

التلوث الإشعاعي

التلوث الإشعاعي هو وجود نشاط إشعاعي في بيئة معينة، فوق الحد المسموح به وبشكل يضر بالإنسان والكائنات الحية. اخذ هذا النوع من التلوث يزداد في عالمنا نتيجة ولوج الانسان عالم الذرة واستخدام الطاقة الكامنة فيها اما للاغراض الحربية او للاستعمالات السلمية واخذ ينجم عنه تسرب اما عن حدوث الخلل في المفاعلات او عن تزايد مشكلة التخلص من الفضلات المشعة. وبهذا ينتج تلوث اشعاعي غير مباشر يبدأ بسقوط المواد المشعة من الجو على الارض ان هذه الاجسام تتركز في الحيوانات والنباتات التي تحصل على غذائها من التربة ومن الماء، وبذلك يتعرض مستهلكوها لخطر دائم.

اكتشف ظاهرة النشاط الإشعاعي العالم الفرنسي **هنري بكرل** عام 1896 ثم تلتها العالمية لبولونية **ماري كوري** التي تابعت العمل في هذا الطريق، وهي التي اشتقت التعبير " النشاط الإشعاعي للدلالة على مقدرة نوى بعض الذرات على التحول التلقائي إلى نوى أخرى، يرافق هذه العملية صدور أشعة عُرِفَتْ وُحِدَتْ فيما بعد.

العناصر الموجودة في الطبيعة مثل الأوكسجين والهيدروجين والنحاس والحديد والكبريت واليورانيوم معروفة، وكان يعتقد أنها تشكل اللبنات الأساسية في بناء الوجود المادي، وأن لكل عنصر حالة واحدة يظهر بها تحدد خواصه الكيميائية والفيزيائية وتؤهله لاحتلال خانة معينة - دون غيرها - في هذا الجدول، لكن اكتشاف هذه الظاهرة أكد وجود أكثر من حالة فيزيائية (نووية) لكل عنصر من العناصر سميت هذه الحالات " النظائر". والنظائر لعنصر واحد تحتل المكان نفسه في الجدول الدوري، فمثلاً للهيدروجين ثلاثة نظائر هي: التريتيوم والدوتيريوم والهيدروجين تقع في الخانة الأولى من الجدول الدوري، وللأوكسجين سبعة. ويعتمد الضرر الذي قد يصيب جسم الإنسان من جراء تعرضه للمواد المشعة على عدة عوامل منها :-
1- الجرعة التي يتعرض لها من هذه المواد المشعة .
2- نوع هذه الإشعاعات .
3- الزمن الذي يتعرض له الجسم لهذه الإشعاعات.

العناصر المشعة:- هي تلك العناصر التي تكون أنويتها غير مستقرة حيث تتعرض النواة للتآكل وبسببه يحدث الإشعاع وتتكون عاجلاً أو آجلاً أنويه لعناصر أخرى جديدة تكون أكثر استقراراً وتسمى هذه العملية بالنشاط الإشعاعي أو التحلل الإشعاع

الانحلال الاشعاعي • Radioactive Decay عملية تلقائية يتحول فيها العنصر إلى عنصر اخر نتيجة فقد جسيمات الفا أو جسيمات بيتا وانطلاق أشعة جاما •

- ما الفرق بين الانحلال الاشعاعي والتحول الكيميائي ؟ • يختلف الانحلال الاشعاعي عن التحول الكيميائي في • 1- الانحلال الاشعاعي عملية تلقائية مستمرة • 2- يعتمد على العنصر المشع ولا يرتبط بالمركب الكيميائي • 3- لا يتوقف على الظروف الفيزيائية (الضغط، درجة الحرارة) • 4- تنطلق منه طاقة هائلة.

القياسات الإشعاعية Radiation Measure

1. الكوري: Curie.

2. الرونتجن: Roentgen.

3. الراد: Rad.

4. الجراي: Gray.

5. الريم: Rem.

6. السيفرت: Sievert.

عمر النصف Half - Life هو الزمن الذي يحتاجه العنصر المشع لكي ينحل نصف عدد ذراته ما معنى أن عمر النصف لليورانيوم 238 1مئات السنين.

و يؤدي النشاط الإشعاعي إلى انبعاث ثلاثة أنواع من الإشعاعات هي:

- 1- **إطلاق جسيمات ألفا:** وهي جسيمات تشبه نواة ذرة الهيليوم حيث يحتوي كل جسيم على بروتونين ونيوترونين وهذه الجسيمات لها قدرة ضعيفة على اختراق الأجسام الصلبة لكن لها قدرة تأين عالية لذلك فإنها يمكن أن تسبب ضرراً لبعض الأجزاء الحساسة من جسم الكائن الحي.
- 2- **إطلاق جسيمات بيتا:** وهي عبارة عن جسيمات تشبه الإلكترونات، البعض منها سالب الشحنة والبعض الآخر يكون موجب الشحنة ولهذه الجسيمات قدرة متوسطة على اختراق الأجسام الصلبة.
- 3- **إصدار أشعة جاما:** وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال موجية قصيرة جداً كما أن لها قدرة عالية على اختراق الأجسام الصلبة تفوق قدرة الأشعة α .

