جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية التربية – قسم فيزياء

قياس تراكيز الرادون في نماذج من مياه الشرب الصحية (Bottele Water) في الأسواق المحلية

بحث مقدم

إلى مجلس كلية التربية – جامعة القادسية

كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

من قبل

ميثم محي حسن – زيد عبد غازي

إشراف

م.م. أسامة نوفل عودة

١٤٣٨هـ ٢٠١٧م

الخلاصة

في هذا البحث , تم قياس تراكيز الرادون في نماذج من بعض انواع من مياه الشرب الصحية المتوفرة في الاسواق العراقية باستخدام تقنية (Durridge RAD7-H_2O)ذات الحلقات المغلقة و تم تحديد معدل الجرعة السنوية المؤثرة على الانسان نتيجة تناوله هذا الماء.

ووجد إن مدى تراكيز الرادون للنماذج المدروسة يتراوح من 35.4 بيكرل لكل م^3 إلى 248 بيكرل لكل م ^{3} ووجدت الدراسة كذلك ان معدل الجرعة السنوية المكافئة كانت 0.410 مايكرو سيفرت لكل سنة .أن نتائج تراكيز الرادون و معدل الجرعة السنوية المؤثرة في نماذج مياه الشرب كانت اقل من المسموح به لمنظمتي USEPA &WHO والتي تساوي 500 بيكرل لكل م ^{3} و 1 ميلي سيفرت لكل سنة على التوالي .لذلك يمكن استخدام هذه النماذج للشرب من قبل مختلف الفئات العمرية ، واعتبار النماذج المدروسة أمنه من الناحيه الاشعاعيه (خاصه الرادون).

المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحه
	الفصل الاول"الجزء النظري"	6-1
1-1	المقدمة	1
1-2	غاز الرادون	2
1-3	نظائر الرادون	3
1-4	وليدات الرادون	4
1-5	مصادر الرادون ومخاطره	4
1-6	فوائد الرادون	5
1-7	طرق قياس الرادون	6
	الفصل الثاني "الجزء العملي"	13-7
2-1	المقدمة	7
2-2	عملية جمع العينات وتحضيرها	7
2-3	تقنية الكواشف الشبه موصلة RAD7	8
2-4	التحليل الطيفي لمنظومة RAD7	10
2-5	طريقة القياس	11
2-6	الحسابات	13
	الفصل الثالث	19-14
3-1	النتائج والمناقشة	14
3-2	الاستنتاجات	18
	المصادر	19-20

الفصل الاول

"الجزء النظري"

1-1المقدمة:

يمكن تعريف مياه الشرب بانها المياه التي يمكن تناولها عن طريق الشرب من قبل البشر .المياه ذات النوعيه الكافية لتكون تتصف بوجهة عامة بنظافتها وخلوها من مواد ضارة أو ميكروبات. تضع الحكومات مواصفات للمياه التي تقدم إلى الجمهور للاستخدام في الشرب والاستحمام والغسيل ، وتتكيء تلك التعليمات الوطنية على توجيهات من الهيئات العالمية مثل هيئات الامم المتحدة الخاصة .

العديد من مصادر المياه التي يستخدمها البشر، تحتوي على بعض ناقلات الامراض و عوامل تؤدي إلى المرض أو تسبب مشاكل صحيه على الاجل الطويل إذا كانت لا تستوفي التوجيهات الخاصة بنوعية المياه الصالحة للشرب .يجب ان تكون المياه غير ملوثة .وتعمل الحكومات على توفير مياه صالحة للشرب ، كل في حدود إمكانياتها .القدر المتاح من مياه الشرب هو معيار هام للقدرة الاستيعابيه لمستوى السكان في بلد ما ، وكثير من بلاد العالم الثالث لا تقوم حكوماتها على وجه سليم لتوفير مياه نظيفة خالية من الميكروبات إلى الفقير والغني في جميع مناطق بلادها ، في الحضر وفي الريف.

