الفصل الاول
المقدمة

1. المقدمة

1.1الإشعاع و أنواعه

توجد الإشعاعات في كل جزء من حياتنا. والإشعاعات قد تحدث بطريقة طبيعية في الأرض ويمكن أن تصل إلينا من الإشعاعات القادمة من الفضاء المحيط بنا. وكذلك يمكن أن تحدث الإشعاعات طبيعيا في الماء الذي نشربه أو في التربة وفي مواد البناء (عنصر الرادون من الأرض والعناصر المشعة الموجودة في الأرض).

وقد تحدث الإشعاعات نتيجة صناعتها بواسطة الإنسان مثل الأشعة السينية X-Rays ، محطات توليد الكهرباء بالطاقة الذرية أيضا في كاشفات الدخان Ionization Smoke Detector. [1]

ويعرف الإشعاع بأنه العملية التي ينتج عنها انطلاق طاقة علي شكل جسيمات (Particles) أو موجات (Waves) . ويوجد نوعين من الإشعاع :

1.1.1 إشعاع مؤين (Ionizing Radiation) مثل :

1.1.1.1 الأشعة الكونية (Cosmic Rays) :

هي جسيمات عالية الطاقة منشؤها الفضاء الخارجي وتتكون من جسيمات تحت ذرية تحمل شحنة كهربية وتتحرك في الفضاء بما يقارب سرعة الضوء . وتنشأ الأشعة الكونية من مصادر عديدة في الفضاء . ويعتقد العلماء أن النجوم المتفجرة المسماة بالسوبرنوفا والنجوم عالية الكثافة المسماة المنبضات تنتج كمية كبيرة من الأشعة الكونية . كما أن بعض الأشعة الكونية تنتجها الشمس . لكن الأشعة الكونية ذات الطاقة العالية جداً هي فقط التي تستطيع اختراق الغلاف الجوي للأرض . ويطلق على الأشعة التي تتولد في الفضاء الخارجي اسم الأشعة الكونية الأولية ، بينما يطلق على الفيض المتولد في الغلاف الجوي اسم الأشعة الكونية الثانوية .

2.1.1.1 جسيمات ألفا (Alpha Particles) :

و كان بيكوريل أول من تعرف عليها ؛و يُعد جسيم ألفا مطابقا لنواة جسيم دو شحنة موجبة و طاقة عالية تطلقه نواة ذرة مشعة ,ويتألف من بروتونين وإلكترونين يرتبطان معاً ارتباطاً وثيقاً . يمكن إيقاف مسار أشعة ألفا بواسطة قطعة من الورق أو بواسطة جسم الإنسان حيث ينتقل لمسافة قصيرة بسبب كتلته الضخمة ،ولكن لو تم استنشاق أبخرة المادة التي تشع منها دقائق ألفا أو بلعها ودخولها إلى الجسم نتيجة وجود جرح به فإنها تكون مؤذية جداً .

3.1.1.1 جسيمات بيتا (Beta Particles) :

والتي تعرف عليها النيوزيلندي إرنست رذرفورد ؛ وهي إلكترونات حيث تطلق بعض النوى المشعة إلكترونات عادية تحمل شحنات كهربائية سالبة . لكن البعض الآخر يطلق بوزيترونات وهي إلكترونات ذات شحنة موجبة. ويزن جسيم ألفا أكثر من جسيم بيتا بـ 7000 مرة وتنتقل جسيمات بيتا بسرعة تقارب سرعة الضوء . ويمكن إيقاف سريان هذه الأشعة بواسطة قطعة من الخشب ، وقد تسبب أذى جسيم إذا اخترقت الجسم.

4.1.1.1 أشعة جاما (Gamma Rays) :

والتي تعرف عليها الزوجان الفرنسيان بيير وماري كوري. وهي أشعة غير مشحونة كهربياً ؛ هذه الأشعة هي فوتونات تنتقل بسرعة الضوء وهي من أخطر أنواع الإشعاعات ولها قوة اختراق عالية جدا ، أكبر بكثير من أشعة ألفا وأشعة بيتا. ويمكن إيقاف سريانها بواسطة حاجز من الكونكريت (الخرسانة المسلحة) وتقع أشعة إكس من ضمن تقسيمات أشعة جاما ولكنها أقل قدرة علي الاختراق من أشعة جاما.

5.1.1.1. أشعة إكس (X-Rays) :

تقع من ضمن تقسيمات أشعة جاما ولكنها أقل قدرة على الإختراق و تنبعث أشعة إكس من عمليات خارج نواة الذرة. وتعتبر أشعة إكس من أكثر مصادر تعرض الإنسان للإشعاع حيث يتم استخدامها في عديد من العمليات الصناعية – الطبية. ويمكن إيقاف قدرتها علي الاختراق بواسطة شريحة من الرصاص سمكها مليمترات قليلة. [1]

2.1.1 إشعاع غير مؤين (Non-Ionizing Radiation):

مثل الإشعاعات الكهرومغناطيسية ومنها موجات الراديو والتليفزيون وموجات الرادار والموجات الحرارية ذات الأطوال الموجية القصيرة (ميكروويف) والموجات دون الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء العادي.

وتقدر الجهات العلمية في الولايات المتحدة الأمريكية بأن الشخص العادي يتلقى جرعات من الإشعاع مقدارها 360 مللي ريم في السنة وتعتبر نسبة التعرض للإشعاعات الطبيعية 80% و 20% الثانية من الإشعاعات الصناعية**. [1]**

2.1 كيف تنشأ الإشعاعات

تتكون ذرة العنصر من نواة مركزية (Nucleus) تحتوي على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة ويدور حول هذه النواة عدد من الإلكترونات سالبة الشحنة.

ويطلق على عدد البروتونات في النواة اسم العدد الذري (Atomic Number) بينما يطلق على مجموع عدد البروتونات والنيوترونات اسم الوزن الذري (Atomic Weight) ، في معظم أنوية العناصر الكيميائية يكون عدد البروتونات داخل النواة مساويا لعدد النيوترونات وفي بعض أنوية بعض العناصر يكون عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات وتسمى هذه العناصر بالنظائر(Isotope) .

هذه النظائر بعضها ثابت لا يتغير تركيبها الذرى بمرور الزمن والعادة تكون لها عدد ذري منخفض. وبعض هذه النظائر غير مستقر وغالبا ما تكون أعدادها الذرية عالية وتسمى بالنظائر المشعة وهذه النظائر سوف تلفظ أنويتها دقائق نووية (أي سوف يصدر عنها إشعاعات نووية) تسمى أشعة ألفا ، وأشعة بيتا ، وأشعة جاما وبمرور الوقت تتحول هذه العناصر إلى عناصر أخرىأقل وزناً وتختلف في صفاتها الكيميائية والفيزيائية عن العنصر الأصلي.[1]

3.1 النشاط الإشعاعي الطبيعي The Natural Radioactivity

إن الإلكترونات المدارية للذرة تستطيع أن تمتص طاقة وإن تغير من مستواها ، وفي بعض الأحيان قد تكون الطاقة الممتصة كبيرة لدرجة تسمح للإلكترون بعمل (قفزة نهائية) وبأن يتخلص من جاذبية النواة ، والنتيجة هي تولد الأيون (أي ذرة ينقصها إلكترون) . ونستطيع القول بأنه في هذه الظروف الإستثنائية ، تفقد الذرة كل إلكتروناتها أو معظمها - وتبقى عبارة عن نواة معزولة - ولذلك فإن الذرات ليست غير قابلة للانقسام بعكس الاعتقاد الذي ظل سائداً لفترة طويلة . مهما يكن من أمر فإن التأين ليس مجرد ظاهرة عرضية ؛ فكل ذرة متأينة متصلة بالمادة لن تلبث أن تستعيد إلكتروناتها وتقوم بامتصاصها من الوسط المحيط بها فتعود إلى تكوينها الأصلي . ولتقسيم ذرة بصفة نهائية يحتاج الأمر لأجراء إضافي : ذلك هو تفتيت نواتها . ذلك ما يمكن أن نتوقعه بالنظر إلى تعقد تكوين النوى . وليس فقط يمكن تفتيت النوى ولكن بعضها يتفتت تلقائياً وتنبعث منها إشعاعات ثم تتحول بعد ذلك إلى نوى مختلفة . [1]

