



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بابل  
كلية التربية للعلوم الصرفة  
قسم الفيزياء

## قياس ودراسة تركيز غاز الرادون في عينات منتخبة من ماء (منطقة سيددخيل – مدينة الناصرية)

بحث مقدم من قبل الطالب (سامي رزاق عبدالحسين) كجزء من متطلبات نيل  
شهادة البكالوريوس في كلية التربية للعلوم الصرفة

بإشراف:

الست إنعام هاني كاظم

٥١٤٤٥

٢٠٢٤ م

## الاية القرآنية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{ قُلْ يَا عِبَادِيَ الَّذِينَ أَسْرَفُوا عَلَىٰ أَنفُسِهِمْ لَا  
تَقْنَطُوا مِن رَّحْمَةِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ يَغْفِرُ الذُّنُوبَ  
جَمِيعًا إِنَّهُ هُوَ الْغَفُورُ الرَّحِيمُ }

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سورة الزمر اية ٥٣

## الإهداء

إلى من أفضّلها على نفسي، ولم لا؛ فلقد ضحّت من أجلي

ولم تدّخر جهدًا في سبيل إسعادي على الدوام

(أمّي الحبيبة).

نسير في دروب الحياة، ويبقى من يُسيطر على أذهاننا في كل مسلك

نسلكه

صاحب الوجه الطيب، والأفعال الحسنة.

فلم يبخل عليّ طيلة حياته

(والدي العزيز).

إلى أصدقائي، وجميع من وقفوا بجواري وساعدوني بكل ما يملكون، وفي

أصعدة كثيرة

أُقَدِّم لكم هذا البحث، وأتمنّى أن يحوز على رضاكم

## شكر وتقدير

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله ... والصلاة والسلام على سيدنا محمد المصطفى وعلى اله وصحبه وسلم أجمعين .

يسرني أن اشكر بعد شكري لله عز وجل إلى كل من علمني حرفا أو أسدى لي نصحا  
لذا من الوفاء أن اشكر جميع أساتذة ومنتسبي قسم الفيزياء لتعاونهم الجاد ورعايتهم لنا  
طوال سنوات الدراسة ..

وأقدم بجزيل شكري إلى مشرفة البحث الست إنعام هاني كاظم لتعاونها العلمي  
والأخوي الصادق وتوجيهاتها طوال فترة البحث .

وأخيرا أتقدم بشكري لجميع الزميلات والزملاء طلبة كلية التربية قسم الفيزياء....

ومن الله التوفيق

## الخلاصة:

الرادون من الغازات الخاملة كيميائيا والمشتقة طبيعيا ينتج من الانحلال الإشعاعي الطبيعي لليورانيوم الموجود في الصخور والتربة، ينبعث الرادون بسهولة من التربة لينتشر في الهواء حيث ينحل إلى مشتقات قصيرة العمر تدعى وليدات الرادون مثل ( $^{218}\text{Po}$  أو  $^{214}\text{Po}$ ) وذلك ببعثة جسيمات الفا والتصاقها بالغبار والجسيمات الأخرى العالقة في الهواء وعند استنشاق الهواء تتراكم تلك الوليدات في الخلايا التي تغطي القصبة الهوائية حيث يمكن لجسيمات الفا إلحاق إضرار لتلك الخلايا .

تناولت هذه الدراسة قياس تركيز غاز الرادون في ماء منطقة سيددخيل في محافظة ذي قار حيث أخذت (١٠) عينات من (١٠) مناطق مختلفة وكان معدل تركيز غاز الرادون  $Bq.L^{-1}$  (٠.٢٥) حيث يتراوح تركيز غاز الرادون من أعلى قيمة في  $S5$  ( $7.92 \pm 0.52$ )  $Bq.L^{-1}$  إلى أدنى قيمة في  $S7, S6$  ( $0.54 \pm 0.49$ )  $Bq.L^{-1}$  وقد تم اختيار هذا الموضوع للدراسة لأهمية الماء في حياة الإنسان والكائنات الحية.

## المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
	<b>الفصل الأول : الجزء النظري</b>	
٨	غاز الرادون المشع	١-١
١٠	نظائر الرادون	٢-١
١٠	الرادون ونواتج تحلله	٣-١
١١	الرادون مصادره ومخاطره	٤-١
١٢	اثر الرادون على الصحة	٥-١
١٣	فوائد الرادون	٦-١

١٣	الهدف من البحث	٧-١
	<b>الفصل الثاني: الجزء العملي</b>	
١٤	المقدمة	١-2
١٤	الأجهزة المستخدمة	٢-2
١٥	كاشف الحالة الصلبة RAD7	٣-2
١٦	تحليل الطيف في RAD7	4-2
١٧	القياس	5-2
١٨	الجرعة الفعالة	٦-٢
	<b>الفصل الثالث : النتائج والمناقشة</b>	
١٩	حساب معاملات الخطورة في الماء	١-٣
٢١	الاستنتاجات	٢-٣
	المصادر	

