- وجود ظاهرة التصحر، ويساعد في هذه العملية عدم سقوط الأمطار والرياح النشطة التي تعمل على زحف الرمال ً إلى الأرضي الزراعية .

- استخدام المبيدات والكيماويات على بشكل مفرط .

-التوسع العمراني الذي أدي إلى تجريف وتبوير الأرضي الزراعية .

-التلوث بواسطة المواد المرسبة من الهواء الجوي في المناطق الصناعية .

-التلوث بواسطة المواد المشعة .

-التلوث بالمعادن الثقيلة .

-التلوث بواسطة الكائنات الحية .

الآثار المترتبة علي تدهور التربة :

أ- نقص المواد الغذائية اللآزمه للإنسان والحيوان .

ب- انقراض مجموعات نباتية وحيوانية من على سطح الارض.

ج -الإضرار بالثروة السمكية .

د -هجرة طيور كثيرة نافعة .

ه -الإضرار بالشعب المرجانية، والتي بدورها تؤثر على الجذب السياحي وفي نفس الوقت على الثروة السمكية حيث تتخذ العديد من الأسماك من هذه الشعب المرجانية سكناً وبيئة لها .

تقييم الموقع: إن تقييم مقدار التلوث ضروري لاتخاذ القرار السليم بشأن الموقع الملوث، وعليه يجب أن تتوفر فيمن يقوم بعملية التقييم الخبرة الكافية ، واستخدام الإستراتيجيات المناسبة للمعالجة ، وإن خلاصة عمله وتوصياته تكون مدعمة بالبيانات التي يتم تجميعها أثناء الدراسة.

تطبيق المعايير: يوجد العديد من المعايير لتلوث التربة بالمواد الملوثة حيث يتم الاستناد إلى أحد تلك المعايير وتحديد التركيزات المسموح بها والتركيزات التي تشكل خطراً على البيئة.

استراتيجيات تقييم الموقع: إن عملية تقييم الموقع يجب أن تأخذ في الحسبان الخطر على الصحة والخطر على البيئة واختيار نهج معين من خلال :

1. تحديد الخواص الطبيعية للتربة.
2. تحديد الملوثات وتوزيعها بالموقع.
3. تحديد مخاطر الملوثات على الصحة.

وحتى يتم هذا العمل يجب أن يتضمن عمل مكتبي واستكشافي للموقع ودراسة طبيعة الموقع وتقييم الخطر الناتج عن الملوثات.

اختيار برنامج إدارة الأراضي الملوثة :

ينتج عن تقييم الموقع في العادة أحد القرارات الآتية :

1. أن الموقع مناسب للاستعمال الحالي والمقترح.
2. أن الموقع غير مناسب للاستعمال الحالي أوالمقترح إلاّ بعد إجراء عمليات الإستصلاح المناسبة.
3. أن الموقع غير مناسب للإستعمال الحالي أو المقترح.

الإستصـــلاح :

تتم عملية إستصلاح المواقع المتضررة بطرق عديدة مثل الطرق الهندسية والتي تشمل على جمع ودفن الملوثات بموقع آخر مناسب. التخلص من الملوثات في موضع يتم إعداده بالموقع وفق مواصفات معينة. عزل الموقع وذلك إما بعمل سياج حوله أو بعمل غطاء مناسب لمنع انتقال الملوثات.

طرق الإستصلاح :

- المعالجة الطبيعية: غسيل التربة، تبخير المواد الكيميائية المتطايرة، الفصل بالجاذبية.
- المعالجة الحرارية: التبخر والحرق.
- المعالجة الكيميائية : تعديل درجة التفاعل ، الاختزال/الأكسدة ، التميؤ. التثبيث بواسطة المعالجة الكيميائية، تكوين مركبات غير قابلة للذوبان.

المعالجة الحيوية: ويستخدم لهذا الغرض البكتريا والفطريات. إن إختيار عملية الإستصلاح تعتمد على نوعية الملوثات وكمياتها.

منع حدوث أي تلوث جديد وذلك من خلال:

1. التحكم في إدارة النفايات الصلبة والسائلة.
2. السيطرة على العمليات الصناعية والتجارية ليس الحد من عمليات تصريف المواد الصلبة والسائلة فقط ولكن القيام برصد والسيطرة على حوادث التصرف .
3. منع حدوث أي تلوث بالقرب من التجمعات السكانية وموارد مياه الشرب وذلك بإختيار الأماكن المناسبة للتخلص من النفايات الصلبة والسائلة.

النفايات الصلبة

لقد أدى ازدياد عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة والتقدم الصناعي والزراعي وعدم إتباع الطرق الملائمة في جمع ونقل ومعالج النفايات الصلبة إلى ازدياد كمية النفايات بشكل كبير

وبالتالي تلوث الحياة البيئة بجميع عناصرها من أرض وماء وهواء واستنزاف المصادر الطبيعية في مناطق عديدة من العالم وقد أصبحت إدارة النفايات الصلبة في جميع دول العالم من الأمور الحيوية للمحافظة على الصحة والسلامة العامة.

ويعرف مشروع النفايات الصلبة بأنها المواد القابلة للنقل والتي يرغب مالكها بالتخلص منها بحيث يكون جمعها ونقلها ومعالجتها من مصلحة المجتمع. كانت أماكن التخلص من النفايات الصلبة تقع في مواقع قريبة جداً من السكان ولم تكن تسبب مكارة صحية للأسباب التالية:

أ - قلة الكثافة السكانية في ذلك الوقت.

ب - قلة كمية النفايات الصلبة بسبب تدني دخل الفرد وعدم توفر الكثير من السلع المعروفة اليوم مثل البلاستيك والعبوات المعدنية والزجاجية وغيرها.واليوم تعد مشكلة النفايات الصلبة من المشاكل البيئية الرئيسية والتي لا بد من إيجاد الحلول المناسبة لها.

الأسباب الموجبة لحل مشكلة النفايات الصلبة :

أ- المكارة الصحية وتشويه المظهر الحضاري.

ب- تزايد كميات النفايات وخاصة الصلبة منها.

ج- الأضرار الكبيرة الناتجة عن النفايات وتأثيرها المباشر على البيئة البشرية.

د- إمكانية الاستفادة من النفايات الصلبة و إقامة صناعات بيئية تعتمد على النفايات كمواد خام.

مصادر النفايات الصلبة :

- النفايات الصلبة المنزلية : يقصد بالنفايات الصلبة المنزلية المخلفات الناجمة عن المنازل والمطاعم والفنادق وغيرها وهذه النفايات عبارة عن مواد معروفة مثل الفضلات الخضار والفواكه والورق والبلاستيك، ويضاف الى النفايات الصلبة المنزلية النفايات الصناعية والحرفية والتي يمكن جمعها ومعالجتها مع النفايات الصلبة المنزلية دون ان تشكل خطراً على الصحة والسلامة العامة. هذا ويجب التخلص من النفايات الصلبة المنزلية بسرعة وذلك لوجود مواد عضوية تتعفن وتتصاعد منها الروائح الكريهة وتسبب تكاثر الحشرات والقوارض.

- النفايات الصلبة الصناعية :

لا تزال الصناعة الأردنية في بداية الطريق ولكن ينتج عن الصناعات الكيماوية وصناعة المعادن والدباغة والجلود وغيرها من الصناعات نفايات خطرة على صحة وسلامة الإنسان وهناك عمليات مستمرة للتخلص من النفانات في أماكن غير مخصصة لذلك مسببة تلوثاً للبيئة ويمكن للصناعة المتطورة ان تقلل من كمية النفايات الناتجة عن طريق إعادة الاستفادة من اكبر قدر ممكن من النفايات واتباع الطرق الحديثة في التصنيع مما يؤدي الى توفير استهلاك مصادر الثروة، ولعل من أهم أسباب مشاكل النفايات الصلبة الصناعية ما يلي:

أ- الانتشار الصناعي السريع دون الاخذ بعين الاعتبار مشكلة النفايات الناتجة عن الصناعة.
ب- قلة الوعي والمسؤولية لدى بعض أرباب الصناعة الذي يجعلها تتخلص من النفايات الصناعية بطرق غير سليمة.
ج- عدم وجود تشريعات تحمل أصحاب الصناعة مسؤولية تحمل كلفة جمع ونقل ومعالجة النفايات الصلبة.

- النفايات الصلبة الزراعية :

يقصد بالنفايات الزراعية جمع النفايات او المخلفات الناتجة عن كافة الانشطة الزراعية النباتية والحيوانية ونفايات المسالخ. ومن اهم النفايات إفرازات الحيوانات (الزبل) وجيف الحيوانات وبقايا الاعلاف. وتخلف كمية ونوعية النفانات الزراعية حسب نوعية الزراعة والطريقة المتبعة في الانتاج الزراعي ففي الزراعة المكثفة او العمودية التي تتبع في دول اوروبا ومنطقة الأغوار في الاردن، فإنه يستغل كل متر مربع في التربة الزراعية او حظيرة الحيوانات لزيادة كمية الإنتاج الحيواني والنباتي مما يؤدي الى إنتاج كميات كبيرة من النفايات وتلويث مصادره المياه، وعموماً لا تشكل هذه النفايات الزراعية مشكلة بيئية إذا ما اعيدت الى دورتها الطبيعية، ويتم ذلك بالوسائل التالية:

أ - إستخدام جيف الحيوانات في صناعة الأعلاف.

ب- استعمال مخلفات الحيوانات بعد معالجتها بطريقة التحلل الحيوي Composting في تسميد التربة الزراعية نظرا لإحتوائها على تركيزات جيدة من المغذيات النباتية ويسهم إستعمال النفايات الزراعية في تسميد التربة الزراعية في تخفيف معدلات استهلاك الأسمدة الصناعية والحد من استنزاف مصادر الثروة الطبيعية والطاقة. كما يساعد إستعمال النفايات الزراعية بطريقة غير مباشرة في الحد من تلوث عناصر البيئة ، اذ عند تصنيع الاسمدة الكيماوية ينتج عنها ملوثات صلبة، سائلة، أو غازية تلوث عناصر البيئة في حين تعطي النفايات الزراعية المواد الغذائية للنبات على فترات تتناسب مع إحتياجاتها مما يرفع من كفاءة إنتاجية التربة.