4.1 الإشعاع النووي

الإشعاع النووي هو ظاهرة فيزيائية ناتجة عن نشاط ذري طبيعي قوي تحدث في الذرات غير المستقرة للعناصر الثقيلة ذرياً أي التي تحتوي على عدد كبير جداً من الإلكترونات التي تدور حول النواة مكونة سحابة إلكترونية كثيفة وتدور بسرعات هائلة جداً ، وفيه تفقد النواة الذرية بعض جسيماتها وتتحول ذرة العنصر إلى عنصر آخر أو إلى نظير آخر من العنصر ذاته فتحدث ما يسمى بالإشعاع النووى . والعناصر المشعة تكون ذات وزن وعدد ذري كبيرين و أبرز العناصر المشعة و أشهرها اليورانيوم ؛ حيث يعد اليورانيوم المادة الخام الأساسية للبرامج النووية ؛ المدنية منها والعسكرية. [1]

يستخلص اليورانيوم إما من طبقات قريبة من سطح الأرض أو عن طريق التعدين من باطن الأرض. ورغم أن مادة اليورانيوم توجد بشكل طبيعي في أنحاء العالم المختلفة، إلا أن القليل منه فقط يوجد بشكل مركز كخام يمكن الاستفادة منه. [1]

5.1 الإنشطار النووي

كان العالم فيرمي (Enrico Fermi) في العام 1934 يقوم ببعض التجارب للحصول على نظائر العناصر عن طريق قذف النوى بالنيوترونات. وعندما وصل إلى عنصر اليورانيوم (العنصر الأخير في الجدول الدوري في ذلك الوقت). توقع أن قذف العنصر بالنيوترونات سيؤدي إلى وجود نواة غير مستقرة تقوم بإطلاق جسيمات بيتا وبالتالي ازدياد العدد الذري من 92 إلى 93 وإنتاج عنصر جديد في الجدول الدوري، ولكنه لم يحصل على ما توقعه ولم يستطع التّعوف على نواتج التفاعل.

واستمرت الأبحاث والدراسات من العام 1935 إلى العام 1938 حيث قام عالم كيميائي ألماني يسمى إدا نوداك (Ida Noddack) بالتعرف على نواتج التفاعل وأوضح أن نواة اليورانيوم انشطرت إلى نواتين متوسطتي الكتلة. وقد أكدت الدراسات صحة ما افترضه هذا العالم. وبذلك يكون الانشطار النووي " انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتي الكتلة، وإنتاج كميات هائلة من الطاقة نتيجة تفاعل نووي " ولإحداث الانشطار تقذف النواة الثقيلة مثل اليورانيم /ذري92\ كتلي235 يورانيوم . 235 بجسيمات خفيفة نسبياً مثل النيوترونات التي تعد أفضل القذائف لأنها لا تحمل شحنة.

يكون الانشطار النووي في أفضل حالاته حينما يتم استخدام النظائر من اليورانيوم 235 (أو البلوتونيوم 239) . ويعرف اليورانيوم-235 بـ"النظير الانشطاري" لميله للانشطار محدثا تسلسلا تفاعليا مطلقا الطاقة في صورة حرارية . فعندما تنشطر ذرة من اليورانيوم-235 فإنها تطلق نيوترونين أو ثلاثة نيوترونات . وحينما تتواجد إلى جانبها ذرات أخرى من اليورانيوم-235 تصطدم بها تلك النيوترونات مما يؤدي لانشطار الذرات الأخرى، وبالتالي تنطلق نيوترونات أخرى.

ولا يحدث التفاعل النووي إلا إذا توافر ما يكفي من ذرات اليورانيوم-235 بما يسمح بأن تستمر هذه العملية كتسلسل تفاعلي يتواصل من تلقاء نفسه. ويعرف هذا المتطلب بـ"الكتلة الحرجة". يحدث الانشطار النووي ببطء في المنشآت النووية، بينما يحدث نفس الانشطار بسرعة هائلة في حالة تفجير سلاح نووي. وفي الحالتين يتعين التحكم في الانشطار تحكما بالغا

6.1 مشكلة البحث

يعتبر غاز الرادون أحد أسباب الإصابة بسرطان الرئة , فقد ثبت أن التعرض الطويل للتركيزات المرتفعة منه يمكن أن تؤدي إلى سرطان الرئة و هناك ملايين المساكن في العالم التي تحتوي تركيزات مرتفعة من هذا الغاز لا يعلم عنها ساكنيها لذلك تبذل دول العالم جهوداً حثيثة بهدف تحديد المساكن و المباني ذات التركيزات العالية من الرادون ووضع الحلول الفاعلة لمعالجة هذه المشكلة .

7.1 أهداف البحث

- إن الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو التعرف على مستوى غاز الرادون في المنازل في منطقة الفتيحاب (حي أبو سعد و حي الفردوس) بمدينة أم درمان

- تقدير الخطورة الإشعاعية المترتبة على وجود هذا الغاز المشع على سكان المنطقة واقتراح حلول قد تؤدي إلى خفض تركيز الرادون عند اكتشاف منازل توجد فيها تركيزات مرتفعه منه تتجاوز الحدود الدولية

8.1 فرضيات البحث

يفترض هذا البحث الآتي :

- أن نسبة الغاز ستكون كبيرة و يعزى ذلك إلى طبيعة الأرض ذات التربه الرمليه التي تشبه حبيبات صفائح الحديد الصدئه التي تتميز بكبر مساماتها مما يزيد من انبعاث الغاز من خلالها.
- أن نسبة غاز الرادون في منطقة (حي الفردوس) أقل منها في (أبو سعد) نظراً إلى نوعية مواد البناء التقليدية فيها و خلو معظمها من السيراميك والبناء المسلح .

9.1 أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في التعرف على نسبة غاز الرادون في المنطقة المذكورة والتوعيه العامه بخطورة هذا الغاز على الصحة العامة و تأثيره المباشر على الانسان .

10.1 ترتيب فصول البحث

يقع هذا البحث ضمن أربعة فصول , الفصل الأول ويحوي مقدمة عامه ثم الفصل الثاني و فيه الإطار النظري والدراسات السابقة , بالاضافه الى الفصل الثالث الذي يشتمل على النتائج المتحصلة , أما الفصل الرابع فيحوي المناقشة و الخلاصة و التوصيات .

الباب الثاني
الرادون

1.2 مقدمة

ما الرادون

الرادون عنصر كيميائي له الرمز Rn والعدد الذري 86 في الجدول الدوري ، وهو غاز خامل عديم اللون والطعم والرائحة يثقل الهواء بحوالي سبعة أضعاف ونصف الضعف . وهو من الغازات النبيلة ,خامل كيميائياً وغير قابل للاشتعال ؛ سام جداً و مسرطن بالاستنشاق . إذا تكثف فإنه يتحول إلى سائل شفاف ثم إلى مادة صلبة معتمة و متلألئة . يتكون الرادون من خلال تحلل الراديوم في قشرة الأرض . كما يستخدم الرادون في معالجة بعض أنواع السرطانات [4] .

يعتبر الرادون من العناصر المشعة ويشكل معدل الجرعة الإشعاعية التي يسببها هذا الغاز ووليداته لعموم الناس حوالي نصف مكافيء الجرعة الإشعاعية من المصادر الطبيعية مجتمعة ومعظم هذه الجرعة ناتج من استنشاق النويدات المشعة للرادون والموجودة في الهواء وخصوصاً المباني ؛ حيث يرتفع فيها معدل تركيزه . [1]

اكتشف سنة 1900 من قبل فريدريك إيرنست دورن . وأصل الاسم مشتق من اسم العنصر راديوم، في باديء الأمر كان اسم الرادون نيتون و هو اسم مشتق من الكلمة اللاتينية nitens ومعناها اللامع . [1]

2.2 نظائر الرادون:

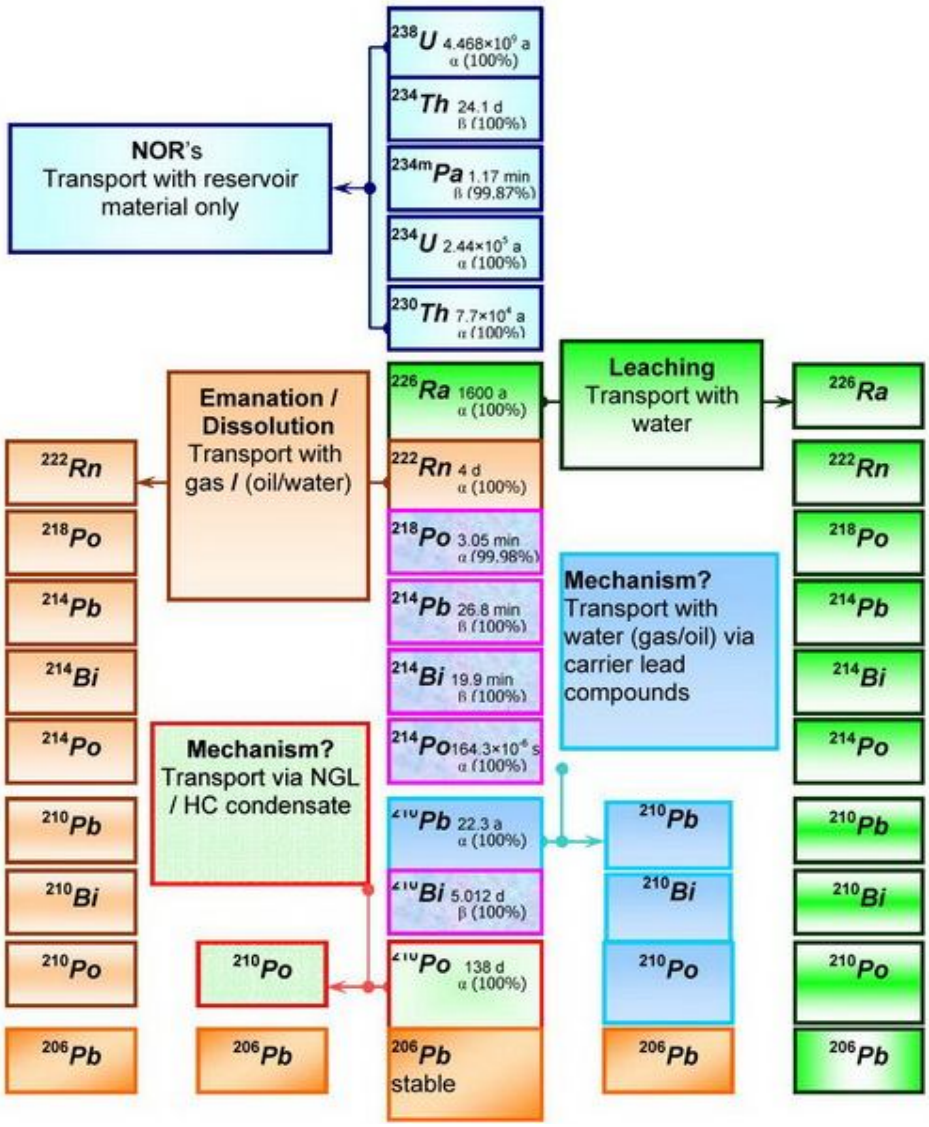
نظير الرادون222 وهو أحد النويدات المتولدة في سلسلة تحلل اليورانيوم_238 والذي يوجد في جميع أنواع الصخور والتربة بنسب متباينة ,وتبلغ عادة عدة أجزاء بالمليون وزناً ، ونظير الرادون 220 المتولد في سلسلة الثوريوم232 والذي يوجد كذلك في أنواع التربة والصخور.

نظير الرادون 222 أكثر عشرين ضعفاً من الرادون220 من حيث مشاركته في الجرعة الإشعاعية لعموم الناس . [1]

3.2 نواتج التحلل:

يطلق على نظيري الرادون و ناتج تحللهما (أي النظائر المتولدة من تحللهما) هنا اسم الرادون , ومعظم الجرعة الإشعاعية للرادون مصدرها وليدات الرادون وليس غاز الرادون نفسه ؛ ذلك لأن هذه الوليدات مشعة أيضاً ولكنها لا تشبه الرادون من حيث أنها ذرات لعناصر ثقيلة تلصق نفسها بسهولة بكل ما تلامسه . مما جعل الخطر الرئيسي من التعرض لغاز الرادون ينبع من استنشاق وليدات الرادون أو ذرات الغبار التي تحملها، وحينما يستنشق الإنسان هذا الغاز ونواتج تحلله تلتصق هذه النواتج المشعة بالأغشية المخاطية المبطنة لأجزاء الجهاز التنفسى ويستقر جزء منها بهذه الأغشية واذ يمكنه بلوغ الجهاز التنفسى السفلي محدثا تلفاً مباشراً فى خلايا الحويصلات الهوائية. ومن المعلوم أن جميع تلك النظائر باعثة لجسيمات ألفا المؤينة مما يرفع من نسبة خطر الإصابة بالأمراض الصدرية مثل سرطان الرئة. [1]

ويمثل الرادون ونواتج تحلله ما نسبته بالمتوسط 55%تقريباً من الجرعة الإشعاعية الطبيعية التى يتعرض لها عامة الناس. وبالتالي هنالك أهمية لمعرفة هذا المكون الكبير للجرعة الإشعاعية الطبيعية بالإضافة إلى ضرورة التعرف عن مدى ارتفاع تركيز غاز الرادون فى بعض المساكن وبالتالي الجرعة الناشئة من التعرض له ولنواتج تحلله وذلك لإتخاذ الإجراءات المناسبة للتقليل من تركيزه داخل المساكن إن دعت الحاجة. [1]



مخطط رقم (1,2) : تحلل اليورانيوم وصولاً إلى الرادون ونواتج تحلله .

4.2 الخواص الفيزيائية والكيميائية للرادون:

ينتمي الرادون إلى الغازات النبيلة أو الخاملة ؛ فذرة الرادون كباقي الذرات الخاملة نادرا ما تتفاعل لذلك يمكنها أن تنتشر بحرية عبر كل المواد المنفذة للغازات لأنها خاملة كيميائياً . ويعتمد في كشف الرادون بشكل رئيس على كشف الأشعة المرافقة لتفككه وتفكك وليداته . [4]

جدول رقم (1,2) : الخصائص العامة لغاز الرادون

الاسم , العدد , الرمز	رادون , 86 , Rn
تصنيف العنصر	غاز نبيل
المجموعة , الدورة , المستوى الفرعي	P , 6 , 18
الكتلة الذرية	(222) g/mol
توزيع الإلكترونات لكل غلاف تكافؤ	8 , 18 , 32 , 18 , 8 , 2

جدول رقم (2,2) : الخصائص الفيزيائية لغاز الرادون .

الطور	**غاز**
الكثافة	(0°c , 101.325 كيلوباسكال)
كثافة السائل عند نقطة الغليان	4.4 g/cm3
نقطة الإنصهار	202 k , 71.15°c , 96.07°f
نقطة الغليان	211.3k , 61.85°c , 79.1°f
النقطة الحرجة	377k , 6.28 M Pascal
حرارة الإنصهار	3.247 kJ/mol
حرارة التبخر	18.10 kJ/mol
السعة الحرارية	(25°c) 20.786 J/mol.k
أرقام الأكسدة	2
الكهروسالبية	2.2 (مقياس باولنغ)
طاقة التأين	الأول : 1037 kJ/mol
نصف قطر تساهمي	150 pm
نصف قطر فان ديرفالس	220 pm
البنية البلورية	نظام بلوري مكعب
المغناطيسية	لا مغناطيسي
الناقلية الحرارية	3.61 W/m.k (300

5.2 مصادر الرادون

1.5.2 التربة والصخور

إن حوالي 80% من غاز الرادون المنبثق إلى الوسط الخارجي ينتج عن الطبقة العليا للأرض, وبالطبع فإن وجود الراديوم-226 وبالتالي اليورانيوم-238 هو السبب في إصدار الرادون في التربة , وتختلف كمية الراديوم واليورانيوم من مكان إلى آخر حسب الطبيعة الجيولوجية .

