

غاز الرادون لعنة الفراعنة

م.د. ايناس احمد جواد

ا.م.د.مصطفى كامل جاسم

م.د. نضال موسى

م.د. عماد هادي

قسم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) / جامعة بغداد

بغداد - العراق



" سيدبح الموت بجناحيه كل من يحاول ان يبدد أمن وسلام مرقد الفراعين "

نقشت هذه العبارة على مقبرة توت عنخ امون التي تلا اكتشافها احداث غريبة بدأت بموت الكثير من العمال الذين يعملون فيها وهو ما حير الناس والعلماء ، وجعلهم يعتقدون بوجود ما يسمى (لعنة الفراعنة).

لكن بحث العلماء عن تفسير علمي ومنطقي للظواهر الغريبة . فقد فسر العلماء ما يحدث للذين يفتحون المقبرة هو تعرضهم لجرعة مكثفة من غاز الرادون .

فالرادون 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

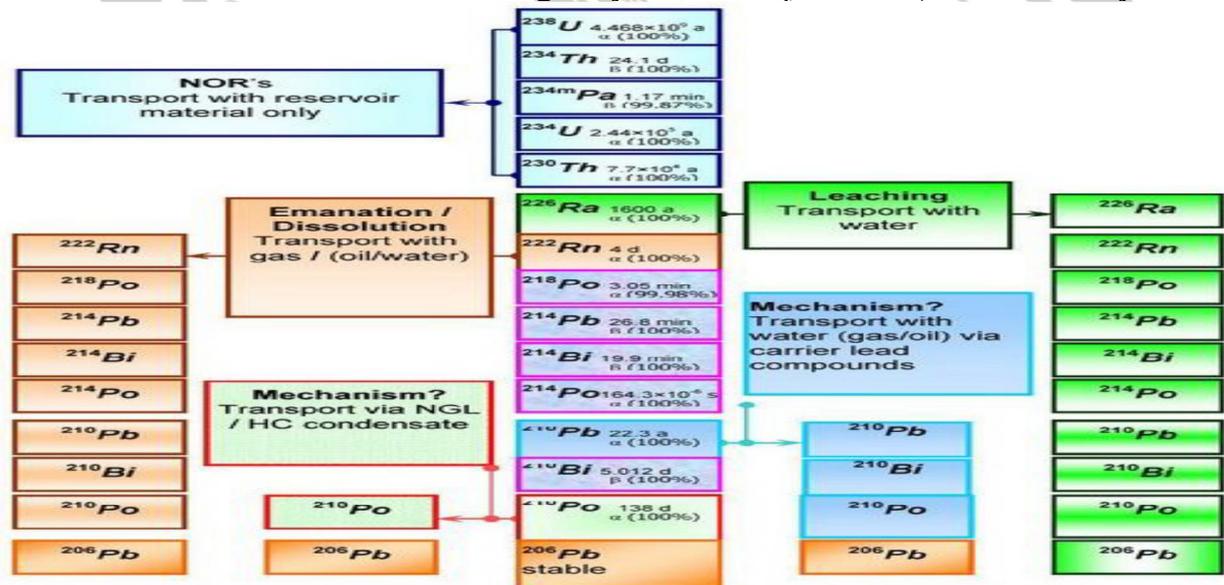
كيميائيا وغير قابل للاشتعال ؛ سام جدا و مسرطن بالاستنشاق . إذا تكثف فإنه يتحول إلى سائل شفاف ثم إلى مادة صلبة معتمة و متألئة . يتكون الرادون من خلال تحلل الراديوم في قشرة الأرض.

يعتبر الرادون من العناصر المشعة ويشكل معدل الجرعة الإشعاعية التي يسببها هذا الغاز ووليداته لعموم الناس حوالي نصف مكافئ 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 .

اكتشف سنة 1900 من قبل فريدريك إيرنست دورن . وأصل الاسم مشتق من اسم العنصر الراديوم، في بادئ الأمر كان اسم الرادون نيتون و هو اسم مشتق من الكلمة اللاتينية nitens . ومعناها اللامع.

نظائر الرادون:

نظير الرادون 222 وهو أحد النويدات المتولدة في سلسلة تحلل اليورانيوم 238_ والذي يوجد في جميع أنواع الصخور والتربة بنسب متباينة ، وتبلغ عادة عدة أجزاء بالمليون وزنا ، ونظير الرادون 220 المتولد في سلسلة الثوريوم 232 والذي يوجد كذلك في أنواع التربة والصخور.



مخطط(1): يمثل تحلل اليورانيوم وصولاً إلى الرادون ونواتج تحلله

ان معظم الجرعة الإشعاعية للرادون مصدرها وليدات الرادون وليس غاز الرادون نفسه ، ذلك لأن هذه الوليدات مشعة أيضا 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 التنفسي ويستقر جزء منها بهذه الأغشية واذ يمكنه بلوغ الجهاز التنفسي السفلي محدثاً تلفاً مباشراً في خلايا الحويصلات الهوائية .ومن المعلوم أن جميع تلك النظائر باعثة لجسيمات ألفا المؤينة مما يرفع من نسبة خطر الإصابة بالأمراض الصدرية مثل سرطان الرئة .

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

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 كيميائيا . ويعتمد في كشف الرادون بشكل رئيس على كشف الأشعة المرافقة لتفككه وتفكك وليداته .

جدول(1) يوضح الخصائص العامة لغاز الرادون

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

جدول(2): الخصائص الفيزيائية لغاز الرادون.