- النفايات الناجمة عن معالجة المياه العادمة (الحمأة) Sludge :

يقصد بالحمأة المواد الصلبة العضوية وغير العضوية وجراثيم الامراض وبيوض الديدان المعوية الضارة التي تنتج من معالجة المياه العادمة في محطات التنقية، وتتوقف كمية ونوعية الحمأة عموما على درجة كفاءة محطة المعالجة ونوعية المياه العادمة ودرجة تركيز الملوثات فيها.
ونظرا للقيمة السمادية العالية للحمأة يمكنها أن تصبح بعد معالجتها مصدرا هاما من مصادر الثروة تساعد في رفع كفاءة التربة وزيادة الإنتاج الزراعي والحرجي والتوفير في استهلاك

الاسمدة الكيماوية. علما بأن المياه العادمة المعالجة الناتجة عن محطات التنقية لا تستخدم إلا للزراعة المقيدة (الحرجية).

الطمر الصحي :

يعد الطمر الصحي إحدى الطرق الحديثة لمعالجة النفايات الصلبة، حيث تحفر في الارض حفرة يعتمد عمقها وسعتها على طبيعة وكمية النفايات المتوقعة، وفي بعض الاحيان تستعمل مقالع الحجر المهجورة لطمر النفايات إذا توافرت فيها الشروط الصحية والبيئة المطلوبة، بحيث توفر تلك المقالع تكاليف الحفريات، وبعد تجهيز الحفرة يتم عزلها عن المياه الجوفية بطبقة عازلة من الاسمنت او معادن الطين او بنوع خاص من البلاستيك لحماية المياه الجوفية من التلوث، كماوتجهز القاعدة بشبكة صرف للمياه الناتجة عن مياه الامطار وعمليات تحلل المواد العضوية الموجودة في النفايات ((Leachateويوضع فوقها طبقة صلبة من الحصي والرمال لتسهيل عملية دخول المياه الى شبكة الصرف. وتوزع النفايات على قاعدة الحفرة وترص بنوع خاص من المداحل حيث تصل كمية النفايات الصلبة المضغوطة من 0.8 - 1.0 طن لكل م2.

هذا وتوجد عدة أشكال للطمرالصحي ، ويتوقف ذلك على مصدر النفايات الصلبة وأبرز تلك الأشكال هي :

أ - طمر النفايات الصلبة الصناعية الخطرة بعد معالجتها للحد من خطورتها.

ب - طمر النفايات المنزلية والصناعية التي يمكن معالجتها مع النفايات المنزلية ودون أن تشكل خطرا على الصحة والسلامة العامة.

ج - طمر الحمأة فقط، علما بأنه في بعض الاحيان يتم طمر الحمأة مع النفايات المنزلية بعد تجهيز الحفرة يتم عزلها عن المياه الجوفية بطبقة عازلة وغير منفذة للمياه ويمكن ان تكون هذه الطبقة العازلة من الاسمنت او مادة الاسفلت ((Bitumenأو معادن الطين أو اغطية بلاستيكية خاصة ((Polyathylen Or Polyvinylchloridلحماية المياه الجوفية من التلوث، وعند استعمال البلاستيك كطبقة عازلة يجب وضع طبقة رملية ناعمة تحتها وفوقها لحمايتها من التمزق، وطبعا لا تتوقع أن تبقى الطبقة العازلة فعالة الى الابد فلكل نوع من المواد المستعملة عمر زمني محدد، غير انه يشترط في الطبقة العازلة ان تبقى فعالة لفترة زمنية كافية يكون قد تم من خلالها الانتهاء من موقع طمر الفنايات والانتقال الى موقع آخر وزرع الموقع الأول بالاشجار الحرجية وتصبح إمكانية تأثير المياه العادمة الناتجة عن النفايات قليلة او حتى معدومة.

اهم الشروط التي يجب توافرها عند إختيار موقع طمر النفايات ما يلي :

1- ان تكون بعيدة عن المصادر المائية الجوفية والسطحية لضمان عدم تسرب الملوثة الى المصادر المائية.

2- ان تكون بعيدة عن التجمعات السكانية الحالية والمخطط لها في المستقبل، هذا وقد أوصت منظمة الصحية العالمية سنة 1971م بأن لا يقل بعد موقع طمر النفايات الصلبة عن 200م عن أقرب تجمع سكني وتطالب بعض الدول بأن لا تقل المسافة عن 500 متر وفي الأردن يطالب بأن لا تقل المسافة عن 5 كم عن اقرب تجمع سكاني.

3- ان تكون كمية التساقط (أمطار، ثلوج) قليلة في المنطقة.

4- الأخذ بعين الاعتبار إتجاه الريح السائدة في المنطقة.

ويجب القيام بعملية ضغط النفايات بكفاءة عالية جدا وذلك:

1- لإستيعاب أكبر كمية ممكنة من النفايات الصلبة.

2- لمنع تواجد فجوات يمكن ان تعيش وتتكاثر بها الحشرات والقوارض.

3- لمنع او الحد من عملية الاشتعال الذاتي.

بعد الانتهاء من عملية ضغط النفايات وعندما يصبح الارتفاع بعد عملية الضغط من 30-70 سم يوضع فوقها طبقة من نفايات الانشاءات او أتربة ويتم دكها على طبقة النفايات المضغوطة، وعلى هذه الطبقة توضع طبقة ثانية من النفايات بنفس الطريقة وهكذا حتى يصل ارتفاع الموقع 30-50م ويتقلص ارتفاع الموقع خلال 20 سنة الى حوالي 30% من الارتفاع الأصلي ومن أهم المزايا الايجابية لهذه الطريقة ما يلي:

1- قلة التكلفة الاقتصادية.

2- إمكانية استيعاب كميات هائلة من النفايات الصلبة.

3- سهولة تطبيق هذه الطريقة نظرا لأنها لا تحتاج الى تقنية عالية.

4- تعد هذه الطريقة مكملة للطرائق الحديثة الاخرى (الحرق، التحلل الحراري، التحلل الحيوي) والتي ينتج عنها مواد غير قابلة للمعالجة والتي لا بد من التخلص منها.

5- إعادة زراعة المنطقة بالاشجار الحرجية.

6- إمكانية الاستفادة من غاز الميثان في موقع الطمر الصحي.

7- تعد طريقة مناسبة جدا لدول تمتاز بمناخ الاردن الشبه صحراوي حيث ترامي الاراضي الشبه صحراوية غير الصالحة للزراعة او الرعي.

وفي المقابل توجد بعض السلبيات لهذه الطريقة والتي يمكن تجنبها او تقليلها الى الحد الادنى عند تطبيق طريقة الطمر الصحي حسب المواصفات العلمية وإختيار الموقع المناسب بعد دراسة الآثار البيئية المحتملة، ومن أبرز تلك السلبيات ما يلي:

1- تسرب الغازات الملوثة للهواء وإمكانية حدوث فجوات في مواضع الطمر الصحي ومن أهم الملوثات الهوائيةالناتجة عن أماكن طمر النفايات الصلبة هي الغازات مثل غاز الميثان ((CH4، وغاز ثاني أكسيد الكربون، والغبار الذي يمكن ان يحمل المواد الكيماوية السامة خصوصا عند هبوب الرياح القوية الى مسافات بعيدة، وكنتيجة لعمليات ضغط النفايات الصلبة تصبح هذه المواقع فقيرة بالاكسجين، لذا تقوم الكائنات الحية الدقيقة الهوائية أولا بإستهلاك الاكسجين الموجود في مكان الطمر خلال الاسبوع الاول تقريباثم تتحول عمليات التحلل الهوائية الى عمليات تحلل لا هوائية ينتج عنها غاز الميثان وغيرها من الغازات التي تخرج من خلال الانابيب الخاصة لجمعة وفي حالة عدم توفرها تتصاعد الغازات من خلال الموقع.

وتختلف كمية الغازات الناتجة حسب نوعية وكمية النفايات الصلبة وعموما ينتج الطن الواحد من النفايات الصلبة المنزلية ما يعادل 130 مترا مكعبا من الغازات.

2- إحتمالية تلوث مصادر المياه بالمياه العادمة الناتجة عن أماكن طمر النفايات Leachate، وهي عبارة عن مياه عادمة ذات تركيزات عالية من الملوثات العضوية وغير العضوية الموجودة تنتج عن تحلل المواد العضوية الموجودة في النفايات ومياه الامطار التي تتسرب من مكان الطمر وتغسل في طريقها الملوثات العضوية وغير العضوية، وتزداد كمية المياه العادمة في حالة التخلص من الحمأة بأسلوب الطمر الصحي، ويتراوح لون المياه العادمة الناتجة عن أماكن طمر النفايات الحديثة العهد بين الاخضر واللني ولها رائحة البيض الفاسد.

الحل الأمثل لحل مشكلة النفايات الصلبة :

من الممكن حل مشكلة النفايات الصلبة الى أبعد الحدود وجعلها مصدر ثروة تساهم في الدخل الوطني للأردن وتأمين فرص عمل وتقليل استيراد بعض المواد الخام من الخارج عن طريق إنشاء مؤسسة خاصة أو عامة للنفايات قادرة على استيعاب أسلوب المعالجة المتكامل للنفايات Intergrated solid Waste Managementوالذي يعتمد على:

أ - الحد من إنتاج النفايات بإتباع طرق سهلة، وتعتمد هذه الطريقة على رفع مستوى وعي المواطن والمجتمع.

ب - إعادة الاستفادة من المخلفات مثل إعادة الاستعمال لإحدى المواد عدة مرات لنفس الغرض أو إعادة الاستفادة من المواد عن طريق استعمالها في أغراض جديدة مثل استعمال فضلات البلاستيك في العزل او اعادة الاستفادة من المواد بعد إعادة تصنيعها مثل الورق والزجاج والمعادن.

ج - إستعمال المحارق الحديثة والقادرة على السيطرة على التلوث الهوائي لحرق النفايات الواجب حرقها.

د - إستعمال طريقة الطمر الصحي كطريقة لا يمكن الاستغناء عنها وذلك لطمر النفايات غير القابلة للحرق أو إعادة الاستفادة بالاضافة الى المواد الناتجة عن المحارق.

هـ - معالجة النفايات الصلبة الخطرة وطمرها بالامكان المخصصة لها.

و - تنظيم برامج توعية وإعلام لمختلف قطاعات المجتمع.

ز - البحث والتطوير والتدريب.

1- المحارق: وهي تعتمد على توليد طاقة وحرق تلك النفايات وهي عالية الكلفة.

2- استخدام الغاز الحيوي (البيوغاز) (CH_4) لمعالجة تلك النفايات (طريقة التحلل الحراري).

3- طريقة الكومبوسيت (COMPOSITE) أو التخمر العضوي وتعتمد لاستخراج بعض الاسمدة الزراعية.