## الفصل الأول

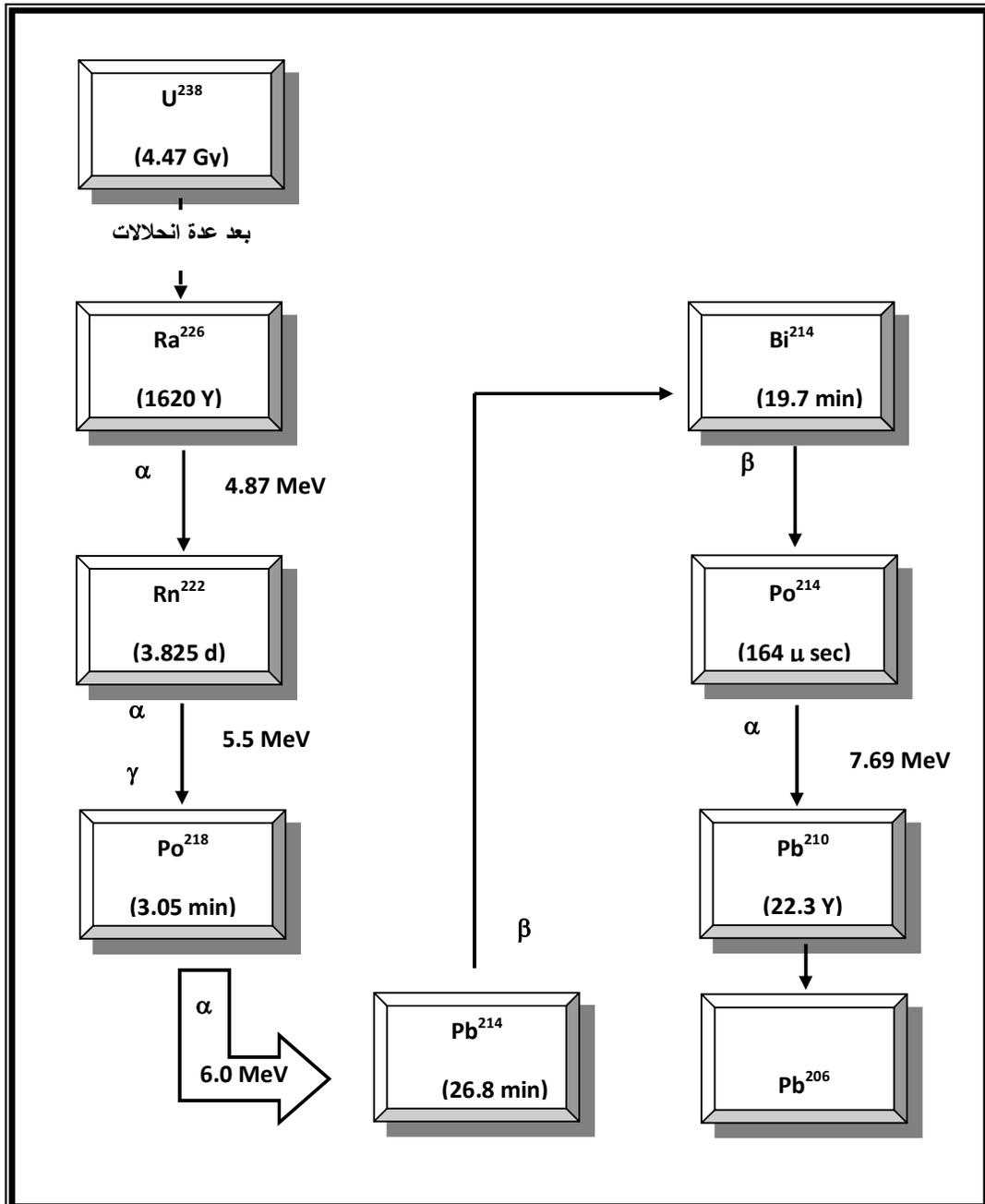
### الجزء النظري

#### 1-1 غاز الرادون المشع

هو غاز مشع عديم اللون والطعم والرائحة وهو أحد عناصر الجدول الدوري ويقع ضمن مجموعة الغازات النبيلة (كالهيليوم والنيون والزينون وغيرهم)، وهو من الغازات الخاملة كيميائياً بسبب استقراريته الالكترونية لامتلاكه ثمانية الكترونات في قشرته الخارجية. فعدده الذري ٨٦ والعدد الكتلي لنظيره الأكثر استقراراً هو ٢٢٢ [1]، وبما انه أثقل من الهواء بحوالي 7.7 مرة فهو يميل إلى البقاء قريباً من الأرض وهذا ما أكدته دراسات عديدة ومنها الدراسة التي أظهرت أن مستوى الرادون في الطوابق الأرضية أعلى بعدة مرات من مستواه في الطوابق العليا فضلاً عن دراسات أخرى، وإن سلوك ذرات الرادون يشبه سلوك ذرات الغازات الأخرى، إذ لها القابلية على الانتشار والنفوذ من الفتحات والشقوق الصغيرة [2] وتضمن اللجنة العلمية لتأثيرات الأشعة الذرية التابعة للأمم المتحدة (UNSCEAR) أن الرادون يساهم مع النويدات الوليدة المشعة الناتجة من انحلاله بحوالي ٧٥% من مكافئات الجرعة المؤثرة السنوية التي يستلمها الأفراد كل على انفراد من المصادر الأرضية، وحوالي ٥٠% من جرعتهم من كل

المصادر الطبيعية مجتمعة. وتعزى النسبة العظمى من هذه الجرعة إلى استنشاق هذه النويدات المشعة في هواء الدور والمباني بصورة خاصة [3].

ينحدر غاز الرادون من سلسلة انحلال اليورانيوم  $^{238}\text{U}$  الموجود في صخور القشرة الأرضية لذلك فإن معدل تدفق الرادون يختلف من منطقة لأخرى نظراً لاختلاف التربة والصخور الموجودة في القشرة الأرضية التي تعتبر المصدر الرئيسي لليورانيوم ، ولأن عمر النصف لليورانيوم طويل جداً فإن تولد الرادون يبقى مستمراً [4] كما موضح في الشكل (1-2). أن الراديوم هو المصدر الرئيسي للرادون في الطبيعة وعمر النصف له يساوي (1600 y) ، لذا يتوقع وجوده في جميع الخامات التي تحتوي على  $^{238}\text{U}$  والتي لا تتوزع بصورة متجانسة في المناطق الجيولوجية المختلفة لاختلاف التركيب الجيولوجي لمكونات الأرض ، لذا فهناك مناطق تكاد تكون خالية من هذا العنصر في حين توجد مناطق أخرى تحتوي على تراكيز عالية من الخامات التي تحتوي على هذا العنصر مما يؤثر بشكل ملموس على تراكيز الرادون من منطقة لأخرى لكونه يتحرر بشكل طبيعي من الأرض والمياه الجوفية إلى الجو [1,3].