وبشكل عام فإن الصخور الموجودة في القشرة الأرضية تحوي نحو 1 بيكو كوري بالغرام ؛ والتربة نحو 0.7 بيكو كوري بالغرام . كل تفكك لذرة راديوم موجودة في حبيبات التربة أو الصخور سيعطي ذرة رادون ؛ فإذا كان إنتاج هذه الذرة قريب من سطح التربة فيمكنها بالتالي الهروب إلى الوسط الخارجي . [4]

وتعرف كمية الرادون القابلة للتحرر إلى الغلاف الجوي بواسطة معامل يدعى معدل الإنتاج للرادون:

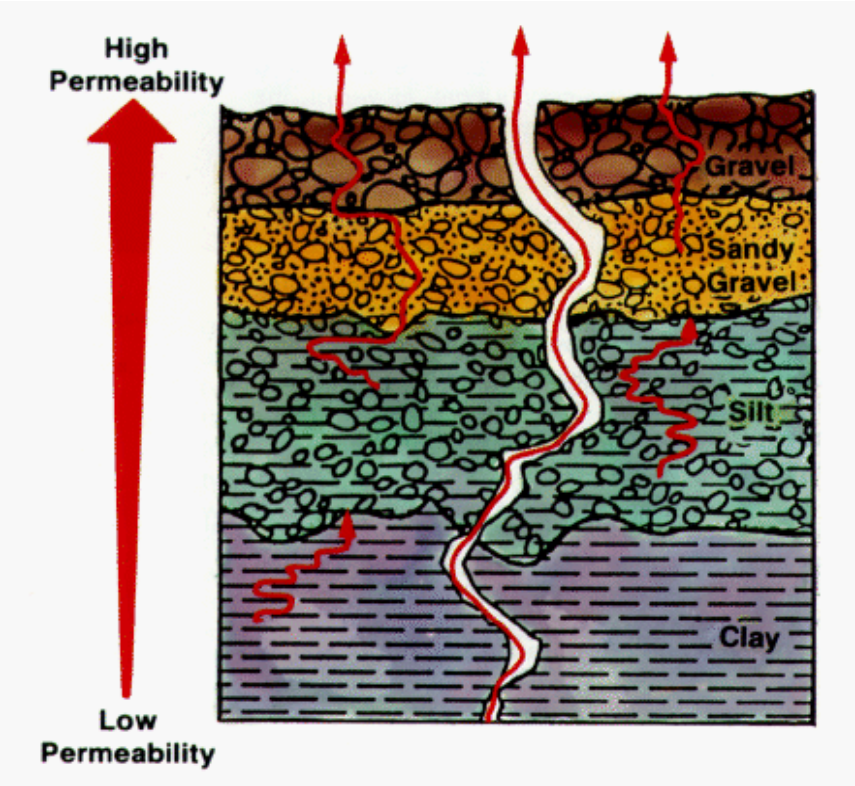
$$P=E.R.\lambda \qquad (2.1)$$

حيث : λ : ثابت التفكك للرادون ($2.06 * 10^{-6} s^{-1}$)

E : معامل الإصدار

R : النشاط الإشعاعي للراديوم في المنطقة (الوسط المدروس)

إن كمية إصدار الرادون من التربة تتوقف على عدة عوامل منها النفوذية و رطوبة التربة .



مخطط رقم (2,2) : التربة وانبعاث الرادون منها .

2.5.2 الماء :

يعد الرادون متوسط الإنحلالية في الماء وتزداد إنحلاليته بنقصان درجات الحرارة , لذلك عندما تسير المياه الجوفية الباردة عبر الصخور تمتص التربة الجوفية كمية لابأس بها من غاز الرادون. وعندما يسخن الماء أو يُحرك فإن كمية كبيرة من الرادون تتفلت وتنطلق إلى الوسط الخارجي. [5]

تعتمد كمية الرادون في الماء عند استخدامه بشكل رئيسي على عاملين :

الأول هو المواصفات الجيولوجية المحلية حيث يستخرج الماء . والثاني هو مصدر الماء المستخدم . حيث وُجد أن الرادون الناتج عن الماء يُشكل مشكلة في الأبنية التي تستخدم مياه الآبار بشكل مباشر , بينما لا يكون مشكلة في البيوت التي تعتمد على شبكة المياه العامة وذلك لأنه عادة يتم حفظ مياه الشبكة العامة من أجل المعالجة والتخزين وبعد ذلك التوزيع يعطي الوقت ليتفكك فيه الرادون ونواتج تفككه المنحل في الماء قبل أن يصل إلى الأبنية . جدير

بالذكر أن الجرعة الإشعاعية التي يمكن أن يتلقاها الفرد من مياه الشرب الحاوية على غاز الرادون نتيجة استنشاق الرادون المتحرر ونواتجه أكبر من جرعة المعدة الناتجة عن البلع من 3 إلى 10 مرات.

تشارك المحيطات بنحو 1% من كمية الرادون الصادرة إلى الوسط الخارجي بالرغم من أن مساحتها تشكل ضعف مساحة الأرض ؛ ويعود ذلك إلى أن محتوى ماء البحر من اليورانيوم والراديوم أصغر بكثير من محتوى التربة والصخور . [6]

3.5.2 مواد البناء :

تحوي مواد البناء المصنوعة من التربة والصخور مثل (الإسمنت , البلوك , السيراميك , ...) على مواد مشعة ذات منشأ طبيعي مثل اليورانيوم والراديوم وبالتالي فهي تولد الرادون . لهذه المواد نفوذية كافية لينطلق الرادون المتولد ضمنها إلى الوسط الخارجي . [4]

كما أن هنا عوامل أخرى تؤثر في تركيز الرادون في الأبنية منها الرطوبة ودرجة الحرارة ؛ فعند وجود فرق في درجة الحرارة داخل وخارج الأبنية هذا يؤدي إلى نشوء فرق في الضغط الأمر الذي يؤدي إلى شفط هواء التربة الواقعة تحت المنزل إلى الداخل والذي بدوره يمكن أن يرفع تركيز نسبة غاز الرادون بالداخل .

وقد وجد أن تركيز الرادون أيضاً يتغير من من فصل لآخر ومن شهر إلى شهر ومن يوم إلى يوم . حتى بين النهار والليل . [1]

6.2 خطورة غاز الرادون

تكمن خطورة غاز الرادون عند تحلله بانبعاث جسيمات ألفا المشحونة Alpha Decay إلى نواتج صلبة تسمى بنواتج تحلل الرادون. وهى نظائر البولونيوم (Po218) – والبيزموث (Bi214) – والرصاص(Pb214).

وتعتمد خطورته على كمية ونسبة تركيزه فى الهواء المحيط بالإنسان, وأيضاً على الفترة الزمنية التى يتعرض لها الإنسان لمثل هذا الإشعاع. وبما أن هذا الغاز من نواتج تحلل سلسلة اليورانيوم لذا فهو موجود فى التربة والصخور وتكون نسبة تركيزه عالية جدا فى الأماكن

الصخرية أو الحجرية المغلقة مثل الكهوف وسراديب المنازل والمناجم والفوالق الصخرية والمقابر الأثرية القديمة وسط الأحجار والصخور.

كما أنه يتواجد بكثرة فى الهواء القريب من المياه الساخنة. وبالتالى يؤدى مكوث الإنسان لفترة زمنية طويلة فى هذه الأماكن إلى استنشاق كمية كبيرة من هذا الغاز الأمر الذي يتلف الرئتين, ويسبب الموت بعد ذلك. [1]

ويتم حساب النشاط الاشعاعي لغاز الرادون من المعادله :

$$Ai = cps * fc \qquad (2.2)$$

حيث: Ai :النشاط الاشعاعي للعينه مقاس بوحدة (bq)

Cps: قيمة العداد في الثانيه الواحدة

Fc : معامل التصحيح

كما يمكن ايجاد معامل التصحيح من العلاقه :

$$Fc = A \backslash C \qquad (2.3)$$

حيث : A: النشاط الاشعاعي.

C : التركيز

7.2 كيف يدخل الرادون إلى المباني

نظراً لأن الرادون غاز فهو نشيط الحركة. وعلى الرغم من أنه يمكن أن يحتجز فى التربة والصخور, فإن أي شق أو تصدع أو إثارة لسطح الكرة الأرضية تسمح له بالإنطلاق إلى الهواء. ويأتى معظم الرادون داخل المنزل من التربة والصخر المحيط بالمبنى .ويتراكم هذا الغاز في الأماكن المغلقة وذلك بسبب احتباسه داخل تلك الأماكن وعدم تسربه خارجها بالإضافة إلى انبثاق كميات جديدة منه من مواد البناء والمياه المستخدمة في المبنى أو الغاز الطبيعي المستخدم للطهي فى المطابخ.

وبالإضافة إلى ذلك، ونظراً لأن ضغط الهواء داخل المنزل ينخفض بصفة عامة عن ضغط الهواء فى التربة المحيطة بالأساسات (بسبب الأجهزة التى تستخدم الهواء مثل الأفران) فإن البناء يعمل مثل مضخة تفريغ تسحب الغاز من التربة. وقد يوجد الرادون أيضاً في المياه الجوفية ويمكن أن ينساب منها إلى الهواء عن طريق الحنفية ورؤوس رشاش الإستحمام. [4]

وبشكل عام يخفف غاز الرادون في الهواء الطلق إلى تركيبات ضئيلة لا تذكر, غير أنه يمثل تهديدا خطيرا لصحة القاطنين عند احتجازه والسماح بتركيزه, كما هو الحال في داخل المبنى.

