الفصل الخامس
التلوث الإشعاعي ومخاطره على الأحياء

التلوث الإشعاعي من أخطر أشكال التلوث ذات التأثير العالمي ؛ حيث يبقى الإشعاع في البيئة فترة طويلة جداً ويؤثر على الهواء والماء والتربة وينتقل للإنسان مباشرة عن طريق الغذاء والتنفس ، وتسبب هذه الإشعاعات تأثيرات هامة على الأحياء ، وخاصة الإنسان في تغيير تركيب الحموض الأمينية ، وفي المادة الوراثية مما ينتج عنها أمراض وراثية في مكونات الدم والجهاز الهضمي والجلد والغدد التناسلية ، وتنتقل هذه التشوهات عبر الأجيال من خلال الصفات الوراثية في الخلايا مما يؤدي إلى زيادة المرض وراثياً في الأجيال القادمة .

فمثلاً عند تفجير قنبلة ذرية واحدة ينتشر منها حوالي ٢٠٠ عنصر مشع تصل إلى البيئة والإنسان . يقول تعالى :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

أهم أنواع الإشعاعات الضارة هي :

١ـ أشعة ألفا : وهي عبارة عن نواة عنصر الهيليوم ، تحمل طاقة عالية ذات شحنة كهربائية موجبة تنطلق من بعض النظائر المشعة أثناء تفككها مصدرة أشعة شديدة الضرر بالخلايا التي تلامسها .

٢ـ أشعة بتا : تتألف من إلكترونات ذات شحنة كهربائية سالبة تتحرك بسرعة كبيرة جداً ، وهي أخف من أشعة ألفا ، وقدرتها على اختراق الأنسجة الحية أقل منها .

٣ـ أشعة غاما : تنطلق من نوى بعض العناصر المشعة ، طاقتها عالية جداً وتخترق الأجسام بسرعة هائلة ، سرعتها تساوي سرعة الضوء ، وغير مشحونة كهربائياً ، ولها قدرة على اختراق المادة والأنسجة الحية .

٤ـ الأشعة السينية (أشعة X) : وهي أمواج كهرومغناطيسية تشبه أشعة غاما ، تستخدم في المجال الطبي للتصوير الشعاعي وهي خطرة على الخلايا الحية ، وخاصة على الصفات الوراثية عند الجنين (لذا ينصح بعدم تصوير المرأة الحامل) .

٥ـ النترونات NEUTRONS : وهي إحدى مكونات نواة الذرة متعادلة الشحنة ، أي : لا تحمل شحنة كهربائية وقدرتها على اختراق الأجسام عالية ، وعند اختلاف عدد النترونات في العنصر الواحد تشكل النظائر المشعة . تنطلق النترونات من التفاعلات والتفجيرات النووية .

تدور الإلكترونات ضمن دارات في فراغ حول النواة ، ولو تصورنا النواة بحجم كرة تنس صغيرة فإن الإلكترونات تدور حولها عن بعد يقدر بـ ٣٠٠ متر .

٦ـ الأشعة فوق البنفسجية غير المرئية : تصدر عن الأشعة الشمسية وهي ذات أمواج قصيرة أطوال موجاتها تتراوح بين ٢ـ٤٠٠ ميلي ميكرون ، يمتص غاز الأوزون في الطبقات العليا من الجو الأشعة فوق البنفسجية ذات الأمواج القصيرة بين ٢ـ٢٨٦ ميلي ميكرون وهي ضارة بالأحياء .

٧ـ الغبار الذري :

ينطلق من التفجيرات النووية ويتألف من الأجزاء التالية :

١ـ الغبار الذري المؤلف من جزيئات كبيرة نسبياً ويسقط في منطقة التفجير .

٢ـ الغبار الذري المؤلف من جزيئات صغيرة نسبياً ينتقل بواسطة الهواء إلى مناطق أخرى ، وتلعب سرعة الرياح دوراً كبيراً في انتشار هذا الغبار .

٣ـ الغبار الذري الدقيق وهي جزيئات صغيرة جداً حجمها يقدر بأجزاء من الميكرون تبقى معلّقة في الطبقات الوسطى والعليا من الأتموسفير ، وتترسب هذه الجزيئات على الأرض خلال عدة سنوات .

تعتبر المواد المشعة والغبار الذري من أخطر ملوثات البيئة على الأحياء ، لكونها تنتقل من الوسط إلى الكائنات الحية مباشرة أو عبر السلسلة الغذائية وهي ذات صفة تراكمية .