4- اعادة التدوير (Recycling) وخاصة بقايا البلاستيك وخردة الحديد والكرتون وبعضها غير موفق في بعض المواد الأخرى مثل الزجاج وبقايا الأخشاب والاقمشة وما شابه.

5- المعالجة الكيماوية: وهي معالجة المخلفات الخطرة في احدى المراحل للتخلص من خطورتها قبل طمرها.

أما بالنسبة لنفايات المستشفيات حيث يوجد في الاردن بعض المستشفيات التي لديها محارق خاصة بها وذلك لمعالجة النفايات الناتجة، وإن لم تكن بالمواصفات المطلوبة ومنها (البشير، المدينة الطبية، مستشفى الاردن) والاصل في ذلك هو فصل تلك النفايات وفرزها الى:

- نفايات منزلية.

- نفايات طبية ومخبرية خطرة (أمراض ونواتجها وفيروسات وما شابه) (النفايات الاكلينيكية).

ولكن في الاردن لا يتم الفصل بالطريقة السليمة التي يجب أن تتبع والتي تنتهي بها الامر ان تخلط سويا لنوعي النفايات السابقة.

اما فيما يخص نفايات المصانع، فإن معظم المصانع في الاردن تجمع نفايات الخطرة في خزانات وتحتفظ بها داخل المصنع لعدم وجود مكان للتخلص منها على الرغم من وجود مكب في منطقة سواقه الا أنه لم يتم تشغيله حتى الآن للافتقار للمخصصات اللازمة والكافية والتي تقدر بحوالي (27 مليون دولار امريكي) وذلك استنادا الى احدى الدراسات التي قامت بها جهات كندية للمنطقة وهناك دراسة حديثة لتشغيله تقوم بها بعض المؤسسات المعنية لتجاوز المعوقات ومنها (المؤسسة العامة لحماية البيئة).

انضم الأردن لاتفاقية بازل للتحكم بنقل النفايات الخطرة والتخلص منها بتاريخ 1989/3/22م وقد تضمنت الاتفاقية ملاحق تحتوي على فئات النفايات الخطرة منها على سبيل المثال:

1- النفايات الاكلينيكية المتخلفة عن الرعاية الطبية في المستشفيات والمراكز الصحية.

2- النفايات المتخلفة عن إنتاج المستحضرات الصيدلية وتحضيرها.

3- النفايات المتخلفة عن الدهانات والورنيش.

4- النفايات التي يدخل في تركيبها مركبات النحاس والزنك والزرنيخ والزئبق والرصاص وغيرها.

المصانع التالية تعتبر منتجا محتملا للنفايات الخطرة :

- مصانع الأدوية والمستشفيات.

- مصانع الدهانات، البطاريات، الحديد، الألمنيوم، الدباغة، الخميرة.

مكونات النفايات الصلبة:

نوع النفايات	الأردن	دول أسيا	بريطانيا	أمريكا
مواد عضوية	%53	%75	%30.6	%20
ورق	%17	%2	%31.2	%43
معدن	%8	%0.1	%5.3	%7
زجاج	%10	%0.2	%3.8	%9
بلاستيك	%12	%0.1	%5.20	%5

معالجة المخلفات الخطرة الصلبة :

للمخلفات الخطرة الصلبة أربع صفات أساسية مميزة لها هي الاشتعالية (Flammability) والاكالية (Corrosivity) والتفاعلية (Reactibity) والسمية (Toxicity) بالإضافة على عدد من الصفات الأخرى. ويعتبر القطاع الصناعي اكبر مصدر المخلفات الخطرة الصلبة ويليه كمصدر هام القطاع الصحي الذي يشمل المستشفيات والعيادات والمختبرات الطبية. ولا بد من الاشارة الى مؤسسات التعليم العالي ومراكز البحث العلمي حيث تسهم كل منها كمصدر من مصادر المخلفات الخطرة الصلبة.

وتفتقر الدول لدراسات توضح كميات النفايات الخطرة الصلبة وأنواعها حيث تركز جل اهتمام الباحثين على المخلفات المنزلية الصلبة او المخلفات الخطرة غير الصلبة مثل تلك التي تلوث المياه أو الهواء. وهذا يستدعي إجراء دراسة تفصيلية لبيان كميات النفايات الخطرة الصلبة وأنواعها لما في ذلك من دور على إمكانية تطوير عملية إدارة النفايات الصلبة وتحديثها وعلى عملية معالجتها.

وبالرغم من قلة الدراسات التي تبين أنواع النفايات الخطرة الصلبة وكمياتها إلا أن طرق المعالجة المتكاملة كفيلة بمعالجة ما يتجمع من هذه النفايات. وطرق المعالجة المتكاملة التي اعتمدتها اللجنة الفرعية لدراسة النفايات الصلبة تنقسم إلى المراحل التالية

- **المرحلة الأولى:** الفصل الميكانيكي (Mechanical Separation)

وفي هذه المرحلة يفصل الحديد والزجاج والبلاستيك وباقي المعادن عن المخلفات الخطرة الصلبة ويعاد تدوير ما يمكن استخدامه من هذه المرحلة مثل الزجاج والبلاستيك والمعادن المختلفة. أما المخلفات الخطرة الصلبة فترسل إلى مرحلة المعالجة الثانية.

- **المرحلة الثانية: المعالجة (Treatment) :**

وهنا تستخدم اما المعالجة الكيماوية او الفيزيائية لتحويل النفايات الخطرة الى مواد غير خطرة بحيث يعاد استخدامها ان أمكن، او في بعض الحالات المحدودة يمكن استخدام المعالجة الحرارية او غيرها. إما ما يتبقى من المخلفات الخطرة الصلبة غير القابل للاستخدام فيرسل إلى مرحلة المعالجة الثالثة.

- **المرحلة الثالثة: المعاملة الطبيعية (Natural Processing) :**

وفي هذه المرحلة يستخدم الجمع السطحي ((Surface Impoundment)او الطمر الصحي للتخلص من ما تبقى من المخلفات من ما تبقى من المخلفات الخطرة الصلبة بعد معالجتها والتي فقدت بعد العلميات السابقة صفاتها الأربع السابقة الذكر، ان لم يكن هناك إي استخدام لها في الصناعة او بناء ارصف الطرق.

التلوث الإشعاعي

مقدمة: التلوث البيئي هو عبارة عن وجود مواد ملوثة بتركيزات مختلفة تكون ضارة بالكائنات الحية و التربة والماء الهواء ، من مصادر طبيعية وغير طبيعية وتلحق الضرر بالبيئة. أو هو إحداث تغير في البيئة التي تحيط بالكائنات الحية بفعل الإنسان وأنشطته اليومية مما يؤدي إلي ظهور بعض الموارد التي لا تتلاءم مع المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي ويؤدي إلي اختلاله ويمكن لبعض المخلفات الخطرة أن تُحدث الأذى الشديد لصحة الناس والحياة البرية والنباتات، ومن هذه المخلفات الإشعاع والمبيدات والفلزات الثقيلة.

الإنسان تسبب في كثير عمليات التلوث المختلفة منها التلوث الإشعاعي والذي يٌعد في الوقت الحالي من أخطر الملوثات البيئية .وقد يظهر تأثير هذا التلوث بصورة سريعة ومفاجئة على مكونات الحياة ،والعض منها يأخذ وقتاً طويلاً ليظهر في الأجيال القادمة ، ومنذ الحرب العالمية الثانية وحتى وقتنا الحالي استطاع الإنسان استخدام المواد المشعة في إنتاج أخطر القنابل النووية والهيدروجينية .

1- التلوث الإشعاعي

كثير من الأمراض التي يتعرض لها الإنسان بسبب الإشعاع ظهور احمرار بالجلد أو اسوداد في العين ،كما يحدث ضمور في خلايا النخاع العظمي وتلف في الخلايا التناسلية ،كما تظهر بعض التأثيرات في مرحلة متأخرة من عمر الإنسان مثل سرطانات منها سرطان الدم الأبيض وسرطان الغدة الدرقية وسرطان الرئة ،ويؤدي إلى نقص في كريات الدم البيضاء والالتهابات المعوية وتتعدى أخطاره لتصل إلى النباتات والأسماك والطيور مما يؤدي إلى إحداث اختلال في التوازن البيئي ،وإلحاق أضرار بالسلسلة الغذائية .

ويمكن ان ينتشر الإشعاع في الطبيعة عن طريق النظائر المشعة الموجودة في بناء المادة, هذا بالإضافة إلى الإشعاعات التي تأتي من الشمس. والنشاط الإشعاعي يعني مقدرة نوى بعض الذرات على التحول التلقائي إلى نوى أخرى مشعه, يرافق هذه العملية صدور أشعة. قبل اكتشاف هذه الظاهرة كانت غالبية العناصر الموجودة في الطبيعة مثل الأوكسجين والهيدروجين والنحاس والحديد والكبريت واليورانيوم معروفة, وكان يعتقد أنها تشكل اللبنات الأساسية في بناء الوجود المادي .ويعتبر الإشعاع ملوث غير منظور يمكنه تلويث أي جزء من البيئة. وينتج معظم الإشعاع عن مصادر طبيعية مثل المعادن وأشعة الشمس، وستطيع العلماء إنتاج العناصر المشعة في مختبراتهم. وقد يسبب التعرض لكميات كبيرة من الإشعاع تلف الخلايا، وقد يؤدي إلى الإصابة بالسرطان.وتعتبر المخلفات المشعة الناتجة عن المفاعلات النووية ومصانع الأسلحة مشكلة بيئية

كامنة الخطورة، حيث تبقى بعض هذه المخلفات نشطة في إشعاعها آلاف السنين، كما أن عملية التخزين الآمن للمخلفات المشعة صعب وباهظ التكاليف .

1. كيفية التعامل والتخلص من النفايات الإشعاعية

التلوث الأشعاعى:عبارة عن التلوث الناتج عن وجود تركيزات من الانوية المشعة لم تكن موجودة أصلاً في البيئة وتؤثر الإشعاعات والمواد المشعة على الخلية الحية ويترتب على هذا التأثير حدوث تلف كلي أو جزئي في الخلايا وقد يتمثل هذا التلف في وجود أورام أو طفرة جينية أو موت الخلايا.

