينة (F.3) صينية المنشأ والذي كان يساوي (6.7±37.98 $Bq.m^{-3}$)، في حين إن اعلى تركيز في العينة (F.10) صينية المنشأ والذي كان يساوي(7.8±112.87 $Bq.m^{-3}$) وبمعدل (8.2±84.953) والتي تبلغ (200-300 $Bq.m^{-3}$) وهو اقل من القيمة المسموح بها عالميا من قبل ICRP [16]. كما يلاحظ من الجدول (1) والشكل(4) ان ادنى قيمة للجرعة الفعالة السنوية للعينة (F.3) إذ يبلغ (0.949 $mSv.y^{-1}$) واعلى قيمة له هي العينة (F.10) وتبلغ (2.821 $mSv.y^{-1}$) وبمعدل (2.1235 $mSv.y^{-1}$) وهي اقل من المدى المسموح به عالميا من وهي اقل بكثير من القيمة المقترحة من قبل اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP,1993) والذي يبلغ (3-10 $mSv.y^{-1}$) [17] .

كذلك بملاحظة الجدول (1) والشكل(5) ، وجد ان ادنى قيمة لحالات السرطان سنويا لكل مليون شخص(CPPP) هي للعينة (F.3) والتي تبلغ (1.708×10^{-5}) واعلى قيمة له (5.077×10^{-5}) وبمعدل (3.8219×10^{-5}) وهي اقل بكثير من القيمة المقترحة من قبل اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP,1993) وهي (170-230) [17] . كما يلاحظ من خلال الشكل(6) وبتطبيق العلاقة (3) ، ان ادنى قيمة لانبعاث غاز الرادون E_{exh} في العينة (F.3) والتي تبلغ (2.05 $Bq.m^{-2}.h^{-1}$) واعلى قيمة له هي في العينة (F.10) والتي تبلغ (6.094 $Bq.m^{-2}.h^{-1}$) ، وبمعدل (4.587 $Bq.m^{-2}.h^{-1}$) وهي اقل من المدى المسموح به عالميا.

الاستنتاجات :

تم قياس تركيز (^{222}Rn) في عشر عينات من الأسمدة المحلية والمستوردة والأكثر طلبا في الأسواق بجهاز (Rad-7) وبإجراء عدة حسابات تبين من خلالها بان جميع العينات المختارة أقل من الحد المسموح به دوليًا (200-300 $Bq.m^{-3}$)، وبالتالي اصبح جليا بانها آمنة للاستخدام وبالتالي فهي لا تشكل خطورة إشعاعية على الانسان او بيئته.

المصادر:

1. Thabayneh K. M. and Hreaz H. M.,'' Measurement of radioactive contamination of plant fertilizers used in Palestine'', Nuclear Engineering and Technology, Vol.57, No.9,(2025).

2. Dosh R.J., Hasan A.K., Abojassim A.A.,''Radon gas in the indoor air of primary schools of Al-Najaf city, Iraq''. Journal of the Turkish Chemical Society.; Vol.10, No.4, pp.1045-1054,(2023).

3. Majeed G.E., Aziz A.A., ''Determining radon concentration in blood samples of kidney failure patients in Salah al-Din governorate using nuclear track detectors ''Iraqi Journal of Human, Social and Scientific Research, No.17A, (2025).

4. Hamad T.H. , Karim M.S., Kadhim N.F., "Comparison of Three Techniques for

,Vol.4, pp.40-44 ,(2016).

11. Pulhani V., Dafauti S., Hegde A., Sharma R. and Mishra U. , "Uptake and distribution of natural radioactivity in wheat plants from soil" . J. Environ. Radioactiv., Vol.79, No.3,pp. 331-346 ,(2005).

12. Mowlavi A.M., Fornasier M.R., Binesh A. and de Denaro M. ," Indoor radon measurement and effective dose assessment of 150 apartments in Mashhad، Iran" Environ Monit Assess, Vol.184, pp.1085-1088, (2012) .

13. (UNSCEAR), "Sources and effects of ionizing radiation": sources. (United Nations Publications), Vol. 1, Annex B, P. 84, (2000).

14. Karim M.S., Abdullah M.H., and Abass W.H.,«measurement of radon gas concentration in cement samples by using nuclear track detector (CR-39) »Diyala Journal For Pure Sciences, Vol.8 , No.3, (2012).

15. Tawfiq, N. F., K. H. Mahdi, and Z. J. Raheem. The effect of high voltage power lines on radon concentrations in air using solid state nuclear track detector CR-39 in Baghdad city. No. INIS-SD--517. 2012.

16. WHO, World Health Organization; WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective, Geneva ,(2009).

17. ICRP, "Protection against Rn-222 at Home and at Work" International Commission on Radiological Protection Publication, 65, Annals of ICRP Vol.23,No. 2, Pergamon Press; Oxford, (1993).

Measuring Radon Gas" ,Ibn Al-Haitham International Conference for Pure and Applied Sciences (IHICPS), Journal of Physics: Conference Series,pp.1-4,(2021).

5. Jadoua A.A., Ahmed N.A. ,"Measuring SO2, CO2, and Radon Gases Concentration in the Areas Surrounding the Dora Refinery", Journal of Engineering ,Vol. 31, Issue 11 , (2025) .

6. Ridha A.A., Karim M.S., Kadhim N.F., " Measurement of radon gas concentration in soil and water samples in Salahaddin governorate-Iraq using Nuclear Track Detector (CR-39) " Civil and Environmental Research, Vol.6, No.1, pp.24-30 ,(2014).

7. (CDC) Center for Disease Control and Prevention and (ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry, "Case studies in environmental medicine radon toxicity", pp.12-14 ,(2010).

8. Nouh S.A. , El-Desoky T., Diab H.M., Mokhtar S. and Hassan M., "Measurement of Radon Gas Concentration in Fertilizer Sample Using Irradiated CR-39 Nuclear Track Detector " , Journal of Environmental Science, Vol.35, No.1, (2016).

9. Sheihab A.K., Qusay S., Al-Mashhadani A. H., "The Relationship between Exposure to Radon in Majnoon Field and Lung Cancer Risk" ANJS, Vol. 28 , pp. 132 – 142 ,(2025).

10. Karim M.S., Daroysh H.H., Mohammed A.N. ," Assessment of Indoor Radon Concentrations in Dwellings for Baghdad Governorate by Using RAD-7 Detector"