**غاز الرادون وسرطان الرئة**

**أ. د. فخري حسن**

**أستاذ الفيزياء - جامعة الخليل – فلسطين**

**مقدمة :**

نتعامل في حياتنا اليومية مع مواد عادية ثابتة مستقرة لا يصدر عنها أية اشعاعات ضارة. يعود ذلك لتأثير وسيطرة قوة التجاذب النووي على قوة التنافر الكهربائي في نوى هذه المواد. أما في حالة النوى الثقيلة مثل اليورانيوم والراديوم والرادون فان قوة التجاذب النووي تضعف وتصبح قوة التنافر الكهربائي أكثر تأثيرا . تصدر مثل هذه المواد اشعاعات نووية بصورة طبيعية ذاتية دون التأثر بالعوامل الخارجية مثل الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة وغيرها. يطلق على هذه الظاهرة اسم النشاط الاشعاعي الطبيعي .إن جميع العناصر الثقيلة التي تقع بعد الرصاص في الجدول الدوري هي في الحقيقة عناصر مشعة.تخضع هذه العناصر لعمليات انحلال إشعاعي (decay processes radioactive) متتالية لتصل في نهاية الأمر الى عنصر الرصاص المستقر .

**متسلسلات العناصر المشعة:**

يوجد ثلاثة متسلسلات طبيعية للعناصر المشعة كما يوجد متسلسلة رابعة يمكن تحضير عناصرها في المفاعلات النووية .تسمى المتسلسلة باسم العنصر الاول الذي يمتاز عادة بعمر نصفي طويل جدا. والعمر النصفي خاصية هامة للعناصر المشعة ويعرف بالزمن اللازم مروره لإنحلال( أو تحلل) نصف ذرات العنصر وبقاء نصفها الآخر.تعتبر متسلسلة اليورانيوم 238اشهر هذه المتسلسلات وينتج عند انحلالها مجموعة كبيرة من العناصر المشعة مثل الراديوم والرادون والبولونيوم وغيرها.إن جميع عناصر المتسلسلة هي مواد صلبة تبقى حيث تنتج باستثناء الرادون فهو غاز ويمكنه الانتقال من مكان لآخر والوصول الى الهواء الذي نتنفسه. تصدر عن هذه المواد المشعة اشعاعات مختلفة أهمها جسيمات الفا وهي قذيفة نووية مدمرة للخلايا..يقدر العلماء بان الرادون ونواتج انحلاله التي تسمى عادة بنات الرادون تشكل خطورة وضرر على الناس وتساهم بأكثر من نصف الخطر الذي تسببه جميع الاشعاعات النووية الطبيعية الأخرى.

**الاشعاعات النووية الطبيعية :**

ينتج عن عملية الانحلال أو التفكك الإشعاعي الطبيعي ثلاثة أنواع مختلفة من الإشعاعات النووية هي :

(1) أشعة جاما ( أو غاما) وهي أشعة كهرومغناطيسية تشبه في طبيعتها الضوء العادي إلا ان طاقتها كبيرة جدا. يمكن ان تأثر هذه الاشعة على الخلايا وتحدث أضرارا في الجسم .

(2) أشعة أو جسيمات بيتا وهي عبارة عن الكترونات سريع جدا تصدر من نواة الذرة ,يمكن ان تحدث هذه الاشعة حروقا في الجلد تعرف بحروق بيتا وهي اقل الاشعاعات ضررا.

(3) أشعة أو جسيمات الفا وهي أثقل الاشعاعات النووية وتتكون من بروتونين ونيوترونين( أي نواة ذرة الهيليوم)، لا تشكل اية خطورة وهي خارج الجسم لأن مداها قصير جدا اذ تمتص بسهولة في الهواء أو في طبقة الجلد الخارجية دون ان تسبب أية مشاكل. وتعود خطورتها عند تكونها داخل الجسم وخاصة في الرئة قريبا من سطح الخلايا .

**خصوصية غاز الرادون :**

توجد العناصر المشعة مثل اليورانيوم بنسب صغيرة جدا (traces) في المواد الطبيعية التي تحيط بنا مثل التربة والصخور والخشب الماء والهواء والاسمنت وغيرها . يختلف تركيز العناصر المشعة من منطقة لأخرى والمعروف ان تركيز اليورانيوم في الصخور الغرانيتية وبعض أنواع الرمال اعلى من غيرها من الصخور والرمال العادية.تنتج الاشعاعات النووية الطبيعية عند انحلال هذه العناصر ولا علاقة لهذه العملية بالنشاطات البشرية. ينتج الرادون خلال متسلسلة اليورانيوم ويمكنه الانتقال من مكان لآخر والوصول الى الهواء الجوي .. يمكن ان يتحرك الرادون مسافة متر او أكثر قبل ان يتفكك الى بنات الرادون.ان كثافة غاز الرادون اكبر كثيرا من كثافة الهواء وهو يتواجد عادة بتراكيز كبيرة في التسويات والمستودعات والطوابق السفلى سيئة التهوية ويندر وجوده في المناطق العالية .لا يشكل الرادون بحد ذاته أية خطورة على الصحة العامة وذلك لأن عمره النصفي طويل نسبيا (يقاس بالأيام) وإذا دخل الى الرئة فإنه سوف يخرج مع هواء الزفير قبل تحلله. تكمن الخطورة الحقيقية في المواد الناتجة عن انحلاله أي بنات الرادون مثل البولونيوم كما سوف نرى عند الحديث عن خطر الإصابة بالسرطان.