والسؤال عن كيفية التعامل والتخلص من النفايات الإشعاعية للوصول إلى حل مرضى وحل التحديات التي نراها جميعاً ، فالمشكلة لا تكمن في صناعة المزيد من الأسلحة النووية وإنما في كيفية التخلص من النفايات والذي يزيد الأمور تعقيداً ويضيف بعداً آخر للمشكلة، أو استخدام الطرق العلمية في تخزينها وزيادة التكاليف المالية الضخمة المطلوبة في تغطية تكاليف إزالة التلوث التي ظهرت بسبب النفايات النووية. والنفايات النووية يتم غمرها في خزانات مليئة بالماء حتى تفقد حرارتها وبعض إشعاعاتها ثم تدفن بعد ذلك في باطن الأرض على عمق كبير وفى مناطق بعيدة عن العمران على سبيل المثال تقوم السويد بتخزين المواد ذات النشاط الإشعاعي القوى في خزان صخري يقع على عمق 25مترا ويبلغ طوله 120 مترا وعرضه21مترا وارتفاعه 27متراوتوجد في داخله قاعة منفصلة من الأسمنت مقسمه إلى أربعة أقسام وبذلك يمكن استعمالها لدفن النفايات الواردة من جميع أنحاء السويد وبدأ استخدامها فعلا منذ عام 1985.وطريقة أخرى للتخلص من النفايات ذات النشاط الإشعاعي وهى عبارة عن خلط النفايات مع مادة تكليس ثم يدفع الخليط إلى فرن صهر عند درجة حرارة عالية (1200م) حيث تختلط هذه النفايات تماما مع المادة الزجاجية وبهذا يضمن مقاومة الحرارة الصادرة عن النفايات كما يقاوم الفعل الكيميائي لمختلف العوامل الخارجية المحيطة بهذه النفايات مثل عوامل التآكل بواسطة المياه الجوفية أو بواسطة بعض مكونات التربة.

لا تقتصر النفايا الإشعاعية على العسكريين فقط ولكنها تمتد أيضاً للمدنيين حيث تتمثل في توليد الكهرباء التي تصدر نفايا إشعاعية من الصعب التعامل معها وغيرها من الوسائل السليمة التي لا تستخدم في الحروب، كما يسئ المدنيين إلى البيئة من خلال طريقة التعامل مع النفايا الإشعاعية عن طريق الطمر وينظرون إليها على أنه الخيار الوحيد أمامهم للتخلص منها، لأنه بالرغم من محاولة كافة الدول لإيجاد مخرج آمن، فقد فشلوا في تحقيقه. ولا تقتصر حجم الكارثة على طمر هذه النفايا لأنها ستمتد إلي البيئة المحيطة بها وخاصة الأطعمة التي يتم زراعتها في هذه الأرض

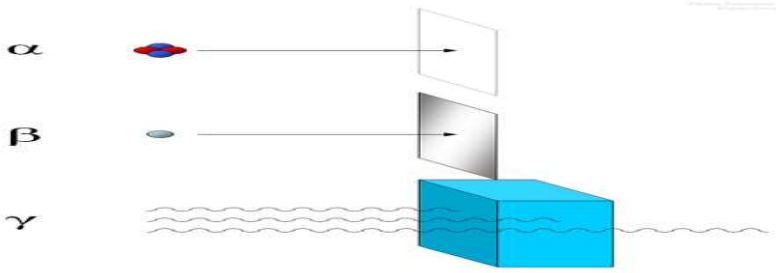
الملوثة والتي ستؤثر بالطبع على الحياة وتدمر الجينات أي أن آثارها مستمر ولا يمكن محوها ولن يكون ذلك حلاً على الإطلاق بل إضافة مشكلة جديدة لمشاكل تلوث البيئة .

2. النشاط الإشعاعي

النشاط الإشعاعي وهو يعبر عن العملية التي تطلق فيها الذرة الإشعاع أو الجسيمات الذرية أو الأشعة ذات الطاقة العالية من نواتها. ويزيد عدد الأنواع المختلفة من الذرات المعروفة على 2,300 نوع، والمشع منها يزيد على الألفي نوع، منها نحو 50 نوعًا توجد في الطبيعة. أما البقية فقد استحدثها العلماء صناعيًا.

أنواع الإشعاع

توجد ثلاثة أنواع من الإشعاع النشط: جسيمات ألفا، ؛ وجسيمات بيتا ؛ وأشعة جاما كما في الشكل



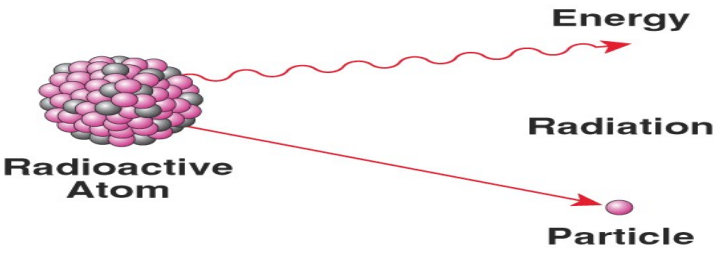
جسيمات ألفا .تحمل شحنات كهربائية موجبة. ويتركب جسيم ألفا من بروتونين ونيوترونين، أي أنه يماثل نواة ذرة الهيليوم. تنطلق جسيمات ألفا بطاقات عالية، ولكنها سرعان ما تفقدها عند مرورها في المادة. وبمقدور ورقتين من أوراق هذه الموسوعة إيقافها.جسيمات بيتا .وهي إلكترونات. تطلق بعض النوي المشعة إلكترونات عادية تحمل شحنات كهربائية سالبة. لكن البعض الآخر يطلق بوزيترونات وهي إلكترونات ذات شحنة موجبة. وتنتقل جسيمات بيتا بسرعة تقارب سرعة الضوء ويستطيع بعضها أن ينفذ خلال 13ملم من الخشب .أشعة جاما .أشعة غير مشحونة كهربائيًا. وتشبه هذه الأشعة الأشعة السينية، إلا أنها تكون في الغالب ذات طولٍ موجي أصغر. وهذه الأشعة هي فوتونات وهي جسيمات الإشعاع الكهرومغنطيسي، وتنتقل بسرعة الضوء. تخترق أشعة جاما الأجسام بدرجةٍ أكبر من جسيمات ألفا أو بيتا.

خواصُّ النَّوَى: لكي نفهم ما يحدث داخل ذرة مشعة، يجب علينا أن نتعرف على تركيب النواة. يسمى عدد البروتونات في نواة الذرة العدد الذري. ولكل عنصر عدد ذري مختلف. فالهيدروجين مثلاً له بروتون واحد، ولذا فإن عدده الذري 1، واليورانيوم عدده الذري 92 لأن نواته تحتوي على 92 بروتونًا.

العدد الكُتلي هو كل من البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة،. وتحتوي نواة الهيدروجين

العادي على بروتون واحد، وليس بها نيوترونات، ولذا فإن العدد الكتلي للهيدروجين العادي هو واحد. أما نواة الهيدروجين الثقيل، أي (الديوتريوم) فإنه يوجد بها بروتون واحد ونيوترون واحد، ولذا فإن عدده الكتلي 2. كما أن أحد الأنواع المشعة للهيدروجين والمسمى تريتيوم له العدد الكتلي 3، وذلك لأن به بروتونًا واحدًا ونيوترونين. ولكن الأنواع الثلاثة للهيدروجين لها نفس العدد الذري. وتسمى الذرات التي لها نفس العدد الذري ولها أعداد كتلية مختلفة النظائر. أي أن الهيدروجين العادي والديوتريوم والتريتيوم، كلها، نظائر لعنصر الهيدروجين، ويكتبها العلماء عادة 21H ,11H. 31 H, ويمثل العدد الأسفل العدد الذري، في حين أن العدد الأعلى يمثل العدد الكتلي. وجميع نظائر أيِّ عنصر ذات خصائص كيميائية واحدة.

ابتعاث الإشعاع



تنشأ الأنواع المختلفة من الإشعاع في نوى الذرات المشعَّة. وما جسيم ألفا، المكوَّن من بروتونات ونيوترونات، إلا شَظيَّة من النواة التي أطلقته. أما إلكترون أشعة بيتا، فإنه ينشأ في النواة عندما يحدث تغيُّر لأحد الجسيمات فيها. وعندما تطلق الذرات إشعاع ألفا أو بيتا، فإنها تتغير إلى ذرات عناصر أخرى، يُسمِّي العلماء ذلك التغير التحوُّل أو التبدُّل. أما ابتعاث أشعة جاما فينتج عنه تحرر للطاقة فقط ولا يحدث بسببه تحوُّل.

إشعاع ألفا .إذا أُطلقت نواة جسيم ألفا، فإنها تفقد بروتونين ونيوترونين. وكمثال على ذلك، فإنَّ إشعاع ألفا ينطلق من اليورانيوم 238 وهو نظير لليورانيوم له 92 بروتونًا و146 نيوترونًا. وبعد فقدان جسيم ألفا، يصبح للنواة 90 بروتونًا و 144 نيوترونًا. لكنَّ الذرة التي لها العدد الذريّ 900 ليست ذرة يورانيوم بل ذرة ثوريوم. والنتيجة، إذن، هي تَكوُّن النظير ثوريوم 234.

إشعاع بيتا .عندما تُطلق نواة جسيم بيتا، فإنها تُطلق أيضًا نيوترينو مضاد وهو جسيم غير مشحون كتلته تكاد تكون منعدمة. وعندما ينطلق جسيم بيتا السالب يتحول النيوترون في النواة إلى بروتون وإلكترون سالب ونيوترينو مضاد. ينطلق الإلكترون والنيوترينو المضاد لحظة تكونهما، بينما يبقى البروتون في النواة. وهذا يعني أن بها بروتونًا زائدًا كما أن بها نيوترونًا ناقصًا. فمثلاً يطلق نظير للكربون 146 C، إلكترونات سالبة. وفي ذرة الكربون 14 أو(14(C، يوجد 6 بروتونات و8 نيوترونات. وعندما تتحول هذه النواة، يتغير نيوترون إلى بروتون وإلكترون ونيوترينو مضاد.