ادر التلوث الإشعاعي

أولاً :- المصادر الطبيعية

1- الأشعة الكونية:

وهي الأشعة التي تأتي إلينا من الفضاء المحيط بالكرة الأرضية ومصدرها المجرات والشمس، وتقسم إلى ثلاثة أنواع:

- * **الأشعة الكونية الأولية:** وتتألف من 87 % بروتونات و 12 % جسيمات ألفا و 1 % نوى عناصر ثقيلة مثل الكربون والأكسجين والنيتروجين والكالسيوم والحديد ، وتتواجد على ارتفاع 50 كم فأكثر وتقل كثافتها كلما اقتربنا من سطح الأرض.
- * **الأشعة الكونية الثانوية:** وهي نتاج تفاعل الأشعة الكونية الأولية مع الغلاف الجوي للأرض ، وتتألف من فوتونات وإلكترونات و بروتونات ونيوترونات، وتزداد كثافتها كلما اقتربنا من سطح الأرض.

* **الأشعة الشمسية :** وهي عبارة عن بروتونات تتدفق خارجة من الشمس عقب انبعاث توهجات نيرا نية تظهر على هيئة لسان كبير من سطحها، جزء من هذه الأشعة تكون طاقته كبيرة بحيث تكفي لإحداث تغيرات على سطح الأرض يمكن كشفها.

-:

2- البيئة الأرضية :

تنتشر المواد المشعة في القشرة الأرضية المواد انتشارا كبيرا وتعطى جرعة إشعاعية للإنسان تزيد أحيانا عن الجرعة الناتجة عن الأشعة الكونية على سبيل المثال: اليورانيوم والثوريوم. .

3- مواد مشعة قريبة من سطح الأرض هي مواد مشعة غازية مثل الكربون والرادون والثورون ، ويلاحظ أن الرادون والثورون هما ناتجان عن تحليل اليورانيوم والثوريوم ويوجدان أصلا في التربة على هيئة غازية ومنها يصعدان إلى الهواء على ارتفاع أقصاه 2 مترا .

4- مواد مشعة موجودة بالمياه

تنتشر كثير من المواد المشعة في مختلف أنواع المياه ، ويعتمد ذلك على نوع ومصدر المياه فمياه النافورات فتزداد فيها نسبة الراديوين ويعتبر اليورانيوم أكثر العناصر المشعة التي توجد في المياه الجوفية أما بالنسبة للمياه الجوفية التي تمر خلال صخور غنية باليورانيوم فعادة ما تحتوي على تركيزات أكثر. 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 .

ثانيا :- المصادر الصناعية

1- التفجيرات الذرية

تجرى هذه التفجيرات في الجو على ارتفاعات مختلفة أو تحت الماء أو تحت الأرض ،يعتمد التلوث على نوع وقوة هذه التفجيرات وكمية المواد الانشطارية الناتجة عنه وتعتبر التفجيرات الذرية في الجو أكثر تأثيراً في تلوث البيئة عندما يحدث تفجير نووي قريب من سطح الأرض فإن التفجير يلتقط جزيئات من تراب الأرض والغبار العالق في الهواء ويصهرها فتندمج مع المواد الانشطارية.

2- المفاعلات الذرية

تتحصر الخطورة من إنشاء وتشغيل المفاعلات الذرية والمعامل الحارة في عدة جوانب منها اختيار أنسب المواقع بعيد عن تجمع السكان وأماكن زراعتهم ومجارى المياه السطحية والجوفية فكثرة الحوادث التي تقع بهذه المفاعلات تسبب خطراً على تلوث البيئة القريبة منه

3- المصادر الإشعاعية للأغراض الطبية

استخدمت المصادر الإشعاعية في الأغراض الطبية مثل التشخيص والعلاج بالأشعة السينية والعلاج الإشعاعي .

4- المصادر الإشعاعية الصناعية

مثل التصوير الإشعاعي و تعقيم الأطعمة والأدوية بواسطة الإشعاع .