## 2-1 نظائر الرادون

توجد في الطبيعة أربع سلاسل نووية تنتمي إليها معظم العناصر المشعة وهي اليورانيوم  $^{238}\text{U}$  والاكثينيوم  $^{227}\text{Ac}$  والثوريوم  $^{232}\text{Th}$  والنيبتونيوم  $^{237}\text{Np}$  وان كل متسلسلة تبدأ بنويده أم تمر بسلسلة من التحويلات التي تشمل انبعاث جسيمات ألفا أو بيتا لتكوين نويدة وليدة، وتتميز جميع انويه النظائر في هذه السلاسل بعددها الذري الذي يتجاوز 82 مما يجعل قوى التنافر الكهربائية قوية جداً داخل النوواة أي عدم استقرار هذه العناصر وبالتالي انحلالها، حيث إن كل من هذه السلاسل المذكورة، عدا النيبتونيوم لنفاذه من الكرة الأرضية، تمر عند انحلالها بأحد نظائر الرادون الثلاثة المهمة وهي [2,5]:

**الرادون:** هو نظير الرادون  $^{222}\text{Rn}$  الذي ينتمي إلى سلسلة اليورانيوم  $^{238}\text{U}$  ويعد هذا النظير الأطول عمراً من بين نظائر الرادون إذ إن عمره النصفى يساوي (3.82 d) مما يزيد من قابليته على الانتشار لمسافات غير قليلة في الجو على الرغم من كونه ينبعث من التربة بكميات أقل بكثير من الثورون.

**الثورون:** وهو نظير الرادون  $^{220}\text{Rn}$  وينتمي إلى سلسلة الثوريوم  $^{232}\text{Th}$ . ويبلغ عمره النصفى (55 sec) ويعد الثورون أكثر نظائر الرادون غزارة بسبب وفرة الثوريوم العالية مقارنة باليورانيوم ولكنه يختفي من الجو بسرعة بسبب عمره النصفى القصير.

**الأكثينيون:** هو نظير الرادون  $^{219}\text{Rn}$  وينتمي إلى سلسلة الاكثينيوم  $^{227}\text{Ac}$ . ويبلغ عمره النصفى (4 sec) ويتواجد بنسبة قليلة جداً وذلك بسبب قلة تواجد اليورانيوم  $^{235}\text{U}$ ، ويعتبر عمره النصفى قصير مقارنة باليورانيوم  $^{238}\text{U}$ .

تتحل نظائر الرادون الثلاثة بواسطة انبعاث جسيمات ألفا غير أن الأكثينيون ينحل أيضاً بانبعاث أشعة غاما، وإن الرادون  $^{222}\text{Rn}$  هو الأكثر أهمية من بين نظائره لما له من عمر نصفى طويل نسبياً مقارنة بهم وبذلك يمكن إبعاد  $^{219}\text{Rn}$  وإهمال  $^{220}\text{Rn}$  في عمليات حساب تراكيز الرادون لأن العمر النصفى القصير لهما يقلل من احتمالية انتشارهما بعيداً عن مصدريهما [4].

## 3-1 الرادون ونواتج تحلله Radon And its Degradation Products

إن الرادون  $^{222}\text{Rn}$  هو النوواة الوليدة المباشرة للراديووم  $^{226}\text{Ra}$  (  $^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{222}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$  ) وبما انه غاز خامل غير مستقر فانه يستمر بالإشعاع مولدا ما

يسمى ولائد الرادون وهي ( $^{214}\text{Po}$ ،  $^{214}\text{pb}$ ،  $^{214}\text{Bi}$ ،  $^{218}\text{Po}$ ) وهو بدوره ينحل بعمر نصفي 3.825 day باعثاً جسيمة ألفا (نواة ذرة الهليوم) بطاقة حركية مقدارها 5.49 MeV. ويوجد الراديوم في التربة وفي مياه البحار والمحيطات وفي الصخور وصخر الصلد (الأديم)، وان عدداً من ذرات الرادون والنااتجة من انحلال الراديوم في باطن الأرض تتداخل مع الغازات الموجودة في التربة أو تخرج إلى الغلاف الجوي. وعندما تتحلل ذرات الرادون فإنها تبعث جسيمات ألفا وعلى العموم يعد تأثير الرادون غير مباشر صحياً أي انه لا يسبب مرض سرطان الرئة وإنما وليداته هي التي تسبب ذلك المرض[6].

## ٤-١ مصادر الرادون ومخاطره

تكم الأثار الصحية في جسيمات الفا الصادرة عن غاز الرادون وعن نواتج تحلله نظراً لكون جسيمات ألفا المنبعثة منه تعد من الجسيمات الثقيلة والمشحونة فإنها تحدث عند تصادمها مع ذرات الخلايا المكونة لأنسجة وأعضاء الجسم تأثيرات واضطرابات هائلة فيها فضلاً عن التأثيرات الكيميائية على المستوى الجزيئي[5].

هناك طريقتان يمكن للرادون ونواتج تحلله في الدخول إلى جسم الإنسان وهما التنفس والهضم ويعتقد إن الهضم ليس خطراً حيث وجود الطعام في المعدة ولو بسماكة لا يتجاوز (1.5mm) يمكن أن يوقف معظم جسيمات الفا الصادرة عن تفكك الرادون ووليداته[6]. أما استنشاق غاز الرادون فالوضع مختلف حيث يعتبر الجهاز التنفسي للإنسان هو الجهاز الأكثر تعرضاً لخطر الرادون ووليداته ( $^{214}\text{Po}$ ،  $^{214}\text{Bi}$ ،  $^{214}\text{Pb}$ ،  $^{218}\text{Po}$ ) عن طريق استنشاقه مع الهواء، وتحلله يؤدي إلى التصاق النوى الوليدة بالغشاء المبطن للقصبة الهوائية وهذه من الأسباب الرئيسية للإصابة بسرطان الرئة. كما يمكن لغاز الرادون أن يدخل إلى جسم الإنسان عن طريق الأطعمة الملوثة وعن طريق الجلد من خلال التشققات والجروح [2,6].