وبعد ابتعاث الإلكترون والنيوترينو المضاد، تصبح النواة محتوية على سبعة بروتونات وسبعة نيوترونات. وهنا، فإن العدد الكتلِي ظل ثابتًا مع أن العدد الذري ازداد واحدًا. والنيتروجين هو العنصر الذي له العدد الذري 7. أي أن C 146 تحول إلى N 147 بعد انطلاق جسيم بيتا سالب.
وعندما تُطلق نواة بوزيترونًا، يتحوَّل البروتون في النواة إلى نيوترون وبوزيترون ونيوترينو. ينطلق كل من البوزيترون والنيوترينو لحظة تكوُّنهما، على حين أن النيوترون يظل في النواة. ويطلق أحد نظائر الكربون C 116بوزيترونات. ولهذا النظير 6 بروتونات و 5 نيوترونات، وعندما يطلق بوزيترونًا يتحوَّل أحد بروتونات النواة إلى نيوترون وبوزيترون ونيوترينو. وبعد انطلاق البوزيترون والنيوترينو، تظل النواة محتوية على 5 بروتونات و 6 نيوترونات. وهنا، فإن العدد الكتلي ظل ثابتًا على حين أن العدد الذري نقص بمقدار واحد. والبورون هو العنصر الذي رقمه الذري 5. أي أن C 116تغير إلى B 115 بعد إطلاق بوزيترون ونيوترينو.
أشعة جاما .تنشأ أشعة جاما بطرق متعددة. فقد لا يحمل جسيم ألفا أو جسيم بيتا، المنطلق من النواة، كل الطاقة المتاحة. عندئذ، تكتسب النواة طاقة أكبر من تلك التي تجعلها مستقرة. وتتخلص النواة من الطاقة الزائدة بإطلاق أشعة جاما. لكن ابتعاث إشعاع جاما لا يصاحبه حدوث تحول.

مفهوم نصف العمر

عدد الجسيمات المنطلقة من عينة نظير مشعّ في فترة زمنية هو نسبة مئوية محددة من عدد ذرات العينة. فمثلاً، ينحل من أي عينة من C11
3,5%منها كل دقيقة. فإذا بدأنا بعينة ما من C11، فإنه لن يتبقى منها بعد أول دقيقة إلا 96,5%. وفي نهاية الدقيقة الثانية يتبقى 96,5% من العينة عند بدء هذه الدقيقة، أي 96,5% من 96,5% من العينة الأصلية، أي 93,1% من العينة الأصلية. وبعد عشرين دقيقة لن يبقى من الكمية الأصلية إلا نصفها فقط. وهذا معنى قولنا أن نصف عمر C11
20دقيقة. ويُسَمَّى هذا الفناء التدريجي للمادة الانحلال الإشعاعي أو التحوُّل النووي. وللنظائر المختلفة أنصاف أعمار مختلفة. ويتراوح نصف العمر من كسور من الثانية إلى بلايين السنين. وفيما عدا استثناءات قليلة، فإن النظائر المشعة الموجودة في الطبيعة بكميات يُمكن ملاحظتها هي فقط تلك التي لها نصف عمر يبلغ ملايين كثيرة من السنين، أو حتى بلايين السنين. ويعتقد العلماء أنه عندما تكوَّنت عناصر الأرض، كانت كلُّ النظائر الممكنة موجودة. وفي الغالب، تحللت تلك التي لها أنصاف أعمار قصيرة بحيث لم يبق منها إلا كميات أصغر من أن تلاحظ. ولكن بعض النظائر ذات العمر القصير، الموجودة في الطبيعة، تكوَّنت نتيجة انحلال نظائر مشعة طويلة العمر. فمثلاً، ينتج الثوريوم 234، الذي له نصف عمر قصير، من اليورانيوم الذي له نصف عمر

طويل. كذلك تُنتج الأشعة الكونية، الكربون 14، وهو نظير نصف عمره قصير نسبيًّا. ومن النظائر المشعة ذات العمر الطويل الموجودة على الأرض، البوتاسيوم 40، والثوريوم 232، واليورانيوم 235، واليورانيوم 238.

ويُنتج المفاعل النووي صناعيا مئات النظائر المشعة قصيرة العمر، وذلك بإطلاق نيوترونات أو جسيمات نووية سريعة على النوى. فإذا أُطلق نيوترون أو جسيم آخر على نواة ذرة، يصبح من المحتمل أن تقوم النواة بأسر ما ارتطم بها. وفي بعض الأحيان تقوم النواة بأسر جسيم فيها ثم يلي ذلك مباشرة أن تقوم النواة بطرد أحد جسيماتها.

استخدامات النظائر المشعَّة

في الصناعة .تُستخدم النظائر المشعة لأغراض كثيرة. فتُستخدم أشعة جاما في فحص السبائك الفلزية والكشف عن نقاط الضعف في لحامات خطوط أنابيب النفط. تمر الأشعة في الفلز، فإذا كان به مناطق ضعيفة ظهرت بقع داكنة على الفيلم الفوتوغرافي. كما تُستخدم أشعة بيتا للتحكم في سُمْك ألواح المواد. يوضع نظير مشع تنطلق منه جسيمات بيتا فوق اللوح، ويوضع على الجانب الآخر كشَّاف لجسيمات بيتا وظيفته قياس شدة الإشعاع المارّ. فإذا زاد سمك اللوح، وصل إلى الكشاف عدد أقل من الجسيمات. ويتحكم الكشاف في آلات الدحرجة، بحيث يُحافظ على السُمْك المطلوب للوح.

يستخدم العلماء في الأبحاث النظائر المشعة كعناصر استشفافية لتبيّن كيفية تصرف المواد الكيميائية في أجسام النبات والحيوان. وكلُّ نظائر العنصر متكافئة كيميائيا، ولذا فإنه يمكن استخدام النظير المشع بنفس الطريقة التي نستخدم بها النظير العادي. فمثلاً، لكي يراقب عالم النبات مسار الفوسفور في النبات فإنه يقوم بخلط الفوسفور المشع بالفوسفور العادي. ولمعرفة متى وصل الفوسفور إلى ورقة النبات، فإنه يمكن وضع كاشف الإشعاع -عداد جايجر- قرب الورقة. ولمعرفة مكان الفوسفور في الورقة فإنه يمكن وضعها على لوح ضوئي. وعلى اللوح المُظهَّر الذي يسمى المرسمة الإشعاعية الذاتية تحدد موضع النظير المشع على الورقة.

ويُستخدم نظير الكربون المشع 14C على نطاق واسع في تحديد أعمار المواد الأقدم من التاريخ المدوّن، كما أن الجيولوجيين يستخدمون نظائر مشعة أخرى لمعرفة أعمار الصخور.

في الطب .يُشكِّل استخدام النظائر المشعة في الطب جزءًا من التخصص المسمَّى الطب النووي. ويتمثل الاستخدام الرئيسي لها في دراسة وظائف أعضاء مختلفة من الجسم. يتحقق ذلك بإضافة النظير المشع إلى المادة الحاملة التي تتراكم في العضو الذي يود الطبيب دراسته. فمثلاً، عندما يريد الطبيب أن يدرس وظائف كُلية مريض، فإنه يضيف نظيرًا مشعًا إلى مادة حاملة تتجمَّع في الكُلية. وتُطلق المادة المشعة أثناء تحللها أشعة جاما يُلتقط بعضها بجهاز يسمَّى الماسحة. يرى

الطبيب الصورة على الماسحة ويتبين منها إن كانت الكلية تؤدي مهمتها على الوجه السليم.
كما أنَّ النظائر المشعة تستخدم في علاج السرطان. لكن الجرعات الكبيرة منها تؤدي إلى تدمير الخلايا الحية السليمة وبخاصة تلك التي تمر بعملية انقسام. ولأنَّ الخلايا السرطانية تنقسم بمعدل أعلى من معدل الخلايا العادية، فإن الإشعاع يدمر من الخلايا السرطانية أكثر مما يدمِّر من الخلايا السليمة.والواقع أن الطبيب يستغل هذه الحقيقة، فيعطي نظيرًا مشعًا يتراكم في العضو المصاب. فمثلاً، يمكن استخدام نظير مشع لليود في معالجة سرطان الغُدة الدرقية لأن هذه الغدة تختزن اليود. وفي أثناء تحلُّل اليود المشعّ، يُصدر اليود إشعاعًا يقتل الخلايا السرطانية.

أخطار الإشعاع

يدمِّر الإشعاع الخلايا الحية. ولذا تجب حماية الأفراد الذين يتعاملون مع المواد المشعة من الإشعاع. وتُمتص جسيمات ألفا وبيتا بشيء من السهولة، أما أشعة جاما فلها قدرة عالية على الاختراق. وتمتص العناصر ذات العدد الذريّ الكبير أشعة جاما بدرجة أفضل من تلك التي لها عدد ذري صغير.

1. **الأشعة الكونية:** وهي الأشعة التي تصل من الشمس و المجرات ، وتقسم إلى ثلاثة أنواع:
أ.الأشعة الكونية الأولية: وتتألف من 87 % بروتونات و 12 % جسيمات ألفا و1 % نوى عناصر ثقيلة مثل الكربون والأكسجين والنتروجين والكالسيوم والحديد، وتتواجد على ارتفاع 40-60 كم وتقل كثافتها كلما اقتربنا من سطح الأرض.

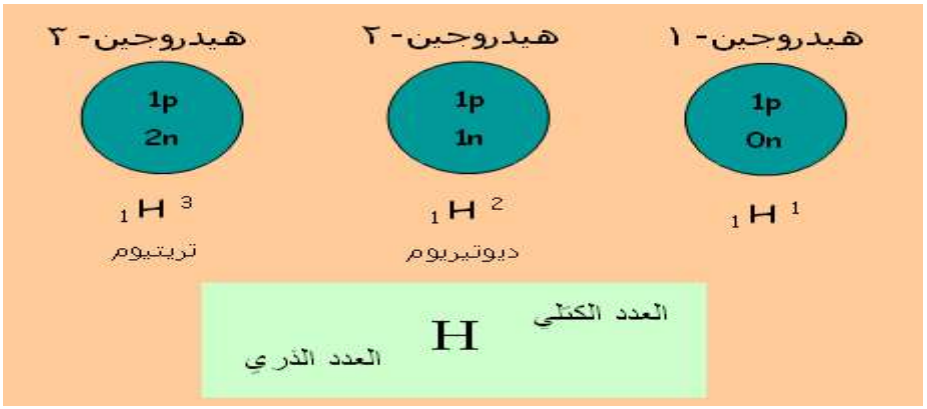
ب. الأشعة الكونية الثانوية: وهي نتاج عملية تفاعل الأشعة الكونية الأولية مع الغلاف الجوي للأرض ، وتتألف من فوتونات (إشعاع كهرومغناطيسي) وإلكترونات و بروتونات ونيترونات, وتزداد كثافتها كلما اقتربنا من سطح الأرض, فهي تتواجد على ارتفاع 20-15كم فأقل . وفيما بين هذين الارتفاعين نجد خليطاً من نوعي الأشعة

ج. الأشعة الشمسية : وهي عبارة عن بروتونات تتدفق خارجة من الشمس عقب انبعاث توهج نيرانية تظهر على هيئة لسان كبير من سطحها, جزء من هذه الأشعة تكون طاقته كبيرة بحيث تكفي لإحداث تغيرات على سطح الأرض يمكن كشفها. تشكل الأشعة بشقيها الأرضية والكونية التي تعبر عن معدل الإشعاع في الطبيعة، وهو يختلف باختلاف المنطقة والموقع والزمن. لمعرفة تأثير هذه الأشعة وضعت تعاريف وأدخلت وحدات تسهل تناول هذا الموضوع أهمها :

- الجرعة الممتصة وهي تعبر عن الطاقة المنتقلة إلى وحدة الكتل من المادة المنقولة إليها وتقاس بالغري (GY).