مصدر الإشعاع :

مصادر الإشعاع متعددة منها طبيعية ومنها مصادر صنعية بشرية .

المصادر الطبيعية وتشتمل على :

أ ـ الأشعة الشمسية : وهي الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض ضمن الأشعة الشمسية المباشرة وتحتوي على أشعة ألفا وبتا وغاما والأشعة السينية ، وقسم من الأشعة فوق البنفسجية غير المرئية وتزداد هذه الإشعاعات كلما ارتفعنا عن سطح البحر ، كما تختلف نسبتها حسب درجات العرض .

ب ـ **القشرة الأرضية** : تحتوي القشرة الأرضية على مواد مشعة مختلفة ، وتختلف هذه الأشعة حسب مكونات التربة والصخور بأنواعها . تنتشر هذه الإشعاعات عند استخدام مواد القشرة الأرضية من أتربة ورمال وصخور في عمليات البناء وغيرها .

ت ـ **الماء والغذاء** : يتعرض الإنسان يومياً بشكل مباشر وغير مباشر عن طريق الماء الذي يشربه والهواء الذي يستنشقه والغذاء الذي يأكله ويسمى هذا بالإشعاع الذاتي أو الشخصي للإنسان . فمثلاً يدخل لجسم الإنسان عن طريق الغذاء البوتاسيوم المشع ٤٠ والكربون المشع ٤ وغيره وتؤثر هذه الإشعاعات في جسم الإنسان وخاصة في العظام والرئتين .

تختلف كمية الإشعاع الصادرة من الطبيعة ، أي : الناتجة عن المصادر الطبيعية بحسب الموقع الجغرافي ، أي : الارتفاع عن سطح البحر ، فمثلاً الأحياء عند ارتفاع ١,٥ كم تتلّقى ضعف ما تتلقّاه الأحياء عند مستوى سطح البحر .

فالإنسان يتعرض للإشعاعات المختلفة من الأشعة الشمسية والتفجيرات النووية ، ومن المصانع ومن التربة ومياه الشرب ، ومن النباتات والحيوانات ومنتجاتها .

المصادر البشرية : وهي مصادر بشرية صنعية أهمها :

أ ـ **التفجيرات النووية** : لقد ظهر التلوث الإشعاعي النووي بعد تفجير القنابل الذرية وخاصة تفجير القنبلتين الذريتين على مدينتي هيروشيما وناكازاكي في اليابان عام ١٩٤٥م (فقد قتل حوالي ١١٧٠٠٠ في لحظة واحدة وأصيب ١٠٠٠٠٠ نسمة بالتشوه وإصابة ٨٠٪ من السكان البالغ عددهم ٤٥٠ ألف نسمة ظهرت عليهم تشوهات خلقية وتتابعت على الأجيال اللاحقة في منطقة الإصابة وما حولها) .

تشكل التجارب النووية خطراً عالمياً على تلوث البيئة فهي تلوث الهواء والماء والتربة والغذاء ، لذلك من الضرورة منع كافة التجارب النووية في العالم .

ب ـ **المفاعلات النووية** : وهي إحدى مصادر التلوث الإشعاعي للبيئة ؛ حيث ينتج عن **المفاعلات** النووية نفايات نووية يتم استخلاصها ودفنها بطرق فنية خاصة من الخرسانات المسلحة تحت سطح الأرض . ومن الأمثلة على التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية ما حدث في إحدى المحطات النووية في إنكلترا عام ١٩٥٧م حيث تلوث الهواء بكميات كبيرة من المواد المشعة ووجدت هذه العناصر المشعة في حليب الأبقار التي تبعد عن المحطة بـ ٥٠٠ كم . ومثال آخر عن التسرب الإشعاعي من مفاعل تشرنوبل للمحطات النووية والذي تم إغلاقه عام ٢٠٠٠م .

ت ـ **الاستخدامات الطبية** : تستخدم الأشعة وخاصة الأشعة السنية في الأغراض الطبية ، مثال التصوير الإشعاعي للكشف عن الكسور والأورام ، كما تستخدم الأشعة في علاج أمراض السرطان ، وتستخدم النظائر المشعة في الطب النووي لكشف ومعالجة الأمراض السرطانية .

ث ـ **استخدامات أخرى** : تستخدم المواد المشعة في الأبحاث العلمية في الطب والعلوم ، كما تستخدم أشعة غاما في حفظ اللحوم والأسماك وغيرها .