إن مشكلة الرادون في المساكن وأماكن الإقامة الأخرى تظل قائمة لأن الرادون يتسرب باستمرار من التربة والمياه الجوفية إلى أجواء المساكن. وبعد الماء والغاز الطبيعي من المصادر الأخرى التي ينبعث منها الرادون في المنازل إذ ينتقل هذا الغاز مع الماء من خلال صنابير المياه ودورة المياه في الطبيعة، وأثناء القيام ببعض الأعمال المنزلية كعمليات الغسل والطبخ والتنظيف إذ ينطلق الرادون المذاب في الماء إلى الهواء الذي نتنفسه عند استخدام الماء للاستحمام أو الاستخدامات المنزلية الأخرى[7]، وبصورة عامة فإن مقدار الرادون المتحرر من الماء يعتمد على مقدار الرادون المتواجد أصلاً في الماء وعلى درجة حرارة الماء إذ يتناسب معدل انبعاث الرادون طردياً مع درجة الحرارة، ويعتمد كذلك على المساحة السطحية للماء المعرضة للهواء إذ يتناسب انبعاث الرادون تناسباً طردياً مع زيادة المساحة المعرضة. مهما يكن فإن استهلاك المياه الحاوية على الرادون لا يعد مشكلة لأن غلي الماء واستخدامه في الطبخ يحرر معظم الرادون، غير أن الجزء الأعظم مما يؤخذ من الرادون يأتي من شرب الماء البارد[3,7].

## ١-٥ أثار الرادون على الصحة

الرادون هو أحد الأسباب الرئيسية لسرطان الرئة. وتشير التقديرات إلى أن الرادون يسبب ما بين ٣ و ١٤% من مجموع حالات الإصابة بسرطان الرئة على مستوى بلد ما، وذلك بحسب متوسط تركيز هذا الغاز على الصعيد الوطني ومعدلات انتشار التدخين. ولوحظت زيادة في معدلات الإصابة بسرطان الرئة لأول مرة بين عمال مناجم اليورانيوم المعرضين لتركيزات عالية جداً من الرادون. وإضافة إلى ذلك، أكدت دراسات أجريت في أوروبا وأمريكا الشمالية والصين أن تركيزات الرادون، حتى عندما تكون منخفضة، مثل تلك المنتشرة في هواء المنازل، تشكل أيضاً مخاطر كبيرة وتسهم في الإصابة بسرطان الرئة في أنحاء العالم بأسره.[8] وكلما زاد متوسط تركيز الرادون على المدى الطويل بمقدار ١٠٠ بكريل/م<sup>٣</sup>، زاد خطر الإصابة بسرطان الرئة بنسبة ١٦%. ومن المفترض أن العلاقة القائمة بين الجرعة والاستجابة هي علاقة خطية، أي أن خطر الإصابة بسرطان الرئة يزيد طردياً بزيادة التعرض للرادون.

وترتفع احتمالات تسبب الرادون بسرطان الرئة ارتفاعاً كبيراً لدى المدخنين. وفي الواقع، تشير التقديرات إلى أن المدخنين أكثر عرضة لخطر الرادون بمقدار ٢٥ مرة من غير المدخنين. ولم تُحدّد حتى الآن أي مخاطر بالنسبة لأنواع السرطان الأخرى أو أي آثار صحية أخرى، رغم أن الرادون المُستنشق يمكن أن يوصل الإشعاع إلى أعضاء أخرى، ولكن بمستوى أقل بكثير من الرئتين.

## ١-٦ فوائد الرادون

يمكن تلخيص فوائد غاز الرادون بما يأتي:

1. التنقيب عن اليورانيوم: يعتبر اليورانيوم من العناصر المهمة التي تدخل بصورة رئيسة في إنتاج الطاقة عن طريق استخدامه في المفاعلات النووية الانشطارية حيث أن اليورانيوم يمثل النواة الأم (parent nucleus) الرئيسية التي ينحدر منها غاز الرادون لذا فإن رصد الرادون بتركيز عالية قرب سطح الأرض دليل على وجود خام اليورانيوم عند عمق معين عن سطحها، ولكن في الوقت نفسه لا ننسى الخطر الذي يتعرض له عمال المناجم من جراء عملية التنقيب نتيجة استنشاق غاز الرادون [7].

2. أن الغازات التي تتسرب عن الخامات البترولية تتحرك نحو الأعلى محدثة بذلك انسياً تصاعدياً (Up flow) قرب سطح الأرض حيث يقاس الرادون، وهذه الغازات سوف تساعد على رفع مستويات غاز الرادون الموجود قرب سطح الأرض لذا فإن قياس تراكيز عالية لغاز الرادون قرب سطح الأرض قد يدل بصورة غير مباشرة على احتمال وجود خامات النفط والغاز عند عمق معين من باطن الأرض [8].