- مكافئ الجرعة هو الذي يصف التأثير البيولوجي لنوع معين من الأشعة على نوع محدد من المادة أو العضو ويقاس بالسيفرت (SV).ويشار إليهما "بالجرعة " اختصاراً وتبقى الوحدة هي المميز لنوع الجرعة.

لكل عنصر حالة واحدة يظهر بها تحدد خواصه الكيميائية والفيزيائية وتؤهله لاحتلال خانة معينة - دون غيرها ، لكن اكتشاف هذه الظاهرة أكد وجود أكثر من حالة فيزيائية لكل عنصر من العناصر سميت هذه الحالات النظائر . والنظائر لعنصر واحد تحتل المكان نفسه في الجدول الدوري، فمثلاً للهيدروجين ثلاثة نظائر هي: التريتيوم والدوتيرريوم والهيدروجين تقع في الخانة الأولى من الجدول الدوري, وللأكسجين سبعة. تختلف نظائر العنصر الواحد في خواصها النووية على الرغم من تطابق خواصها الكيميائية. والنواة هي ذلك الجزء الصغير من الذرة الذي يشغل حيزاً أصغر من الجزء الذي تشغله الذرة بكثير, وتتألف من جسيمات صغيرة, نوع يحمل شحنة كهربائية تدعى البروتونات وعددها يساوي عدد إلكترونات الذرة ويكتب دليل سفلي إلى أسفل يسار الرمز الكيميائي, والثاني معتدل كهربائياً - وتدعى النيترونات, يضاف عددها إلى عدد البروتونات ليشكلا معاً العدد الكتلي ويكتب دليل علوي إلى أعلى يسار الرمز الكيميائي, وذلك للدلالة على النظير,وقد يكتب بجوار اسم النظير, فنقول الهيدروجين 1 و الهيدروجين 2 والهيدروجين 3 , للدلالة على أي من نظائر الهيدروجين.



و تصنف النظائر عامة تحت عنوانين اثنين:

1. النظائر المستقرة: وهي لا تتغير أبداً وتشكل غالبية العناصر الموجودة في الطبيعة وتكون نسبتها إلى بعضها من أجل عنصر محدد ثابتة.
2. النظائر الغير مستقرة أو المشعة: وهي أقل وفرة في الطبيعة من النظائر المستقرة, ويرجع سبب عدم استقرارها لوجود طاقة زائدة داخل نوى ذراتها ما يجعلها تسعى دائماً وبشكل تلقائي للتخلص من هذه الطاقة، وعندما تطلقها أو تطلق جزءاً منها نقول أنها تفككت أو اضمحلت، وبالنتيجة تنتقل نواة الذرة من حالة إلى حالة أخرى إذا أصدرت أشعة جاما أو أنها تتحول إلى

نظير آخر إذا أطلقت أشعة ألفا أو أشعة بيتا .ويمكن الاستفادة من هذه النظائر في الأغراض السلمية منها المستخدم في الطب لمعالجة بعض الأمراض مثل اليود المشع وفي الزراعة للحفاظ على الأغذية وفي مجال الصناعة للحصول على الطاقة الكهربائية مثل اليورانيوم .

أما الإشعاعات الناتجة وهي أشعة ألفا أو بيتا أو جاما فلكل منها خواصها الفيزيائية المحددة.

أشعة ألفا : وهي نوى ذرات الهليوم أي أنها موجبة , تمتلك قدرة فائقة على تأيين ذرات أخرى, لكنها ضعيفة يمكن حجبها بقطعة من الورق المقوى أو برقيقة من الألمنيوم سمكها 0.06 ملم .

أشعة بيتا : وهي على نوعين سالبة (إلكترونات) وموجبة (بوزترونات) أقل مقدرة على التأين لكنها أقدر على اختراق الأجسام فنحن بحاجة إلى رقيقة من الألمنيوم سمكها 3 ملم لحجبها .

أشعة جاما : تمتاز بقدرتها على اختراق الأجسام ولحجبها نحتاج صفيحة من الحديد سمكها 30سم.

وهكذا فإن مقدرة المواد على إضعاف الأشعة أو حجبها مختلف, عندما تصطدم هذه الأشعة – أياً كان نوعها– بطاقة مناسبة بالمادة فإنها تتفاعل معها محدثة تغيرات فيها. تبدأ هذه التغيرات من رفع درجة حرارة الجسم وتنتهي بتغيير تركيب نوى بعض ذراته, يطلق على هذه العملية التأثير المتبادل بين الإشعاعات والمادة . يوجد في الطبيعة نظائر نصف عمرها أطول من العمر الافتراضي للأرض الذي يقدر بحوالي مائة مليون عام،أهمها اليورانيوم والثوريوم والأكتينيوم .

يتفكك كل من هذه النظائر متحولاً إلى آخر نشط وينتج عن كل تحول أشعة ألفا أو أشعة بيتا السالبة و نصل في النهاية إلى نظير مستقر هو أحد نظائر الرصاص. قد يصل عدد هذه النظائر الناتجة عن تفكك نظير محدد إلى خمس عشر نظيراً فتشكل معاً ما يسمى السلسلة الإشعاعية يكون النظير الأول هو الجد الأكبر في السلسلة .تعتبر السلسلتين الأولى والثانية المصادر الأهم للإشعاع الأرضي في الطبيعة, أما السلسلة الأخيرة فهي أقل أهمية لأن الجد الأكبر لها نادر الوجود في الطبيعة. يضاف إلى هاتين السلسلتين بعض النظائر المشعة الهامة لأنها تتشكل باستمرار في الطبيعة مثل البوتاسيوم والكربون يتشكل من عملية تفاعل الإشعاع الكوني مع الغلاف الجوي للأرض .

- التريتيوم زادت نسبته بسبب التفجيرات التي صاحبت اختبار الأسلحة النووية في العالم .

يتواجد اليورانيوم في الطبيعة بتراكيب كيميائية مختلفة ومواقع متنوعة, ويتواجد الثوريوم في رسوبيات المونازيت. تذوب بعض هذه المركبات الكيميائية في الظروف الطبيعية بالماء وتسير مع الماء إلى الأنهار لتصب في البحار والمحيطات مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة الإشعاع في الأنهار ، وذلك بسبب تفاعل الأشعة الناتجة عن التفكك مع نوى ذرات النظائر المستقرة التي تصادفها وتتفاعل معها محولة إياها إلى نظائر نشطة تساهم في زيادة نسبة الإشعاع في الطبيعة .

3.مصادر التلوث الإشعاعي.

تنقسم المصادر المشعة إلى قسمين: مصادر مغلقة و مفتوحة . فالمصادر المغلقة وهي الأجهزة المصدرة للأشعة عن طريق تحول الإلكترون إلى فوتونات بعد التسارع والإصتدام بالهدف الموجود بأنبوبة الأشعة فتخرج الفوتونات على هيئة طاقة (الأشعة السينية) ، وهذه الفوتونات يجب تقليل كميتها إلى أقل ما يمكن لتقليل الضرر الناتج منها للمريض. من الاحتياطات الضرورية أثناء التشعيع تقليل مساحة التعرض الإشعاعي وتحديد المنطقة المطلوبة بدقة ، ومنها ضبط العوامل الخاصة بالتشعيع (التصوير) وتحديد الجهد اللازم وكذلك زمن التعرض ، و استخدام الواقي الرصاصي للأعضاء الحساسة مثل عدسة العين والأعضاء التناسلية ، وتقليل عمليات التعرض للتشعيع أو بدون تبرير وهذا النوع من المصادر يعتبر الأقل ضرراً لأن التشعيع مربوط بدوائر كهربائية تتحكم بإنتاجها.

أما المصادر المفتوحة نعني بها النظائر المشعة المعدة للتشخيص والعلاج على شكل مواد سائلة ، صلبة ، وغازية . ومن أمثلة النظائر السائلة التكنيشيوم والجاليوم ، ومن أمثلة النظائر الصلبة كبسولات اليود ، ومن أمثلة النظائر الغازية الزينون والكربتون .

1- المصادر الطبيعية: وتضم الأشعة الكونية، والأشعة الصادرة عن التربة، والمواد المشعة الموجودة في الطعام وداخل جسم الإنسان. تنتشر المواد المشعة بالقشرة الأرضية انتشارا كبيرا وتعطى جرعة إشعاعية للإنسان تزيد أحيانا عن الجرعة الناتجة عن الأشعة الكونية على سبيل المثال اليورانيوم والثوريوم. فاليورانيوم موجود بكميات كبيره في أستراليا وكندا والولايات المتحدة والثوريوم يوجد في البرازيل ومصر والصين والهند والولايات المتحدة. تأتينا الأشعة الكونية من الفضاء المحيط بالكرة الأرضية وعند وصول بعضها إلى الهواء المحيط بالأرض فأنها تتشتت وتتفاعل مع ذرات الهواء ومنها ما يصلنا من الشمس بسبب حدوث زوابع وانفجارات على سطح الشمس،وتتأثر كثافة هذه الأشعة بالمجال والمركز المغناطيسي للأرض وبزيادة عن سطح البحر، ونلاحظ أن الإنسان يزيد من تعرضه لهذه الأشعة ليس فقط من تواجده على سطح الأرض، ولكن أيضاً بركوبه الطائرة لارتفاعات عالية.

البوتاسيوم وهو منتشر في الطبيعة ولكنة يكون نسبة ثابتة غير مشعة. و 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 . مواد مشعة موجودة بالمياه تنتشر كثير من المواد المشعة في مختلف أنواع المياه ،ويعتمد ذلك على نوع ومصدر المياه فمياه البحار تحتوى على أعلى تركيز لبوتاسيوم 40 .