تنتشر كثير من المواد المشعة في مختلف أنواع المياه ،ويعتمد ذلك على نوع ومصدر المياه فمياه البحار تحتوى على أعلى تركيز لمادة بوتاسيوم (40 ميكروكورى فى اللتر 300) أما مياه النافورات فتزداد فيها نسبة الراديوم ويعتبر اليورانيوم أكثر العناصر المشعة التي توجد في المياه الجوفية حيث تتراوح تركيزاته في العادة ما بين 10-5 جزء من البليون، أما بالنسبة للمياه الجوفية التي تمر خلال صخور غنية باليورانيوم فعادة ما تحتوي على تركيزات تفوق 200 جزء من البليون .ولكن سجلت في بعض مناطق العالم تركيزات وصلت إلى 18 جزء من المليون (وهي نسبة عالية جداً) كما أن من أكثر العناصر المشعة التي تتواجد في المياه الجوفية الرادون وهو عبارة عن غاز عديم اللون والطعم والرائحة وله نصف عمر قصيراً جداً يبلغ حوالي(3.8 يوم) كما أنه سهل الذوبان في الماء ومع ذلك يعتقد أنه لا يسبب مشاكل صحية إلا أنه يتصاعد على هيئة غاز عندما يتم تحريك المياه التي يكون مذاباً فيها. [1]

يدخل الرادون بعد دخوله البيت الى جسم الانسان عن طريق الجهاز التنفسي وبما انه عنصر مشع فانه يطلق جسيمات الفا) نواة ذرة الهيليوم (داخل رئة الانسان فيصيبها باضرار في بادىء الامر ثم يتحول الى البولونيوم المشع ايضا والذي يطلق جسيمات الفا ليتحول الى رصاص وكل هذه الانحلالات الاشعاعية تحدث داخل الرئة مسببة في نهاية المطاف الاصابة بسرطان الرئة ويمكن ان يدخل الرادون الى جسم الانسان عن طريق الجهاز الهضمي اثناء شرب الماء الملوث وتشير الدراسات الحديثة الى التحذير من الاستحمام بالماء الملوث بالرادون (مياه الآبار عادة) خشية تحرر الرادون ودخوله الرئة .كما تشير دراسة اميركية حديثة الى ان حالات الوفاة جراء الاصابة بسرطان الرئة بسبب التعرض لهذا الغاز تتراوح بين 14 الف الى 21 الف حالة سنويا ومما يفاقم الازمة ان الغاز عديم اللون والطعم والرائحة لذا فهو يرافقنا دون ان نشعر ، من هنا

يتوجب وضع برامج مراقبة لهذا الغاز الخطر بغية معرفة تراكيزه ومعالجة التراكيز العالية [2].

تهدف هذه الدراسة الى وضع قاعدة بيانات من خلال اعداد برنامج مراقبة لتراكيز غاز الرادون المشع في اغلب النماذج الصحية من مياه الشرب (Bottle Water) المتوفرة في الاسواق المحلية باستخدام تقنية حديثة امريكية الصنع , (RAD7 detector) وذلك من خلال قياس تراكيز الغاز اعلاه وتخمين معدل الجرعة السنوية المكافئة التي تصل الى الانسان العراقي من خلال شرب تلك المياه.

2-1غاز الرادون:

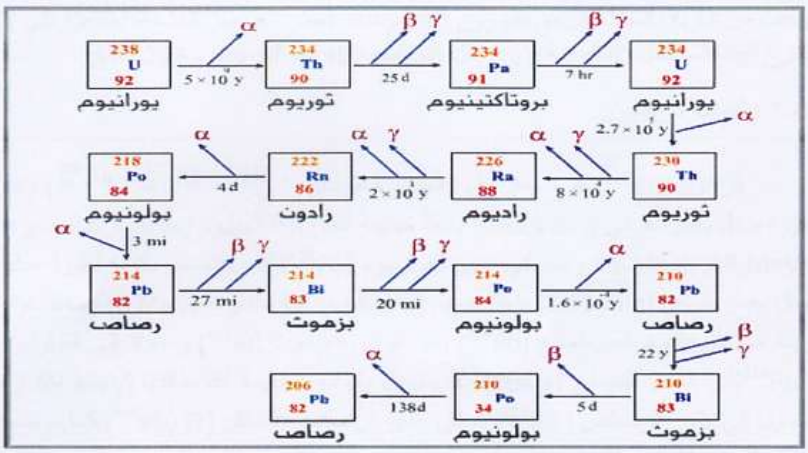
يعد غاز الرادون من أحد عناصر الجدول الدوري الذي يقع ضمن مجموعة العناصر النبيلة) (Noble gases) الهيليوم – النيون – الزينون وغيرها (وسُمّي بذلك لعدم فعاليته مع العناصر الكيميائية الاخرى .يبلغ عدده الذري (86) وهو غاز غير مرئي وعديم الطعم والرائحة، وأثقل من الهواء بسبع مرات ونصف ويوضح الجدول (1-1) الخواص الفيزيائية للرادون.