الآثار البيولوجية للتلوث الإشعاعي

عند دخول المواد المشعة داخل الجسم عن أي طريق يتم امتصاصها و دخولها في العمليات البيوكيميائية الأساسية ووصول هذه المواد المشعة إلى الدورة الدموية و سوائل الجسم ويتم توزيعها إلى جميع أنسجة الجسم طبقاً للصفات و الخصائص الكيميائية للعناصر والمركبات التي تكون هذه المواد المشعة . و تتحكم في الآثار الناجمة عن التعرض الإشعاعي الداخلي عوامل كثيرة من أهمها بطئ تطور و ظهور الأثر , و عدم تجانس امتصاص الجرعة الإشعاعية في الأنسجة إلى جانب الفترة الزمنية اللازمة للتحلل الإشعاعي للمادة المشعة لتعطي جرعة متراكمة على مدى الوقت , و كذلك درجة السمية الكيميائية للمادة المشعة ذاتها , وتتمثل الآثار الضارة للإشعاع في الجسم البشري ب :-

أ- **آثار جسمية (ذاتية) Somatic effects of radiation**: وهي المخاطر أو الآثار التي تصيب كافة أنواع الخلايا الجسمية. أي أن أعراضها أو أثارها تظهر في الكائن الحي نفسه الذي تعرض للإشعاع.

ب- **آثار وراثية Genetic effects of radiation**: وهي الآثار التي تظهر أعراضها في ذرية الكائن الحي الذي تعرض للإشعاعات نتيجة تلف أعضائه التناسلية.

العوامل التي تتحكم في آثار التعرض الإشعاعي

أ- **الخواص الفيزيائية للمادة المشعة** وتتضمن عمر النصف، نوع و طاقة الأشعة المنبعثة، الانتقال الخطي للطاقة، الطاقة الممتصة من النسيج الحاوي للمصدر إلى النسيج المستقبل للأشعة.

ب- **العوامل البيولوجية للمادة المشعة** وانتقال المادة داخل الجسم من عضو إلى آخر، إلى جانب استبقاء المادة المشعة في نسيج معين، و الفترة الزمنية لتواجد المادة المشعة داخل الجسم ثم طرق خروج المادة المشعة من الجسم وكذلك عمر النصف البيولوجي إلى جانب عوامل أخرى مثل السن والجنس والأمراض المختلفة.

و يتوقف انتقال المادة المشعة على الدورة الدموية و سوائل الجسم وكذلك الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والتي تحدد آليات وميكانيكية انتقال المادة المشعة من نسيج إلى آخر.

- ومن الآثار الصحية للتعرض الإشعاعي هي التحول السرطاني لبعض الأنسجة التي تتواجد فيها المواد المشعة لفترات طويلة نسبيا ويمر التأثير الإشعاعي بمرحلتين أساسيتين هما:

المرحلة الفيزيوكيميائية:

وهذه المرحلة في تطور الإصابة الإشعاعية تخص امتصاص الطاقة الإشعاعية داخل روابط الجزيئات الكيميائية في الخلايا وينتج عن ذلك حدوث توتر أو تأين لهذه الروابط الفيزيوكيميائية في الجزيئات الموجودة في الحيز البيولوجي الذي تعرض والذي حدثت فيه عمليات امتصاص للطاقة. وينتج عن ذلك حدوث تغيرات في أداء وظيفة الجزيئات الكيميائية التي حدث توتر وتأين لروابطها وتسمى تغيرات في الجزيئات.

وتعتبر هذه المرحلة الأساس الذي سوف يترتب عليه تطور وظهور و نوعية الإصابة الناتجة من التعرض الإشعاعي. وهذه المرحلة مهمة فيما يخص حدوث عمليات إصلاح في الجزيئات الكيميائية التي تأثرت بالتعرض الإشعاعي وامتصاص الطاقة الإشعاعية وكذلك تطور الإصابة الإشعاعية ومداها والذي يحدد مقدار وحجم الأثر المتبقي بعد الإصلاح الذي يتم في الجزيئات.

مرحلة التأثير البيولوجي على الخلايا والأنسجة:

التغيرات الكيميائية التي تحدث للجزيئات تشكل الأساس الذي يترتب عليه تطور وظهور الآثار الإشعاعية في الخلايا والأنسجة وأهمها تحول الجزيئات لإنتاج جذور حرة **free radicals** الذي يتميز بنشاط كيميائي كبير مما يؤثر على تركيب الخلايا وبالتالي على وظائفها. ويتوقف

حجم ونوعيه وشدة هذه الآثار علي عوامل كثيرة تخص النظام البيولوجي المتعرض للإشعاع و تخص أيضا النظام الفيزيائي للأشعة الساقطة بكل جوانبه .

وجميع مراحل تطور الإصابة مرتبط بعوامل كيميائية فسيولوجية ووظيفية ومناعية كثيرة ومرتبطة بالأجهزة الكلية المسيطرة علي كافة النظم البيولوجية في الجسم . وعلي راس العوامل المسيطرة علي تطوير الإصابة الإشعاعية و ظهورها هو مقدار الجرعة الإشعاعية الذي تعرض لها الجسم وحجم الحيز المتعرض من الجسم . وقد توصل بعض العلماء حديثاً إلى تركيب كيميائي لدواء يسمى بمضاد الإشعاع (**Anti-radiation**) من أهم خواصه تقوية الجهاز المناعي للجسم المصاب بالإشعاع .