2ـ المصادر الصناعية: وهي الإشعاعات المستخدمة في العلوم الطبية التشخيصية منها والعلاجية كالأشعة السينية واليود المشع وغير ذلك. ومن المصادر الصناعية المفاعلات النووية والأسلحة النووية والتجارب النووية ، حيث تجرى التجارب النووية تحت سطح الأرض والماء. وتعتبر الانفجارات النووية من أهم و أخطر مصادر التلوث الإشعاعي و تجرى هذه التفجيرات في الجو على ارتفاعات مختلفة أو تحت الماء أو تحت سطح الأرض ،يعتمد التلوث على طبيعة 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 فأن التفجير يلتقط جزيئات من تراب الأرض والغبار العالق في الهواء ويصهرها فتندمج مع المواد الانشطارية ،ويمثل الغبار الذرى المتساقط من التفجيرات الذرية أهم مصادر تلوث البيئة بالمواد المشعة . وتكمن الخطورة من أنشاء وتشغيل المفاعلات الذرية في عدة جوانب منها اختيار أنسب المواقع بعيد عن تجمع السكان وأماكن زراعتهم ومجارى المياه السطحية والجوفية فكثرة الحوادث التي تقع بهذه المفاعلات تسبب خطرا على تلوث البيئة ،و نذكر حادث انفجار مفاعل بنفكا بيوغوسلافيا وقد تسبب في وفيات وإصابات إشعاعية لكثير من العاملين وتلوث البيئة المحيطة.

ويجب اخذ الحيطة أثناء العمليات الروتينية والبحثية بالمفاعلات وجمع المخلفات المشعة السائلة والصلبة أو أي حادث بالمفاعل يحدث أثناء التجارب.

كانت مصادر التلوث الإشعاعي مقصورة على الأشعة الكونية والمصادر الطبيعية الأخرى مثل الأشعة المنبعثة من الصخور والعناصر الطبيعية كالبوتاسيوم، وكان للإنسان دور كبير لتضيف كميات من الإشعاعات التي لوثت الهواء الماء والغذاء أيضا.ولقد اتضحت خطورة الإشعاعات الذرية عند تعرض النساء الحوامل للأشعة السينية، وحدوث التشوهات الجينية. ويعتبر الانشطار النووي وإنشاء أول مفاعل نووي هما البداية الحقيقية لتلوث البيئة بالإشعاعات النووية، ولقد ازداد حجم هذا التلوث اثر إنتاج المزيد من الاسلحة الذرية، وذلك في نهاية الحرب العالمية الثانية، وما أعقبتها من حروب وانفجارات نووية، حيث شهد ومازال يشهد العالم نطاقاً واسعاً من تجارب الانفجارات النووية، وخير دليل جريمة هيروشيما وناكازاكي وما نتج عنها من غبار ذري سبب تلوث البيئة بالإشعاع و الأمراض والتشوهات الخلقية والعاهات والكوارث وإذا كانت الانفجارات النووية تعد من أخطر مصادر التلوث الإشعاعي، فإن هناك مصادر أخرى أدت إلى زيادة حجم هذا التلوث، وتشتمل هذه المصادر على المفاعلات النووية وما ينجم عنها من تلوث إشعاعي وبسبب انفجارها ، كما حدث من تلوث إشعاعي بعد انفجار مفاعل تشير نوبل النووي. وكذلك من مصادر التلوث إشعاعي استخدام النظائر المشعة في التجارب العملية في مجال العلوم الطبية البيولوجية، وتشخيص الأمراض وعلاجها إشعاعيا. بالإضافة إلى الإشعاعات الصادرة من أجهزة

التلفزيون والكمبيوتر والأجهزة الالكترونية الأخرى. وتنتقل المواد المشعة إلى جسم الإنسان عن طريق تلوث الغذاء والماء بالنظائر المشعة أو الغبار الذري الملوث للهواء.

المصادر الإشعاعية الطبية:استخدمت المصادر الإشعاعية في الأغراض الطبية مثل التشخيص والعلاج بالأشعة السينية والعلاج الأشعاعى بالمصادر المشعة المعلقة أبر الراديوم ووحدات الكوبلت60 والعلاج بحقن المواد المشعة اليود131والفوسفوروالذهب 198قد يعرض العاملين لخطر التلوث. ومن المصادر الإشعاعية الصناعية التصوير الأشعاعى والمواد الومضية مثل الراديوم وقد حل محله حديثا الإسترنشيوم90 والكربتون وفى تعقيم الأطعمة والأدوية بواسطة تشعيعها والبطاريات الذرية وفى مختلف أنواع القياس الثابتة والتحكم في الإنتاج للحصول على كثافة أو وزن أوسمك ثابت كما في صناعة السجائر والورق وفى خطوط أنابيب البترول.

الأجهزة والمعدات المنزلية :مثل المصنوعات الزجاجية ، الخزفية التي تحتوى على اليورانيوم والساعات المضيئة ولوحات القيادة المضيئة وكواشف الدخان(للإنذار عن الحريق) والصمامات الالكترونية وأجهزة التلفزيون.

4. محطات رصد التلوث الإشعاعي

يجب اتخاذ كافة الإجراءات اللازمة لتأمين حدود الدول ومراقبة التسربات الإشعاعية,لم تدخر الدول جهدا في تقديم الدعم اللازم لاستخدام أحدث المنظومات العالمية للرقابة والكشف والقياس , والإنذار من خطر التسربات الإشعاعية,قامت كثير من الدول بتركيب وتشغيل محطات رصد إشعاعي خلال عدة مراحل ، ضد مخاطر التسربات الإشعاعية ومقارنة النتائج التي تسجلها محطات الرصد الإشعاعي مع النتائج شبكات التلوث الإشعاعي الثابتة ,والاستفادة من هذه النتائج,أن عملية المسح الإشعاعي لمنطقة العمل والمناطق المحيطة بها هي عامل مؤثر وهام للبرنامج الوقائي ليؤكد أن الإفراد العاملين في مجال الإشعاعات أوعامة الناس سوف لايتعرضون إلى جرعات إشعاعية أعلى من القيم المحددة دولياً وأن نوع وطبيعة برنامج المسح الأشعاعى لمنشأة نووية معينة سوف يعتمد بدرجة كبيرة على ظروف هذه المنشأة وتتضمن تلك الظروف:

1. طبيعة المنشأة و محتويات وطبيعة العمل الإشعاعات.
2. نوع وكمية المواد ذات النشاط الأشعاعى المتداولة.
3. طرق ومقدار ومعدلات التسرب الأشعاعى من المنشأة إلى البيئة المحيطة.

وكذلك متابعة الموقف الأشعاعى أولاً بأول في منطقة العمل تعتبر عملية ضرورية لتأمين ظروف العمل ومتممة لنظام المسح الأشعاعى وبالتالي تحدد الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها العاملين في مجال الإشعاعات ينقسم برنامج المسح الأشعاعى إلى برامج المسح الأشعاعى الخاصة بالمنشأت النووية والمناطق القريبة منها وفى هذه الحالة فأن المسئول عن المنشأه النووية هو

المختص بمراقبة مستوى التسربات الإشعاعية أثناء التشغيل العادي للمنشأة ليتأكد من أن تلك التسربات أقل ما يمكن ولا تتعدى الحدود المسموح بها بواسطة السلطات المختصة. وإتباع الأجراءت الأولية الضرورية للسيطرة على الموقف ثم الأتصال بالسلطات المعنية ونظام القياس الأشعاعى يستخدم لقياس الغبار الذرى والسوائل المشعة المتسربة قريبا من نقط المخارج والقياسات في نفس المكان تعطى معلومات أولية عن كميات الإشعاع الموجودة ودرجة تركيزها سواء في الغبار الذرى الناتج والسوائل المشعة المتسربة.وقبل البدء في عمليات التشغيل للمنشأة فأن القياسات البيئية تعتبر عاملا مهما بل يمكن اعتبارها الأساس لبرنامج المسح الأشعاعى الطارئ خارج المنشأة وتستخدم نظرية المؤشر الحيوي في التعرف على مستويات الإشعاع في البيئة ومكوناتها ،وتعتمد هذه النظرية على اختبار السلسلة الغذائية لكائن حي والتي تعطى مقياسا يمكن الوقوف به لكل نوبده مشعه تتواجد فئ تلك السلسلة الغذائية، حالة سلسلة دورة النبات - الحيوان - اللبن - الإنسان والتي تعتبر دورة انتقال حرجة فأنه ليس من الضروري قياس عينات مختلفة من الحشائش لمتابعة دورة اليود 131 في كل أجزاء السلسلة الغذائية ولكن جمع وقياس الألبان المنتجة في المناطق المجاورة للمنشأة يعتبر كافياً ويعتبر برنامج قياس التلوث الأشعاعى البيئي بمثابة اختبار عن مدى كفاءة تشغيل المنشأة النووية وذلك عن طريق تحديد كمية التسرب الإشعاعي ومقارنتها بالكميات المسموح بها بمعرفة السلطات المختصة.

عمليات المسح الأشعاعى تتم بتحديد عدد من المناطق التي بها المنشأت النووية وعدد من المناطق القريبة منها وعدد من المناطق الساحلية والتي بها كثافة سكانية عالية وتنشأ بها شبكات متكاملة للرصد الأشعاعى وتحديد المستويات الإشعاعية وتؤخذ منها عينات تشمل معظم مكونات البيئة والسلسلة الغذائية وتجمع على فترات مختلفة وتجرى عليها التحاليل الكيميائية والقياسات الفيزيائية المناسبة لتقدير كميات النويدات المشعة الموجودة بها ونوعياتها ،وبمتابعة هذه المستويات يمكن اكتشاف أي تلوث أشعاعي أوأرتفاع في المستويات الإشعاعية في الوقت المنسب والتصرف حيالها بالطرق الوقائية السليمة.

- أهمية المسح الأشعاعى

المسح الأشعاعى يعطى وصف كامل عن النشاط الأشعاعى غير الثابت والدائم الدوران .إن الاستخدامات السلمية العديدة للمواد ذات النشاط الأشعاعى تزيد من التلوث الأشعاعى الموجود وتحتاج إلى دراسة مستمرة لمعرفة أماكن تواجدها وكيفية تأثيرها المباشر وغير المباشر على الإنسان وبيئته. و في حالة حدوث أي زلزال في أي دولة يتم عمل مسح إشعاعي مائي وهوائي, وذلك للتأكيد عدم تسرب إشعاعي من الدول المجاورة نتيجة الزلزال إلى المناطق المجاورة.