الجدول (1-1)يوضح الخواص الفيزياوية للرادون [3]

العدد الذري	86
نقطة الغليان	- 61.8 C^{o}
نقطة الإنجماد	- 71.0 C^{o}
الكثافة	9.7 $kg.m^{-3}$

وتخمن اللجنة العلمية لتأثيرات الأشعة الذرية التابعة للأمم المتحدة (UNSCEAR)أن الرادون يساهم مع النويدات الوليدة المشعة الناتجة من إنحلاله بحوالي ثلاثة أرباع مكافئات الجرعة المؤثرة السنوية التي يستلمها الأفراد على حدة من المصادر الأرضية، وحوالي نصف جرعهم من كل المصادر الطبيعية مجتمعة [4]

لقد أكتشف هذا الغاز في عام 1900 من قبل دورن [5] (Fredrick E.Dorn) في أملاح الراديوم، وأطلق عليه أسم فيض الراديوم (Radium Emanation) يتولد هذا العنصر ضمن مرحلة وسطية من مراحل إنحلال اليورانيوم 238 -والتي تتضمن علاوة على الرادون توليد عدة عناصر مشعة أخرى لتنتهي سلسلة الانحلالات هذه بعنصر مستقر هو الرصاص206.



الشكل (1-1) مخطط يوضح انحلال اليورانيوم[4] ^{238}U

1-3 نظائر الرادون :

تنتمي العناصر المشعة الموجودة في الطبيعة إلى أربع سلاسل إنحلال (Decay series)رئيسة هي:[3]

1. سلسلة الثوريومThorium series (4n)
2. سلسلة النبتونيومNeptonium series (4n +1)
3. سلسلة اليورانيومUranium series (4n + 2)
4. سلسلة الأكتينيومActinium series (4n + 3)

حيث أن n عدد صحيح .ان كل واحدة من السلاسل(1 ،3 ، 4)المذكورة في أعلاه تمر عند إنحلالها بأحد نظائر الرادون المهمة وهي:

الأكتينون: هو نظير الرادون (^{219}Rn) 219 – الذي ينتمي إلى سلسلة الأكتينيوم(^{227}Ac) ، ويبلغ عمره النصفي($T_{1/2}$ = 4 sec) ، ويوجد بنسبة قليلة جداً في الطبيعة وذلك بسبب عمره النصفي القصير وقلة وفرة اليورانيوم. (^{235}U) 235 –

الثورون : هو نظير الرادون (^{220}Rn) 220 -الذي ينتمي إلى سلسلة الثوريوم(^{232}Th) ، ويبلغ عمره النصفي($T_{1/2}$ = 55 sec) ، ويعتبر الثورون أكثر نظائر الرادون غزارة بسبب وفرة الثوريوم العالية مقارنة مع اليورانيوم ولكنه يختفي من الجو بسرعة بسبب عمره النصفي القصير.

الرادون : هو نظير الرادون (^{222}Rn) 222 – الذي ينتمي إلى سلسلة اليورانيوم(^{238}U) ، ويعتبر هذا النظير هو الأطول عمراً من بين نظائر الرادون الثلاثة، حيث أن عمره النصفي يبلغ ($T_{1/2}$ = 3.825 day)والذي يمنحه القابلية على الانتشار لمسافات محدودة في الجو بالرغم من كونه

ينبعث من التربة بكميات أقل من الثورون [6] ، وهناك بعض العناصر المشعة الطبيعية التي لا تندرج تحت السلاسل الإشعاعية الأربع مثل البوتاسيوم 40 – والبزموث... 209 – الخ.

1-4 وليدات الرادون:

الرادون (^{222}Rn) هو النواة الوليدة المباشرة للراديوم ($^{226}_{88}Ra \rightarrow ^{222}_{86}Rn + ^{4}_{2}He$) وهو بدوره ينحل بعمر نصفي (3.825 day) باعثاً جسيمة ألفا) نواة الهيليوم (بطاقة حركية مقدارها (5.49 MeV)مخلفاً نواة وليدة هي نظير البولونيوم (^{218}Po) الذي يتصف بكونه نظيراً صلباً ينحل بعمر نصفي (3.05 min) باعثاً جسيم ألفا بطاقة حركية مقدارها (6 MeV) ومخلفاً نواة وليدة هي نظير الرصاص المشع (^{214}Pb) ومن ثم إلى البزموث (^{214}Bi) وصولاً إلى البولونيوم (^{214}Po)ذي العمر النصفي (164 s) الذي ينحل بإطلاق جسيمة ألفا طاقتها (7.69 MeV) للتحول إلى نظير الرصاص (^{210}Pb) ثم إلى نظير الرصاص المستقر [7] (^{206}Pb) كما موضح في الشكل.(1-1)