3. التنبؤ بالزلازل والبراكين: لقد لوحظ ترافق بين وقوع الزلازل والزيادة الفجائية لتراكيز غاز الرادون قرب سطح الأرض وبالتحديد في الفترة التي تسبق حدوثها، مما جعل من الرادون عاملاً مهماً في عملية التنبؤ بهذه الكوارث الخطيرة نتيجة حدوث تكسرات وتشققات في القشرة الأرضية بسبب الزلازل أو النشاطات البركانية، حيث تعمل هذه التكسرات والتشققات على إحداث انضغاطات (Compressions) أو توسعات (Dilations) فيها والذي بدوره يؤثر على مناسيب جريان الموائع في مسامات القشرة الأرضية، ولما كان الرادون منتشراً في كل مكان تقريباً بتركيز متفاوتة فإن هذه الانضغاطات أو التوسعات في القشرة الأرضية ستعمل على زيادة

تراكيز الرادون المنبعث من التصدعات والتشققات الأرضية عن مستوياتها الاعتيادية بصورة ملحوظة وسابقة لحدوث النشاط الزلزالي أو البركاني [9].

4. تحديد تراكيز المواد المشعة: يمكن تحديد تراكيز المواد المشعة من خلال تحديد تراكيز الرادون المنبعث من تلك المواد، فمثلاً يمكن تحديد تراكيز المواد المشعة في المواد الغذائية ومقدار ما تحتويه من المواد المشعة والتي تعتبر من الأمور المهمة التي لا يمكن إهمالها [9].

## ١٠-٧ الهدف من البحث

إن الهدف من البحث الحالي هو إيجاد تراكيز غاز الرادون في عينات من الماء لناحية سيد دخيل ومن أماكن مختلفة وذلك باستخدام كاشف الحالة الصلبة (RAD7) ، وينبع الاهتمام بالرادون كونه مصدراً خطراً على صحة الناس بسبب اتساع نطاق انتشاره في التربة ومواد البناء والمياه الجوفية وكذلك لا تخلو مياه شبكات إسالة المياه في بعض المناطق من هذا الغاز .

## الفصل الثاني

### الجزء العملي

## Introduction

### ٢-١ المقدمة

يتضمن هذا الفصل عرضاً للأجهزة والمواد المستخدمة والطريقة العملية التي أجريت في هذا البحث كما يتضمن الخطوات العملية والقوانين والحسابات المستخدمة في قياس تراكيز الرادون في الماء لمناطق منتخبة من ناحية سيد دخيل باستخدام كاشف (RAD7).

## Used Device

## ٢-2 الأجهزة المستخدمة

إن RAD7 هو جهاز دقيق يمكن استخدامه لأغراض مختلفة مثلًا مراقبة الرادون المستمرة في الهواء واستنشاق غاز الرادون أو الثورون وقياس غاز الرادون في المياه واختبار غاز التربة وقياس انبعاثات غاز الرادون والثورون من المواد والأسطح والشكل (1-2) يبين المظهر الخارجي لكاشف RAD7 الذي يعمل من خلال أربعة مفاتيح رئيسة نحدد احد المفاتيح وبعد ذلك يَعملُ الجهاز حسب نوع الاختبار [10].

### ١- اختبار Test

مجموعة من الأوامر تتحكم في جمع بيانات الرادون ومعالجتها ويمكننا البدء والتوقف عن جمع البيانات وحفظها أو مسحها من الاختبار الحالي أو طباعة الاختبار الحالي كما هو عليه [11].

### ٢- البيانات Data

مجموعة من البيانات تسترجع من ذاكرة الجهاز وعرضها وطباعتها وتقديم تقرير عنها ورسمها بيانياً وتشمل أيضاً أوامر لإدارة الذاكرة التي ستحمل البيانات لـ ١٠٠٠ دورة في ما يصل إلى ١٠٠ تشغيل بعض الأوامر في مجموعة البيانات تتطلب إدخال رقمي تشغيل بعد الأمر [10].

### ٣- التنصيب Setup

مجموعة من الأوامر تجهز RAD7 ليتم الاختبار وفق الحاجة ، وينذكر RAD7 جميع بارامترات التنصيب عندما يتم الإغلاق كما يتضمن الإعداد ( تحديد زمن وعدد مرات الدورة وتحديد الطريقة المستخدمة وتحديد نوع الضخ والوحدة وصيغة الطباعة) [11].

### ٤- خاص Special

مجموعة من الأوامر المتوفرة في RADLINK عند تحميل البرمجيات وجهاز التحكم عن بعد [10].



الشكل (٢-١) كاشف الرادون الإلكتروني [12]

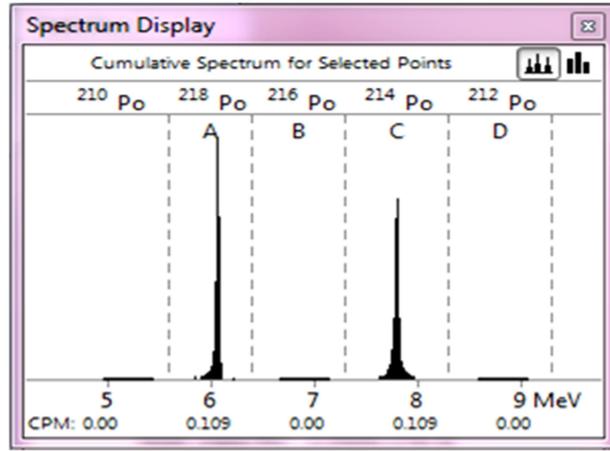
### ٢.٣ كاشف الحالة الصلبة RAD7

إن كاشف الحالة الصلبة مصنوع من مادة شبة موصلة (السييليكون) يحول طاقة أشعاع الفا الناتج من تحلل ( $^{218}\text{Po}$  أو  $^{214}\text{Po}$ ) مباشرة إلى إشارة كهربائية وبذلك فإنه RAD7 يستطيع تحديد نوع النظير من تمييز الطاقة الإلكترونية المتعلقة بجسيمات ألفا أي نستطيع أن نميز نظائر الرادون ( $^{218}\text{Po}$ ) بإشعاع ألفا بطاقة 6MeV أو  $^{214}\text{Po}$  بطاقة 7.97 MeV [12]، ويمتلك RAD7 خلية بحجم يقدر بـ (0.7L) وله شكل نصف كروي ممكن، تتحلل ذرات  $^{222}\text{Rn}$  داخل الخلية وتترك خلفها الشحنة الموجبة  $^{218}\text{Po}$  الذي يلتصق على الكاشف، نواة  $^{218}\text{Po}$  تمتلك عمر نصف قصير نسبياً وعندما تتحلل سوف تمتلك فرصة (50%) لدخول الكاشف وتنتج إشارة كهربائية وطاقات جسيمات ألفا [11].