ويمكن تقليل المخاطر الصحية في المناطق التي يوجد فيها الرادون مركزاً بشكل طبيعي بسد الشقوق الموجودة في أساسات الجدران والأرضيات بإحكام, وذلك بتركيب فتحة (منفس) لخروج الغاز أسفل الأساس ونقل الهواء الخارجي للداخل لتحسين التهوية. وقد يحتاج سد أو تشميع أماكن دخول الغاز تغطية سطح الأرض المكشوفة في السراديب ومناطق التخزين والمصارف والفراغات الضعيفة بمواد غير منفذة مثل شرائح اللدائن أو المعدن. وتشمع الشقوق والفتحات بواسطة الملاط (الأسمنت) أو الجلفطة. [4]

ولقد وضعت وكالة حماية البيئة إجراءاً علاجياً لمستوى 4 بيكوكورى (Pc) في اللتر من الهواء (بمعنى أنه عند أو فوق هذا المستوى, يجب إتخاذ الإجراءات العلاجية لخفض مستوى الغاز). وقد اعتبر مستوى 20 PC فى اللتر مستوى خطراً , ويمثل التعرض طوال الحياة لهذا المستوى خطرا للإصابة بالسرطان يعادل خطر تدخين علبة ونصف من الدخان يومياً- بمعنى أن ستة أفراد بين كل 100 فرد قد يموتون من سرطان الرئة حينما يتعرضون إلى غاز الرادون عند هذا المستوى. ويواجه من يدخنون ويتعرضون فى نفس الوقت إلى غاز الرادون خطراً كبيراً للإصابة بالسرطان. [1]

8.2 تأثير الرادون

يعتبر التعرض للغاز السبب الثاني المعروف لسرطان الرئة في الولايات المتحدة (التدخين هو السبب الأول)، إذ يقدر عدد الوفيات سنوياً في الولايات المتحدة بسبب سرطان الرئة بنحو 15 – 20 ألف نسمة، وتنشأ التأثيرات السامة للغاز من الاستنشاق. وحينما يستنشق يؤدي تحلله إلى تشكل جسيمات صلبة نشطة اشعاعيا (بولونيوم). وعلى الرغم من أن فترة

نصف العمر للبولونيوم لا تتعدى دقائق قليلة، فإنه وهو لا يزال بداخل الرئة يواصل التحلل, الذى يبث إشعاع ألفا المؤين. وتبقى جسيمات ألفا عالية الطاقة محتجزة داخل الجسم وتتلف أنسجة الرئة الحساسة. وغالباً ما يضار بشدة حمض الـDNA فى خلايا الرئة المشعة. (يوجد في كل خلية حية نظام من رسائل الشفرة يعلم كل خلية كيف تشكل المزيد من الخلايا مطابقة لها. ويوجد هذا النظام الذي يعرف بالشفرة الوراثية فى إطار بناء معقد يعرف بالصبغات الوراثية ويناط بحمض الـDNA الدور المركزي في تحديد خصائص الخلايا المتكررة). وإذا كان الإضرار بحمضDNA خطيراً , فقد يكون دائماً وينتقل إلى خلايا «الأبناء». وقد تكون التأثيرات – خلايا فقدت التحكم فى الإنقسام والنمو(سرطان) – غير ظاهرة للعيان طوال سنوات أو حتى عقود. و تتمثل ذه التأثيرات في :

تغيرات دائمة في الخلية, وبالتالي حدوث خلل وراثي أو تداخلات متأخرة مثل السرطان.

إحداث أضرار تؤدي إلى موت الخلايا فموت العضو المصاب.

وخلال العقد المنصرم أقر العلماء بإجماع اعتبار غاز الرادون هو السبب المحتمل للإصابات السرطانية فى البشر, ولحسن الحظ أن دقائق»ألفا» التي تنتج عن تحلل الغاز هي عبارة عن جسيمات ثقيلة نسبياً تستطيع أن تعبر مسافات قصيرة في جسم الإنسان (الجلد فقط في حالة التعرض الخارجي) أي أنها لا تستطيع أن تصل إلى خلايا الأعضاء الأخرى لتدميرها, وبالتالي يكون سرطان الرئة هو الخطر المهم والمعروف حتى الأن الذي يصاحب غاز الرادون.[4]

9.2 طرق الوقاية

قضاء زمن أقل في الأماكن التي يمكن أن يوجد فيها مستويات عالية من غاز الرادون، مثل الأماكن المنخفضة في المنازل كالسرداب أو المرآب.

فتح جميع النوافذ وتشغيل المراوح لزيادة تدفق الهواء في المنازل كلما أمكن ذلك، لا سيما في الأماكن المعرضة لوجود الغاز كالسرداب والغرف الداخلية.

احكام إغلاق البالوعات وتغطيتها للتقليل من فرصة تسرب غاز الرادون داخل المنزل, فإذا كان لابد من استخدامها يومياً فلا بد من تركيب مصيدة مائية تقوم بسد أماكن تسرب الغاز.

ابقاء فتحات التهوية مفتوحة طوال العام بالأماكن الضيقة أو المنخفضة السطح الموجودة بأسفل المنازل وعلى جوانبها.

التوقف عن التدخين وحث الآخرين على عدم التدخين داخل المنازل.

قياس معدلات نواتج تحلل غاز الرادون في هواء المنزل وذلك باستخدام أجهزة الكشف، وضرورة إعلام الجهات المختصة إذا ما تبين أن نسبة التركيز تتجاوز 4 بيكوكوري لكل لتر.

عدم استخدام مواد البناء التي تحتوي على صخور الجرانيت والبازلت والصوان، كقواطع جدرانية أو أرضيات.

عدم استخدام مياه الآبار الجوفية للشرب والطهي . [1]

وهناك أربعة حلول دائمة يمكن أن نفكر فيها للحد من انبعاث غاز الرادون داخل منازلنا, اثنان منها يحتاجان إلى تدخل مهندس متخصص في شفط الغاز من التربة واحكام إغلاق الأماكن والفتحات التي يتوقع تسرب الغاز منها, واثنان بإمكاننا تنفيذهما ذاتياً ,ونتخذ منهما سلوكاً وقائياً نمارسه في حياتنا, سواء كان هناك غاز أو لم يكن, وهما: التحكم في ضغط الهواء داخل المنزل وزيادة التهوية بداخله. [4]

10.2 قياس الرادون

1.10.2 التألق Luminescence (خلية لوكس Luxcell):

تعتمد هذه الطريقة على كشف التألق عند إرتطام جسيمات ألفا الناتجة عن تفكك الرادون ونواتجها بمادة تألق مثل كبريتات الخارصين (ZnS) ضمن حيز محكم الإغلاق. [4]

2.10.2 حجرة التأين Ionization Chamber:

مبدأ العمل في هذه الطريقة هو جمع التأينات الحاصلة نتيجة التفكك الإشعاعي للرادون ونتائجها, وتولد هنا تيار من النبضات يتم عدها، خلال عدد النبضات المسجلة خلال فترة زمنية محددة. [4]

3.10.2 الفحم الفعال:

تعتمد على خاصية الفحم الفعال في امتصاص غاز الراودن ونواتج تفككه حيث يمكن أن تحدد تركيز الرادون الممتص بإستخلاصه إلى عداد التألق السائل. [4]

4.10.2 المرشحات Filters:

يتم قياس تركيز الرادون بقياس تركيز نتيجته «البولونيوم 218» وذلك بضخ الهواء الحاوي على الرادون إلى أنبوب أسطواني يحوي مرشحين على فتحتيه يسمح المرشح الأول بدخول الرادون داخل الأنبوب بالإنحلال إلى البولونيوم 286 حيث تترسب تلك الذرات على مرشح المخرج (الثاني) على كاشف الحاجز السطحي الذي يكشف جسيمات ألفا, وبذلك تقاس فعالية ألفا الموجودة على المرشح الثاني حيث يمكن حساب تركيز الغاز الذي مر من خلال الأنبوب. [4]

5.10.2 مقياس حساب جسيمات ألفا:

وتعتبر هذه الطريقة مهمة في ربط الخطر الصحي بتركيز الرادون, حيث يقوم المبدأ بهذه الطريقة على ضخ الهواء الذي يتضمن الرادون ونتيجته عبر المرشح, وبعد ذلك يتم عد جسيمات ألفا المنبعثة عن نواتج تفكك الرادون المترسبة على المرشح بكاشف الحاجز السطحي. [4]

6.10.2 التكاملية Integrative:

هذه الطريقة تستخدم من أجل القياسات طويلة الأمد لتحديد تركيز الرادون فى موقع ما, وتستخدم فيها كواشف الجسم الصلب للبقايا النووية. ويمكن الإستفادة من تطبيقات قياس الرادون فى مجال اكتشاف اليورانيوم والتنبؤ بالزلازل والبراكين. [4]

11.2 وحدات قياس الرادون

1.11.2 مستوى العمل (Working Level (WL)):

أدخلت هذه الوحدة لأول مرة عام 1956 كمقياس للخطر النسبي لنواتج تفكك الرادون قصيرة العمر التي يمكن أن يتعرض لها العمال في مناجم اليورانيوم. حيث أصبح من المعروف أن توضع نواتج تفكك الرادون داخل الرئة وإعطاء الحويصلات الرؤية جرعة مباشرة عند تفكك هذه النواتج الخطر الرئيس المتعلق بالتعرض للرادون. و تعبر هذه الوحدة عن جو يحوي 100 بيكو كوري من الرادون في المتر المكعب في حالة توازن مع نواتج تفككه.

كما أدخلت وحدة تعرض سُميت مستوى العمل الشهري (Working Level Month (WLM)) وهي تستند إلى أن العمال يقضون 173 ساعة في العمل خلال شهر على فرض أنهم يعملون 8ساعات يومياً خلال خمسة أيام أسبوعياً . وبذلك عرف WLM على أنه التعرض لمستوى عمل واحد لمدة 173 ساعة. [8]

ورغم مشاكلة الإشعاعية فإنه يستخدم فى إطار بعض العلاجات التى تعرف بالعلاج الإشعاعى Radio Therapy والتى تكون بشكل أساسي علاجاً بالإستخدام بحمامات مياه ساخنة, أو ينابيع مياه معدنية ساخنة يكون فيها تركيز غاز الرادون ما بين 6 - 4.5 Kbq. [8]

12.2 مطيافيه قاما:

هنالك آليتان لتفاعل الإشعاع مع المادة هما التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون وأن التأثير الكهروضوئي يتضمن الامتصاص الكلي لطاقة أشعة قاما بينما تأثير كومبتون يتضمن امتصاص جزئي للطاقة ولأن الفولتية الناتجة تتناسب مباشرة إلى طاقة الإشعاع المترسبة في البلورة لذلك نتوقع بأن التأثيرات الكهروضوئية في البلورة ستولد فولتيه خارجة متميزة وكبيرة نسبياً أما تأثيرات كومبتون ستؤدي إلى توليد فولتيات صغيرة .

13.2 الكواشف الوميضية :

هي إحدى المواد ذات الكثافة العالية للكشف عن الإشعاعات المؤينة والتي تتولد فيها الإشارة نتيجة تفاعل الإشعاعات المؤينة مع المادة الكثيفة بسرعة . ويكون سمك المادة المستخدمة قليل مقارنة بسمك الغاز لأن جهد الإيقاف للمواد الكثيفة هو كبير جداً ويكون المدى فيها قصيراً . ويكون أساس عمل هذه المواد على تكوين ذرات متهيجة .

كواشف الإشعاع الوميضية من أول الكواشف التي استخدمت للكشف عن الإشعاعت المؤينة وهي من أبسط طرق الكشف عن أشعة جاما وتمتاز بالكفاءة العالية . حيث تستجيب المواد الوميضية للإشعاع المؤين الساقط عليها عبر تفاعلها مع الإشعاع ويتحول جزء صغير من الطاقة الحركية للإشعاع إلى طاقة ضوئية ويتبدد الجزء المتبقي من طاقة الإشعاع على شكل إهتزازات للبلورة أو في صورة حرارة . ويتم اختيار المواد الوميضية التي تتميز بما يلي :

تبعث وميضها خلال زمن قصير جداً لا يتجاوز مايكرو ثانية واحدة، يتم امتصاص طاقة الشعاع الساقط كلياً داخل امادة الوميضية حسب الظاهرة الكهروضوئية وتحول الطاقة الممتصة إلى فوتونات ضوئية.

تنتقل الفوتونات الضوئية إلى الكاثود الضوئي لأنبوبة المضخم الضوئي وتمتص طاقتها وتنبعث إلكترونات ضوئية منه، تتضاعف عدد الإلكترونات عند سقوطها على داينودات المضخم الضوئي، تتكون شحنة مناسبة على الأنود والتي يتم عدها.

عملياً يجب أن تتوفر بعض الشروط في المادة الوميضية للكشف , ومن هذه الشروط :

عملية تكوين النبضات يجب أن تحصل حال تفاعل الإشعاع مع المادة الوميضية و أن لا يكون ذلك مقروناً بإثارة المادة بطريقة أخرى لكي ينبعث الضوء ، عملية رجوع الإلكترونات إلى حالتها المستقرة يجب أن يكون مصحوباً بانبعاث الضوء وليس بتحويل الطاقة الفائضة إلى حرارة ، ويجب أن تكون المادة الوميضية شفافة للضوء المنبعث منها لكي ينتشر الضوء خلف المادة الوميضية . [3]

1.13.2 مكونات الكاشف الوميضي

البلورة الوميضية :

تكون البلورة بشكل صلب ، مسحوق ، سائل ، وبلاستيك وجميعها تعمل بنفس الأساس حيث أن الإنبعاث يؤين أو يهيج هذه البلورات فتكون في حالة قلقة ، ولكي تعود إلى وضع الإستقرار فإنها تبعث وميضاً بشكل فوتونات مرئية وغير مرئية.

البلورة الوميضية NaI(T1) يمكن أن تتلف لذلك يحيط بها غلاف من الألمونيوم يصمم لكي يعكس أي ضوء يسقط عليه نحو الأسفل بإتجاه المضاعف الضوئي . وتتصل البلورة مباشرة إلى المضاعف الضوئي . [3]

منظومة المزدوج الضوئي (optical coupling) :

في حالة تولد الومضات ينتشر الضوء في جميع الإتجاهات لذا يجب أن يوجه الضوء بشكل كفوء نحو المضخم الضوئي ، و أي نقصان لجمع الضوء في هذه المرحلة يؤدي إلى تقليل حساسية العداد للإشعاعات ذات الطاقة الواطئة .

و قد تكون منظومة توجيه الضوء بسيطة أو معقدة . ففي حالة المنظومات البسيطة يجب أن تصقل أوجه المادة الوميضية صقلاً جيداً من جميع الجهات ما عدا الوجه الملاصق لنافذة المضخم الضوئي لتقليل الإنعكاسات الداخلية بهذا الوجه . زيادة على ذلك فإن البلورة يجب أن تحاط بمادة عاكسة للضوء مثل(ALO)و (MgO) والتي تقوم بعكس الضوء بإتجاه المضخم الضوئي .

أما في حالة المنظومات المعقدة فالمادة الوميضية والمضخم الضوئي تتصل بأنبوب من الزجاج أو البرسبكس في أشكال و حجوم مختلفة قصيرة أو يكون الأنبوب الذي يصل المضخم بالمادة الوميضية بشكل ألياف زجاجية طويلة عندما تكون المادة الوميضية بعيدة عن المضخم الضوئي . وينتقل الضوء داخل الأنبوب نتيجة للإنعكاسات الكلية على طول الأنبوب الزجاجي . [3]

المضخم الضوئي : (photomultiplier) :

يتكون المضخم الضوئي من كاثود ضوئي وظيفته تحويل الومضات الضوئية التي انتجت نتيجة لتوهين الإشعاع داخل البلورة إلى إلكترونات . يتم تجميع و تركيز الإلكترونات بواسطة شبكة (Grid) و اسقاطها على قطب موجب يسمى الداينود (dynode) و الذي يصنع من سبيكة خاصة والتي تبعث الإلكترونات عند قصفها بالإلكترونات ؛ أي أن الإلكترونات المنبعثة أكثر من الإلكترونات الممتصة ، عادة ما يبعث الداينود بين 2 – 5 إلكترون عند سقوط إلكترون واحد .