1-5 مصادر الرادون ومخاطره:

ان جميع عناصر سلسلة انحلال الراديوم (^{226}Ra) هي مواد صلبة والعنصر الغازي الوحيد بينها هو الرادون وهذا يتصرف كما تتصرف الغازات الأخرى التي يستنشقها الإنسان.[8]

يتسرب غاز الرادون من التربة إلى الجو، وينبعث هذا الغاز في الهواء الجوي بخاصية الانتشار(Diffusion) ، إلا ان مستوياته تختلف بدرجة كبيرة من موقع إلى آخر [9] معتمداً على العوامل الجوية وفصول السنة، وقد يلتصق بحبيبات التربة العالقة بالهواء الجوي مكوناً بما يعرف بالهباء الجوي(Aerosol) ، وينبعث أيضاً من المياه والبرك عن طريق الفقاعات [10] ، فالرادون يعتبر خطراً على الصحة بالنسبة للساكنين الذين يتعرضون لفترة طويلة من الإشعاع إذ أن التعرض الرئيسي للأفراد بغاز الرادون يكمن في المنازل أو البنايات التي شُيدت على أرض تحوي مواداً مشعة أو كانت مشيدة بمواد أولية تحوي مواداً مشعة، إلى جانب هذا فإن الأماكن المغلقة وقلة التهوية تجعل الأمور أكثر سوءاً لأنها تقلل من تسرب هذا الغاز .وقد وجد أن الناس يتعرضون للرادون في الأماكن المغلقة بمقدار (10-5) أضعاف عما هو عليه في الأماكن المفتوحة خاصة في فصل الشتاء وفي البلدان الباردة حيث تكون الأبواب والنوافذ مغلقة للحفاظ على الطاقة ودفء الجو فيصبح تسرب غاز الرادون صعباً مما يؤدي إلى تزايد تركيزه وتزايد الجرعة الإشعاعية إلى مستويات نوعاً ما عالية، ويعتبر الماء والغاز الطبيعي من المصادر الأخرى لغاز الرادون في المنازل حيث يدخل هذا الغاز عن طريق المياه فيتحرر إلى الهواء الذي نتنفسه عند استخدام الماء للاستحمام أو الاستخدامات المنزلية الأخرى إلا إن 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، من المحتمل أن المخاطر الناشئة من مياه الشرب المحتوية على الرادون هي أقل خطورة من المخاطر الآتية من استنشاق الهواء المحتوي على الرادون حيث يعتبر الجهاز التنفسي للإنسان هو الجهاز الأكثر تعرضاً لخطر النظائر المشعة الغازية عن طريق استنشاقها مع هواء الشهيق والتي تؤدي بانحلالها داخل أجزائه المختلفة كالقصبة أو القصيبات الهوائية إلى الإصابة بسرطان الرئة، إن هذا الخطر لا يكمن في التعرض لغاز الرادون وجسيمات ألفا التي تنبعث من انحلاله الإشعاعي بأكثر من الخطر الذي تحمله النظائر (^{214}Po, ^{214}Bi, ^{214}Pb, ^{218}Po) حيث تميل هذه الوليدات

للالتصاق بالغشاء المبطن للقصبة أو القصيبات الهوائية[9] بالإضافة إلى أن هذه الوليدات من الممكن أن تلتصق بجميع الأسطح الموجودة في الطبيعة كافة، في الهواء وفي التربة أيضاً، كما يمكن لغاز الرادون أن يدخل إلى جسم الإنسان عن طريق الأطعمة الملوثة وأيضاً عن طريق الجلد من خلال التشققات والجروح، حيث وجد أن تراكم وليدات الثورون والرادون يمكن أن تكون عاملاً مهماً في إمكانية حدوث سرطان الجلد لدى المزارعين والناس المعرضين للتركيز العالي للرادون وتراكم وليدات الرادون على أسطح الجلد يوضح مدى التأثير العالي لسرطان الجلد في عمال مناجم اليورانيوم.[11]

1-6 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 وقبل استخراج خاماته من باطن الأرض يجب إجراء عملية استكشاف للأماكن التي يتركز فيها هذا الخام بوفرة وذلك عن طريق رصد وقياس تراكيز غاز الرادون في التربة، حيث أن اليورانيوم يمثل النواة الأم (parent nucleus)الرئيسة التي ينحدر منها غاز الرادون لذا فأن رصد الرادون بتراكيز 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.[12]

2. أن الغازات التي تتسرب عن الخامات البترولية تتحرك نحو الأعلى محدثة بذلك انسياباً 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.