**الكشف عن الرادون**:

الرادون غاز خامل لا طعم ولا لون ولا رائحة له ولا يمكن الكشف عنه بحواسنا مهما كان تركيزه كبيرا .يوجد عدة طرق يمكن استخدامها للكشف عن الرادون وقياس تركيزه في الهواء الجوي .تعتبر طريقة الكواشف البلاستيكية أسهل وارخص واشهر هذه الطرق . يتكون الكاشف من قطعة صغيرة شفافة من نوع خاص من البلاستيك الذي لا يتأثر بأشعة جاما أو الضوء والإشعاعات النووية الاخرى. إذا اصطدمت جسيمات الفا بسطح الكاشف فإنها تترك أثرا بسيطا يشبه الأثر الذي تتركه الرصاصة عند اصطدامها بجدار. إن الأثر الذي تتركه جسيمات الفا صغير جدا ولا يمكن مشاهدته حتى باستخدام المجهر . ويمكن التغلب على هذه المشكلة بمعالجة الكاشف كيميائيا في ظروف مناسبة حيث تعمل المواد الكيميائية على تضخيم الأثر الذي يمكن مشاهدته باستخدام المجهر الضوئي العادي .يمكن حساب تركيز الغاز في الهواء باستخدام معادلة خاصة بالكاشف وبمعرفة عدد الآثار الموجودة في وحدة المساحة من سطح الكاشف.

**تركيز غاز الرادون :**

تقاس فاعلية المواد المشعة مثل الرادون من خلال النشاط الذي يعرف بعدد الذرات التي تنحل في الثانية الواحدة (decay/sec).لقد أطلق العلماء على وحدة النشاط الاشعاعي اسم بيكوريل(Bq) تخليدا لذكرى العالم الفرنسي بيكوريل الذي كان اول من اكتشف و درس بصورة مفصلة عمليات الانحلال الاشعاعي الطبيعي في نهاية القرن التاسع عشر .أما التركيز فيقاس بعدد الانحلالات التي تحدث في الثانية الواحدة في المتر المكعب الواحد (Bq/m3).يعطي التركيز عدد جسيمات الفا التي تنتج في المتر المكعب في الثانية الواحدة.وهكذا فإن تركيز الرادون والجسيمات يزداد مع الزمن خاصة في حالة الأماكن المغلقة سيئة التهوية.يتغير تركيز الرادون في الهواء الخارجي من منطقة لأخرى تبعا لتركيب الصخور والتربة ولكنة لا يزيد عن (10 Bq/m3) .أما متوسط التركيز في الهواء الخارجي حول العالم وحسب وكالة الطاقة الذرية الدولية فيساوي (Bq/m32). يختلف تركيز الغاز في الهواء داخل المباني بصورة كبيرة جدا تبعا للمنطقة وتركيب مواد البناء وكذلك التهوية التي تلعب دورا هاما في التركيز..إن متوسط تركيز الغاز داخل المباني حول العالم يساوي حوالي (Bq/m320) أي عشرة أضعاف متوسط تركيزه في الهواء الخارجي .إذا زاد التركيز أضعاف ذلك فإن الغاز لا يشكل أية خطورة على الصحة العامة. هنالك مستوى من التركيز الذي يعرف بمستوى الفعل(action level) الذي إذا زاد تركيز الغاز عنه فيجب العمل على خفضه بسبب الخطر الناتج عن ذلك. إن مستوى الفعل في المملكة المتحدة للمباني القديمة القائمة هو (Bq/m3 200) أما المباني الحديثة فمستوى الفعل نصف ذلك أي(Bq/m3100 ).أما في الولايات المتحدة فإن مستوى الفعل(Bq/m3150 ). ويمكن خفض التركيز بإحكام إغلاق التشققات في الأرضيات وإغلاق جميع الفتحات التي يمكن ان يتسرب خلالها وتهوية المبنى بصورة جيدة وأمور اخرى .

**احتمال الإصابة بسرطان الرئة**:

تعود خطورة الرادون الى نتائج انحلاله وعلى الخصوص البولونيوم الذي يصدر جسيمات الفا خلال دقائق قصيرة. يمكن للبولونيوم الالتصاق بذرات الغبار الصغيرة جدا التي لا ترى بالعين المجردة الموجودة في الهواء والدخول الى الرئة . إذا تفكك البولونيوم داخل الرئة بعيدا عن الخلايا الحساسة للإشعاع فلا يوجد خطورة في ذلك . تكمن المشكلة في تحلله قريبا جدا أو على سطح خلية حساسة للإشعاع . تشكل جسيمات الفا في هذه الحالة خطورة كبيرة على الخلية . يزداد احتمال الخطر أو الضرر مع زيادة تركيز غاز الرادون في الهواء . إن احتمال الضرر في التراكيز العادية شبه معدوم .يسبب جسيم الفا تأثيرات مختلفة للخلية فقد تموت الخلية وهذا لن يؤثر على الجسم لأن فقدان خلية أو أكثر لا يسبب ضررا للجسم . وتكمن المشكلة الخطيرة في ان تحدث جسيمات الفا تغيرا في الخلية يؤدي لفقدان سيطرة الجسم عليها حيث تتحول الى خلية سرطانية تنقسم بصورة عشوائية. إن سرطان الرئة من اخطر أنواع السرطان الذي يؤدي في معظم الحالات الى الوفاة.

إن خطر الإصابة بسرطان الرئة للذين يقضون معظم وقتهم في تركيز مستوى الفعل لغاز الرادون هو (0.2%) . وتزداد الخطورة في حالة المدخنين إذ يتضاعف الخطر حوالي (15) مرة . يقدر الخبراء عدد وفيات سرطان الرئة الناتجة عن الرادون في الولايات المتحدة الأمريكية سنويا بحوالي(21) ألف حالة ، وهو السبب الثاني في وفيات سرطان الرئة بعد التدخين .