## Analyze Spectrum in the RAD7

## ٢.٤ تحليل الطيف في RAD7

إن الإشارة الكهربائية الناتجة في الكاشف نتيجة لإشعاع ألفا سيتم تضخيمها بواسطة الدوائر الإلكترونية للكاشف ومن ثم تحويلها إلى صيغة رقمية ، وبما إن RAD7 هو معالج بيانات صغير فيمكنه استقبال الإشارة و تخزينها في ذاكرة الكاشف والتي من خلالها يمكن للطيف أن يتشكل ويكون له مدى طاقي من (٠ - ١٠) MeV. ويظهر الاهتمام في المنطقة ذات المدى الطاقي من (٦-٩) MeV لان اغلب انحلالات الرادون والثورون في هذا المدى ويكون الطيف الملاحظ مقسما على ٢٠٠ قناة في ٨ نوافذ ولكل قناة مستوى طاقي مساو إلى (0.05) MeV . هذه النوافذ مرتبة أبجديا من الحرف A- H تغطي النافذة A مدى طاقي من (5.40- 6.40) MeV لذلك يبدو واضحا جدا أن جسيمات الفا بطاقة 6 MeV والناتجة من انحلال  $^{218}\text{Po}$  سوف تتحل بسرعة في هذه النافذة . كل العدادات المكتشفة في هذه المنطقة سوف تكون مقسومة على معدل العمر (المدة الزمنية المستغرقة لجمع البيانات) وتعطي معدل العد ويكون مخزونا في ذاكرة الكاشف كما موضح في الشكل (3-3) [13].



الشكل (٢-2) نافذة طيف طاقة الفا [10]

من الشكل (٢-٢) نلاحظ بان A تمثل العدادات الناتجة من انحلال  $^{218}\text{Po}$  والنافذة B تمثل العدادات الناتجة من انحلال  $^{216}\text{Po}$  و C تمثل  $^{214}\text{Po}$  والنافذة D تمثل العدادات الكلية الناتجة من انحلال  $^{212}\text{Po}$ .

## Measurement

## ٢.٥ القياس

في هذا البحث قمنا بقياس تركيز غاز في الماء حيث تم اختيار منطقة سيددخيل كما موضح في الشكل (٢-٣) وتم القياس باستخدام  $\text{RADH}_2\text{O}$  وهو ملحق بـ RAD7 صنع في شركة (Durrigde Co., USA) وهو مخصص لقياس غاز الرادون في الماء بدقة عالية ولمدى واسع من التراكيز [13]. وللحصول على قراءات ضمن ساعة واحدة من اخذ العينة وبعد إجراء التطهير يجب ملاحظة الرطوبة فإذا كانت نسبة الرطوبة اقل من 6% نبدأ الاختبار حيث نقوم بإعداد النظام على Grab (عند قياس تركيز الرادون في الماء نضع Pump (المضخة) على Grab أي استخلاص الرادون من العينة) وستشغل المضخة مدة خمس دقائق يسحب بها

الرادون من العينة ويتم تسليمه إلى غرفة القياس في RAD7 ومن ثم يتوقف RAD7 وينتظر لأكثر من خمس دقائق ليصل حالة التوازن ومن ثم يكرر لأربع دورات بواقع خمس دقائق للدورة الواحدة وبذلك تبلغ مدة الاختبار الكلية 30 دقيقة وفي نهاية كل تشغيل سيطبع RAD7 الخلاصة المتضمنة (متوسط تركيز الرادون ، الانحراف المعياري، نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة) كما تتضمن الخلاصة معلومات أخرى عن رقم التشغيل ، عدد الدورات والمخطط البياني لأربع دورات والطيف المتراكم ، إن نسبة إزالة الرادون من الماء في حلقة الهواء هي عالية جدا في عينة بحجم 250mL تكون 94% [١٤] ، وبين الشكل (٣-٢) الرسم التخطيطي لـ RAD H<sub>2</sub>O.



الشكل (٣-٢) جهاز RAD H<sub>2</sub>O متصل مع RAD7 [13]

## ٢.٦ الجرعة الفعالة السنوية وماخطر الإصابة بالسرطان مدى الحياة.

الجرعة الفعالة هي كمية الجرعة بحسب ما تنص عليه الهيئة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) اللازمة للوقاية من الإشعاع. وهي الكمية التي يحصل عليها وزن معين من النسيج على الجرعة المكافئة لجميع الأنسجة والأعضاء في جسم الإنسان وتمثل المخاطر الصحية التصادفية على الجسم احتمال تحريض السرطان والآثار الجينية الناتجة عن المستويات المنخفضة من الإشعاع المؤين أثناء العلاج الشعاعي [14].

تم حساب الجرعة الفعالة السنوية (AED) بوحدة ( $\mu\text{Sv/y}$ ) عند شرب الماء للبالغين باستخدام المعدلة [14]

$$\text{ADL} = \text{C} * \text{WC} * \text{DEF}$$

(3.1)

حيث:

C : يمثل معدل تركيز غاز الرادون

Wc : هو الاستهلاك المائي السنوي للشخص (٢ لتر / يوم) [14]

DCF : يشير الى جرعة ابتلاع النويدات المشعة المحددة من قبل IRCP والتي تساوي للرادون ٠.٠٠٣٥ [١٤].