3. التنبؤ بالزلازل والبراكين :لقد لوحظ وجود 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 إنضغاطات (Compressions) أو توسعات (Dilations) فيها والذي بدوره يؤثر على مناسيب جريان الموائع في مسامات القشرة الأرضية، ولما كان الرادون منتشراً في كل مكان تقريباً بتراكيز متفاوتة فأن هذه الإنضغاطات 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.[13]

1-7 طرق قياس الرادون:

هناك طرائق متعددة في حساب تراكيز الرادون، وهذه الطرائق تقسم إلى فصيلتين أساسيتين هما : طريقة القياس لفترات قصيرة الأمد، وطريقة القياس لفترات طويلة الأمد.

ففي الطريقة الأولى تحسب تراكيز غاز الرادون آنياً، وتستخدم هذه الطريقة من أجل مراقبة التغيرات في مستوى انبعاث الرادون للمواقع الجيولوجية وفي بحوث التنبؤ بالزلازل وفي مسح المواقع الجيولوجية، ويستخدم في هذه الطريقة العداد التناسبي (Proportional Counter) [14]أو العداد الوميضي لقياس جسيمات ألفا [15] وتستخدم أيضاً حجرات التأين Ionization (chambers) وكذلك تقنية الكواشف الشبه موصلة راد [16] -7(RAD7 Detector) وبسبب ميزاتها المتعددة التي سنتطرق إليها بالتفصيل في الفصل الثاني من هذه الدراسة.

أما الطريقة الثانية وهي الأكثر استخداماً فتستعمل فيها كواشف الأثر النووي الصلبة (SSNTDs)على نطاق واسع، وقد أثبتت هذه الطريقة كفاءتها في القياس إذ استخدمت لحساب تراكيز الرادون ووليداته بدقة تصل إلى جزء من البليون .(ppb) ومن أكثر الكواشف الصلبة استخداماً هيCR-39 ، LR-115 type II والماكروفل.[4]

الفصل الثاني

"الجزء العملي"

2-1 المقدمة:

يشتمل هذا الفصل على استعراض المواد والأجهزة التي استخدمت في هذا البحث، كما يتضمن الخطوات العملية والقوانين والحسابات الخاصة في قياس تراكيز الرادون في المياه .

2-2 عملية جمع العينات وتحضيرها :

تم جمع العينات المياه الصحية في قناني بلاستيكية في الدراسة الحالية من الاسواق العراقية لعده محافظات في العراق وصنفت بالاعتماد على اسمها التجاري والبلد المصنع حيث بلغ مجموع عينات المياه الصحية تقريبا (15) نموذج موزعة كما يلي في الجدول (1-2):

جدول رقم (1-2) يظهر العلامات التجارية وبلد المنشا لنماذج المياه الصحية المستخدمة في البحث

التسلسل	الاسم التجاري للنموذج	رمز النموذج	المنشا
1	نوار	S1	العراق - النجف
2	السنام	S2	العراق - النجف
3	الطور	S3	العراق - النجف
4	المزايا	S4	العراق - النجف
5	براثا	S5	العراق - النجف
6	الساقي	S6	العراق - النجف
7	ساوة	S7	العراق - بابل
8	الواحة	S8	العراق - بابل
9	الجنائن	S9	العراق - بغداد
10	فنيزيا	S10	العراق - بغداد
11	منى	S11	العراق - كركوك
12	كروان	S12	العراق - كركوك
13	لايف	S13	العراق - زاخو
14	زهلال	S14	العراق - دهوك
15	الروضتين	S15	الكويت

2-3 تقنية الكواشف الشبه موصله RAD7 :

إن RAD7 جهاز متطور الدقة ومتعدد الغايات يمكن استخدامه لأغراض مختلفة حيث انه يشكل أساسا لقياس غاز الرادون في المياه ومراقبة الرادون المستمرة في الهواء واستنشاق غاز الرادون او الثورون واختبار غاز التربة وقياس انبعاثات غاز الرادون والثورون من المواد والاسطح والشكل (1-1) يوضح المظهر الخارجي لكاشف RAD7 الذي يعمل بواسطة أربعة مفاتيح رئيسية نحدد احد المفاتيح وبعد ذلك يعمل الجهاز حسب نوع الاختبار.[17]

الشكل (1-1) يوضح اساسيات كاشف الرادون[17] RAD7

1. اختبار :Test مجموعة من الأوامر تتحكم في جمع بيانات غاز الرادون ومعالجتها ويمكننا البدء والتوقف عن جمع البيانات وحفظها أو مسحها من الأختيار الحالي او طباعة الأختيار كما هو عليه.