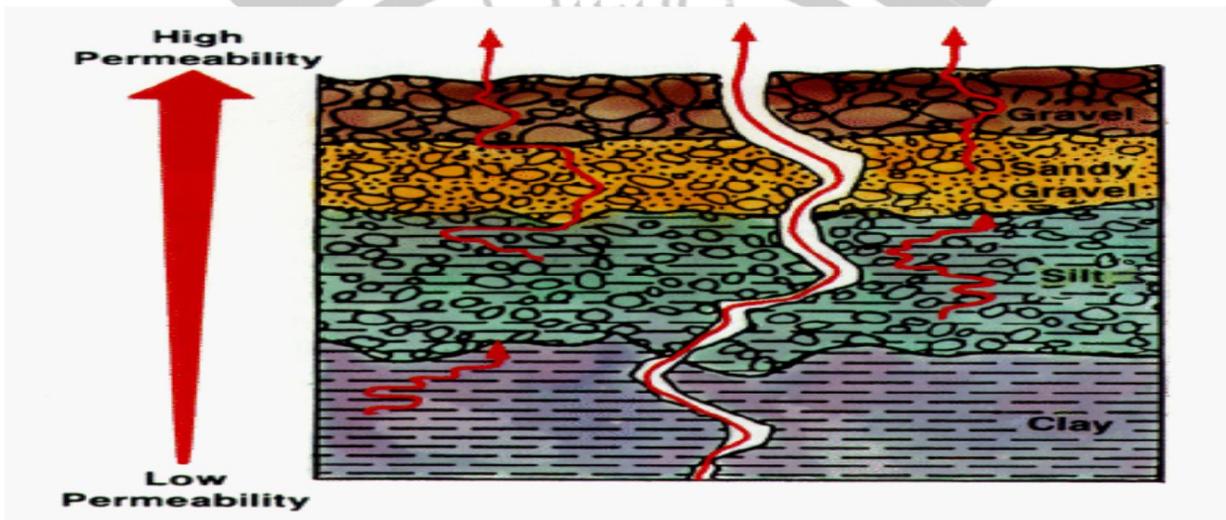
الطور	غاز
الكثافة	(0°C , 101.325 كيلوباسكال)
كثافة السائل عند نقطة الغليان	4.4 g/cm ³
نقطة الانصهار	202 k , 71.15°C , 96.07°F
نقطة الغليان	211.3k , 61.85°C , 79.1°F
النقطة الحرجة	377k , 6.28 M Pascal
حرارة الانصهار	3.247 kJ/mol
حرارة التبخر	18.10 kJ/mol
السعة الحرارية	(25°C) 20.786 J/mol.k
أرقام الأكسدة	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)

مصادر الرادون

1. 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 .



مخطط (2): التربة وانبعاث الرادون منها.

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 لا بأس بها من غاز الرادون . وعندما يسخن الماء أو يحرك فإن كمية كبيرة من الرادون تتفكك وتنطلق إلى الوسط الخارجي .

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 وجد أن الرادون ال ناتج عن الماء يشكل 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 .

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 .

3. 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 .

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 أيضا يتغير من من فصل لآخر ومن شهر إلى شهر ومن يوم إلى يوم . حتى بين النهار والليل .

خطورة غاز الرادون

Alpha Decay تكمن خطورة غاز الرادون عند تحلله بانبعث جسيمات ألفا المشحونة إلى نواتج صلبة تسمى بنواتج تحلل الرادون. وهي نظائر البولونيوم (Po218) والبيزموت (Bi 214) والرصاص (Pb 214) . وتعتمد خطورته على كمية ونسبة تركيزه في الهواء المحيط بالإنسان، وأيضا على الفترة الزمنية التي يتعرض لها الإنسان لمثل هذا الإشعاع. وبما أن هذا الغاز من نواتج تحلل سلسلة اليورانيوم لذا فهو موجود في التربة والصخور وتكون نسبة تركيزه عالية جدا في الأماكن الصخرية أو الحجرية المغلقة مثل الكهوف وسرديب المنازل والمناجم والفوالق الصخرية والمقابر الأثرية القديمة وسط الأحجار والصخور.

كما أنه يتواجد بكثرة في الهواء القريب من المياه الساخنة. وبالتالي يؤدي مكوث الإنسان لفترة زمنية طويلة في هذه الأماكن إلى استنشاق كمية كبيرة من هذا الغاز الأمر الذي يتلف الرئتين، ويسبب الموت بعد ذلك.

كيف يدخل الرادون إلى المباني

نظراً لأن الرادون غاز فهو نشيط الحركة. وعلى الرغم من أنه يمكن أن يحتجز في التربة والصخور، فإن أي شق أو تصدع أو إثارة لسطح الكرة الأرضية تسمح له بالإنطلاق إلى الهواء. ويأتي 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 في المطابخ.

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 المرواح 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 يوميا فلا بد من تركيب مصيدة مائية تقوم بسد أماكن تسرب الغاز.
- ابقاء فتحات التهوية مفتوحة طوال العام بالأماكن الضيقة أو المنخفضة السطح الموجودة أسفل 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 .

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 ذاتيا ، ونتخذ منهما سلوكا وقائيا نمارسه في حياتنا، سواء كان هناك غاز أو لم يكن، وهما: التحكم في ضغط الهواء داخل المنزل وزيادة التهوية بداخله.