تم قياس خطر الاصابة بالسرطان مدى الحياة من خلال المعادلة [١٤].

$$L=ADL*70*0.055 \quad (3-2)$$

حيث:

ADL : هي الجرعة الفعالة السنوية .

DL: هي معدل عمر الانسان (٧٠ سنة).

RF: هو عامل الخطر المقترح من خلال ( $0.055 \text{ Sv}^{-1}$ ) حسب اللجنة الدولية للحماية من الاشعاع (ICRP).

### الفصل الثالث

#### النتائج والمناقشة

يتضمن هذا الفصل عرضاً للنتائج التي تم الحصول عليها في بحثنا هذا ومناقشتها لتراكيز الرادون في الماء لعينات من ناحية سيد دخيل وحساب الجرعة الفعالة السنوية للرادون للعينات المستحصلة كذلك حساب مخاطر الإصابة بالسرطان الناتج من استنشاق الرادون في الماء.

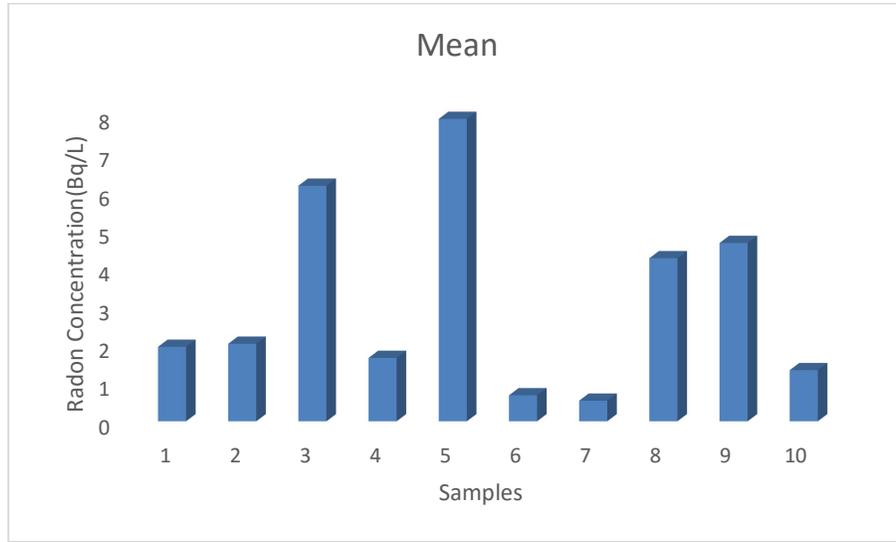
### ١-٣ : حساب معاملات الخطورة في الماء

تم حساب تركيز غاز الرادون في مياه الابار الارتوازية لعشرة عينات اخذت من أماكن مختلفة من ناحية سيد دخيل في محافظة ذي قار، وتم اخذ العينات من أعماق مختلفة وكانت مدة الاختبار الكلية نصف ساعة للعينة الواحدة بواقع 4 دورات كل دورة خمس دقائق وقد تم حساب المعدل الحسابي لتركيز الرادون ومعدل الانحراف المعياري وكما موضح في الجدول (١-٤)

حيث Mean يمثل قيمة معدل تركيز الرادون

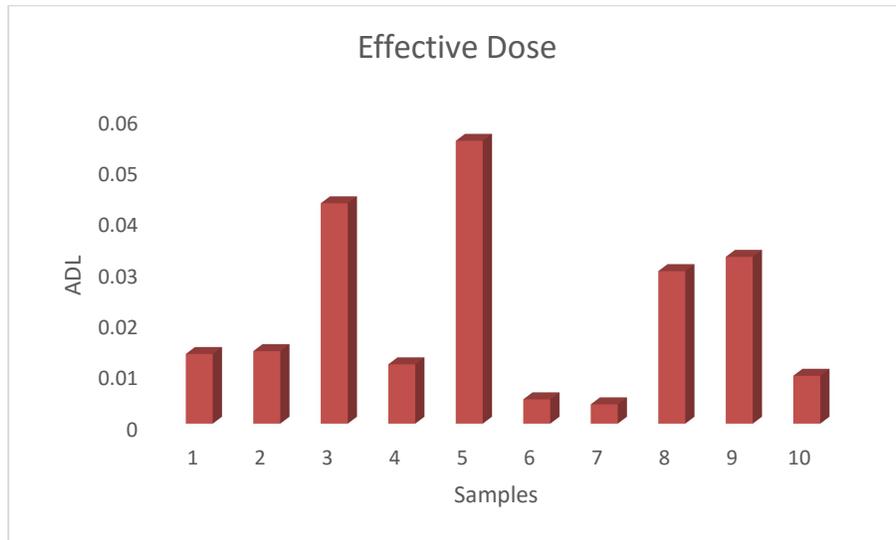
جدول (١-٤) قياس تراكيز غاز الرادون في عينات من ناحية سيد دخيل

Sample No.	Mean Bq/L	Annual Effective Dose ( $\mu\text{Sv/y}$ )	Lifetime Cancer Risk	Location
S1	1.95±0.45	0.013	0.052	نهر العطاء
S2	2.03±0.92	0.014	0.054	نهر الخشاب
S3	6.17±0.27	0.043	0.166	شط جبيش
S4	1.66±0.3	0.011	0.044	شط ام الدهن
S5	7.92±0.52	0.055	0.213	زمزم (ماء الاساله)
S6	0.68±0.24	0.004	0.018	شط الصالحية
S7	0.54±0.49	0.003	0.014	نهر ال حسن
S8	4.27±0.75	0.029	0.115	نهر السيف
S9	4.67±0.72	0.032	0.125	نهر الجايدية
S10	1.34±0.77	0.009	0.036	مشروع نصر الله