2. البيانات :Data مجموعة من بيانات الأوامر تسترد من ذاكرة الجهاز وطباعتها وعرضها وتقديم تقرير عنها ورسمها بيانيا وايضا أوامر للإدارة الذاكرة التي ستحمل البيانات ل 1000دورة في ما يصل إلى 100 تشغيل، بعض الأوامر في مجموعة البيانات تتطلب إدخال رقمي تشغيل بعد الأمر

3. التنصيب :Setup مجموعة إعداد أوامر بتكوين RAD7 لأداء الأختبارات وفقا للحاجة ، ويتذكر RAD7 بارامترات الإعداد عندما يتم إيقاف التشغيل، كما يتضمن الإعداد تحديد زمن وعدد مرات الدورة وتحديد الطريقة المستخدمة وتحديد نوع الضخ والوحدة وصيغة الطباعة.

4. خاص : Specialمجموعة من الأوامر المتوفرة في RADLINK عند تحميل البرمجيات وجهاز التحكم عن بعد.

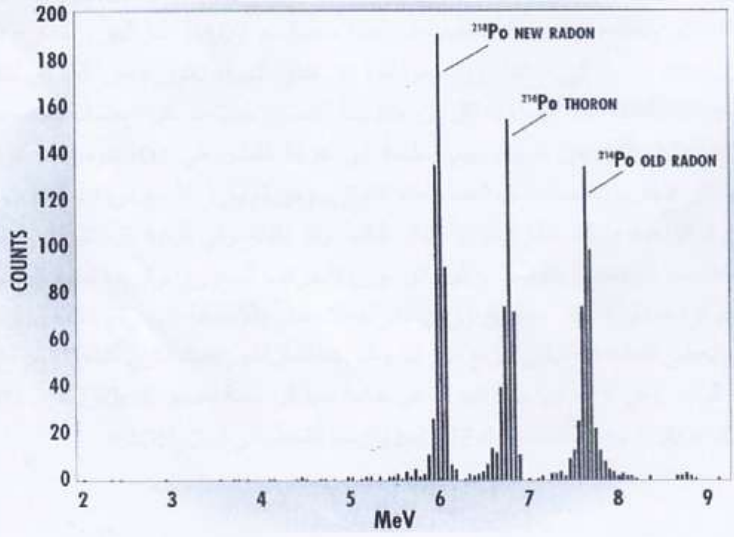
وهنالك بعض المواصفات المهمة لجهاز RAD7 وهي كما موضحة في الجدول. [17](1-2)

الجدول (1-2) يبين مواصفات جهاز RAD7 لشركةDURRIDGE

المواصفات	المعلومات
متعدد النماذج	مراقبة مستمرة لغاز الرادون،مصطلح الشاشات الطويلة والقصيرة، مستنشق، مزود بأنبوب) خرطوم مياه (صغير لبحث دخول الرادون والثورون.
قياسات متعددة	يقيس الرادون في الهواء ، التربة والماء.
المدى	(4 – 750,000 Bq.m^-3) 0.1 -20,000 pCi /l
الذاكرة	تراكيز الرادون 1000 ، وبيانات مرافقة ، يمكن أن تقرأ على شاشة الحاسبة ، تحمل الى pc أو تطبع بطابعة .IR (HP)ملخص دورة العمل يبين المعدل العالي والمنخفض والأنحراف المعياري للقراءات.
مبدأ العمل	تجميع الكتروستاتيكي لأنبعاث ألفا مع التحاليل الطيفية.
مضخة هواء داخلية	نسبة التدفق الاسمية 1liter /minute ، مصفي لمدخل الهواء وموصلات لمدخل ومخرج الهواء.
الطيف المطبوع	طيف طاقة الفا عالية الدقة تحدد سلسلة تحلل نظائر الرادون والثورون.
مقاومة المدل	"أختيار قفل " هو برنامج وضع في الجهاز ليؤمن نظام Rad7 العائد لك ضد كل أنواع العبث المقصود أو الغير المقصود.
شاشة عرض الكمبيوتر LCD	2خط 16x رمز ،ألفا رقمي ، عرض سهولة القراءة.
عد مسموع للرادون	يشير الى وجود وشدة الرادون والثورون .ويمكن أن يفتح ويغلق.
القدرة	قدرة البطارية أو 5-AH 6V AC بطاريات . شحن اوتوماتيكي عند التوصيل والتشغيل، عمل مستمر للبطارية 24 : بطارية ساعة بطريقة الأستنشاق، 72 بطريقة المراقبة.
الطابعة	طابعة IR اللاسلكية نوعChamjin New Handy
الحساسية الاسمية	المراقبة 0.5 : عدة/ دقيقة / بيكوكوري/ لتر المستنسق 0.25 : عدة / دقيقة / بيكوكوري / لتر