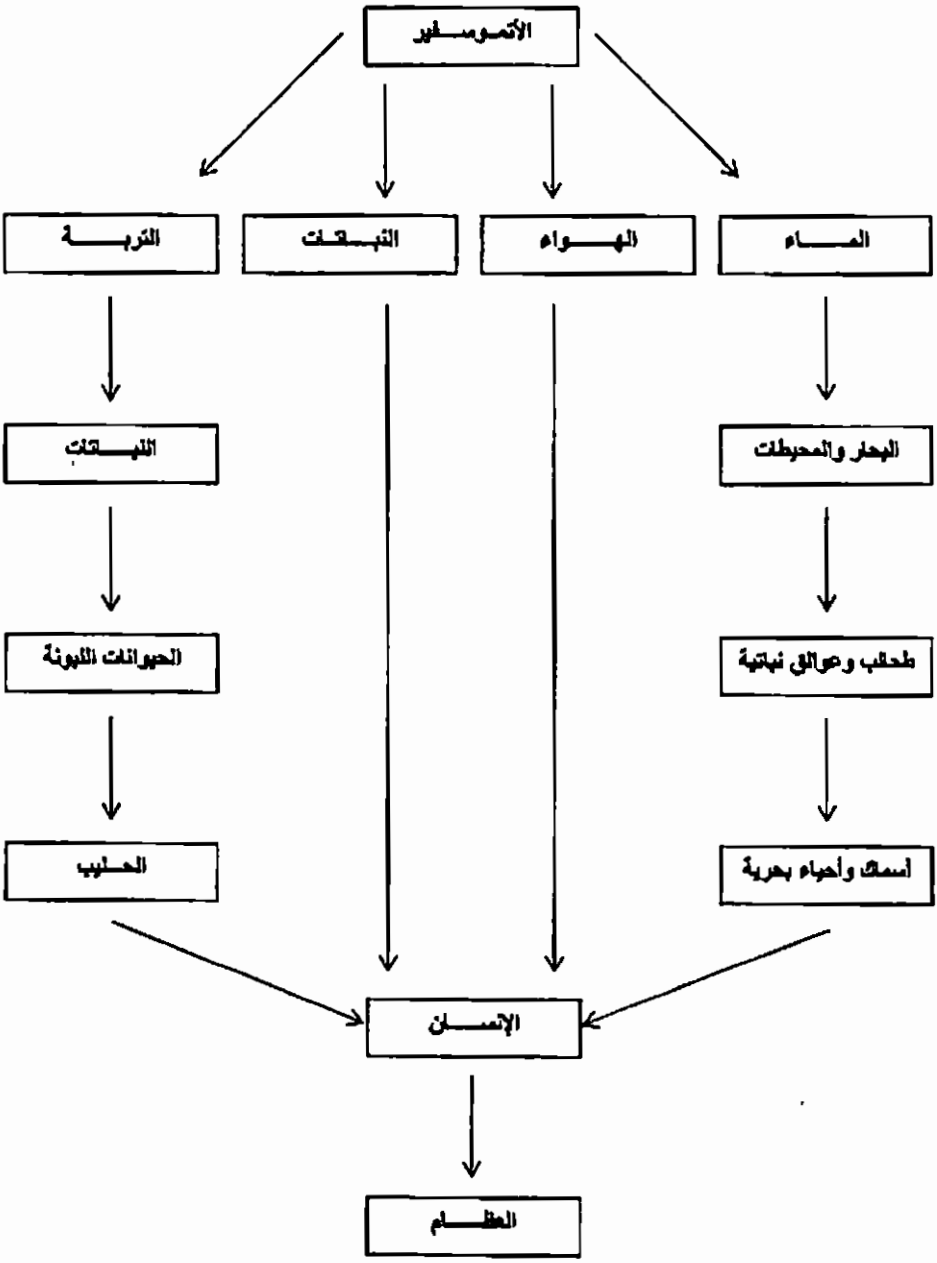
التلوث الغذائي بالإشعاع :

تتلوث الأغذية بالمواد المشعة والنظائر المشعة التي لها خصائص فيزيائية متميزة ، وتختلف العناصر المشعة بالفترة الزمنية التي تستغرقها

لتفقد إشعاعيتها ويطلق على هذه الفترة الزمنية اسم نصف العمر Half-Life ، أي : انخفاض التأثير الإشعاعي إلى النصف وتحول العناصر المشعة إلى عناصر غير مشعة . مثال : نصف عمر sr90 = ٢٨ سنة ، ونصف عمر الكربون المشع c14=٥٥٦٨ سنة ، ونصف عمر الكالسيوم المشع ca48=١٠x٧^ سنة ، وكلما زاد نصف العمر للعناصر المشعة زاد خطرها .