التلوث باليورانيوم:

تخدم اليورانيوم الطبيعي لإنتاج اليورانيوم المخصب من خلال عمليات كيميائية، وذلك لاستخدامه كوقود نووي في محطات توليد الكهرباء بالطاقة النووية، أو لاستخدامه في الأسلحة النووية. ويعتبر اليورانيوم المنضب (بالإنجليزية depleted uranium) نتيجة ثانوية أو عادماً لعمليات إنتاج هذا اليورانيوم المخصب. واليورانيوم المنضب له خواص اليورانيوم الطبيعي نفسها ، ويتكون من ثلاثة نظائر من اليورانيوم هي يورانيوم 234، يورانيوم 235 ويورانيوم 238 ، أن عمليات تخصيب اليورانيوم تزيل جزئياً بعضاً من هذه النظائر من اليورانيوم الطبيعي.

التأثيرات الطبية الكيميائية

تدخل أجزاء (أو شظايا) اليورانيوم المنضب إلى جسم الإنسان في صورة معدن اليورانيوم أو أكسيد اليورانيوم عن طريق استنشاق الهواء أو تناول الطعام .وحسب الأبحاث الطبية والعملية، فإن أكثر أعضاء الإنسان حساسية وتأثراً لزيادة نسبة اليورانيوم في الجسم وتأثيراته الكيميائية هما الكليتان، حيث تموت وتدمر خلاياهما الأمر الذي يؤدي إلى نقصان فعاليتها في تنقية السموم من الدم. وتترسب كميات اليورانيوم المنضب، والتي امتصها الدم في الكليتين وفي أعضاء أخرى من الجسم، بناءً على عدة عوامل مثل حجم جزيئات اليورانيوم المنضب الممتصة ودرجة الإذابة و معدل التنفس لدى الشخص المصاب. كما توضح النتائج الحديثة أن 2% إلى 5% من اليورانيوم المنضب والقابل للذوبان، والذي يدخل جسم الإنسان مع الطعام عن طريق البلع بالفم، يتم امتصاصه في الدم بواسطة الأمعاء بينما تتخلص الأمعاء بسرعة من النسبة الباقية (9% إلى 98%) من اليورانيوم المنضب المذاب، كذلك فهناك نسبة حوالي 0.2% من اليورانيوم المنضب غير القابل للذوبان يمتصها الدم، بينما تطرد الأمعاء النسبة الباقية من اليورانيوم المنضب غير القابل للذوبان بسرعة.

وبعد امتصاص اليورانيوم المنضب في الدم يتم إفراز حوالي 90% من اليورانيوم المذاب خلال أيام قليلة، بينما تترسب النسبة الباقية (10%) في العظام وأعضاء أخرى لفترات أطول يتم إفرازها. أما أكسيد اليورانيوم المنضب غير القابل للذوبان فيستقر في الرئتين بعد استنشاقه لسنوات عديدة ومن ثم يمتص في الدم ببطء شديد قبل أن يتم إفرازه في البول لتأثيرات الإشعاعية الطبية

عند تحليل اليورانيوم المنضب ونواتج تحليله ينبعث منها إشعاعات ألفا وبيتا وجاما ، والتي تشكل بدورها تعرضاً أشعاعياً داخلياً وخارجياً للذين يتعاملون مع القذائف الحربية أو أجهزة

القتال المصنعة من اليورانيوم المنضب. ويعتبر البعض أن الاخطار والأضرار الكيميائية لليورانيوم الطبيعي ولليورانيوم المنضب أكثر من الأخطار والأضرار الإشعاعية لهما. وقد ذكرت دراسات سرطان الرئة، الذي أصيب به بعض عمال مناجم اليورانيوم، كان بسبب نواتج اضمحلال الرادون بسبب تدخين التبناك (السجائر) ولم يكن بسبب التعرض لليورانيوم. فقد أكدت منظمة الموارد السامة وتسجيل الأمراض أنه لم تسجل حالات سرطان بشرية بسبب التعرض لليورانيوم الطبيعي أو المنضب. ولعله من المهم أن نذكر أن جزءا بسيطا من اليورانيوم يترسب في الهيكل العظمي لجسم الإنسان الأمر الذي أدى إلى بعض التوقعات بأن إشاعات اليورانيوم ستزيد من نسبة احتمال الإصابة بسرطان العظام أكثر منها عند مستويات الخلفية الطبيعية، ولم يلاحظ العلماء، ولم تثبت الدراسات المختلفة أن الإشعاع البسيط الصادر من اليورانيوم المنضب في الظروف العادية قد يتسبب في الإصابة بسرطان العظام.