2-4 التحليل الطيفي لمنظومة RAD7

الإشارة الكهربائية المنتجة في الكاشف نتيجة للإشعاع ألفا ، يتم تضخيمها وتكيف من قبل الدوائر الالكترونية للكاشف ، ولكن ايضا يتم تحويلها إلى شكل رقمي . وRAD7 يمتلك المعالجات التي بإمكانها استقبال الاشارة وخزنها في ذاكرة الكاشف . ومن هذه الاشارة المخزونة والمتعلقة بانحلال النشاط الأشعاعي والتي يمكن من خلالها يمكن للطيف ان يتشكل .الطيف في كاشف RAD7 يكون له مدى طاقي مسموح من .(0-10) Mev ويظهر الاهتمام في المنطقة ذات المدى الطاقي من (6-9) Mev حيث تكون اغلب انحلالات الرادون والثورون في هذا المدى . ويكون الطيف الملاحظ مقسما على 200 قناة ولكل قناة مستوى طاقي مساوي الى (0.5 Mev) .KevالطاقةMev 6 تكون قيمة ألفا أي في الذروة وتؤشر كما هو واضح من الشكل (2-1)لكن ليس هذا هو الحال مع RAD7 بسبب الضوضاء الالكترونية في الكاشف فضلا عن التكبير .وحالة اخرى تسبب توسع في القمم هي حقيقة ان بعض جسيمات ألفا تدخل الكاشف بزاوية صغيرة (87)، زيادة درجة الحرارة تسبب ايضا الضوضاء الالكترونية وهذا بدوره يؤثر في نهاية ذيل الطاقة في هذه القمم . ان تحليل الطيف يكون بسيطا لكون الدائرة الالكترونية لكاشف RAD7 صنعت على شكل مجموعة 200 قناة في 8 نوافذ هذه النوافذ مرتبة ابجديا من الحرف .A-H تغطي النوافذ مدى طاقي من (6.40-5.40)Mev لذلك يبدو واضحا جدا ان جسيمات الفا بطاقة Mev6والناتجة من انحلال Po-218 سوف تنحل بسرعة في هذه المنطقة. كل العدات المكتشفة في هذه المنطقة سوف تكون مقسومة على معدل العمر (المدة الزمنية المستغرقة لجمع البيانات) ، تعطي معدل العد .كل هذا يكون مخزونا في ذاكرة الكاشف.[17]



(1-2)شكل طيف طاقة الفا[17]

الطيف هو يطبع بواسطة RAD7 بعد التشغيل متضمنا النوافذ من . A-D النوافذ من E-H تشكل نافذة مركبة اسمها O وهذه النافذة تمثل مجموع كل العدات الناشئة من مديات الطاقة للنوافذ . E-H النوافذ المختلفة تحتوي على:

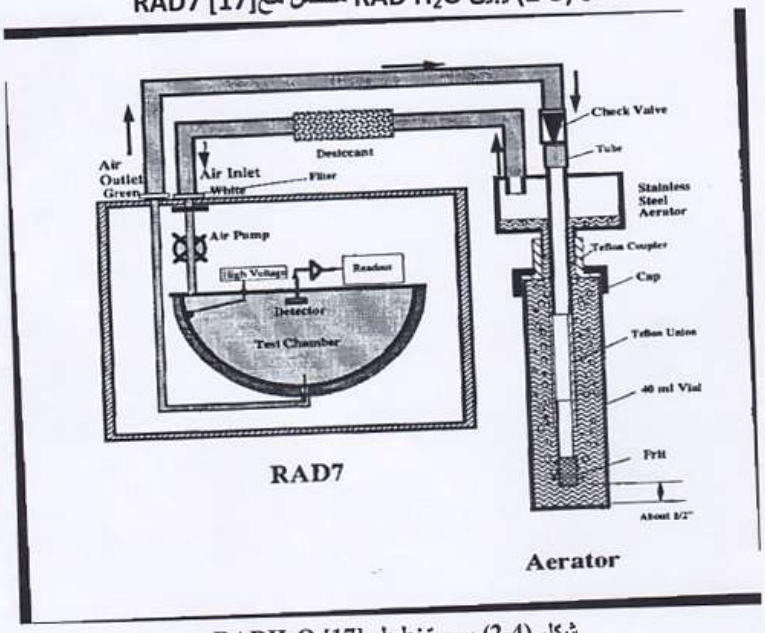
1. النافذة A تمثل العدات الكلية الناتجة من انحلال.Po-218
2. النافذة B تمثل العدات الكلية الناتجة من انحلال.Po-216
3. النافذة C تمثل العدات الكلية الناتجة من انحلال.Po-214
4. النافذة D تمثل العدات الكلية الناتجة من انحلال. Po-212