تتلوث الأغذية بالمواد المشعة نتيجة تلوث التربة فمثلاً في حال سقوط المواد المشعة في فترة حصاد المحاصيل فإن ضررها يكون أشد ؛ حيث ترسب المواد المشعة على سطح النباتات وتمتصها الأوراق من الهواء والجذور من التربة . ويكون ضرر المواد المشعة أكبر على النباتات ذات الأوراق العريضة (مثال الخس والسبانخ والملفوف) والفاكهة التي لا تنزع قشرتها عند أكلها (مثال عنب ، فريز ، توت وغيرها) .

ينتقل التلوث بالمواد المشعة عبر السلسلة الغذائية من الهواء إلى التربة إلى النبات ، ثم إلى الحيوان ثم الإنسان . كما تنتقل الأشعة في الماء إلى الطحالب وبلانكتون إلى الأسماك والأحياء البحرية ، ثم إلى الإنسان . كما يتم انتقال الأشعة مباشرة إلى الإنسان عبر الهواء أو النباتات ، كما في المخطط التالي :



مخطط يوضح انتقال العناصر المشعة السامة إلى الإنسان

تأثير الإشعاع على الكائنات الحية :

يؤثر الإشعاع على الكائنات الحية بتداخل فيزيائي بين الأشعة والخلية ، حيث تؤثر الأشعة حسب نوع الكائن الحي وعمره وحسب الفترة الزمنية التي يتعرض لها الكائن الحي . تسبب الإشعاعات في تغيير تركيب الحموض الأمينية وفي المادة الوراثية مما ينتج عنه أمراض وراثية تنتقل للأجيال اللاحقة .

وقد يحدث الضرر بالأشعة للكائن الحي بعد تعرضه للإشعاع في غضون عدة ساعات أو حتى عشرات السنين . ويؤثر الإشعاع في الخلايا التي تنقسم بسرعة أكثر من غيرها من الخلايا . ومن أكثر الأجهزة الحساسة بالأشعة هي خلايا الجلد والجهاز الهضمي والدم .

كما ويختلف تأثير الإشعاع عند النباتات حسب الأنواع النباتية المختلفة فبعض الأشجار لها مناعة كبيرة ضد الإشعاع وبعضها الآخر مناعتها أقل ، فالأشجار ذات الأوراق العريضة تتأثر بالإشعاعات بتراكيز أكبر من غيرها ، وإن زيادة تركيز الإشعاعات في البيئة يسبب القضاء على النظم البيئية الطبيعية .

مخاطر الإشعاعات على الإنسان :

الإشعاعات هي أشعة كهرومغناطيسية مؤلفة من جزيئات متناهية في الصغر وسرعتها كبيرة جداً تدخل إلى جسم الإنسان وتتركز خاصة في الأجهزة التالية :

١ـ مكونات الدم من كريات حمراء وبيضاء وصفيحات وتسبب فقر الدم وسرطانات الدم .

٢ـ الجهاز الهضمي وتسبب تقرحات في جدار المعدة والأمعاء مما يؤدي إلى اضطرابات هضمية .

٣ـ الجلد وتسبب الإشعاعات احمرار الجلد والحروق بعد تعرض الجلد للإشعاعات وبالنتيجة تسبب تساقط الشعر .

٤ـ الغدد التناسلية : تسبب الإشعاعات في العقم عند الجنين كما تسبب تشوهات وراثية في الجنين منها تشوهات جسمية وعقلية وتنتقل هذه التشوهات عبر الأجيال خلال الصفات الوراثية في الخلايا مما يؤدي إلى زيادة المرضى وراثياً في الأجيال القادمة .

ضرر الأشعة فوق البنفسجية :

إن الأشعة فوق البنفسجية ذات أطوال الموجات القصيرة بين (٢ـ٢٨٦ ميلي ميكرون) يمتصها غاز الأوزون قبل وصولها إلى سطح الأرض ولكن بعضها يصل إلى سطح الأرض في حال حدوث فجوات في طبقة الأوزون ، وهذه الأشعة ضارة بالأحياء حيث تؤثر في الجلد والعين ، ففي الجلد تسبب احمرار الجلد ثم ظهور أعراض أخرى كالحروق والتقيحات ، وفي العين تسبب عتامة في عدسة العين . كما أن التعرض للأشعة فوق البنفسجية الضارة ولفترة طويلة تسبب أمراض السرطان .

❊ ❊ ❊