- التلوث الغذائي بالإشعاع

يشكل الغبار الذري تهديدا مباشرا وغير مباشر على حياة الإنسان وعلى إنتاج الغذاء في العالم، هناك عوامل عديدة تساهم في تعقيد مشكلة تقدير تلوث الأغذية بالمواد المشعة، منها وجود الكثير من المواد والنظائر المشعة التي تسمى النويدات لكل منها خصائص فيزيائية متميزة، كما انه يتفاوت تأثير المواد المشعة في كل حال ولا يستمر في الجسم للفترة نفسها، إضافة إلى تركيز النويدات بعد انطلاقها بكميات مختلفة بين منطقة وأخرى، لذلك يصعب تقدير كمية تلوث الغذاء أو فترة حدوث ذلك. وتلعب فترة سقوط المواد المشعة دورا هاما في زيادة تأثيرها في تلوث التربة والأغذية، ففي حال سقوط المواد المشعة في فترة الحصاد فإن ضررها يكون أشد، وعندما يكون التلوث سطحيا، فإن النباتات الخضراء العريضة الأوراق تكون أشد خطرا على الإنسان، كالخس والسبانخ والملفوف والفاكهة التي لا تنزع قشرتها كالعنب والتوت مثلا، وينتقل التلوث إلى الحيوانات عن طريق النباتات التي تتغذى عليها، حيث تترسب المواد الإشعاعية في أجسامها، كما ترتفع نسبتها في الألبان عند أكل الحيوانات للنباتات الملوثة. ويعد تلوث السلسلة الغذائية بالإشعاع عن طريق المياه والتربة أقل خطورة من تلوث النباتات، وقد تتلوث الحيوانات والأسماك بالإشعاع إذا كانت كمية المياه قليلة ومحدودة، في حين يقل خطر التلوث في البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات الكبيرة. وفي حال تلوث التربة بالغبار الذري فإنها تحمي على المدى القصير المحاصيل الدرنية كالبطاطا والفجل والجزر والبصل من التلوث الفوري، وتختلف درجة تلوث السلسلة الغذائية من خلال شبكة الجذور والمياه الجوفية حسب نوعية الغبار الذري. ولكن ما هو الشيء الذي يمكن فعله لمنع تلوث المواد الغذائية بالإشعاع إلى درجة الخطر بمجرد انطلاقها إلى البيئة الخارجية، إن أسوأ احتمال يمكن فعله هو إتلاف الأغذية الملوثة، ولكن في حال تم ذلك على نطاق واسع، فسيكون له نتائج سيئة من الناحية الاقتصادية والغذائية، وخاصة في المناطق التي تعاني من نقص في الغذاء، أما بالنسبة للحيوانات في حال حدوث تلوث إشعاعي فيجب نقل الحيوانات إلى مناطق مغطاة في فترة الخطر مع استعمال الأعلاف المخزنة وعدم تغذيتها بالأعشاب الملوثة، وفي حال تلوث الخضار يمكن غسلها بمنظفات ومذيبات خاصة لتخفيف التلوث السطحي.

5. مخاطر التلوث الإشعاعي

من أهم مشاكل التلوث الأشعاعى وهو يمثل أخطاراً متزايدة تهدد حياة الإنسان والحيوان والنبات على السواء وذلك نتيجة لانتشار وكثرة استخدام المواد ذات النشاط الأشعاعى في المجالات المختلفة كالطب العلاجي والتشخيص والصناعة والزراعة ومجالات البحث العلمي المختلفة ويمكن تقسيم الآثار الناتجة عن التلوث الإشعاعي إلى اثأر حادة وأخرى متأخرة.

الآثار الحادة: وهي الآثار التي تحدث مبكرا للخلايا الحية على اثر تعرض الجسم لكميات كبيرة من الإشعاع وينجم عن التعرض الحاد للإشعاع مرض يسمي المرض الإشعاعي الذي يتصف بحدوث أعراض في الجهاز الهضمي مثل الغثيان والتقيؤ وفقدان الشهية للطعام والإسهال وتحدث هذه الأعراض بسبب التلف الناجم عن تعرض أغشية المعدة والأمعاء للإشعاع .

وتشمل أعراض التعرض الحاد الخمول والصداع والحمى وإسراع القلب وحينما يتعرض الجسم لكميات اكبر من الإشعاع فإن هذا يؤدي إلى حدوث إسهال شديد مصحوب بنزيف معوي بالاظافة إلى تدمير النخاع العظمي والخلايا اللمفاوية بالدم . وعند تعرض الجلد للإشعاع فإن هذا يؤدي إلى إصابة الجلد بالاحمرار والتقشر والجفاف وسقوط الشعر والتقرح . وتعتبر الخلايا التناسلية للرجل او للمرأة من أكثر الخلايا تأثرا بخطر الإشعاع حيث يؤدي الى حدوث العقم. وعندما تتعرض عدسة العين لاشعاتات مثل الأشعة السينية وأشعة جاما وجسيمات بيتا والنيوترونات فإن هذا يؤدي إلى تكدر العدسة وتزداد خطورة التعرض للإشعاعات في الشهور الأولى من الحمل حيث يكون الجنين في مرحلة التكوين أكثر تأثرا بالإشعاعات التي تسبب حدوث التشوهات الجينية .

أما الآثار المتأخرة: فتشمل الأورام السرطانية وأمراض الدم وغيرها من الأورام التي تهدد حياة الإنسان.

6. حرب الخليج واليورانيوم المستنفد

في الدول التي تسهر على رعاية مواطنيها وحمايتهم، ضمن أجندتها وواجباتها الوطنية الاجتماعية والصحية الرئيسة، أصبح الحق بالصحة من حقوق الإنسان الأساسية فيها، ويأتي، من حيث الأهمية، بعد الحق بالحياة، واعية ومدركة جيداً بأنه لا يمكن ضمان الحياة والصحة بشكل طبيعي في بيئة ملوثة بالملوثات الخطيرة. وانطلاقا من خطورة المسألة راحت تتصاعد المطالبة في أرجاء العالم بان يعيش الإنسان في بيئة طبيعية نظيفة و خالية من كل أشكال التلوث، كحق أساسي من حقوقه ومن متطلبات تنميته ورخائه. و في ظل المنجزات العلمية والتكنولوجية الهائلة،التي تحصل في كل يوم، بل وفي كل ساعة، فان أي تباطؤ أو تهاون وتقصير في هذا المضمار يعد جريمة لا تغتفر .

نتج عن حرب الخليج الثانية في عام 1991 تلوثاً إشعاعياً خطيراً يعادل نحو 7 قنابل ذرية من النوع الذي استخدم في هيروشيما وناكازاكي، نتيجة لاستخدام ذخائر اليورانيوم المشعة من قبل القوات الأمريكية وحليفاتها، مسبباً كارثة بيئية وصحية وخيمة، وكان من نتائجها: انتشار أمراض السرطان في العراق من استخدام اليورانيوم المستنفذ,واستخدام أمريكي وبعض الدول لهذه المادة في حرب الخليج الثانية ضد العراق ومدي تأثيرها,حيث إن إصابة أي فرد بالإمراض نتيجة اليورانيوم المستنفد تتم نتيجة استخدام القوات أسلحة بها يورانيوم أو إطلاق صواريخ بها نفس

المادة, وفي دراسة علمية بينت أن استخدام اليورانيوم المستنفد ضد العراق تسبب بارتفاع حالات الإجهاض لدى الحوامل العراقيات 3 أضعاف عما كانت عليه قبل عام 1989، وازدياد حالات الإصابة بأمراض السرطان نحو 7 أضعاف، والإصابة بسرطان الرئة 4 مرات. وتضاعفت الوفيات نتيجة الإصابة بسرطان الرئة 5 مرات.

أوضحت وزارة الصحة العراقية إن معدل عدد حالات الإصابة بمرض السرطان يصل إلى نحو عشرين حالة يوميا .وقال مصدر مسؤول في الوزارة إن الإصابة بهذا المرض ازدادت بشكل ملحوظ قياسا بالسنوات السابقة بسبب نسبة التلوث الإشعاعي الذي خلفته الحروب في العراق حيث استخدمت أسلحة محرمة دوليا .و حالات الإصابة بسرطان الدم والجهاز اللمفاوي والدماغ والجهاز العصبي تشكل نسبة كبيرة من مرضى السرطان بالإضافة إلى السرطانات التي تصيب الأطفال وكذلك سرطان الثدي لدى النساء .أن عدد الإصابات الموجودة حاليا في العراق تبلغ أكثر من(14) ألف.ولم تقتصر الأضرار على الإنسان. فقد أظهرت الفحوصات التي اجريت عام 1996 من قبل المنظمات الدولية مثل منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO) وبرنامج الغذاء العالمي (WFP) ومنظمة الصحة العالمية (WHO)أظهرت وجود تلوث إشعاعي في التربة وفي بعض النباتات بتراكيز متباينة من نظيري الثوريوم - 234 والراديوم - 226 والبزموث - 214 يفوق ما موجود في المناطق الطبيعية .مما نتج عنه ظهور حالات مرضية غامضة منها التشوهات الخلقية والاعتلال العصبي والعضلي والاجهاضات والأمراض السرطانية مثل سرطان الدم والغدد اللمفاوية والثدي فضلا عن التلوث البيئي الواسع الانتشار في المنطقة.

وفاقمت الحرب الأخيرة على العراق عام 2003، التي استخدمت فيها أسلحة اليورانيوم المشعة من جديد وبكميات فاقت ما استخدم منها في عام 1991 بـ 4-6 أضعاف، من إنتشار الولادات الميتة والتشوهات الولادية والأمراض السرطانية وغيرها. إذ أعلنت مصادر في وزارة الصحة العراقية عن وجود أكثر من 140 ألف عراقياً مصاباً بالسرطان حالياً، تضاف إليهم 7500 حالة جديدة في كل سنة علماً بأن التقارير الطبية تؤكد موت عشرات الآلاف من العراقيين والعراقيات المصابين بالسرطان،لأسباب عديدة، بينما لمس القاصي والداني مدى تجاهل سلطة الاحتلال لتفاقم التلوث الإشعاعي الخطير،الذي سببته ذخائرها الحربية المشعة، ولم تقم بأي إجراء لدرء المخاطر، ناهيكم عن معالجة المشاكل البيئية الوخيمة، رافضة، بإمعان وبقصد، وجود التلوث الإشعاعي في العراق ومخاطره،التي ظلت تنفيها.

7- النشاط الإشعاعي النووي.

قد أصبحت الفحوصات الإشعاعية اليوم من الضروريات الطبية التي لا يمكن الاستغناء عنها بحال من الأحوال في المجالات التشخيصية والعلاجية لكثير من الأمراض المستعصية فضلاً عن