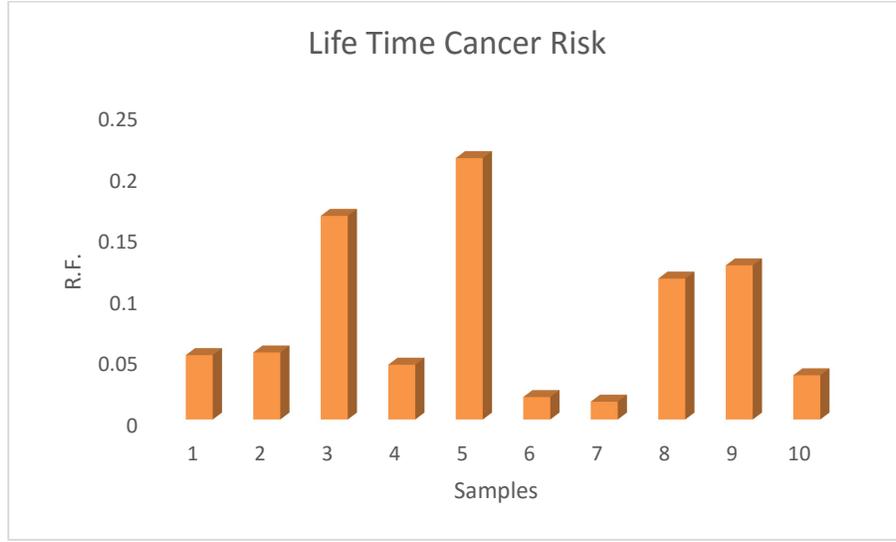
الشكل (٤-١) تركيز غاز الرادون في الماء للعينات المدروسة

تم حساب الجرعة الفعالة السنوية للعينات المقاسة حيث تراوحت بين  $\mu\text{Sv/y}$  (٠.٠٤٣) في عينة S6 نهر الصالحية بينما كانت اعلى قيمة في عينة S5(0.055)  $\mu\text{Sv/y}$  ماء زمزم وكانت هذه القيم ضمن المدى المسموح حسب اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاع [ICRP 14].



الشكل (٤-٢) الجرعة الفعالة السنوية للعينات المقاسة

كما تم ايضا حساب العمر الزمني للإصابة بالسرطان كما موضح في الجدول (٣-١) وكانت النتائج تظهر ان اعلى قيمة كانت في العينة رقم ( S5 ) المتمثلة زمزم (ماء الاساله) بمقدار (٠.٢١٣) و اقل قيمة كانت في العينة S7 والمتمثلة (شط ال حسن) حيث بلغت (٠.٠١٤) وكانت باقي العينات متقاربة نوعا ما في القيمة وكما موضح في الشكل (٤-٣) .



الشكل (٣-٤) عامل الخطورة للعمر الزمني للإصابة بالسرطان

### ٢-٣ الاستنتاجات Conclusions

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها عند قياس غاز الرادون في عينات منتخبة من مياه الابار الارتوازية في محافظة ذي قار وجد تباين في تراكيز غاز الرادون اعتمادا على المنطقة المأخوذ منها العينة وقد وجد ان جميع العينات ضمن المدى المسموح حسب منظمة البيئة الأمريكية حيث كان معدل تركيز الرادون (٠.٢٥) Bq/L بينما اعلى قيمة للحد المسموح هي ١١ Bq/L ، كذلك كان كل من الجرعة الفعالة السنوية و عامل الخطورة للعمر الزمني للإصابة بالسرطان كانت اقل بكثير من الحد المسموح.

### المصادر References

- [1] صباح يوسف حسن عكلة، " تحديد تراكيز الرادون واليورانيوم ونظائر مشعة أخرى في أنواع مختلفة من المياه الطبيعية في محافظة نينوى"، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، 2004.
- [2] علي عبد الحسين سعيد، "الكيمياء الإشعاعية"، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٨٣.
- [3] هناء إحسان حسن عبد البارودي، " تحديد الخلفية الإشعاعية في بيئة محافظة نينوى باستخدام تقنيتي HPGe و CR-39"، أطروحة دكتوراه، جامعة الموصل، ٢٠٠٤.
- [4] موسى الجنابي و وهاب أحمد محمد، "مصادر الإشعاع والجرع الإشعاعية"، منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية، ١٩٩٠.
- [5] عمار عبد الرحمن السعد، الرادون مخاطره ومنافعه، مجلة الذرة والتنمية، المجلد (٩)، العدد (٣)، ١٩٩٧.
- [6] منيب عادل خليل، " الفيزياء النووية"، جامعة الموصل، ١٩٩٤.

- [7] محمد فاروق احمد واحمد بن احمد، " مبادئ الإشعاعات المؤبنة والوقاية منها " ، جامعة الملك سعود ، 2007.
- [8] هول، أرك، ترجمة محمد الجار الله وعادل عبد الله، الحياة والإشعاع، ١٩٨٣.
- [9] احمد رحيم شلتاغ، " قياس تراكيز غاز الرادون في التربة لمناطق منتخبة من محافظة النجف الأشرف باستخدام تقنية كاشف الحالة الصلبة (RAD7)"، رسالة ماجستير، جامعة الكوفة ، 2011.
- [10] إنعام هاني كاظم، " قياس ودراسة تراكيز غاز الرادون المشع في عينات منتجة من الماء والهواء في مدينة الحلة"، رسالة ماجستير، جامعة بابل ، كلية العلوم، ٢٠١٢
- [11] Durrige Company Inc., RAD7 Radon Detector. User Manual, 2012.
- [12] Durrige Company Inc., RAD7 RADH<sub>2</sub>O Radon in Water Accessory. Owner's Manual, 2012.
- [13] Durrige Company Inc., Manual CAPTURE version 4.7.5 ,2012
- [14] International Commission on Radiological Protection Pregnancy and medical radiation. ICRP Publication 84. Annals of the ICRP. Vol.30, p.1-39, 2000.