الغرض من استخدام المضخم الضوئي هو تحويل الضوء ذي الشدة الواطئة إلى إشارة كهربية ذات سعة مناسبة للقياس . و تعتمد حساسيته على كفايته في تحويل الفوتونات الضوئية إلى إلكترونات على سطح الكاثود و على معامل التضخم للإلكترونات المتولدة . و يعاني الضوء المتولد نتيجة لتفاعل الإشعاع مع المادة الوميضية عدة انعكاسات في داخل العداد ثم يسقط على الكاثود الضوئي حيث تنبعث الإلكترونات الثانوية و التي تسقط على الداينود الثاني الذي فولتيته أكبر من الفولتية المسلطة على الداينود الأول ، ونتيجة لسقوط الإلكترونات الثانوية على الداينود الثاني يولد كل إلكترون مجموعة من الإلكترونات الثانوية الأخرى من سطح الداينود الثالث و هكذا . [3]

14.2 الدراسات السابقة:

1.14.2 دراسات محلية:

Statistics	Concentration (Bq/m^3)
Mean	124.39
Median	105.87
STD	43.38
Min	37.28
Max	243.04

جدول (3,2) : يوضح التوزيعات الإحصائية لدراسة أجريت في ولاية البحر الأحمر .

Statistics	Concentration (Bq/m^3)
Mean	31.223333
Median	29.16
STD	11.47
Min	25.216667
Max	193.82

جدول (4,2) : يوضح التوزيعات الإحصائية لدراسة أجريت في ولاية الخرطوم .

2.14.2 دراسات عالمية:

المنطقة	النشاط الاشعاعي
ولاية كرالا (الهند)	270
ولاية إيلينوي (أمريكا)	100
ولاية نيوانغلاند (امريكا)	39
المانيا الغربية	36
نيويورك (أمريكا)	32
كاليفورنيا (أمريكا)	27
أمريكا الوسطى (بورتريكو)	17

جدول (5,2) : يوضح تركيز الرادون بالبيكو كوري في مناطق مختلفة من العالم.

الهيئة	حدود المساكن الحالية	حدود المساكن المستقبلية	التاريخ
الهيئة الدولية للحماية	400	200	طبق 1984

الإشعاعية ICRP			
دول المجموعة الأوروبية المشتركة CEC	400	200	اقترح 1989
منظمة الصحة العالمية WHO	200	200	طبق 1987
السويد	800	150	طبق 1981
فنلندا	800	200	طبق 1986
النرويج	800	200	طبق 1986
بريطانيا	200	200	طبق 1990
ألمانيا	250	250	اقترح 1986
الولايات المتحدة الأمريكية	150	150	طبق 1986
هولندا		20	هدف لمعدل التركيز

جدول (6,2) : يوضح الحدود الدولية لتركيز غاز الرادون في المساكن بوحدة بيكريل \ م^3

الباب الثالث

الطريقة والأدوات المستخدمة

1.3المواد المستخدمة:

في هذه التجربة تم استخدام مجموعة من الأدوات بالإضافة إلى عينات من الفحم الفعال وهو عبارة عن حبيبات من الفحم الحجري داخل علبة قطرها 10 cm و ارتفاعها 3.5 cm ووزنها 150 gm .

كما استخدم جهاز الـ 400 (identiFINDER 2) كجهاز كاشف للأشعة المنطلقة من غاز الرادون وهو جهاز وميضي صلب يعمل بمطيافية قاما.

مخطط رقم (3,3) : يوضح جهاز الـ 400 (identiFINDER 2)

2.3 طريقة القياس:

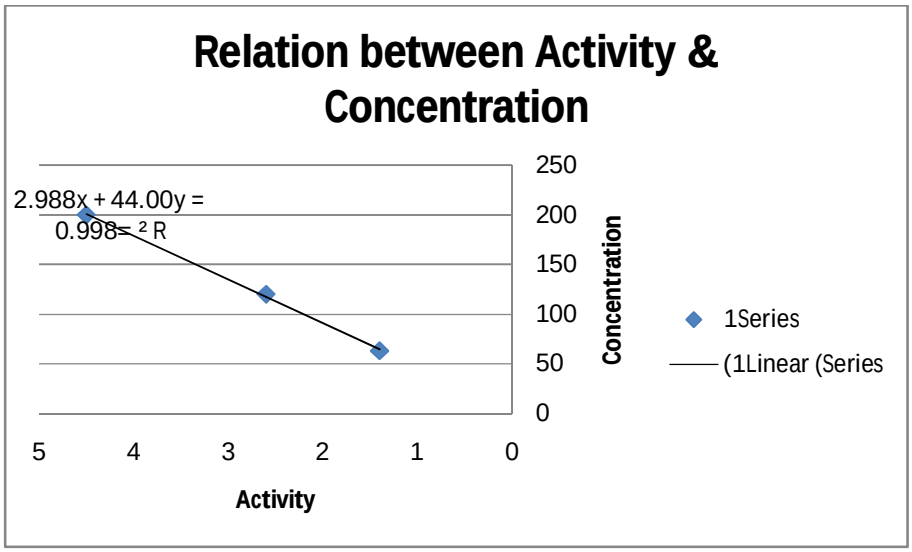
تم توزيع عينات الفحم الفعال على مجموعة من الغرف المفتوحة البالغ قدرها 20 غرفة في كل من منطقتي حي الفردوس و أبو سعد بمحلية أم درمان حيث تم تسخين العينة لمده 10 دقائق في درجة حرارة 70 درجة مئوية في كل منطقة لضبط قراءة الخلفية الإشعاعية لكل عينة وأحكم قفلها بشريط لاصق حيث تم وضع كل عينة لمدة أربعة أيام مفتوحة الغطاء في كل غرفة و بعدها أحكم قفل العلب بشريط لاصق بعد أن تمت المدة المعنية تفادياً لإنبعاث جزء من الغاز الممتص من قبل الفحم او امتصاصه نسب اضافيه زائده عن المده المحدده للعينات. ومن ثم نقلت العينة لمركز السلامة الإشعاعية لقياس النسبة الاشعاعية فيها حيث استخدم في ذلك كاشف وميضي صلب (identiFINDER 2) و تمت معايرة النتائج و حساب التركيز والنشاط الإشعاعي لكل عينة بالاضافة للخلفية الاشعاعية لكل منطقة وتم رصد النتائج في الجدول :

RN	CPS	BG	Net CPS	Activity	Concentration	Net Concentration
R1	0.28	0.26	0.02	7.0246	312.0704	69.24842176
R2	0.27	0.26	0.01	3.5123	157.5292	34.95572948
R3	0.26	0.26	0.00	0.00	2.988	0.6630372
R4	0.22	0.21	0.01	3.5123	157.5292	34.95572948
R5	0.25	0.21	0.04	14.0492	621.1528	137.8338063
R6	0.27	0.21	0.06	21.0738	930.2352	206.4191909
R7	0.23	0.21	0.02	7.0246	312.0704	69.24842176
R8	0.22	0.21	0.01	3.5123	157.5292	34.95572948
R9	0.25	0.21	0.04	14.0492	621.1528	137.8338063
R10	0.24	0.21	0.03	10.5369	466.6116	103.541114
R11	0.26	0.21	0.05	17.5615	775.694	172.1264986
R12	0.25	0.21	0.04	14.0492	612.1528	137.8338063
R13	0.22	0.22	0.00	0.00	2.988	0.6630372
R14	0.23	0.22	0.01	3.5123	157.5292	34.95572948
R15	0.25	0.22	0.03	10.5369	466.6116	103.541114
R16	0.22	0.22	0.00	0.00	2.988	0.6630372
R17	0.26	0.22	0.04	14.0492	621.1528	137.8338063
R18	0.23	0.22	0.01	3.5123	157.5292	34.95572948
R19	0.27	0.22	0.05	17.5615	775.694	172.1264986
R20	0.26	0.22	0.04	14.0492	621.1528	137.8338063

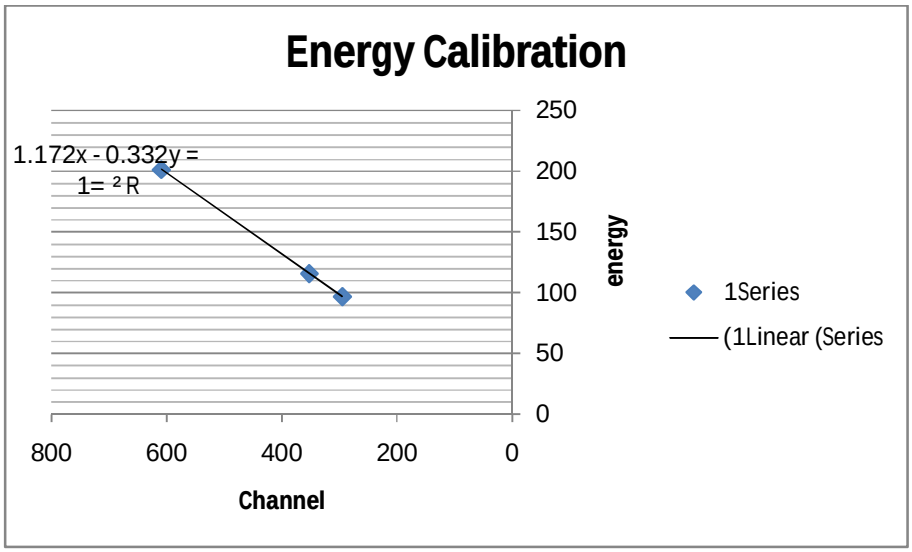
جدول (6,3) : يوضح القيم المتحصل عليها من الدراسة .