النافذة A و C تستخدم لاستخلاص تركيز غاز الرادون ، بينما النوافذ B و D لحساب الثورون . العدات في النافذة المركبة تكون ناتجة بسبب ضوضاء النظام.[17]

2-5 طريقة القياس :

إن الجهاز المستخدم في هذا البحث هو RAD7 ملحق $RADH_2O$ صنع في شركة ((Durridge Co., USAالمخصص لقياس غاز الرادون في الماء بدقة عالية ولمدى واسع من التراكيز وللحصول على قراءات ضمن ساعة من اخذ العينة وغالبا ما تكون النتائج المطلوبة فورية واهم ميزة في هذا الجهاز هو قدرته على تحديد طاقة جسيمة الفا الكترونيا وهذا يجعل من الممكن التمييز بين نظائر الرادون) البولونيوم 218-والبولونيوم 214-و...الخ (وبين الرادون والثورون وهذه التقنية تعرف بمطياف الفا , ويجب تجفيف (purging)كاشف RAD7 بهواء جديد لمدة عشرة دقائق وذلك بربط وحدة التجفيف في حلقة مغلقة مع RAD7 لذا الهواء الخارج يمر عبر Desiccant ويعود إلى الداخل ويلاحظ دائما بان تدفق الهواء يكون بنفس الطريق خلال ,Desiccantفإذا كانت نسبة الرطوبة اقل من 6% نبدأ الاختبار حيث تشتغل المضخة لمدة خمسة دقائق ينتزع بها الرادون من العينة ويتم تسليمه إلى غرفة القياس في RAD7ومن ثم يتوقف RAD7وينتظر لأكثرمنخمسة دقائق ليصل حالة التوازن ومن ثم يكرر لأربع دورات لمدة خمسة دقائق للدورة الواحدة وبذلك تبلغ مدة الاختبار الكلية 30 دقيقة وفي نهاية كل تشغيل سيطبع RAD7الخلاصة المتضمنة متوسط تركيز الرادون,الانحراف المعياري وقراءة نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة داخل الجهاز وتاريخ وزمن إجراء الاختبار بالإضافة إلى رقم التشغيل وعدد الدورات ثم يعطي المخطط البياني لأربع دورات والطيف المتراكم , حيث تكون كفاءة الانتزاع أو نسبة إزالة الرادون من الماء في حلقة الهواء هي عالية جدا في عينة بحجم 250mLتكون 94% ($RADH_2O$,2011) ويبين الشكلين(2-3) (2-4)الرسم التخطيطي ل.$RADH_2O$

شكل (2-3) يبين RAD H_2O متصل مع RAD7 [17]



شكل (2-4) رسم تخطيطي $RADH_2O$ [17]

2-6 الحسابات :

في هذه الدراسة تم قياس تراكيز الرادون في نماذج من المياه الصحية , وكما ذكر في طريقة العمل تتميز المنظومة المستخدمة باخراج تراكيز الرادون بشكل كارت ورقي وهو يمثل تراكيز الرادون في العينة الموجودة في المنظومة ,لذلك لا يمكننا التدخل في قياس التراكيز ولكن يمكن الاعتماد على تلك التراكيز الجاهزة من المنظومة لقياس ,حيث تم تخمين عامل مهم جدا وهو معدل الجرعة السنوية المكافئة التي يتلقاها الانسان من خلال استهلاكه لعينات الماء على طول السنة حيث تم حساب هذا العامل بالاعتماد على المعادلة التي نشرتها اللجنة العلمية لتأثيرات الأشعة الذرية التابعة للأمم المتحدة (UNSCEAR) وكما يلي :

وتم حساب الجرعة المكافئة السنوية للتعرض لغاز الرادون باستخدام المعادلة التالية:[18-20]

$$D_w = C_w\, CR_w\, D_{cw}$$

حيث إن :

D_w : الجرعة المكافئة السنوية(Sv/y)

C_w : تركيز الرادون في الماء(Bq/L)

CR_w : مقدار الاستهلاك (730 L/y)

D_{cw} : معامل تحويل الجرعة للرادون. (5×10^{-9} Sv/Bq)