Mean	88.10940251
Median	86.3947679
STD	64.37245504
Max	206.4191909
Min	0.6630372

جدول رقم (7,3) : يوضح التوزيعات الإحصائية لغاز الرادون في منطقة الفتيحاب .



مخطط رقم (4,3) : يوضح العلاقة بين النشاط الإشعاعي والتركيز .



مخطط رقم (5,3) : يوضح معايرة الطاقة للنتائج المرصودة .

الباب الرابع
الخلاصة

1.4 المناقشة

تمت دراسة العينات المتحصل عليها وذلك بعد قياس معدل الإشعاع لكل عينة حيث طرحت الخلفية الإشعاعية من كل عينة حسب المنطقة ثم حسب النشاط الإشعاعي لها بعد ذلك حسب التركيز عن طريق معادلة الطاقة الناتجة من منحنى أو علاقة معايرة الطاقة وتم تصحيح القراءات الناتجة عن قراءة الكاشف الصلب بإيجاد قيمة معامل التصحيح لها ومن خلالها حسبت القيم الحقيقية أو الفعلية لتراكيز الغاز ومن خلالها تم التعرف على المستويات الإشعاعية للمنطقة المذكورة وتم التوصل إلى الإستنتاجات التالية :

_أن هذه التراكيز تعتبر في المستويات الطبيعية المسموح بها دوليا لغاز الرادون مما يزيل الابهام عن كون المنطقة ملوثة اشعاعيا بهذا الغاز السام .

_توجد فروقات في النتائج المتحصل عليها بين مرتفعة نسبيا ومنخفضة جدا ويعزى ذلك إلى طبيعة الأرض بالإضافة إلى المواد المستخدمة في البناء مما يؤيد صحة الفرضية هذا بجانب نظام التهوية المتاح لكل غرفة حيث أن الغرف ذات التهوية الجيدة احتلت نسبا أقل من غاز الرادون .

_وبمقارنة النتائج المتحصل عليها مع الدراسات المذكورة سابقا فإن نسبة الإشعاع في الدراسة التي أجريت في ولاية البحر الأحمر (مدينة بورتسودان) مرتفعة مقارنة بالدراسة الحالية بيد أن الدراسة التي أجريت في ولاية الخرطوم منخفضة مقارنة بالدراسة الحالية التي أجريناها في منطقة الفتيحاب.

2.4 الخلاصة :

منطقة الفتيحاب بأمدرمان تعد من المناطق ذات الأراضي الرملية التي تتميز بكبر مساماتها كما تتميز أيضا بعض المناطق فيها بارتفاع حوافها خاصة تلك التي تقع على مقربة من النيل رغم قربها منه ,تلك الأسباب وغيرها دعت الحاجة إلى معرفة حقيقة انبعاث المواد المشعة الخطرة وخاصة ذات التأثير المباشر من خلال دراسة أعمار النصف للمواد وربطها بطبيعة التربة

وعوامل أخرى من شأنها أن تضاعف من أثر تلك الحقيقة ,فقد تم التعرف من خلال الدراسة على مستويات التركيز والنشاط الإشعاعي للغاز وتمت مقارنته بدراسات أخرى واستنتج أن المعدلات لازالت في الحدود المسموحة واستخدم في ذلك كاشف وميضي صلب ليتم قياس 20 عينة تحوي فحما فعالا وضعت 10 منها في غرف مسلحة البناء وال 10 الأخرى وضعت في غرف تقليدية البناء ووجد ‘ن المعدلات متفاوتة وذلك بسبب عدة عوامل أهمها كما ذكرنا الطبيعة الجيولوجية للمنطقة . عموما نجد أن التهوية الجيدة هي أفضل سبيل للتخلص من النسب الزائدة من الغازات المضرة داخل المباني ويمكن أن نستخدم في ذلك المروحة التي تساعد على توزيع وتحريك الهواء ولابد أن تكون النوافذ مفتوحة لتتمكن من طرد الغاز خارجا وتجديد الهواء داخل المبنى

3.4 التوصيات :

بما أن القشرة الأرضية تحوي في مكوناتها السلاسل الإشعاعية بالإضافة إلى العناصر المشعة المستقلة. فنستطيع القول أن الأرض التي نعيش عليها هي أحد المصادر الرئيسية للإشعاع الطبيعي، أما المصدر الثاني للإشعاع الطبيعي فهو الأشعة الكونية وبما أن هذه الإشعاعات متأينة فإنها تتأثر بالمجالات المغناطيسية للأرض مما يجعل منطقة القطبين أكثر تأثرا من المنطقة الإستوائية، وأيضا كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر زادت الجرعة من هذه الإشعاعات.

يمكن أن نعمل على تقليل غاز الرادون في اتجاهين :

الأول عام وذلك عن طريق بناء خزانات للمياه العامة يتم فيها التخلص من غاز الرادون وإجراء مسح دوري لقياسه في شبكة المياه العامة, و عدم استخدام المياه الجوفية (مياه الآبار) كمياه للشرب مباشرة قبل علاجها بالتسخين لتقليل نسبة الغاز فيها .

وأيضا إقامة نظم تهوية طاردة في مناجم الفحم والفوسفات واليورانيوم...إلخ.وتغطية النفايات المشعة بمواد عازلة للإشعاع وللهواء. بالإضافة إلى ضرورة زراعة المناطق الترابية في البيوت و الشوارع لتقليل انتقال الرادون من التربة إلى الهواء .

و الثاني اتجاه فردي يتمثل في تهوية المنازل والأقبية و الأماكن المغلقة وترميم الصدوع و استخدام المواد العازلة لطلاء الجدران .

كما يمكننا الاستفادة من قياس غاز الرادون في التنبؤ بالزلازل والبراكين وتحديد مكامن العناصر المشعة. ويجدر بنا القول أن استنشاق غبار العناصر المشعة الأخرى يؤدي إلى ذات الخطر الذي يمثله الرادون لا بل خطر أكبر وخصوصا إذا كان العنصر من أعلى السلسة المشعة وإذا كان نشطا كيميائيا يمكنه التفاعل وتشكيل أملاح يمكنها الترسب في مناطق نشطة بيولوجيا مثل الكبد والغدد ونقي العظام وبالتالي يكون الخطر أكبر بأضعاف ما كان عليه بالنسبة للرادون وكمثال على ذلك استخدام اليورانيوم المستنفذ في الأسلحة.

4.4 المراجع:

[1] المخاطر الإشعاعية بين البيئة والتشريعات في الوطن العربي / ممدوح حامد عطية , سحر مصطفى حافظ – دار الفكر العربي , 2005 .

[2] الفيزياء النووية والطبية / عذاب طاهر الكناني – دار الفجر للنشر والتوزيع , 2009 .

[3] الإشعاع النووي والوقاية من الإشعاع والتلوث / مطاوع الأشهب – المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر , 1991 .

[4] ورقة علمية – الهيئة العامة للبيئة – مجلة بيئتنا www.beatona.net

[5] www.idosi.org / pdf .

[6] اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية www.icrp.org / pdf .

[7] الطريق النووي في نصف القرن ما له و ما عليه / شذى سلمان الدركزلي – الدار العربية للعلوم , 1997 .

[8] موقع المديرية العامة للدفاع المدني www.hazemsakeek.info .